

PERPUSTAKAAN FTSP UII

HADIAH/BELI

TGL. TERIMA : 4 OCT 2001 9/10/08

NO. JUDUL :

NO. INV. : 562/TA/015

NO. INDUK. : 920003/78001

TUGAS AKHIR

**ANALISIS DAN DESAIN STRUKTUR BETON
BERTULANG BERTINGKAT BANYAK TIGA
DIMENSI DENGAN DESAIN KOLOM SECARA
BIAKSIAL**



Disusun oleh :

DIAN WIDIASTUTI

No. Mhs : 94 310 146

NIP NIP NAZARUDIN HANIF

No. Mhs : 94 310 260

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2001**

TUGAS AKHIR

**ANALISIS DAN DESAIN STRUKTUR BETON BERTULANG
BERTINGKAT BANYAK TIGA DIMENSI DENGAN DESAIN
KOLOM SECARA BIAKSIAL**

**ANALISIS DAN DESAIN STRUKTUR BETON BERTULANG
BERTINGKAT BANYAK TIGA DIMENSI (3D) DENGAN
DESAIN KOLOM SECARA BIAKSIAL**

Oleh :

DIAN WIDIASTUTI

94 310 146

NIP NIP NAZARUDIN HANIF

94 310 260

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Widodo, MSCE. Ph.D
Dosen Pembimbing I



Tanggal :

Ir. Fatkhurrohman, NS, MT
Dosen Pembimbing II



Tanggal : 6 / 09 / 2007

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat ALLAH SUBHANAHUWATA'ALA atas Rahmat dan dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul ANALISIS DAN DESAIN STRUKTUR BETON BERTULANG TIGA DIMENSI DENGAN DESAIN KOLOM SECARA BIAKSIAL.

Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program sarjana (S1) dalam bidang Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penulisan skripsi ini tentunya melibatkan peran serta dari banyak pihak, sehingga dalam kesempatan ini perkenankanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Ir. Widodo, MSCE, Ph.D. Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan dan selaku dosen pembimbing I.
2. Ir. Munadhir, MT. Selaku ketua jurusan Teknik Sipil.
3. Ir. Tadjuddin BMA, MS. Selaku mantan ketua jurusan Teknik Sipil.
4. Ir. Fatkhurrohman, NS, MT. Selaku dosen pembimbing II
5. Ir. A. Kadir Aboe, MS. Selaku dosen penguji/tamu.
6. Bapak dan Ibu (Almarhumah) serta Kakak dan Adikku, atas do'a dan dukungannya selama penulis kuliah dan menyusun skripsi.

7. Teman-teman kost, Sasongko (Nyak), Ari, Victor (itong), Wendi, Aji, Lukman, Eko, Rizal, Imam, Samijo, Mulyadi, Musmadi (Mango), Ali, Iwang atas peminjaman komputer, motor dan persahabatan kita.
8. Teman-teman kelas F'94 ats dorongan dan dukungannya.
9. Teman-teman mantan kost Paderoza dan G+R yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Dan masih banyak pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, karena keterbatasan dari penulis.

Semoga segala amal dan perbuatan yang telah diberikan dengan keikhlasannya mendapatkan balasan setimpal dari Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini dikarenakan keterbatasan ilmu dan pengalaman yang dimiliki penulis. Sehingga penulis sangat membutuhkan saran dan kritik yang sifatnya membangun sebagai masukan untuk masa mendatang.

Wasaalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Juli 2001

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
DAFTAR NOTASI	xxiii
ABSTRAKSI	xxix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pendahuluan	4
2.2 Penelitian Terdahulu	5

BAB III. LANDASAN TEORI	7
3.1 Pendahuluan	7
3.2 Beban Gempa	8
3.2.1 Gaya Geser Dasar (V)	8
3.2.2 Koefisien Gempa Dasar (C)	8
3.2.3 Faktor Keutamaan Gedung (I)	9
3.2.4 Faktor Jenis Struktur (K)	9
3.2.5 Berat Total Bangunan (W_t)	9
3.2.6 Distribusi Gaya Geser horisontal (F_i)	10
3.2.7 Evaluasi Periode Getar Struktur	10
3.3 Analisa Kolom terhadap Gaya Aksial dan Momen Lentur	11
3.3.1 Kolom Pendek yang Mengalami Gaya Aksial dan Momen Lentur Satu Arah	11
3.3.2 Momen Lentur Dua Arah atau Momen Biaksial	12
3.4 Desain Balok	24
3.4.1 Balok Bertulangan Rangkap	24
3.4.2 Perencanaan Balok Portal terhadap Lentur	27
3.4.3 Perencanaan Balok Portal terhadap Beban Geser	28
3.5 Desain Kolom	32
3.5.1 Perencanaan Kolom Portak terhadap Beban Lentur dan Aksial	32
3.5.2 Perencanaa Kolom Portal terhadap Beban Geser	35
3.6 Perencanaan Panel Pertemuan Balok Kolom	36
3.7 Perencanaan Pondasi	41
3.7.1 Kuat Geser Pondasi	41

BAB IV. METODE PENELITIAN	43
4.1. Data Penelitian	43
4.1.1. Data Daerah Gempa	43
4.1.2. Data Struktur	43
4.1.3. Variabel dan Analisa Penelitian	44
4.1.4. Model Struktur	44
4.2 Pengolahan Data	47
4.3 Pembahasan	47
4.4 Hipotesis	48
BAB V. ANALISIS STRUKTUR	49
5.1 Perhitungan Struktur	49
5.1.1 Pembebanan Beban Atap dan Lantai	50
5.2 Konversi Berat Tembok	50
5.3 Perhitungan Gaya Gempa Statik Ekuivalen	51
5.3.1. Berat Bangunan Total	51
5.3.2. Waktu Getar Bangunan (T)	60
5.3.3. Koefisien Gempa Dasar (C)	60
5.3.4. Faktor Keutamaan (I) dan Faktor Jenis Struktur (K)	60
5.3.5. Gaya Geser Horisontal akibat Gempa	61
5.3.6. Waktu Getar Struktur dengan cara T Rayleigh	66
5.4 Perhitungan Beban akibat Gaya Gravitasi	87
5.4.1. Beban Merata Ekuivalen untuk Portal Arah Y	87
5.4.2. Beban Merata Ekuivalen untuk Portal Arah X	106

BAB VI. DESAIN STRUKTUR BETON BERTULANG	168
6.1 Desain Struktur 10 Lantai	168
6.1.1. Desain Balok	168
6.1.2. Desain Sengkang Balok	200
6.1.3. Desain Penulangan Kolom akibat Beban Lentur dan Aksial	210
6.1.4. Gaya Aksial Rencana dan Gaya aksial Maksimum Kolom	219
6.1.5. Grafik Interkasi Kolom dan Contoh Perhitungan	224
6.1.6. Penulangan Kolom Biaksial	235
6.1.6.1 Penulangan Kolom Tepi	235
6.1.6.2 Penulangan kolom Tengah	237
6.1.7 Gaya Geser dan Tulangan Geser Kolom	242
6.1.7.1. Gaya Geser Rencana dan Geser Maksimum Kolom	243
6.1.7.2. Gaya Geser dan Tulangan Geser Kolom	247
6.1.8 Pertemuan Balok Kolom	252
6.2. Perencanaan Pondasi	266
6.2.1 Perencanaan Penempatan Pondasi	266
6.2.2 Menentukan Dimensi Kolom	266
6.2.3 Kontrol Kuat Dukung	271
BAB VII. HASIL DAN PEMBAHASAN	272
7.1 Hasil Desain Struktur	272
7.1.1. Desain Balok	272
7.1.2. Tulangan Geser Balok	279
7.1.3. Desain Kolom	283

7.1.4. Tulangan Geser Kolom	288
7.1.5. Perbandingan Momen Kapasitas Balok Terhadap Momen Nominal Balok	290
BAB VIII. KESIMPULAN DAN SARAN	292
8.1 Kesimpulan	292
8.2 Saran	293

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

3.1	Diagram interaksi uniaksial	12
3.2	Penampang kolom beton bertulang dengan menggunakan momen biaksial.	13
3.3	Bidang interaksi biaksial	14
3.4	Metode pendekatan superposisi	15
3.5	Permukaan runtuh terbalik S1 ($1/p_u, e_x, e_y$).....	17
3.6	Metode pendekatan oleh Bresler secara grafis	18
3.7	Kurva interaksi untuk persamaan (ACI 318-89)	21
3.8	Potongan diagram kontur beban pada beban konstan	21
3.9	Bentuk non-dimensi dari kontur beban pada beban konstan	22
3.10	kontur beban dengan pendekatan garis lurus oleh Gowens	22
3.11	Hubungan interaksi untuk lentur biaksial (kontur beban) dinyatakan dalam nilai β	24
3.12	Distribusi tegangan dan regangan balok bertulang rangkap	25
3.13	Balok portal dengan sendi plastis pada kedua ujungnya	30
3.14	Pertemuan balok kolom sendi plastis pada ujung balok disebelah kiri dan kanan	33
3.15	Gaya-gaya pada titik pertemuan rangka	37
4.1	Denah lantai 1 sampai dengan lantai 10	44
4.2	Portal As I	45
4.3	Portal As A	45
4.4	Portal As II	46
4.5	Portal As D	46

4.6	Pembebanan penuh (b. mati, b. hidup dan beban gempa)	48
4.7	Pembebanan papan catur (b. mati dan beban gempa)	48
5.1	Pembagian pembebanan pada salah satu portal untuk bentang 4 m	49
5.2	Pembagian pembebanan pada salah satu portal untuk bentang 6 m, 8 m ..	49
5.3	Distribusi beban gempa untuk portal arah x untuk $s = 4$ m	63
5.4	Distribusi beban gempa untuk portal arah x untuk $s = 6$ m	64
5.5	Distribusi beban gempa untuk portal arah x untuk $s = 8$ m	64
5.6	Distribusi beban gempa untuk portal arah y untuk $s = 4$ m	65
5.7	Distribusi beban gempa untuk portal arah y untuk $s = 6$ m.	65
5.8	Distribusi beban gempa untuk portal arah y untuk $s = 8$ m	66
5.9	Distribusi beban gempa untuk portal arah x untuk $s = 4$ m	72
5.10	Distribusi beban gempa untuk portal arah x untuk $s = 6$ m	73
5.11	Distribusi beban gempa untuk portal arah x untuk $s = 8$ m	73
5.12	Distribusi beban gempa untuk portal arah y untuk $s = 4$ m	74
5.13	Distribusi beban gempa untuk portal arah y untuk $s = 6$ m	74
5.14	Distribusi beban gempa untuk portal arah y untuk $s = 8$ m	75
5.15	Distribusi beban gempa untuk portal arah x untuk $s = 4$ m	81
5.16	Distribusi beban gempa untuk portal arah x untuk $s = 6$ m	81
5.17	Distribusi beban gempa untuk portal arah x untuk $s = 8$ m	82
5.18	Distribusi beban gempa untuk portal arah y untuk $s = 4$ m	82
5.19	Distribusi beban gempa untuk portal arah y untuk $s = 6$ m	83
5.20	Distribusi beban gempa untuk portal arah y untuk $s = 8$ m	83
5.21	Perhitungan beban merata ekivalen portal A untuk $s = 4$ m	87
5.22	Pembagian beban merata portal A untuk $s = 4$ m	88

5.23	Beban mati dan beban hidup ekuivalen portal A untuk $s = 4$ m	89
5.24	Pembagian beban merata pada portal D untuk $s = 4$ m	90
5.25	Perhitungan beban merata ekuivalen portal D untuk $s = 4$ m	90
5.26	Beban mati dan beban hidup portal D untuk $s = 4$ m	92
5.27	Perhitungan beban merata ekuivalen portal A untuk $s = 6$ m	92
5.28	Pembagian beban merata portal A untuk $s = 6$ m	93
5.29	Beban mati dan beban hidup ekuivalen portal A untuk $s = 6$ m	94
5.30	Pembagian beban merata pada portal D untuk $s = 6$ m	95
5.31	Perhitungan beban merata ekuivalen portal D untuk $s = 6$ m	95
5.32	Beban mati dan beban hidup portal D untuk $s = 6$ m	97
5.33	Perhitungan beban merata ekuivalen portal A untuk $s = 8$ m	97
5.34	Pembagian beban merata portal A untuk $s = 8$ m	98
5.35	Beban mati dan beban hidup ekuivalen portal A untuk $s = 8$ m	99
5.36	Pembagian beban merata pada portal D untuk $s = 8$ m	100
5.37	Perhitungan beban merata ekuivalen portal D untuk $s = 8$ m	100
5.38	Beban mati dan beban hidup portal D untuk $s = 8$ m	102
<hr/>		
5.39	Pembagian beban merata pada balok anak untuk $s = 6$ m	103
5.40	Pembagian beban merata pada balok anak untuk $s = 8$ m	104
5.41	Pembagian beban merata portal I untuk $s = 4$ m	106
5.42	Pembagian beban merata portal II untuk $s = 4$ m	107
5.43	Pembagian beban merata portal I untuk $s = 6$ m	108
5.44	Pembagian beban merata portal II untuk $s = 6$ m	109
5.45	Pembagian beban merata portal I untuk $s = 8$ m	110
5.46	Pembagian beban merata portal II untuk $s = 8$ m	111

5.47	Beban mati dan beban hidup portal I untuk $s = 4$ m	113
5.48	Beban mati dan beban hidup portal II untuk $s = 4$ m	113
5.49	Beban mati dan beban hidup portal I untuk $s = 6$ m	114
5.50	Beban mati dan beban hidup portal II untuk $s = 6$ m	115
5.51	Beban mati dan beban hidup portal I untuk $s = 8$ m	116
5.52	Beban mati dan beban hidup portal II untuk $s = 8$ m	117
5.53	Bentuk pembebanan	118
5.54	Arah gempa yang direncanakan	118
5.55	Simpangan arah Y dan X untuk $s = 4$ m	118
5.56	Simpangan arah Y dan X untuk $s = 6$ m	119
5.57	Simpangan arah Y dan X untuk $s = 8$ m	119
6.1	Portal arah Y (portal As. A)	168
6.2	Momen distribusi	170
6.3	Gaya geser pada penampang kritis dan sendi plastis	202
6.4	Diagram tegangan dan regangan	225
6.5	Diagram tegangan dan regangan	227
6.6	Diagram tegangan dan regangan	228
6.7	Diagram tegangan dan regangan	230
6.8	Grafik interaksi kolom untuk ukuran 600/800	232
6.9	Grafik interaksi kolom untuk ukuran 600/600	233
6.10	Grafik interaksi kolom untuk ukuran 600/400	234
6.11	Momen kapasitas kolom lantai dasar dan lantai paling atas	242
6.12	Titik buhul kolom luar tipe a	253
6.13	Titik buhul kolom luar tipe b	258

6.14 Titik buhul kolom luar tipe c	262
6.15 Bentuk dan dimensi pondasi	266
6.16 Kuat geser satu arah	268
6.17 Kuat geser dua arah	269
7.1.a Momen rencana balok untuk $s = 4$ m	274
7.1.b Momen rencana balok untuk $s = 6$ m	274
7.1.c Momen rencana balok untuk $s = 8$ m	275
7.2.a Grafik tulangan pada balok untuk $s = 4$ m	276
7.2.b Grafik tulangan pada balok untuk $s = 6$ m	277
7.2.c Grafik tulangan pada balok u untuk $s = 8$ m	278
7.3.a Grafik jarak tulangan sengkang balok pada $s = 4$ m	281
7.3.b Grafik jarak tulangan sengkang balok pada $s = 6$ m.....	282
7.3.c Grafik jarak tulangan sengkang balok pada $s = 8$ m	282
7.4 .a Grafik tulangan dan rasio pada portal as-D untuk $s = 4$ m	285
7.4.b Grafik tulangan dan rasio pada portal as-D untuk $s = 6$ m	286
7.4.c Grafik tulangan dan rasio pada portal as-D untuk $s = 8$ m	286
<hr/>	
7.5 Tulangan kolom portal pada as-D untuk $s = 4$ m.....	287
7.6 Tulangan kolom portal pada as-D untuk $s = 6$ m.....	287
7.7 Tulangan kolom portal pada as-D untuk $s = 8$ m.....	288
7.8 Jarak Tulangan Geser pada Kolom	289
7.9 Perbandingan $M_{kap,b}$ dengan $M_{nom,kol}$ pada kolom tepi dan kolom tengah ..	291

DAFTAR TABEL

5.1	Berat tiap lantai untuk arah x untuk $s = 4$ m	54
5.2	Berat tiap lantai untuk arah x untuk $s = 6$ m	57
5.3	Berat tiap lantai untuk arah x untuk $s = 8$ m	60
5.4	Gaya geser horisontal untuk $s = 4$ m	62
5.5	Gaya geser horisontal untuk $s = 6$ m	62
5.6	Gaya geser horisontal untuk $s = 8$ m	63
5.7a	Waktu Getar bangunan dalam arah x untuk $s = 4$ m (T_x)	67
5.7b	Waktu Getar bangunan dalam arah y untuk $s = 4$ m (T_y)	67
5.8a	Waktu Getar bangunan dalam arah x untuk $s = 6$ m (T_x)	68
5.8b	Waktu Getar bangunan dalam arah y untuk $s = 6$ m (T_y)	68
5.9a	Waktu Getar bangunan dalam arah x untuk $s = 8$ m (T_x)	69
5.9b	Waktu Getar bangunan dalam arah y untuk $s = 8$ m (T_y)	69
5.10	Gaya Geser Horisontal untuk $s = 4$ m	71
5.11	Gaya Geser Horisontal untuk $s = 6$ m	71
5.12	Gaya Geser Horisontal untuk $s = 8$ m	72
5.13a	Waktu Getar bangunan dalam arah x untuk $s = 4$ m (T_x)	75
5.13b	Waktu Getar bangunan dalam arah y untuk $s = 4$ m (T_y)	76
5.14a	Waktu Getar bangunan dalam arah x untuk $s = 6$ m (T_x)	76
5.14b	Waktu Getar bangunan dalam arah y untuk $s = 6$ m (T_y)	77
5.15a	Waktu Getar bangunan dalam arah x untuk $s = 8$ m (T_x)	77
5.15b	Waktu Getar bangunan dalam arah y untuk $s = 8$ m (T_y)	78
5.16	Gaya Geser Horisontal untuk $s = 4$ m	79

5.17	Gaya Geser Horizontal untuk $s = 6\text{m}$	80
5.18	Gaya Geser Horizontal untuk $s = 8\text{m}$	80
5.19a	Waktu Getar bangunan dalam arah x untuk $s = 4\text{ m}$ (T_x)	84
5.19b	Waktu Getar bangunan dalam arah y untuk $s = 4\text{ m}$ (T_y)	84
5.20a	Waktu Getar bangunan dalam arah y untuk $s = 6\text{ m}$ (T_y)	85
5.20b	Waktu Getar bangunan dalam arah y untuk $s = 6\text{ m}$ (T_y)	85
5.21a	Waktu Getar bangunan dalam arah y untuk $s = 8\text{ m}$ (T_y).....	86
5.21b	Waktu Getar bangunan dalam arah y untuk $s = 8\text{ m}$ (T_y)	86
5.22	Momen rencana balok pada portal as-A untuk $s = 4\text{ m}$ dengan pembenanan penuh	120
5.23	Momen rencana balok pada portal as-A untuk $s = 4\text{ m}$ dengan pembebanan papan catur	122
5.24	Momen rencana balok pada portal as- D untuk $s = 4\text{ m}$ dengan pembebanan penuh	124
5.25	Momen rencana balok pada portal as- D untuk $s = 4\text{ m}$ dengan pembebanan papan catur	126
5.26	Momen rencana balok pada portal as-I untuk $s = 4\text{ m}$ dengan pembebanan penuh	128
5.27	Momen rencana balok pada portal as-II untuk $s = 4\text{ m}$ dengan pembebanan papan catur	130
5.28	Momen rencana balok portal as-II untuk untuk $s = 4\text{ m}$ dengan pembebanan penuh	132
5.29	Momen rencana balok portal as-II untuk $s = 4\text{ m}$ dengan pembebanan papan catur	134

5.30	Momen rencana balok pada portal as-A untuk $s = 6$ m dengan pembenanan penuh	136
5.31	Momen rencana balok pada portal as-A untuk $s = 6$ m dengan pembebanan papan catur	138
5.32	Momen rencana balok pada portal as-D untuk $s = 6$ m dengan pembebanan penuh	140
5.33	Momen rencana balok pada portal as-D untuk $s = 6$ m dengan pembebanan papan catur	142
5.34	Momen rencana balok pada portal as-I untuk $s = 6$ m dengan pembebanan penuh	144
5.35	Momen rencana balok pada portal as-I untuk $s = 6$ m dengan pembebanan papan catur	146
5.36	Momen rencana balok portal as-II untuk $s = 6$ m dengan pembebanan penuh	148
5.37	Momen rencana balok portal as-II untuk $s = 6$ m dengan pembebanan papan catur	150
5.38	Momen rencana balok pada portal as-A untuk $s = 8$ m dengan pembebanan penuh	152
5.39	Momen rencana balok pada portal as-A untuk $s = 8$ m dengan pembebanan papan catur	154
5.40	Momen rencana balok pada portal as-D untuk $s = 8$ m dengan pembebanan penuh	156
5.41	Momen rencana balok pada portal as-D untuk $s = 8$ m dengan pembebanan papan catur	159

5.42	Momen rencana balok pada portal as-I untuk $s = 8$ m dengan pembebanan penuh	160
5.43	Momen rencana balok pada portal as-I untuk $s = 8$ m dengan pembebanan papan catur	162
5.44	Momen rencana balok pada portal as-II untuk $s = 8$ m dengan pembebanan penuh	164
5.45	Momen rencana balok pada portal as-II untuk $s = 8$ m dengan pembebanan papan catur	166
6.1	Momen balok untuk $s = 4$ m di as kolom dan muka kolom	169
6.2	Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 4$ m pada portal as-A dengan menggunakan beban penuh	177
6.3	Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 4$ m untuk portal as-D dengan menggunakan beban penuh	178
6.4	Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 4$ m untuk portal as-I dengan menggunakan beban penuh	179
6.5	Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 4$ m untuk portal as-II dengan menggunakan beban penuh	180
6.6	Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 4$ m untuk portal as-A dengan menggunakan papan catur	181
6.7	Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 4$ m untuk portal as-D dengan menggunakan papan catur	182
6.8	Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 4$ m untuk portal as-I dengan menggunakan papan catur	183

6.9 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 4$ m untuk portal as-II dengan menggunakan papan catur	184
6.10 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 6$ m untuk portal as-A dengan menggunakan beban penuh	185
6.11 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 6$ m untuk portal as-D dengan menggunakan beban penuh	186
6.12 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 6$ m untuk portal as-I dengan menggunakan beban penuh	187
6.13 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 6$ m untuk portal as-II dengan menggunakan beban penuh	188
6.14 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 6$ m untuk portal as-A dengan menggunakan beban papan catur	189
6.15 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 6$ m untuk portal as-D dengan menggunakan beban papan catur	190
6.16 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 6$ m untuk portal as-I dengan menggunakan beban papan catur	191
<hr/>	
6.17 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 6$ m untuk portal as-II dengan menggunakan beban papan catur	192
6.18 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 8$ m untuk portal as-A dengan menggunakan beban penuh	193
6.19 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 8$ m untuk portal as-D dengan menggunakan beban penuh	194
6.20 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 8$ m untuk portal as-I dengan menggunakan beban penuh	195

6.21	Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 8$ m untuk portal as-II dengan menggunakan beban penuh	196
6.22	Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 8$ m untuk portal as-A dengan menggunakan beban papan catur	197
6.23	Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 8$ m untuk portal as-D dengan menggunakan beban papan catur	198
6.24	Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 8$ m untuk portal as-I dengan menggunakan beban papan catur	199
6.25	Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk $s = 8$ m untuk portal as-II dengan menggunakan beban papan catur	200
6.26	Tulangan geser di muka kolom untuk $s = 4$ m pada portal as-A	203
6.27	Tulangan geser di muka kolom untuk $s = 4$ m pada portal as-D	204
6.28	Tulangan geser di muka kolom untuk $s = 4$ m pada portal as-I	204
6.29	Tulangan geser di muka kolom untuk $s = 4$ m pada portal as-II	205
6.30	Tulangan geser di muka kolom untuk $s = 6$ m pada portal as-A	205
6.31	Tulangan geser di muka kolom untuk $s = 6$ m pada portal as-D	206
6.32	Tulangan geser di muka kolom untuk $s = 6$ m pada portal as-I	206
6.33	Tulangan geser di muka kolom untuk $s = 6$ m pada portal as-II	207
6.34	Tulangan geser di muka kolom untuk $s = 8$ m pada portal as-A	207
6.35	Tulangan geser di muka kolom untuk $s = 8$ m pada portal as-D	208
6.36	Tulangan geser di muka kolom untuk $s = 8$ m pada portal as-I	208
6.37	Tulangan geser di muka kolom untuk $s = 8$ m pada portal as-II	209
6.38	Momen rencana kolom A-1 dan A-2 untuk $s = 4$ m	213
6.39	Momen rencana kolom D-1 dan D-2 untuk $s = 4$ m	214

6.40	Momen rencana kolom A-1 dan A-2 untuk $s = 6$ m	214
6.41	Momen rencana kolom D-1 dan D-2 untuk $s = 6$ m	215
6.42	Momen rencana kolom A-1 dan A-2 untuk $s = 8$ m	215
6.43	Momen rencana kolom D-1 dan D-2 untuk $s = 8$ m	216
6.44	Momen maksimum kolom A-1 dan A2 untuk $s = 4$ m	216
6.45	Momen maksimum kolom D-1 dan D2 untuk $s = 4$ m	217
6.46	Momen maksimum kolom A-1 dan A2 untuk $s = 6$ m	217
6.47	Momen maksimum kolom D-1 dan D2 untuk $s = 6$ m	218
6.48	Momen maksimum kolom A-1 dan A2 untuk $s = 8$ m	218
6.49	Momen maksimum kolom D-1 dan D2 untuk $s = 8$ m	219
6.50	Gaya aksial rencana kolom A-1 dan A-2 untuk $s = 4$ m	221
6.51	Gaya aksial rencana kolom D-1 dan D-2 untuk $s = 4$ m	221
6.52	Gaya aksial rencana kolom A-1 dan A-2 untuk $s = 6$ m	222
6.53	Gaya aksial rencana kolom D-1 dan D-2 untuk $s = 6$ m	222
6.54	Gaya aksial rencana kolom A-1 dan A-2 untuk $s = 8$ m	223
6.55	Gaya aksial rencana kolom D-1 dan D-2 untuk $s = 8$ m	223
<hr/>		
6.56	Hasil perhitungan grafik interaksi kolom untuk ukuran 600/800	230
6.57	Hasil perhitungan grafik interaksi kolom untuk ukuran 600/600	231
6.58	Hasil perhitungan grafik interaksi kolom untuk ukuran 600/400	231
6.59	Penulangan kolom biaksial D-1 dan D-2 untuk $s = 4$ m dengan metode Bresler	240
6.60	Penulangan kolom biaksial D-1 dan D-2 untuk $s = 6$ m dengan metode Bresler	241

6.61	Penulangan kolom biaksial D-1 dan D-2 untuk $s = 8$ m dengan metode Bresler	241
6.62	Gaya geser rencana kolom D-1 dan D-2 untuk $s = 4$ m	245
6.63	Gaya geser rencana kolom D-1 dan D-2 untuk $s = 6$ m	246
6.64	Gaya geser rencana kolom D-1 dan D-2 untuk $s = 8$ m	246
6.65	Gaya geser rencana dan tulangan geser kolom D-1 dan D-2 untuk $s = 4$ m	250
6.66	Gaya geser rencana dan tulangan geser kolom D-1 dan D-2 untuk $s = 6$ m	251
6.67	Gaya geser rencana dan tulangan geser kolom D-1 dan D-2 untuk $s = 8$ m	252
7.1a	Momen rencana balok untuk bentang 4 m	273
7.1b	Momen rencana balok untuk bentang 6 m	273
7.1c	Momen rencana balok untuk bentang 8 m	274
7.2a	Tulangan pada balok untuk bentang 4 m	276
7.2b	Tulangan pada balok untuk bentang 6 m	277
7.2c	Tulangan pada balok untuk bentang 8 m	278
7.3a	Jarak tulangan geser balok pada bentang 4 m	280
7.3b	Jarak tulangan geser balok pada bentang 6 m	280
7.3c	Jarak tulangan geser balok pada bentang 8 m	281
7.4a	Tulangan kolom pada portal as-D untuk $s = 4$ m.....	283
7.4b	Tulangan kolom pada portal as-D untuk $s = 6$ m.....	283
7.4c	Tulangan kolom pada portal as-D untuk $s = 8$ m.....	284
7.5a	Rasio tulangan pada kolom pada portal as-D untuk $s = 4$ m.....	284

7.5b	Rasio tulangan pada kolom pada portal as-D untuk $s = 6m$	284
7.5c	Rasio tulangan pada kolom pada portal as-D untuk $s = 8m$	285
7.6	Jarak tulangan geser pada kolom	289
7.7	Perbandingan $M_{kap,b}$ dengan $M_{nom,kol}$	290

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Lembar Konsultasi

Lampiran 2 : Tabel Tulangan yang diperlukan untuk Kolom dengan Momen
Uniaksial

Lampiran 3 : Data Input *SAP 90*

Lampiran 4 : Data Out put *SAP 90*

DAFTAR NOTASI

- a = tinggi blok tegangan tekan persegi ekuivalen,
- A = luas efektif beton tarik di sekitar tulangan lentur tarik, bertitik pusat sama dengan tulangan tersebut, dibagi dengan jumlah batang tulangan, mm^2 ,
- A_b = luas penampang satu batang tulangan, mm^2 ,
- A_c = luas penampang beton yang menahan penyaluran geser, mm^2 ,
- A_g = luas bruto penampang, mm^2 ,
- $A_{j,h}$ = luas tulangan geser horinsontal pada *joint*, mm^2 ,
- $A_{j,v}$ = luas tulangan geser vertikal pada *joint*, mm^2 ,
- A_s = luas tulangan tarik *longitudinal* non pra-tegangan, mm^2 ,
- A_s' = luas tulangan tekan *longitudinal*, mm^2 ,
- A_v = luas tulangan geser pada daerah sejarak s , atau luas tulangan geser yang tegak lurus terhadap tulangan lentur tarik dalam suatu daerah sejarak s pada komponen struktur lentur tinggi, mm^2 ,
-
- b = lebar dari muka tekan komponen struktur, mm,
- bc = ketebalan dinding geser kritis,
- b_j = lebar efektif *joint*, mm,
- b_o = keliling (parameter) penampang kritis pada plat dan pondasi, mm,
- b_v = luas penampang pada bidang kontak yang ditinjau terhadap geser horisontal, mm^2 ,
- b_w = tebal dinding geser,
- b_w = lebar badan balok atau diameter penampang bulat, mm,
- c = jarak dari serat tekan tertular ke garis netral, mm,

- C_c = tegangan tekan beton, MPa,
 C_m = faktor yang menghubungkan diagram momen aktual dengan suatu diagram momen merata ekuivalen,
 C_s = tegangan tekan baja tulangan, MPa,
 d = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik (tinggi efektif balok), mm,
 d' = jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan, mm,
 d'' = jarak dari serat tarik terluar ke pusat tulangan tarik, mm,
 D = beban mati, atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan beban tersebut,
 e = eksentrisitas gaya terhadap sumbu, mm,
 E = pengaruh gaya gempa atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan beban tersebut,
 E_c = modulus elastisitas beton, MPa,
 E_l = kelakuan lenturkomponen struktur tekan,
 E_s = modulus elastisitas baja, MPa,
-
- f'_c = kuat tekan beton, MPa,
 f_s = kuat leleh tulangan yang dihitung pada beban kerja, MPa,
 f_y = kuat leleh baja tulangan yang diisyaratkan, MPa,
 f_l = distribusi beban geser pada tingkat ke-I, N,
 h_k = tinggi kolom portal dari titik pertemuan ke titik pertemuan,
 h_k' = tinggi bersih kolom portal,
 h_n = tinggi bersih komponen yang ditinjau, mm,
 H = tinggi total komponen struktur, mm,

- H_i = tinggi tingkat ke- i , m,
 I = momen inersia penampang yang menahan beban luar terfaktor,
 I_g = momen inersia penampang bruto beton terhadap garis sumbu
 (penulangan diabaikan),
 I_{sc} = momen inersia tulangan terhadap sumbu pusat penampang komponen
 struktur,
 k = faktor panjang efektif komponen struktur tekan,
 K = faktor jenis struktur,
 l_n = panjang bentang bersih komponen dalam arah momen yang dihitung
 diukur dari muka ke muka tumpuan, mm,
 l_k' = panjang bersih bentang balok portal, mm,
 l_u = panjang komponen struktur tekan yang tidak ditopang, mm,
 L = beban hidup, atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan
 beban tersebut,
 L_d = panjang penyaluran tulangan tekan, mm,
 L_{db} = panjang penyaluran dasar, mm,
-
- L_k = panjang bentang balok portal dari titik pertemuan ke titik pertemuan,
 M_e = momen terfaktor, digunakan untuk perencanaan komponen struktur tekan,
 Nmm,
 M_{kap} = momen kapasitas dari penampang, Nmm,
 M_{max} = momen terfaktor maksimum pada penampang akibat beban luar, Nmm,
 M_n = kuat momen nominal aktual, Nmm,
 M_R = momen tahanan, Nmm,
 M_u = momen terfaktor pada penampang, Nmm,

- N_c = gaya tarik dalam beton akibat beban mati dan hidup tidak terfaktor, N,
- N_g = gaya aksial akibat beban gravitasi terfaktor pada pusat *joint*, N,
- N_E = gaya aksial akibat beban gempa terfaktor pada pusat *joint*, N,
- N_u = beban aksial terfaktor, normal terhadap penampang dan terjadi bersamaan dengan V_u diambil positif untuk tekan, negatif untuk tarik dan memperhitungkan pengaruh tarik akibat rangkai atau susut,
- P_b = kuat beban aksial nominal pada kondisi regangan seimbang, N,
- P_c = beban kritis, N,
- P_n = kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas yang diberikan, N,
- P_0 = kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas nol, N,
- P_u = beban aksial terfaktor pada eksentrisitas yang diberikan, $\leq \phi P_n$, N,
- Q = beban terfaktor per satuan luas, N/mm,
- R_v = faktor reduksi gaya aksial kolom portal untuk memperhitungkan pengaruh terbentuknya sendi plastis yang tidak pada semua balok portal didalam struktur,
- S = spasi tulangan geser atau torsi kearah paralel dengan tulangan *longitudinal*, mm,
-
- T_s = tegangan tarik baja tulangan, MPa,
- U = kuat perlu untuk menahan beban terfaktor atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengannya,
- V = gaya geser dasar akibat gempa, N,
- V_c = kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser, N,
- V_n = kuat geser nominal, N,
- V_s = kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser, N,

- V_u = kuat geser terfaktor pada penampang, N,
 V_{wall} = gaya geser rencana dinding geser,
 Z = besaran pembatas distribusi tegangan lentur,
 α = rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan plat, dengan lebar yang dibatasi secara lateral oleh garis sumbu panel yang bersebelahan (bila ada) pada sisi balok atau sudut antara sengkang miring dan sumbu *longitudinal* komponen struktur,
 α_k = faktor distribusi momen dari kolom portal yang ditinjau, yang nilainya dapat dihitung sebanding dengan kekakuan relatif dari unsur-unsur struktur yang bertemu di titik pertemuan tersebut,
 β_c = rasio antara sisi panjang dan sisi pendek pondasi,
 β_d = rasio dari momen beban mati terfaktor maksimum terhadap momen beban mati total maksimum (selalu bernilai positif),
 β_t = faktor reduksi tinggi blok tegangan tekan ekuivalen beton,
 δ_b = faktor pembesar momen untuk rangka yang ditahan terhadap goyangan ke samping, untuk menggambarkan pengaruh kelengkungan komponen struktur diantara ujung-ujung diantara struktur tekan,
 δ_s = faktor pembesar momen untuk rangka yang ditahan terhadap goyangan ke samping, untuk menggambarkan penyimpangan lateral akibat beban lateral dan gravitasi,
 ϵ_c^{\prime} = regangan tekan beton,
 ϵ_s = regangan pada baja tulangan,
 ϵ_y = regangan leleh baja tulangan,
 ρ = rasio penulangan tarik non-prategangan,

ρ' = rasio penulangan tekan non-prategangan,

ρ_b = rasio penulangan pada kondisi regangan seimbang.

ϕ = faktor reduksi kekuatan,

ABSTRAKSI

Momen lentur dua arah atau momen lentur biaksial adalah momen yang terjadi pada kedua sumbu yaitu sumbu x dan sumbu y. Ada beberapa kolom bangunan bertingkat banyak selain mengalami lentur satu arah atau momen lentur uniaksial juga akan mengalami momen lentur dua arah (biaksial) terutama pada kolom di pojok bangunan, akan tetapi pada kolom yang berada pada tepi atau tengah bangunan juga akan mengalami momen lentur biaksial. Oleh karena itu dalam penelitian ini diteliti seberapa besar perbedaan tulangan yang dipergunakan pada kolom yang mengalami momen lentur uniaksial dan momen lentur biaksial.

Pada penelitian ini digunakan tiga gedung yang berbeda pada bentang balok untuk arah memanjang yaitu terdiri dari bentang 4 m, bentang 6 m dan bentang 8 m, sedangkan tinggi bangunan dan bentang balok arah melebar sama antara tiga gedung tersebut. Pembebanan yang digunakan pada penelitian ini yaitu beban penuh dan beban papan catur, beban penuh digunakan untuk mendesain balok sedangkan beban papan catur digunakan untuk mendesain kolom. Kolom yang ditinjau adalah kolom tepi dan kolom tengah.

Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa kolom yang mengalami momen lentur biaksial akan memerlukan tulangan kolom lebih banyak daripada kolom yang mengalami momen lentur uniaksial dan untuk gedung dengan arah memanjang lebih pendek daripada arah melebar dalam mendesain kolom cukup dengan uniaksial saja.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beberapa wilayah di Indonesia, terdapat daerah-daerah yang cukup rawan terhadap gempa dengan intensitas kecil maupun besar. Berbagai kerusakan sering terjadi diakibatkan oleh gempa tersebut, mulai dari kerusakan permukaan tanah, kerusakan bangunan, korban harta benda maupun manusia. Dengan kondisi seperti itu, efek beban gempa terhadap struktur bangunan tidaklah dapat diabaikan begitu saja tetapi umumnya justru merupakan beban yang menentukan baik didalam analisis maupun desain bangunan bertingkat banyak.

Perencanaan struktur bangunan gedung tahan gempa yang duktail merupakan salah satu alternatif yang terbaik. Struktur yang duktail dipengaruhi oleh dimensi kolom, balok dan detail bangunan. Dengan memperkuat kolom dan balok yang dilemahkan, berdasarkan prinsip SK-SNI *strong coloumn weak beam*, sehingga apabila terjadi gempa diharapkan balok akan mengalami keruntuhan terlebih dahulu dibandingkan kolom dengan demikian mekanisme keruntuhan dapat diperkecil.

Perencanaan suatu kolom terutama didasarkan pada kriteria kekuatan dan kekakuan penampang lintangnya terhadap aksi beban aksial momen lentur, baik momen lentur satu arah (*uniaksial*) maupun momen lentur dua arah (*biaksial*). Kekuatan dalam kombinasi beban aksial dan lentur memenuhi keserasian tegangan dan regangan. Pada

kenyataan di lapangan momen biaksial terjadi pada hampir semua kolom terutama kolom as tepi, sedangkan momen biaksial yang terjadi pada kolom-kolom as tengah kurang mendapat perhatian, oleh karena itu penelitian numeris ini ingin merencanakan seberapa besar perbedaan kebutuhan tulangan yang diperlukan antara desain secara kolom uniaksial dan kolom biaksial.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa dan mendesain struktur bangunan tahan gempa bertingkat banyak dengan desain kolom baik secara uniaksial dan biaksial

1.3 Manfaat

Penelitian ini diharapkan bermanfaat dalam mengambil keputusan dalam mendesain kolom (apakah secara uniaksial atau biaksial)

1.4 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang diambil dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Dipergunakan bangunan portal beton 10 lantai dengan tinggi bangunan $36,5 \text{ m} < 40$ m dengan tinggi lantai satu 5 m dan lantai berikutnya 3,5 m
2. Bentuk bangunan simetris, tidak ada loncatan bidang muka (*set back*) dan kekakuan struktur dibuat sama untuk seluruh tingkat
3. Tingkat daktilitas yang digunakan adalah daktilitas tingkat 3 (daktilitas penuh) dengan nilai $K = 1$
4. Struktur yang dianalisis adalah portal beton terbuka tiga dimensi tanpa dinding geser dengan bantuan program SAP 90
5. Standar perencanaan yang digunakan adalah SK-SNI 1991

6. Metode pembebanan adalah dengan menggunakan asumsi *envelope method*
7. Bangunan yang direncanakan terletak pada wilayah gempa III
8. Momen yang ditinjau adalah momen pada muka kolom

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (*frame*) struktural yang memikul beban dari balok. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi. Karena kolom merupakan komponen tekan, maka keruntuhan pada satu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan, dan juga runtuhnya batas total (*ultimate total collapse*) seluruh strukturnya. (Edwar G. Nawy, 1990)

Komponen struktur tekan yang memikul beban aksial murni jarang ditemui, karena struktur beton merupakan struktur yang terdiri dari elemen-elemen struktur yang menyatu dengan sambungan yang kaku. Hampir semua kolom memikul momen lentur disamping gaya tekan aksial. Momen lentur yang bekerja pada satu sumbu utama penampang disebut momen uniaxial dan momen lentur yang bekerja pada kedua sumbu penampangnya disebut momen lentur biaxial. (ITB,1997)

Untuk bangunan tinggi (bangunan dengan ketinggian diatas 40 m), peninjauan momen lentur dua arah sangat dituntut, karena untuk bangunan tinggi penyaluran beban selalu ditinjau dalam dua arah sehingga menyebabkan munculnya momen lentur pada kedua sumbu utama penampang kolom dalam analisis. Pada

hakekatnya semua kolom baik bangunan pendek (bangunan dengan ketinggian kurang dari 40 m) maupun bangunan tinggi akan terjadi momen lentur dalam dua arah. (ITB,1997)

Banyak kolom-kolom yang menderita momen-momen secara serempak terhadap kedua sumbu pokoknya yaitu sumbu x dan sumbu y, khususnya kolom-kolom sudut. (Phil Ferguson,1981)

Kolom-kolom yang mengalami momen lentur dua arah atau momen lentur biaksial tidak akan selalu terjadi pada kolom-kolom pojok, tetapi dapat terjadi pula pada kolom-kolom sebelah dalam, khususnya pada tata letak kolom yang tidak teratur dan dalam berbagai strukturnya. (G. Winter dan A.H. Nilson,1993)

Menurut RF. Warner dkk (1976) bahwa pada kenyataan sebagian besar kolom mengalami beban aksial dan momen lentur pada kedua sumbu utama secara menerus. Kadang-kadang momen lentur pada sumbu minor dapat menyebabkan kemiringan yang akan menimbulkan eksentrisitas dari pembebanan dan terkadang dapat diabaikan dalam perhitungan perencanaan. Namun, momen biaksial seringkali berpengaruh dalam perencanaan, seperti kolom pojok pada beberapa bangunan gedung.

2.2 Penelitian Terdahulu

Sadarmadji.S dan Teddy Sitorus (ITB, 1997) dalam penelitiannya tentang *Analisis Penampang kolom dengan Gaya Tekan dan Momen Biaksial* membahas mengenai metode-metode yang dipergunakan untuk menghitung kolom yang mengalami momen biaksial dan selain itu mengenai perbedaan antara metode *Bresler* dan metode *Gowens* untuk mendesain kolom biaksial itu sendiri. Dalam penelitian

ini belum menyatakan metode yang harus dipergunakan untuk mendesain kolom biaksial pada gedung bertingkat banyak tahan gempa.

Lepti Subandi dan Robby Dwi Hartanto (2000) dalam penelitian tentang *Desain Struktur Framne-Wall Ductile dengan Memperhitungkan Kekakuan Balok Pondasi* membahas mengenai gedung bertingkat banyak tahan gempa dengan dinding geser dengan perencanaan kolom secara biaksial. Dalam penelitian ini struktur yang dibebani hanya dengan menggunakan beban penuh disamping itu tidak membahas mengenai perbedaan jumlah tulangan antara kolom uniaksial dan kolom biaksial jika struktur tidak memakai dinding geser.

Dengan memperhatikan masalah-masalah diatas, maka pada tugas akhir ini penulis mencoba menganalisis dan mendesain gedung bertingkat banyak tanpa dinding geser dengan mendesain kolom secara uniaksial dan biaksial dengan menggunakan pembebana papan catur pada gedung yang berbeda-beda yang sepengetahuan penulis belum pernah diteliti, khususnya di lingkungan Teknik Sipil UII. Kemudian dari hasil mekanika program SAP90 3D didesain gedung tersebut.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pendahuluan

Kerusakan-kerusakan yang timbul akibat gempa, khususnya kerusakan pada bangunan gedung pada hakikatnya dapat disebabkan karena tidak memenuhinya persyaratan bangunan tersebut terhadap prinsip disain bangunan tahan gempa, atau dapat juga karena kekuatan gempanya yang sudah cukup besar (*moderate earthquake*). Dari kenyataan tersebut diatas, sudah jelas bahwa proses disain bangunan gedung, khususnya bangunan gedung bertingkat banyak, pengaruh/akibat dari beban gempa harus diperhitungkan. (Widodo,1996)

Dalam perencanaan bangunan tahan gempa, terbentuknya sendi-sendi plastis, yang mampu memancarkan energi gempa dan membatasi besarnya beban gempa yang masuk ke dalam struktur, harus dikendalikan sedemikian rupa agar struktur berperilaku memuaskan dan tidak sampai runtuh saat terjadi gempa kuat. Pengendalian terbentuknya sendi-sendi plastis pada lokasi-lokasi yang telah ditentukan lebih dahulu dapat dilakukan secara pasti terlepas dari kekuatan dan karakteristik gempa. Filosofi perencanaan seperti ini dikenal sebagai *Konsep Desain Kapasitas*. (Gideon-Takim,1993)

Untuk wilayah gempa III di daerah Indonesia, memiliki resiko terhadap kerusakan struktur akibat pola kerusakan keruntuhan yang terjadi. Untuk

mengantisipasi kerusakan fatal di dalam perencanaan struktur bangunan, dapat direncanakan desain kapasitas yang memiliki daktilitas penuh.

3.2 Beban Gempa

Perencanaan struktur bangunan tahan gempa harus menganalisis beban akibat gempa. Pada penelitian numeris ini metode analisis beban gempa menggunakan analisis beban gempa statik ekuivalen yang sesuai dengan PPTGUG (1987) sebagai berikut ini,

3.2.1 Gaya geser dasar (V)

Gaya geser dasar merupakan gaya geser horisontal total yang besarnya dipengaruhi oleh persamaan berikut,

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t \quad (3-1)$$

dengan : C = koefisien gempa dasar

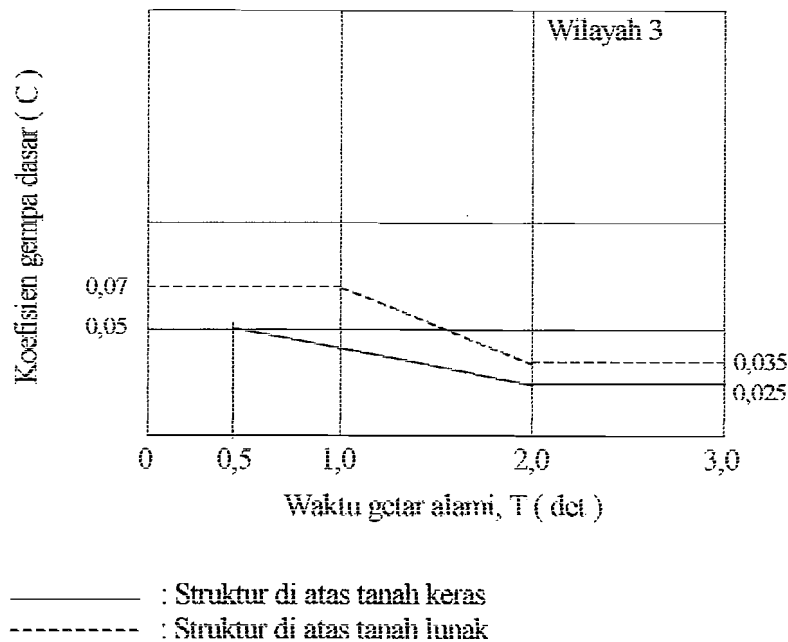
I = faktor keutamaan gedung

K = faktor jenis gedung

W_t = berat total struktur

3.2.2 Koefisien Gempa Dasar (C)

Koefisien gempa dasar berfungsi untuk menjamin agar struktur mampu memikul beban gempa yang data menyebabkan kerusakan besar pada struktur. Koefisien C bergantung pada frekuensi terjadinya getaran tanah yang bersifat sangat merusak, yang berbeda-beda pada tiap wilayah gempa, waktu getar alami struktur dan kondisi tanah setempat.



3.2.3 Faktor Keutamaan Gedung (I)

Faktor keutamaan (I) dipakai untuk memperbesar beban gempa rencana agar struktur maupun memikul beban gempa dengan periode ulang yang lebih panjang atau dengan kata lain dengan tingkat kerusakan yang lebih kecil. ($I = 1$)

3.2.4 Faktor Jenis Struktur (K)

Faktor jenis struktur (K) dimaksudkan agar struktur mempunyai kekuatan lateral yang cukup untuk menjamin bahwa daktilitas yang dituntut tidak lebih besar dari daktilitas yang tersedia pada saat terjadi gempa kuat. Faktor K sangat bergantung pada jenis struktur dan bahan konstruksi yang dipakai. ($K = 1$)

3.2.5 Berat Total Bangunan (W_t)

Merupakan berat total dari struktur bangunan yang direncanakan ditambah dengan beban hidup tereduksi.

3.2.6 Distribusi Gaya Geser Horisontal (F_i)

Distribusi gaya geser horisontal (F_i) tergantung pada perbandingan tinggi total struktur (H) terhadap lebar struktur (B) arah yang ditinjau. Adapun distribusinya adalah sebagai berikut :

1. struktur bangunan gedung yang memiliki nilai $H/B < 3$, maka gaya geser horisontal (F_i) akibat gempa untuk masing-masing lantai dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} \cdot V \quad (3-2)$$

2. struktur bangunan gedung yang memiliki nilai $H/B \geq 3$, maka 90 % beban didistribusikan berupa gaya geser horisontal (F_i) akibat gempa untuk masing-masing lantai dihitung dan 10 % beban lainnya ditambahkan pada tingkat yang paling atas atau atap yang ditunjukkan oleh persamaan berikut :

$$F_{atop} = 0,1 \cdot V + \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} \cdot 0,9 \quad (3-3)$$

3.2.7 Evaluasi Periode Getar Struktur

Periode getar struktur dievaluasi dengan menggunakan metode *Rayleigh*, yang besarnya menurut persamaan sebagai berikut :

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{W_i \cdot d_i^2}{g \sum F_i \cdot d_i}} \quad (3-4)$$

dengan : g = gravitasi bumi yaitu $9,81 \text{ m/det}^2$

F_i = gaya horisontal pada tingkat ke- i akibat gaya gempa

d_i = simpangan horisontal struktur pada tingkat ke- i

Nilai periode getar (T) dengan menggunakan metode *Reyleigh* ini harus mendekati 80 % - 120 % dari asumsi periode getar awal.

3.3 Analisa Kolom Terhadap Gaya Aksial dan Momen Lentur

3.3.1 Kolom Pendek yang Mengalami Gaya Aksial dan Momen lentur satu arah

(Istimawan,1994) dan (Winter-Nilson,1991) berpendapat bahwa kolom pendek yaitu struktur kolom yang tidak memerlukan peninjauan terhadap efek tekuk lateral. Keruntuhannya ditandai dengan kegagalan unsur bahannya, yaitu hancurnya beton pada peristiwa runtuh tekan atau luluhnya baja tulangan.

Dari pendapat diatas bahwa kolom pendek adalah kolom yang kekuatannya melebihi tegangan material kolom yang ditinjau.

(Istimawan,1994), (Winter-Nilson,1991), (Wahyudi-Rahim,1997), (SKSNI T-15-1991), (Kenneth,1991) dan (ACI 318-89), menyatakan bahwa formulasi kapasitas kolom pendek untuk gaya aksial dalam kondisi tekan murni yang diambil sebesar 0,85 atau 0,80 dari kekuatan beban aksial murni P_o adalah:

- dengan mereduksi 15% untuk kolom penulangan spiral

$$\phi P_{n(maks)} = 0,85 \phi \{ 0,85 \cdot f_c' (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st} \} \quad (3-5)$$

dengan $\phi = 0,65$

- dengan mereduksi 20% untuk kolom penulangan sengkang

$$\phi P_{n(maks)} = 0,80 \cdot \phi \{ 0,85 \cdot f_c' \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st} \} \quad (3-6)$$

dengan $\phi = 0,70$

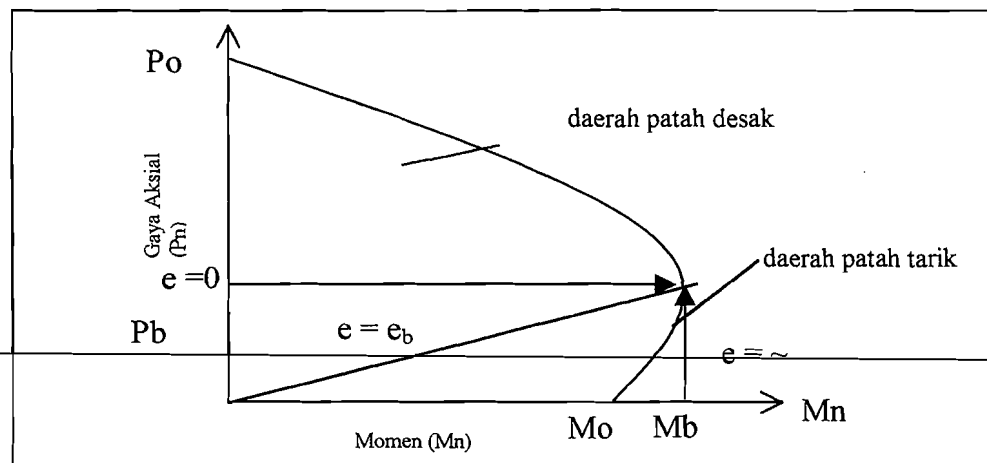
(Winter-Nilson,1991) mengemukakan formulasi kapasitas kolom untuk momen lentur adalah sebagai berikut :

$$M_n = P_n \cdot e = 0,85 \cdot f_c' \cdot ab \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right) + A_s' \cdot f_s' \cdot \left(\frac{h}{2} - d' \right) + A_s \cdot f_s \cdot \left(d - \frac{h}{2} \right) \quad (3-9)$$

Dari beberapa pendapat di atas dapat diketahui bahwa kapasitas kolom pendek merupakan fungsi luas penampang bruto (A_g), luas tulangan memanjang (A_{st}), kuat tekan beton (f_c'), tegangan leleh baja (f_y) dan geometri penampang.

Diagram interaksi momen + gaya aksial untuk kolom pendek dengan momen uniaksial ditunjukkan oleh Gambar 3.1.

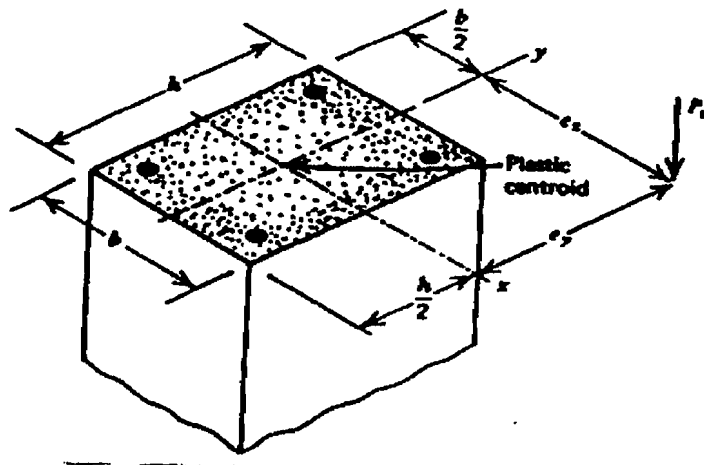
Diagram interaksi yang ditunjukkan Gambar 3.1 menggambarkan kapasitas beban aksial kolom terhadap momen yang dapat ditahan oleh kolom. Kapasitas beban aksial turun jika momen diperbesar dan jika beban aksial seimbang maka momennya akan besar.



Gambar 3.1 Diagram interaksi uniaksial

3.3.2 Momen Lentur Dua Arah atau Momen Biaksial

(Park-Paulay,1975) berpendapat bahwa Momen lentur biaksial adalah momen yang bekerja pada kedua sumbu utama penampang, yaitu M_x dengan eksentrisitas $e_y = M_x/P$ dan M_y dengan eksentrisitas $e_x = M_y/P$ seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.2.

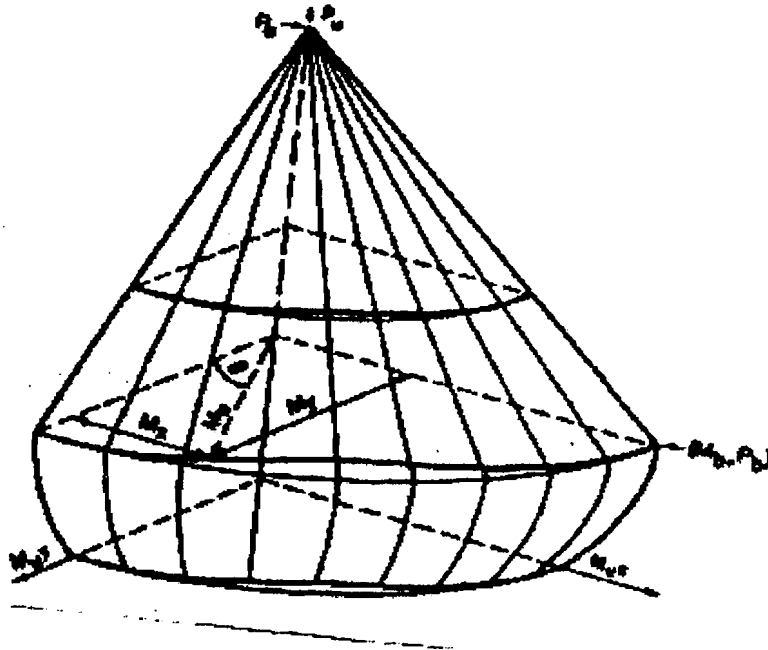


Gambar 3.2 Penampang kolom beton bertulang dengan menggunakan momen biaksial.

Momen biaksial pada kolom terjadi ketika beban kolom menyebabkan momen serempak atau sama-sama antara kedua sumbu utama, biasanya itu dijumpai kasus beban demikian terjadi pada kolom sudut. (ACI 318-89).

Secara numerik, bidang interaksi biaksial disusun oleh satu seri titik-titik diskret yang membentuk satu bidang runtuh tiga dimensi. Koordinat dari titik-titik tersebut diperoleh dengan cara memutar suatu bidang regangan linier. (L.Wahyudi-Rahim,1997)

Grafik interaksi kolom yang dibebani dalam dua arah secara skematis menurut (ACI 318-89), (Wahyudi-Rahim,1997), (Winter-Nilson,1993), (Gilbert,1985), (Kenneth,1991) dan (Mosley-Bongey,1990) dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Bidang interaksi biaksial

Metode-metode yang digunakan dalam menganalisis kolom yang mengalami momen lentur dua arah atau momen biaksial terdiri dari :

1. Metode Eksak

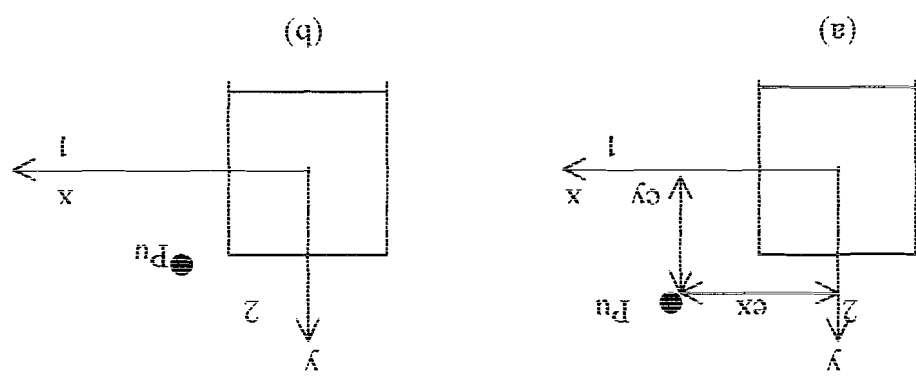
Menurut (Park-Paulay,1975), yang dimaksud dengan metode eksak adalah analisis terhadap regangan, tegangan, gaya-gaya, dan momen-momen yang timbul akibat adanya pembebanan yang mempunyai eksentrisitas terhadap kedua sumbu utama penampang .

2. Metode-metode Pendekatan

- a. Metode Superposisi

Menurut (Park-Paulay,1975) bahwa penyederhanaan dalam metode superposisi pada prinsipnya adalah mengurangi kemiringan lentur menjadi

lentur yang bekerja pada sumbu-sumbu utama, sehingga prosedur perhitungan untuk momen maksimal dapat digunakan. Dalam metode ini ditentukan penulangan yang diinginkan untuk tiap pembebanan (P_u , M_{ux}) dan (P_u , M_{uy}) secara terpisah, dan menjumlahkan keduanya. Hal ini sama meletakkan beban pertama kali pada titik 1 dan kemudian pada titik 2 seperti pada Gambar 3.4a berikut:



(Gambar 3.4 Metode pendekatan superposisi)

Metode ini tidak punya dasar teori yang kuat dan sebaiknya jangan digunakan, mungkin akan didapatkan kesalahan yang cukup besar dan tidak aman, karena kekuatan pada beton diambil dua kali.

Cara lain adalah menggantikan P_u dengan dua gaya statik ekuivalen P_{ux} dan P_{uy}

yang ditempatkan pada titik 1 dan titik 2, lihat Gambar 3.4b dari sumbu-sumbu utama. Penulangan yang dibutuhkan untuk tiap pembebanan P_{ux} pada titik 1 adalah dengan mengambil kekuatan beton $F_c P_{ux} / P_u$ dan P_{uy} pada titik 2 dengan mengambil kekuatan beton $F_c P_{uy} / P_u$ yang ditentukan secara terpisah dan menjumlahkan keduanya. Walaupun metode ini tidak punya dasar teori yang mendukung, namun solusi yang dihasilkan dalam beberapa kondisi tertentu cukup memuaskan.

b. Metode Eksentrisitas Uniaxial Ekvivalen

metode pendekatan ini pada dasarnya adalah menggantikan eksentrisitas e_x dan e_y dengan suatu eksentrisitas ekuivalen e_o . Rumus yang digunakan adalah :

$$M_{ny} = P_u e_x \quad M_{nx} = P_u e_y \quad (3-11)$$

jika $e_x \geq e_y$ (3-12)

kemudian kolom dapat direncanakan untuk P_u dan difaktorkan momen $M_{oy} = P_u e_{ox}$ dimana

$$e_{ox} = e_x + \frac{e_y}{x} \quad (3-13)$$

dimana untuk $P_u/f_c' A_g \leq 0.4$

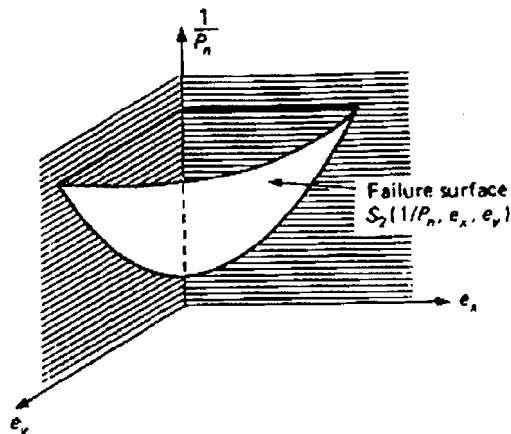
$$\alpha = \left(0.5 + \frac{P_u}{f_y + 40,000} \right) \left(\frac{f_c' A_g}{100,000} \right) \geq 0.6 \quad (3-14)$$

dan untuk $P_u/f_c' A_g > 0.4$

$$\alpha = \left(1.3 - \frac{P_u}{f_y + 40,000} \right) \left(\frac{f_c' A_g}{100,000} \right) \geq 0.5 \quad (3-15)$$

c. Metode Pendekatan Berdasarkan Bentuk Permuakaan Interaksi

Menurut pendapat (ACI 318-89), (Wahyudi-Rahim,1997), dan (Winter-Nilson,1991), metode ini disebut juga metode beban terbalik (*Reciprocal Load Method*) yang di analisis oleh Bresler dengan menggunakan rumus terbalik, S1, seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Permukaan runtuh terbalik, $S_1(1/P_u, e_x, e_y)$

Pendekatan yang dilakukan oleh Besler adalah menggantikan titik $(1/P_{u1}, e_{xA}, e_{yB})$ yang terletak pada bidang S_1 dengan sebuah titik $(1/P_i, e_{xA}, e_{yB})$ pada bidang datar S_1' dimana bidang tersebut melalui titik-titik A, B, dan C. Masalah yang akan dipecahkan adalah menentukan kapasitas beban P_{u1} yang bekerja dengan eksentrisitas e_{xA} dan e_{yB} dengan mengasumsikan bahwa nilai P_{u1} sama dengan nilai P_i yang terletak pada S_1' yang melalui titik-titik A, B, dan C.

$$A(e_{xA}, 0, 1/P_{uy})$$

$$B(0, e_{yB}, 1/P_{ux})$$

$$C(0, 0, 1/P_o)$$

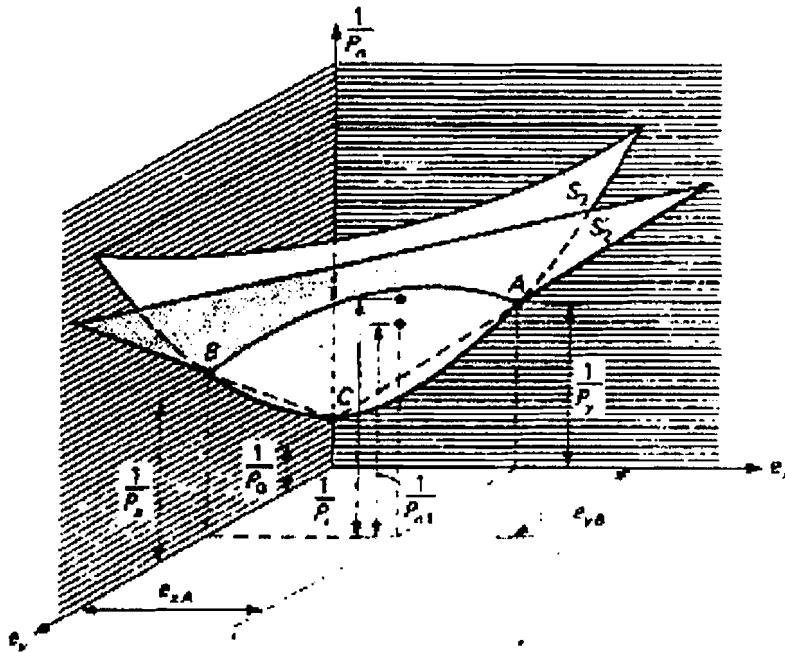
Dimana

P_u = beban ultimit dengan momen biaksial

P_{ux} = beban ultimit dengan hanya memperhitungkan eksentrisitas e_{xA}

P_{uy} = beban ultimit dengan hanya memperhitungkan eksentrisitas e_{yB}

P_0 = beban ultimit tanpa ada eksentrisitas



Gambar 3.6 Metode pendekatan oleh Bresler secara grafis

Dengan kata lain, titik A mewakili sebuah titik (P_{uy}, M_{ny}) pada diagram interaksi unaksial P-M untuk lentur pada sumbu Y; titik B mewakili sebuah titik (P_{ux}, M_{nx}) pada diagram interaksi unaksial P-M untuk lentur pada sumbu X; dan titik C adalah titik yang umum terhadap kedua diagram interaksi unaksial P-M.

Dengan menganggap $X = e_x$, $Y = e_y$, dan $Z = 1/P_n$, persamaan umum dari bidang tiga dimensi dapat ditulis sebagai berikut :

$$A_1X + A_2Y + A_3Z + A_4 = 0 \quad (3-16)$$

substitusi dari koordinat titik A, B, dan C kedalam persamaan (3-16) akan memberikan :

$$A_1 \cdot e_{xA} + 0 + A_3 \cdot 1/P_{uy} + A_4 = 0 \quad (3-17)$$

$$0 + A_2 \cdot e_{yB} + A_3 \cdot 1/P_{ux} + A_4 = 0 \quad (3-18)$$

$$0 + 0 + A_3/P_0 + A_4 = 0 \quad (3-19)$$

Penyelesaian untuk ketiga persamaan diatas terhadap A_4 adalah :

$$A_1 - (P_0/P_{uy} - 1) \cdot 1/c_{xA} A_4 \quad (3-20)$$

$$A_2 = (P_0/P_{ux} - 1) \cdot 1/e_{yB} A_4 \quad (3-21)$$

$$A_3 = -P_0 A_4 \quad (3-22)$$

Kemudian substitusikan kembali nilai-nilai A_1 , A_2 , dan A_3 diatas ke dalam

persamaan (3-16)

$$A_4 [(P_0/P_{uy} - 1) \cdot 1/e_{xA} X + (P_0/P_{ux} - 1) \cdot 1/e_{yB} Y - P_0 Z + 1] = 0 \quad (3-23)$$

Dengan membagi persamaan (3-23) dengan P_0 , persamaan bidang tiga

dimensi S^1 menjadi :

$$(1/P_{uy} - 1/P_0) \cdot 1/c_{xA} X + (1/P_{ux} - 1/P_0) \cdot 1/e_{yB} Y - Z + 1/P_0 = 0 \quad (3-24)$$

Di titik $X = e_{xA}$, $Y = e_{yB}$, dan $Z = 1/P_0$, pada S^1 persamaan (3-24) menjadi

$$(1/P_{uy} - 1/P_0) + (1/P_{ux} - 1/P_0) \cdot 1/P_0 + 1/P_0 = 0 \text{ atau}$$

$$1/P_1 = 1/P_{ux} + 1/P_{uy} - 1/P_0 \quad (3-25)$$

Untuk menentukan nilai-nilai P_{ux} , P_{uy} , dan P_0 dapat dihitung dengan

menggunakan diagram interaksi uniaxial untuk lentur pada sumbu $X(P_u -$

$M_{ux})$ dan sumbu $Y(P_u - M_{uy})$ serta diagram interaksi $P_u - e_x$ dan $P_u - e_y$. Persamaan

ini punya kekurangan dimana hanya cocok digunakan dalam proses analisis

daripada untuk desain. Deviasi maximum jika dibandingkan dengan hasil teori

sebenarnya (metode eksak) adalah 9% dan dari hasil tes adalah 16%.

d. Metode kontur beban

(ACI 318-89) mengemukakan bahwa metode kontur beban memperhatikan

bentuk bidang permukaan runtuh (*failure surface*) pada beban konstan P_0

yang memberikan interaksi M_{ux} dan M_{uy} . Bentuk umum persamaan tidak berdimensi untuk kontur beban pada nilai P_u yang konstan diberikan oleh Bresler sebagai berikut :

$$(M_{ux} / M_{uxo})^{m_1} + (M_{uy} / M_{uyo})^{m_2} = 1 \quad (3-26)$$

dimana :

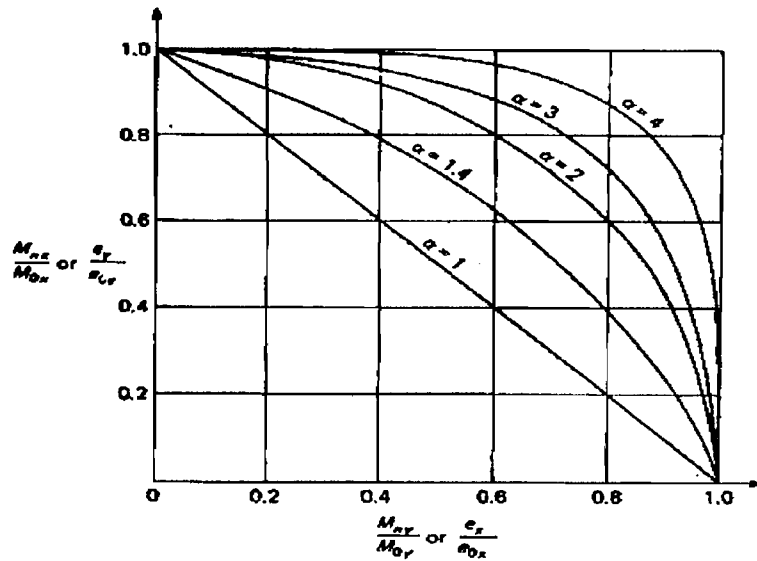
$$M_{ux} = P_u * e_y \quad (3-27)$$

$$M_{uy} = P_u * e_x \quad (3-28)$$

Bentuk persamaan 3-26 awalnya hanyalah suatu hipotesa yang dikemukakan oleh Bresler dan kemudian hipotesa tersebut diuji dengan melakukan eksperimen. Tidak ada pembuktian umum atau penurunan rumus tersebut secara jelas, namun eksperimen yang dilakukan oleh Bresler menunjukkan hasil yang mendekati perhitungan sebenarnya (metode eksak).

Beberapa ahli telah melakukan penyederhanaan, dua diantaranya dan sangat umum dipakai dalam perhitungan adalah penyederhanaan yang dilakukan oleh Bresler dan Gowens yang dijelaskan sebagai berikut :

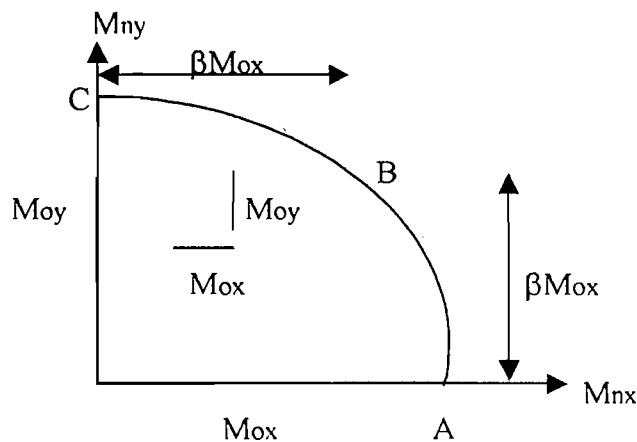
- Bresler melakukan penyederhanaan dengan mengambil nilai m_1 dan m_2 sama ($m_1=m_2=m$), sehingga untuk berbagai nilai m persamaan 3-26 dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.7 Kurva interaksi untuk persamaan (ACI 318-89)

Berdasarkan penyelidikan yang dilakukannya, Bresler menyarankan pemakaian nilai berkisar antara 1,15 sampai 1,55. Untuk tujuan praktek dapat diambil 1,5 untuk penampang persegi panjang dan antara 1,5 dan 2,0 untuk penampang bujursangkar.

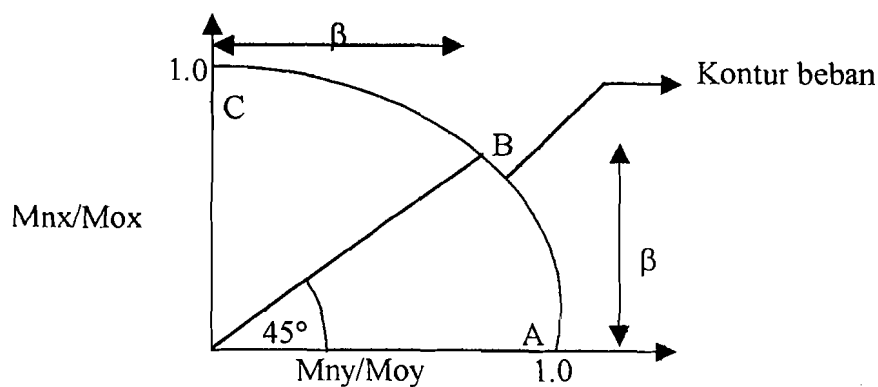
Pendekatan yang dilakukan oleh Gowens sebenarnya adalah penyempurnaan terhadap metode yang dipakai oleh Bresler dan Parme. Potongan dari diagram kontur beban dapat digambarkan sebagai berikut :



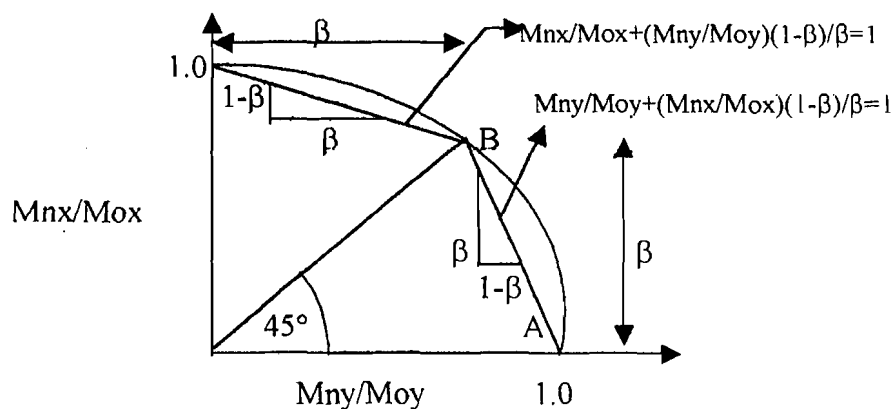
Gambar 3.8 Potongan diagram kontur beban pada beban konstan.

Nilai β ditentukan berdasarkan perbandingan P_n terhadap P_o , material dan sifat-sifat penampang. Nilai β yang umum digunakan berkisar antara 0,55 sampai 0,70 atau untuk keperluan disain cukup diambil nilai rata-ratanya ($\beta=0,65$).

Bentuk non-dimensi dari gambar 3.8 oleh Parme dilukiskan seperti dibawah ini



Gambar 3.9 Bentuk non-dimensi dari kotur beban pada beban konstan
Bentuk gambar diatas oleh Gowens disederhanakan lagi dengan menambahkan 2 garis lurus AB dan BC.



Gambar 3.10 Kontur beban dengan pendekatan garis lurus oleh Gowens

Gambar 3.10 Kontur beban dengan pendekatan garis lurus oleh Govens

Bila M_{ny}/M_{oy} melampaui M_{nx}/M_{ox} , persamaan pendekatan garis lurus untuk BA

adalah

$$M_{ny}/M_{oy} + M_{nx}/M_{ox}(1 - \beta)/\beta = 1$$

Bila M_{ny}/M_{oy} lebih kecil dari M_{nx}/M_{ox} , persamaan pendekatan garis lurus

untuk BC adalah

$$M_{nx}/M_{ox} + M_{ny}/M_{oy}(1 - \beta)/\beta = 1$$

Sehingga untuk keperluan disain persamaan untuk kontur beban dapat disusun

sebagai berikut :

$$M_{ny}/M_{oy} + (M_{nx}/M_{ox})(1 - \beta)/\beta = 1, \text{ untuk } M_{ny}/M_{oy} \geq M_{nx}/M_{ox} \quad (3-29)$$

$$M_{nx}/M_{ox} + (M_{ny}/M_{oy})(1 - \beta)/\beta = 1, \text{ untuk } M_{nx}/M_{ox} \geq M_{ny}/M_{oy} \quad (3-30)$$

(Untuk penampang persegi empat dengan tulangan yang terbagi rata sepanjang

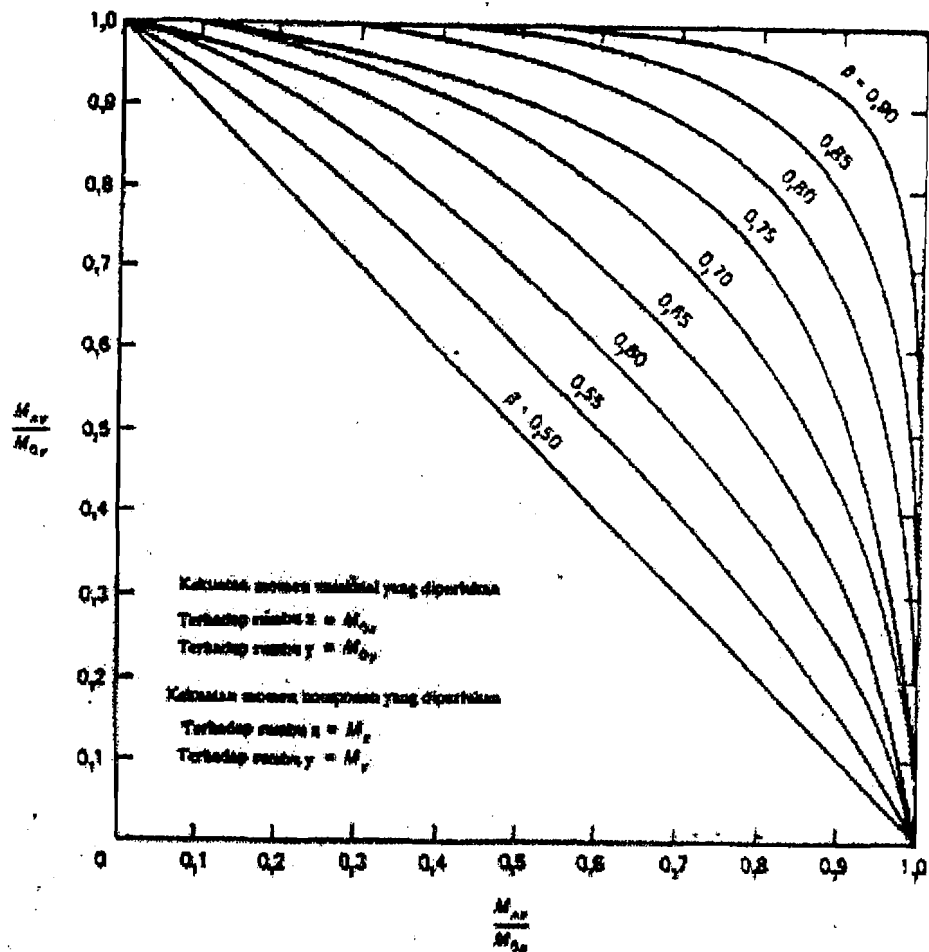
keempat sisi, perbandingan nilai M_{oy} terhadap M_{ox} (yaitu M_{ny}/M_{nx} pada gambar

3.11 dapat diidekat dengan perbandingan b/h , sehingga :

$$M_{ny}/M_{nx} = b/h$$

Yang memberikan masing-masing untuk persamaan 3-29 dan 3-30

$$M_{oy} = M_{ny} + M_{nx}(b/h) \cdot (1 - \beta) / \beta \text{ untuk } M_{ny}/M_{nx} \geq b/h \quad (3-31)$$



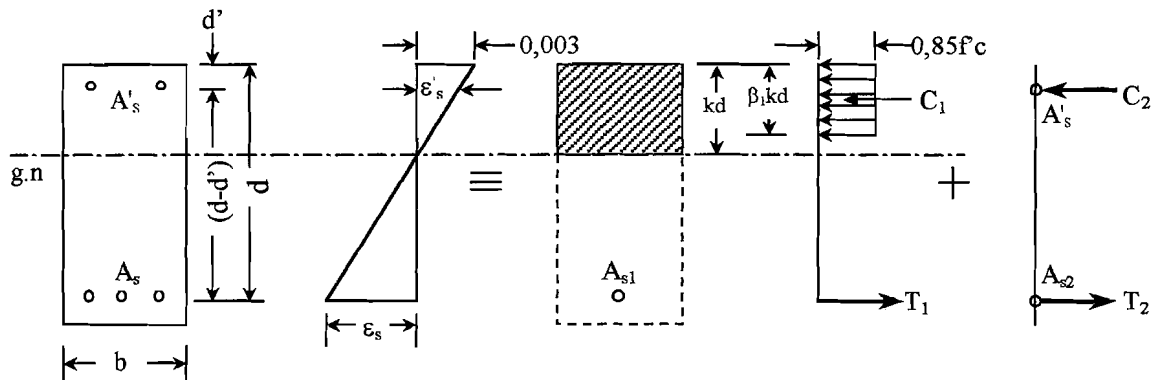
Gambar 3.11 Hubungan interaksi untuk lentur biaksial (kontur beban) dinyatakan dalam nilai β tanpa dimensi

3.4 Desain Balok

3.4.1 Balok Bertulangan Rangkap

Menurut Istimawan (1994) bahwa balok bertulangan rangkap apabila balok tersebut memiliki tulangan tarik dan tulangan desak sekaligus dan dikehendaki menopang beban yang lebih besar dari kapasitasnya serta bermanfaat juga untuk mendukung beban siklik, dilain pihak seringkali karena pertimbangan teknis dan tuntutan arsitektur membatasi dimensi balok.

mendukung beban siklik, dilain pihak seringkali karena pertimbangan teknis dan tuntutan arsitektur membatasi dimensi balok.



Gambar 3.12 Distribusi tegangan dan regangan balok bertulangan rangkap

a. Balok Bertulangan Rangkap Kondisi I

Balok bertulangan rangkap kondisi I, diasumsikan tulangan tarik dan tulangan desak sudah luluh atau paling tidak saat regangan beton mencapai 0,003. dengan asumsi tulangan baja sudah luluh, sehingga $f_s = f'_s = f_y$. Untuk kondisi ini $A_s = A_{s1} + A_{s2}$ dan $A_{s2} = A_s$, maka tinggi blok tegangan tekan menjadi :

$$a = \frac{(A_s - A_{s'})}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \quad \text{atau} \quad a = \frac{A_{s1} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \quad (3-33)$$

Untuk mengetahui apakah asumsi yang digunakan benar maka dilakukan pemeriksaan dengan persamaan berikut dimana nilai c dihitung dengan persamaan berikut ini,

$$c = \frac{a}{\beta}$$

$$\varepsilon'_s = \frac{c - d'}{c} \cdot 0,003 \quad (3-34)$$

$$\varepsilon_s = \frac{d - c}{c} \cdot 0,003 \quad (3-35)$$

Apabila nilai dari persamaan (3-34) dan (3-35) lebih besar dari regangan leleh bajanya (ϵ_y) maka asumsi mengenai tegangan baja benar selanjutnya untuk menghitung momen tahanan nominal menjadi

$$M_n = M_{n1} + M_{n2} \quad (3-36)$$

Dengan :

$$M_{n1} = 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \cdot \left(d - \frac{1}{2} a \right) \text{ atau } M_{n1} = A_{s1} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{1}{2} a \right) \quad (3-37)$$

$$M_2 = A_s \cdot f_y \cdot (d - d') \quad (3-38)$$

b. Balok Bertulang Rangkap Kondisi II

Pada kondisi ini adalah kasus di mana anggapan tulangan baja tarik telah luluh akan tetapi baja desak belum luluh pada saat regangan beton mencapai 0,003. Jika $\epsilon'_s < \epsilon_y$ dan $\epsilon_s \geq \epsilon_y$ untuk mendapatkan nilai c digunakan persamaan berikut :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot b \cdot \beta_1) c^2 + (600 \cdot A_s - A_s \cdot f_y) c - 600 \cdot d' \cdot A_s = 0 \quad (3-39)$$

Kuat momen tahanan ideal dari pasangan kopel tulangan baja tekan dengan baja tarik, dihitung dengan persamaan keseimbangan $T_1 + T_2 = C_c + C_s$ dan momen-momen akibat gaya dalam hitung dengan persamaan berikut :

$$a = \beta_1 \cdot c$$

$$M_{n1} = C_c \cdot Z_1 = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot \left(d - \frac{1}{2} a \right) \quad (3-40)$$

$$\begin{aligned} M_{n2} &= C_s \cdot Z_2 \\ &= A_s \cdot f'_s \cdot (d - d') \end{aligned} \quad (3-41)$$

$$M_n = M_{n1} + M_{n2} \quad (3-42)$$

Sebagai persyaratan daktilis maka rasio penulangan kopel gaya beton tekan dan tulangan baja tarik tidak melampaui $p = 0,75 \cdot p_b$ dan A_{st} dihitung berdasarkan keadaan bahwa tegangan pada tulangan baja tekan belum mencapai

$$A_{st} = A_s - \frac{A_s \cdot f_s}{f_y} \tag{3-43}$$

SK SNI T-15-1991-03 mensyaratkan bahwa untuk bertulang tahanan gempa disyaratkan kuat momen positif pada sisi muka *joint* tidak boleh kurang dari 50% kuat momen negatif yang disediakan pada sisi muka *joint* tersebut.

3.4.2 Perencanaan Balok Portal Terhadap Beban Lentur

Momen rencana balok dihitung berdasarkan nilai momen yang tertinggi

dibawah ini :

$$M_{u,b} = 1,2 M_{D,b} + 1,6 M_{L,b} \tag{3-44}$$

$$M_{u,b} = 1,05 (M_{D,b} + 0,75 M_{L,b} \pm M_{E,b}) \tag{3-45}$$

$$M_{u,b} = 0,9 (M_{D,b} + M_{E,b}) \tag{3-46}$$

dengan

$M_{D,b}$ = momen lentur balok portal akibat beban mati tertfaktor

$M_{L,b}$ = momen lentur balok portal akibat beban hidup tertfaktor

$M_{E,b}$ – momen lentur balok portal akibat beban gempa tertfaktor

Dalam perencanaan kapasitas balok portal, momen tumpuan negatif akibat

kombinasi beban gravitasi dan beban balok boleh didistribusikan dengan

menambah atau mengurangi dengan persentasi yang tidak melebihi :

$$q = 30 \left(1 - \frac{3}{4} p - \frac{p^2}{4} \right) \% \tag{3-47}$$

dengan syarat apabila tulangan lentur balok portal tersebut telah direncanakan sehingga $(\rho - \rho')$ tidak melebihi $0,5 \rho_b$. Momen lapangan dan momen tumpuan pada bidang muka kolom yang diperoleh dari hasil redistribusi selanjutnya digunakan untuk menghitung penulangan lentur yang diperlukan.

Menurut (Gideon, dkk, 1993) Khusus untuk portal dengan daktilitas penuh perlu dihitung kapasitas lentur sendi plastis balok yang besarnya ditentukan sebagai berikut:

$$M_{kap,b} = \phi_o \cdot M_{nak,b} \quad (3-48)$$

dengan

$M_{kap,b}$ = kapasitas lentur aktual balok pada pusat pertemuan balok kolom dengan memperhitungkan luas tulangan yang sebenarnya terpasang.

$M_{nak,b}$ = kuat lentur nominal belok berdasarkan luas tulangan yang sebenarnya terpasang.

ϕ_o = faktor penambahan kekuatan (*Overstregh factor*) yang ditetapkan sebesar 1,25 untuk $f_y < 400$ Mpa, dan 1,40 untuk $f_y > 400$ Mpa.

f_y = kuat leleh tulangan lentur balok

3.4.3 Perencanaan Balok Portal Terhadap Beban geser

Cara yang umum dilaksanakan dan lebih sering dipakai untuk penulangan geser adalah dengan menggunakan sengkang. Penulangan sengkang hanya memberikan andil terhadap sebagian pertahanan geser, karena formasi atau arah retak miring. Untuk komponen-komponen struktur yang menahan geser lentur saja,

persamaan (3.4-3) SK SNI T-15-1991-03 memberikan kapasitas kemampuan beton

(tanpa penulangan geser) untuk menahan gaya geser adalah :

$$V_c = \left(\frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \right) b^* d \quad (3-49)$$

atau dengan menggunakan persamaan yang lebih terinci sebagai berikut :

$$V_c = \left(\frac{1}{6} \sqrt{f'_c} + 120 \rho_w \frac{M^*}{V^* d} \right) b^* d \quad (3-50)$$

dengan: V_c = kuat geser nominal yang disumbangkan beton,

f'_c = kuat desak beton yang disyaratkan,

b^* = lebar badan balok,

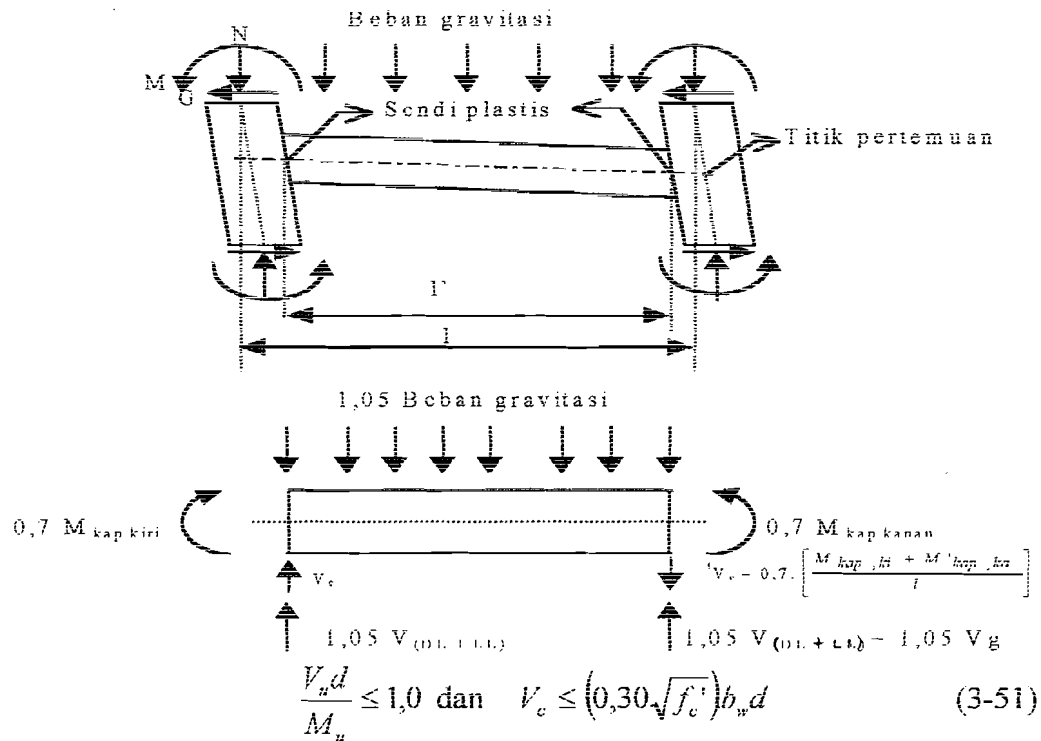
d = tinggi efektif balok,

V^* = gaya geser tertfaktor pada penampang,

M^* = momen tertfaktor pada penampang.

Apabila $V^* > \frac{1}{2} V_c$ maka harus dipasang tulangan geser minimum dan batas

atas faktor pengali dan V_c adalah sebagai berikut :



Gambar 3.13 Balok portal dengan sendi plastis pada kedua ujungnya

Untuk tulangan geser, konsep perencanaan kapasitas memperhitungkan pula terjadinya sendi-sendi plastis pada kedua ujung, dengan menggunakan tanda momen yang berlawanan.

Gaya geser rencana dapat dihitung dengan

$$V_{u,b} = V_c + 1,05 \cdot V_g$$

$$V_{u,b} = 0,7 \cdot \left[\frac{M_{kap} + M'_{kap}}{l} \right] + 1,05 \cdot V_g \quad (3-52)$$

tetapi gaya geser maksimum tidak perlu lebih dari

$$V_{u,b} = 1,05 \cdot (V_{d,b} + V_{l,b} + \frac{4,0}{k} \cdot V_{e,b}) \quad (3-53)$$

dengan:

$V_{u,b}$ = gaya geser rencana balok

M_{kap} = momen kapasitas balok berdasarkan tulangan yang sebenarnya terpasang pada salah satu ujung balok atau bidang muka kolom.

M'_{kap} = momen kapasitas balok berdasarkan tulangan yang sebenarnya terpasang pada ujung balok atau bidang muka kolom yang lain.

l = panjang bentang bersih balok

V_g = geser akibat gravitasi

K = faktor jenis struktur

Apabila gaya geser yang bekerja V_u lebih besar dari ϕV_c , maka diperlukan tulangan geser untuk memperkuat agar tidak hancur. Pada sembarang tempat di sepanjang bentang bila gaya geser yang bekerja lebih besar dari $\frac{1}{2} \phi V_c$, maka harus tulangan geser minimum sehingga diperoleh:

$$V_{u,b} \leq \phi \cdot (V_c + V_s) \quad (3-54)$$

untuk sengkang vertikal, V_s dapat dihitung dengan persamaan :

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y}{s} \cdot d \quad (3-55)$$

dan untuk sengkang miring

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha)}{s} \cdot d \quad (3-56)$$

dengan : V_s = kuat geser nominal tulangan geser,

A_v = luas tulangan geser dalam jarak s .

tulangan geser minimum yang disediakan harus dipasang menurut persamaan berikut :

$$A_v = \frac{1}{3} \cdot b_w \cdot \frac{d}{f_y} \quad (3-57)$$

Untuk mencegah terjadinya lebar retak yang berlebihan pada balok akibat gaya tarik diagonal yang berlebihan maka kuat luluh tulangan geser tidak boleh lebih besar dari 400 Mpa dan pembatasan nilai kuat geser V_s :

$$V_s = \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \quad (3-58)$$

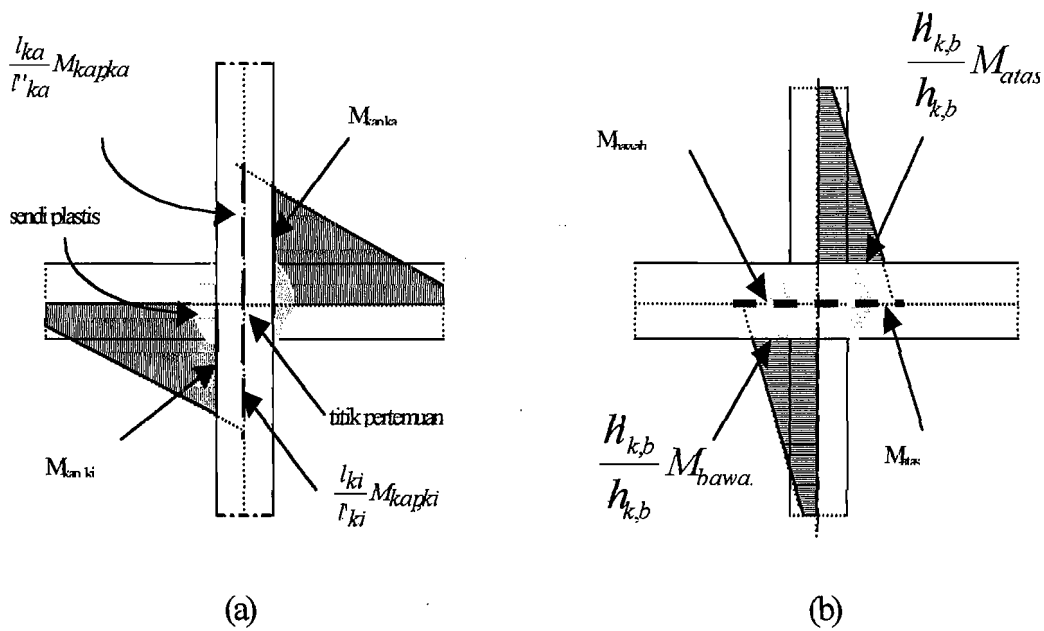
Menurut SK SNI 3.14.3-3.2, pada lokasi yang berpotensi sendi plastis, spasi maksimum tulangan geser tidak boleh melebihi nilai dibawah ini.

- a. seperempat tinggi efektif balok = $d/4$
- b. delapan kali diameter tulangan longitudinal terkecil = $8 \cdot d_l$
- c. dua puluh empat diameter sengkang = $24 \cdot d_{sengkang}$
- d. $1600 \frac{f_{yt} \cdot A_s}{(A_{sv} \cdot f_{yt})}$

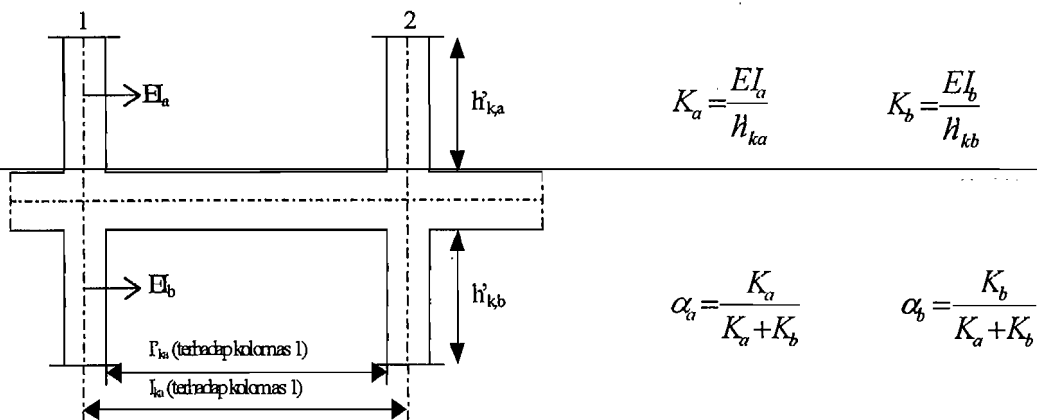
3.5 Desain Kolom

3.5.1 Perencanaan Kolom Portal terhadap Beban Lentur dan Aksial

Momen rencana kolom dihitung berdasarkan pada anggapan bahwa sendi plastis terjadi pada muka ujung-ujung balok pada pertemuan balok dan kolom. Kuat lentur perlu bagi kolom portal dengan daktilitas penuh pada bidang muka balok berdasarkan terjadinya momen-momen kapasitas di sendi plastis pada kedua ujung balok yang bertemu pada kolom, dinyatakan oleh momen lentur perlu $M_{u,k}$ dengan gaya aksial $N_{u,k}$ yang bersangkutan, harus dihitung berturut-turut menurut persamaan-persamaan berikut ini.



Gambar 3.14 Pertemuan balok kolom dengan sendi plastis pada ujung balok di sebelah kiri dan kanan



Momen rencana kolom dapat dihitung berdasarkan persamaan di bawah ini,

$$M_{u,k} = \frac{h'_k}{h_k} \cdot 0,7 \cdot \omega_d \cdot \alpha_k \cdot \left[\frac{l_{ki}}{l'_{ki}} \cdot M_{kap,ki} + \frac{l_{ka}}{l_{ka}} \cdot M_{kap,ka} \right] \tag{3-59}$$

dengan,

h_k = tinggi kolom dari titik pertemuan ke titik pertemuan

h'_k = tinggi bersih kolom

l_{ki} = bentang balok sebelah kiri, diukur dari titik pertemuan ke titik pertemuan

l'_{ki} = bentang bersih balok sebelah kiri

l_{ka} = bentang balok sebelah kanan, diukur dari titik pertemuan ke titik pertemuan

l'_{ka} = bentang bersih balok sebelah kanan

$M_{kap, ki}$ = Momen kapasitas kiri kolom

$M_{kap, ka}$ = Momen kapasitas kanan

tetapi dalam segala hal tak perlu lebih besar dari :

$$M_{u,k} = 1,05 \left(M_{D,k} + M_{L,k} + \frac{4,0}{K} \cdot M_{E,k} \right) \quad (3-60)$$

Sedangkan beban aksial rencana, $N_{u,k}$ yang bekerja pada kolom dengan portal dengan daktilitas penuh dihitung dari:

$$N_{u,k} = \frac{0,7 \cdot R_n \sum M_{kap,b}}{l_b} + 1,05 \cdot N_{g,k} \quad (3-61)$$

tetapi dalam segala hal tidak perlu lebih besar dari :

$$N_{u,k} = 1,05 \left(N_{g,k} + \frac{4,0}{K} \cdot N_{e,k} \right) \quad (3-62)$$

dengan

R_n = faktor reduksi yang ditentukan sebesar :

1,0 untuk $1 < n < 4$

1,1-0,025n untuk $4 < n < 20$

0,6 untuk $n > 20$

n = jumlah lantai di atas kolom yang ditinjau

l_b = bentang balok dari pusat ke pusat kolom

$N_{g,k}$ = gaya aksial kolom akibat beban gravitasi

$N_{e,k}$ = gaya aksial kolom akibat beban gempa

Sedangkan untuk kolom akibat lentur dua-arah (*biaxial bending*) yaitu dengan menggunakan *Bresler Reciprocal Method* yang di kemukakan oleh Bresler dengan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{1}{P_u} = \frac{1}{P_{ux}'} + \frac{1}{P_{uy}'} - \frac{1}{P_o} \quad (3-63)$$

dimana,

P_u = beban ultimit dengan momen biaksial

P_{ux} = beban ultimit dengan hanya memperhitungkan eksentrisitas e_x

P_{uy} = beban ultimit dengan hanya memperhitungkan eksentrisitas e_y

P_o = beban ultimit tanpa ada eksentrisitas

3.5.2 Perencanaan Kolom Portal Terhadap Beban Geser

Berdasarkan terjadinya momen kapasitas di sendi plastis pada ujung balok-balok yang bertemu pada kolom maka kuat geser sangat diperlukan untuk kolom portal. Gaya geser rencana kolom menurut SKSNI 3.14.7-1.2 diperoleh dari :

$$V_{u,k} = \frac{(M_{u,katas} + M_{u,kbawah})}{l_n} \quad (3-64)$$

tetapi dalam segala hal tidak boleh lebih dari:

$$V_{u,k} = 1,05 \left(V_{d,k} + V_{l,k} + \frac{4,0}{K} \cdot V_{e,k} \right) \quad (3-65)$$

dimana,

$M_{u,k \text{ atas}}$ = momen rencana kolom pada ujung atas dihitung pada muka balok

$M_{u,k \text{ bawah}}$ = momen rencana kolom pada ujung bawah dihitung pada muka balok

h'_k = tinggi bersih kolom

$V_{d,k}$ = gaya geser kolom akibat beban mati

$V_{l,k}$ = gaya geser kolom akibat beban hidup

$V_{E,k}$ = gaya geser kolom akibat beban gempa

3.6 Perencanaan Panel Pertemuan Balok Kolom

Dalam perencanaan struktur bangunan tahan gempa, titik pertemuan (*joint*) rangka harus memenuhi beberapa ketentuan. Momen lentur dan gaya geser kolom, serta geser horisontal V_{jh} dan geser vertikal V_{jv} yang melewati inti joint harus dianalisis dengan memperhitungkan seluruh pengaruh gaya-gaya yang membentuk keseimbangan pada titik pertemuan (*joint*) tersebut.

Keseimbangan gaya-gaya pada titik pertemuan rangka dapat dilihat pada

Gambar 3.15

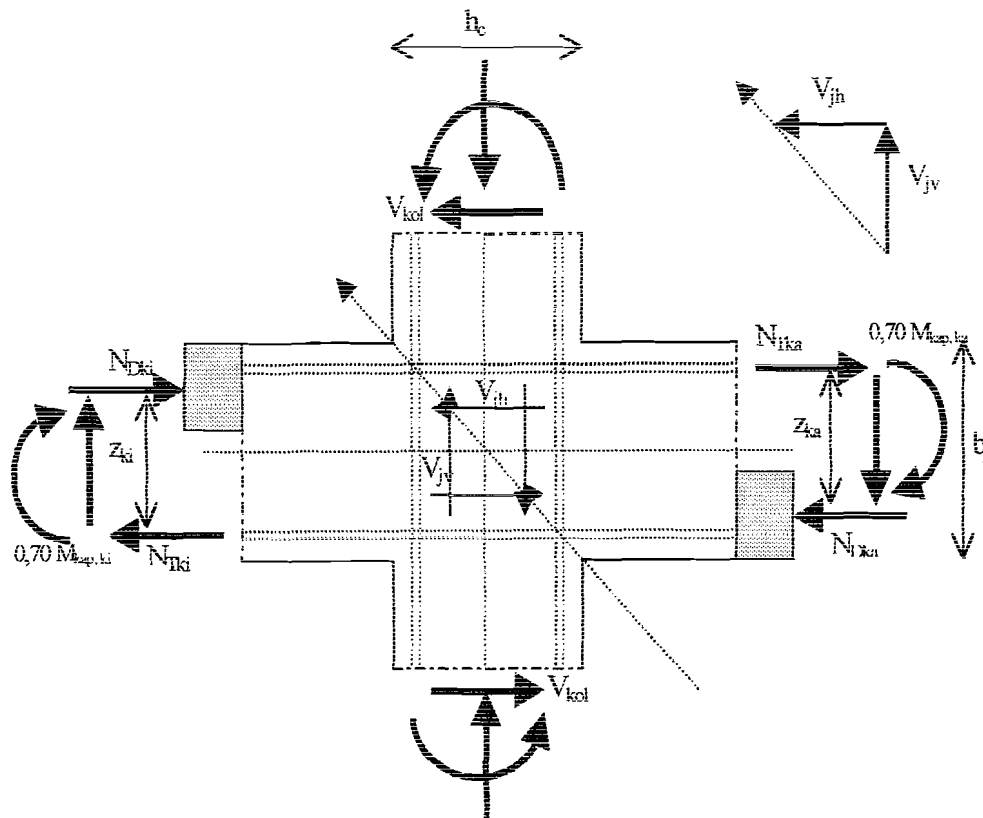
Menurut SKSNI T-15-1991-03, rumus-rumus yang diasumsikan dalam perhitungan ini adalah :

$$V_{j,h} = C_{ki} + T_{ka} - V_{kol} \quad (3-66)$$

$$C_k = T_{ki} = 0,70 \frac{M_{kap,ki}}{Z_{ki}} = 0,7(As'.fy).1,25 \quad (3-67)$$

$$T_{ka} = C_{ka} = 0,70 \frac{M_{kap,ki}}{Z_{ka}} = 0,7(As'.fy).1,25 \quad (3-68)$$

V_{kol} dalam kondisi kapasitas



Gambar 3.15 Gaya-gaya pada titik pertemuan rangka

$$V_{kol} = \frac{0,7 \left(\frac{l_{ki}}{l_{ki}} M_{kap,ki} + \frac{l_{ka}}{l_{ka}} M_{kap,ka} \right)}{\frac{1}{2} (h_{k,a} + h_{k,b})} \quad (3-69)$$

dimana :

$M_{kap,ki}$ = momen kapasitas balok portal sebelah kiri di sendi plastis pada bidang muka kolom,

$M_{kap,ka}$ = momen kapasitas balok portal sebelah kanan di sendi plastis pada muka kolom,

l_{ki} dan l_{ka} = bentang as balok kiri dan kanan joint

l_{k1} dan l_{k2} = bentang bersih balok kiri dan kanan joint

h_{k1} dan h_{k2} = bentang as ke as kolom diatas dan dibawah joint

Z – jarak dari titik berat tulangan ke resultant bagian tekan beton

Tegangan geser horisontal nominal pada titik buhul adalah

$$V_{jh} = \frac{V_j}{b_j h_c} \tag{3-70}$$

dengan,

b_j – lebar efektif titik buhul

h_c = tinggi total penampang kolom dalam arah geser yang ditinjau

V_{jh} tidak boleh lebih dari $1,5 \cdot \sqrt{f'_c}$ (Mpa)

Gaya geser horisontal V_{jh} ini ditahan oleh dua mekanisme kuat geser inti

titik buhul, yaitu :

1. stral beton diagonal yang melewati daerah tekan ujung titik buhul yang memiliki

gaya geser V_{ch}

2. mekanisme panel rangka yang terdiri dari sengkang horisontal dan stral beton

diagonal daerah tarik titik buhul yang memiliki gaya geser V_{sh}

Besarnya V_{ch} harus diambil sama dengan nol kecuali untuk ketentuan tertentu

berikut ini,

1. tegangan tekan rata-rata minimal pada penampang bruto kolom beton diatas titik

buhul, termasuk tegangan prategang apabila ada, yang melebihi nilai $0,1f'_c$, maka

$$V_{ch} = \frac{3}{2} \sqrt{\left(\frac{N_{u,k}}{A_g} - 0,1f'_c \right) b_j h_c} \tag{3-71}$$

2. seluruh balok pada titik buhul dirancaang sehingga penampang kritis dari sendi plastis tertetak pada jarak yang lebih kecil dari tinggi penampang balok ukur dari muka kolom, maka :

$$V_{c,h} = 0,5 \frac{A_s}{A_s'} \cdot V_{j,h} \left(1 + \frac{N_{u,k}}{0,4 \cdot A_s' \cdot f_{t,c}} \right) \quad (3-72)$$

dengan rasio A_s/A_s' tidak boleh lebih besar dari 1.

Dengan memindahkan lokasi sendi plastis agak jauh dari muka kolom, maka

kemampuan mekanisme strat tekan tidak berkurang akibat beban bolak-balik dimana

sebagian besar tegangan tekan dipindahkan melalui tulangan tekan. Pelelehan pada

tulangan juga dapat mengakibatkan penetrasi krusakan ikatan yang masuk ke dalam

inti titik buhul sehingga ikatan antara tulangan dengan strat tekan berkurang. Akibat

kedua fenomena ini serta tekanan pada titik buhul, sendi plastisnya tertetak

bersebelahan dengan muka kolom, tidak bekerja, sehingga seluruh gaya geser $V_{j,h}$

dipikul oleh $V_{s,h}$, bila tegangan tekan rata-rata minimum pada penampang bruto kolom

didasar titik buhul kurang dari $0,1 f_{t,c}$ (Gideon-Takim, 1994)

Bila $\rho_c < 0,1 f_{t,c}$, maka :

$$V_{s,h} = V_{j,h} - \frac{3}{2} \sqrt{\left(\frac{N_{u,k}}{A_s'} \right) - (0,1 f_{t,c}) \cdot b_{j,h}} \quad (3-73)$$

Luas total efektif dari tulangan horizontal (sengkang horizontal) yang

melewati bidang kritis diagonal dengan yang dilicakkan didaerah tekan titik buhul

efektif b_j tidak boleh kurang dari :

$$\frac{A_{j,h}}{b_j} = \frac{V_{j,h}}{f_y} \quad (3-74)$$

kegunaan sengkang horisontal ini harus didistribusikan secara merata diantara tulangan balok longitudinal atas dan bawah.

Gaya geser vertikal pada titik buhul ($V_{j,h}$) dapat dihitung dengan persamaan,

$$V_{j,v} = V_{j,h} \cdot \frac{h_c}{b_j} \quad (3-75)$$

sedangkan tulangan geser vertikal titik buhul dapat dihitung dengan persamaan,

$$V_{s,v} = V_{j,v} - V_{c,v} \quad (3-76)$$

menjadi,

$$V_{c,v} = A_{sc} \cdot \frac{V_{s,h}}{V_{s,c}} \left(0,6 + \frac{N_{u,k}}{A_g \cdot f'c} \right) \quad (3-77)$$

dengan,

A_{sc}' = luas tulangan longitudinal tekan,

A_{sc} = luas tulangan longitudinal tarik.

Luas tulangan geser vertikal yang dibutuhkan pada titik buhul dalam daerah sepanjang lebar pertemuan efektif b_j ditentukan dengan persamaan,

$$A_{j,v} = \frac{V_{s,v}}{f_y} \quad (3-78)$$

Tulangan geser titik buhul vertikal ini harus terdiri dari tulangan kolom antara (*intermediate bars*) yang terletak pada bidang lentur antara ujung tulangan terbesar atau terdiri dari sengkang-sengkang pengikat vertikal, dengan jarak maksimum antar tulangan yang diukur dari as ke as adalah 200 mm.

3.7 Perencanaan Pondasi

Pondasi telapak kolom terpisah atau setempat pada umumnya berbentuk telapak bujur sangkar, atau empat persegi panjang apabila terdapat pembatasan ruang. Pada dasarnya pondasi tersebut berupa suatu plat yang langsung menyangga sebuah kolom.

3.7.1 Kuat Geser Pondasi

Karena pondasi telapak bekerja ke arah x dan y, perhitungan kuat gesernya harus mempertimbangkan dua jenis yang berbeda, yaitu kuat geser pons (geser dua sumbu) dan kuat geser balok (geser satu sumbu).

Perencanaan pondasi yang bekerja pada dua arah didasarkan pada nilai kuat geser V_n yang ditentukan tidak boleh lebih besar dari V_c kecuali apabila dipasang penulangan geser. Dari ketentuan SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.4.11 ayat 2, V_c ditentukan dari nilai terkecil dari persamaan-persamaan berikut :

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) (2\sqrt{f'c}) b_0 \cdot d \quad (3-79)$$

$$V_c = \left(\frac{\alpha_s d}{b_0} + 2\right) \left(\frac{1}{12} \sqrt{f'c}\right) b_0 \cdot d \quad (3-80)$$

$$V_c = (4\sqrt{f'c}) b_0 \cdot d \quad (3-81)$$

dimana,

β_c = rasio sisi panjang terhadap sisi pendek dari beban terpusat yang bekerja atau bidang reaksi.

b_0 = panjang keliling penampang kritis geser dua arah yang bekerja pada pondasi telapak.

nilai α_s = - nilai 40 untuk kolom interior

- nilai 30 untuk kolom eksterior
- nilai 20 untuk kolom sudut

Sedangkan untuk satu arah , kuat geser beton pada pondasi telapak diperhitungkan sebagai berikut :

$$V_c = \left(\frac{1}{6} \sqrt{f'c} \right) b_w d \quad (3-82)$$

Untuk kedua jenis kuat geser pada pondasi tersebut, apabila untuk keduanya tanpa penulangan geser, sebagai dasar perencanaan kuat geser adalah :

$$V_c \leq \phi V_n \quad (3-83)$$

dimana, $V_n = V_c$

BAB IV

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu urutan atau tata cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari jawaban atas permasalahan yang diajukan. Dalam penulisan tugas akhir ini, metode yang dipakai adalah sebagai berikut:

4.1 Data Penelitian

Data penelitian yang diteliti adalah sebagai berikut :

4.1.1 Data daerah gempa

Pada penelitian tugas akhir ini dipakai wilayah gempa 3 dan bangunan terletak diatas tanah lunak sehingga koefisien gempa dasarnya berkisar antara 0,025 sampai 0,05 (Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung 1987)

4.1.2 Data struktur

Model struktur yang dipakai yaitu struktur beton bertulang dengan spesifikasi data sebagai berikut :

1. untuk diameter < 16 mm menggunakan BJTP dengan $f_y = 240$ MPa, sedangkan untuk diameter ≥ 16 mm menggunakan $f_y = 400$ Mpa
2. $f_c' = 25$ Mpa
3. tebal pelat 12 cm
4. berat volume beton 24 kN/m^3

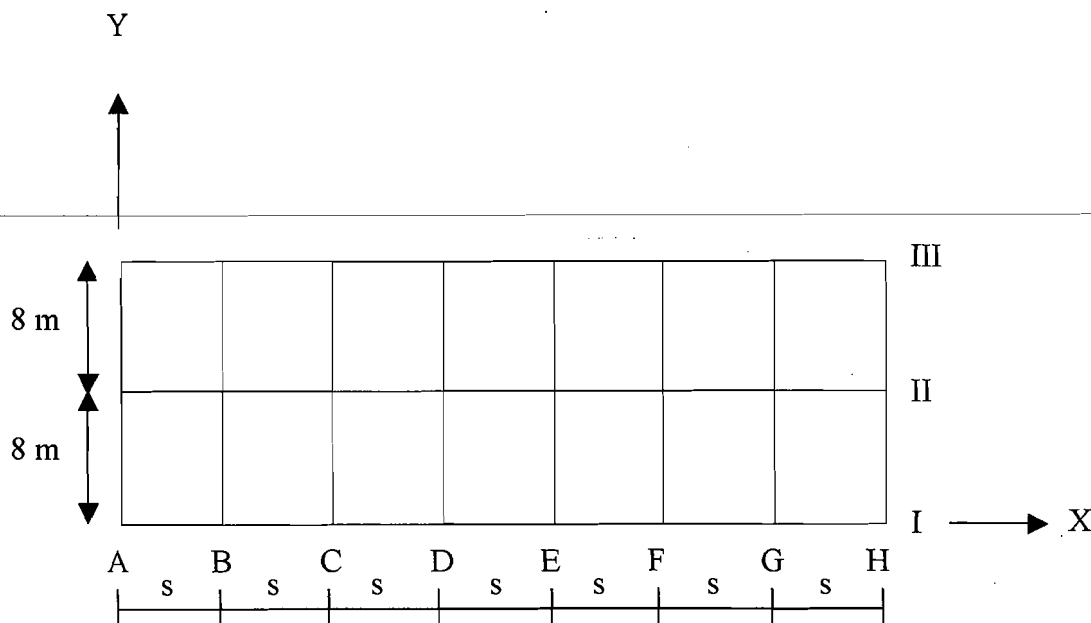
5. tata guna bangunan sebagai apartemen (rumah tinggal) dengan beban hidup 250 kg/m^2
6. bangunan dirancang simetris, sehingga pusat massa dan pusat kekakuan saling berhimpit, maka faktor puntir relatif sangat kecil sehingga dapat diabaikan
7. dalam desain balok menggunakan beban penuh sedangkan untuk desain kolom menggunakan beban papan catur

4.1.3 Variabel dan analisa penelitian

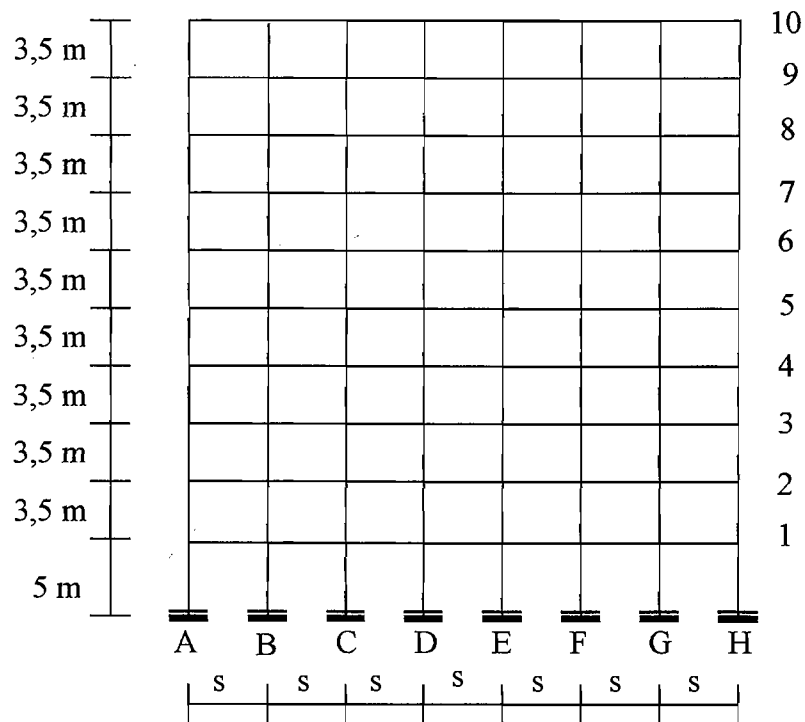
Pada penulisan ini untuk menunjukkan jarak antar kolom arah X digunakan variabel s yang terdiri dari 4 m , 6 m , dan 8 m , untuk analisa digunakan program SAP 90.

4.1.4 Model struktur

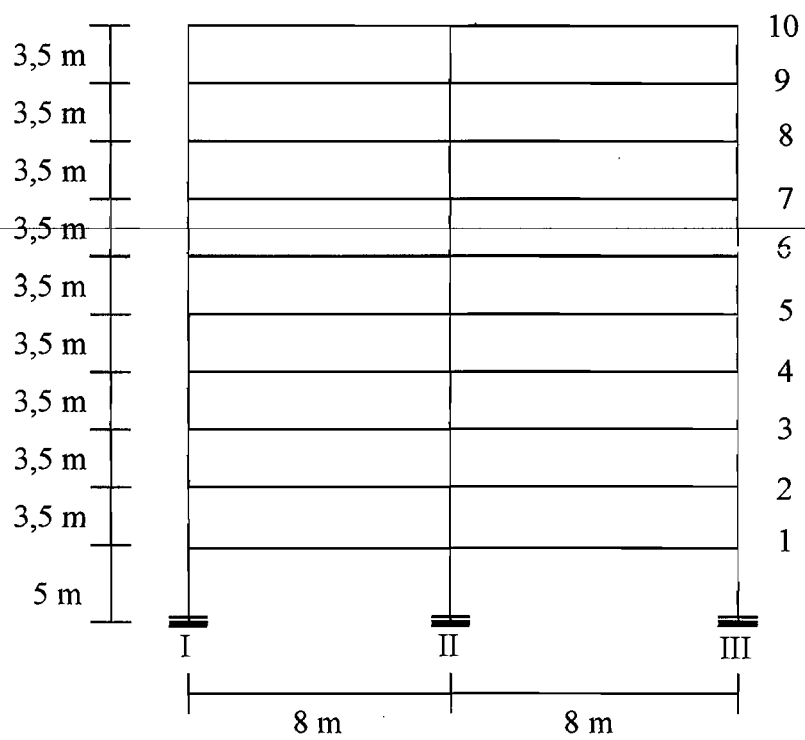
Model struktur yang digunakan pada tugas akhir ini merupakan bangunan simetris.



Gambar 4.1 Denah lantai 1 sampai dengan lantai 10

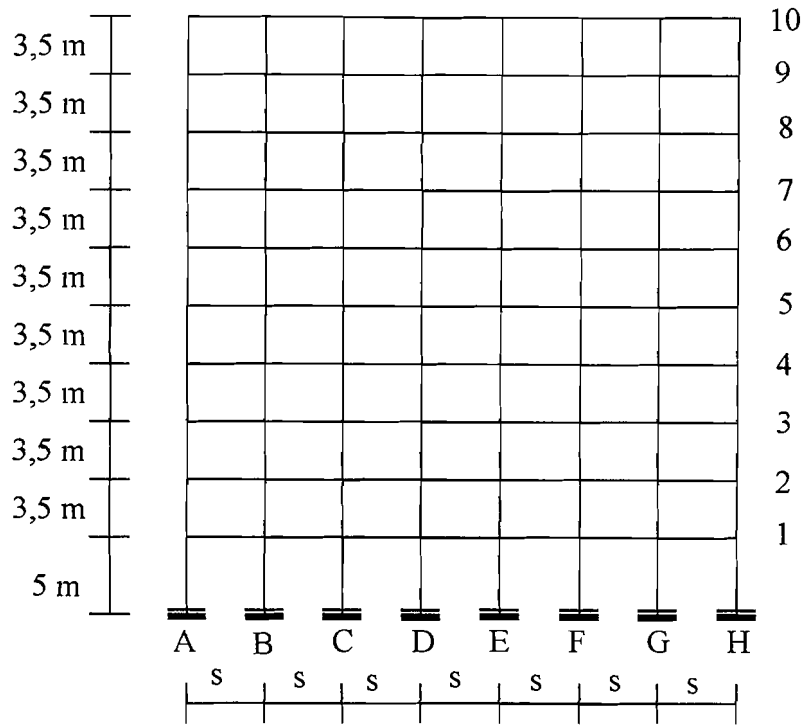


Gambar 4.2 Portal As I

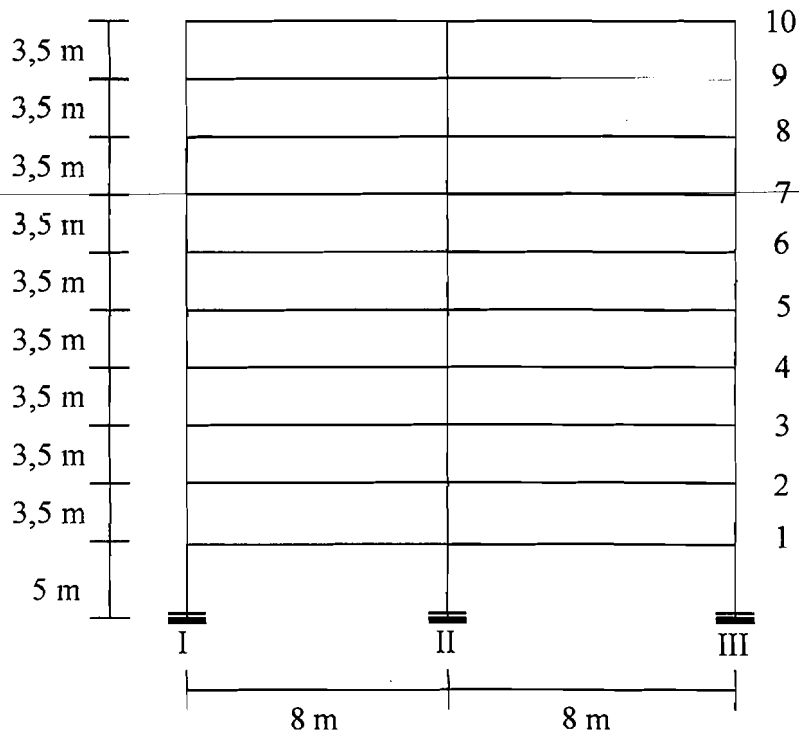


Gambar 4.3 Portal As A





Gambar 4.4 Portal As II



Gambar 4.5 Portal As D

4.2 Pengolahan Data

Dalam pengolahan data ini, yaitu dengan menganalisis dan mendesain tiga gedung yang panjang balok arah X dengan $s = 4\text{m}$, 6m , dan 8m . Langkah-langkah yang dilakukan adalah :

Tahap 1

- 1) Menghitung gaya-gaya yang bekerja pada struktur gedung bertingkat yang telah direncanakan dengan menggunakan persamaan 3-1, 3-2, dan 3-4.
- 2) Dilakukan analisis struktur berdasarkan gaya-gaya yang bekerja pada struktur untuk mendapatkan momen pada balok dengan menggunakan program SAP 90.

Tahap 2

- 1) Mendesain tulangan balok baik dengan beban penuh atau beban papan dan tulangan gesernya dengan menggunakan persamaan 3-47b, 3-48, 3-51, 3-52, 3-53, 3-54, 3-55 dan 3-58.
- 2) Menghitung momen rencana dan gaya aksial rencana kemudian mendesain kolom uniaksial dan kolom biaksial dengan tulangan gesernya dengan menggunakan persamaan 3-59, 3-60, 3-61, 3-62, 3-63, 3-64 dan 3-65.

Tahap 3

- 1) Mendesain pertemuan balok kolom dengan menggunakan persamaan 3-66, 3-67, 3-68, 3-69, 3-70, 3-71, 3-72, 3-73, 3-74, 3-75, 3-76, 3-77, dan 3-78.
- 2) Mendesain pondasi dengan menggunakan persamaan 3-79, 3-80, 3-81, 3-82 dan 3-83.

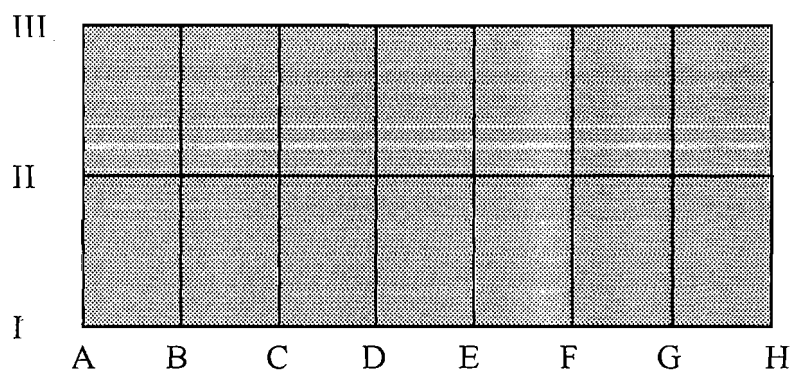
4.3 Pembahasan

Pembahasan dilakukan dengan cara menganalisa mengenai berapa persen pengaruh jarak antar kolom terhadap momen biaksial yang terjadi pada kolom

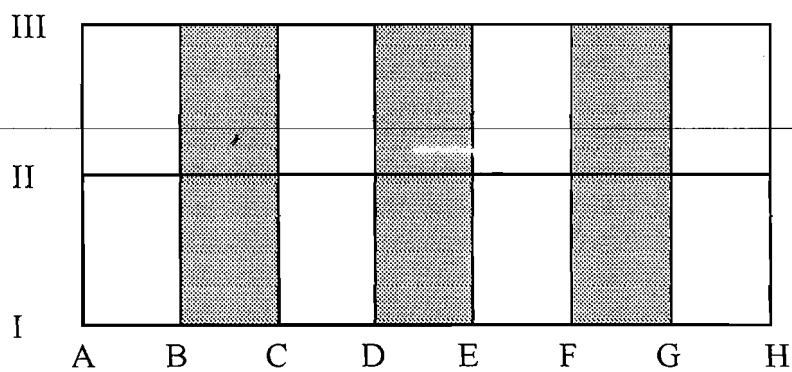
tersebut dengan memperhitungkan penulangannya, sedangkan ukurannya sama untuk tiap jarak.

4.4 Hipotesis

Dengan adanya perbedaan dalam hal penulangan akibat perbedaan jarak antara kolom pada kolom biaksial dan kolom uniaksial dimungkinkan pengaruh momen biaksial pada kolom dapat diabaikan atau tidak diperhitungkan.



Gambar 4.6 Pembebanan penuh (beban mati, beban hidup dan beban gempa)



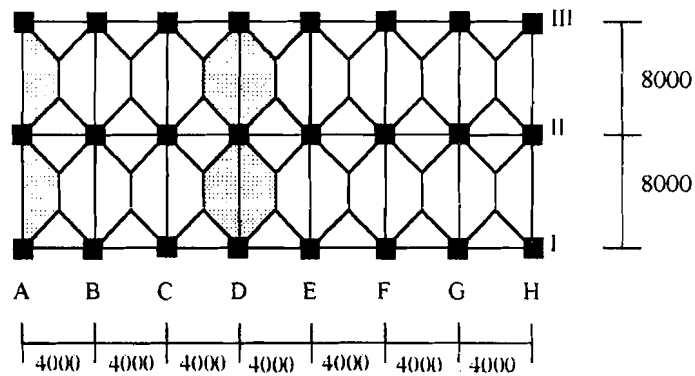
Gambar 4.7 Pembebanan papan catur (beban mati dan beban gempa)

BAB V

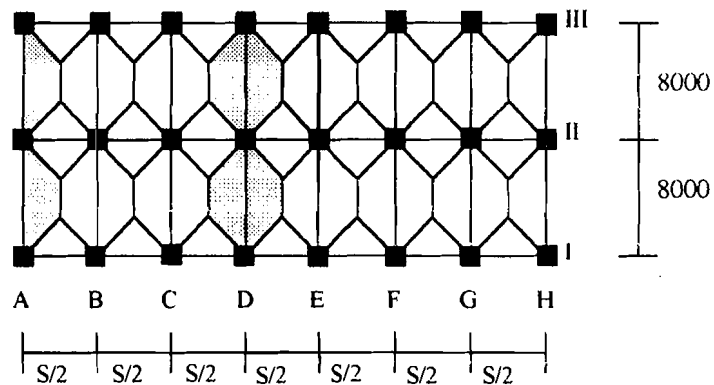
ANALISIS STRUKTUR

5.1 Perhitungan struktur

Perhitungan pembebanan pada portal didasarkan pada kondisi penempatan dan metode pembebanan sebagai berikut,



Gambar 5.1 Pembagian pembebanan pada salah satu portal untuk bentang 4 m



Gambar 5.2 Pembagian pembebanan pada salah satu portal untuk bentang 6 m, 8m

5.1.1 Pembebanan beban atap dan lantai

1. Beban atap,

$$\text{a. berat plat 12 cm} = 0,12 \cdot 2400 \cdot 0,00981 = 2,83 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{b. berat plafond} = (11 + 7) \cdot 0,00981 = 0,177 \text{ kN/m}^2$$

$$3,01 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{c. beban hidup atap} = 100 \text{ kg/m}^2 = 0,981 \text{ kN/m}^2$$

2. Beban lantai

$$\text{a. berat plat 12 cm} = 0,12 \cdot 2400 \cdot 0,00981 = 2,83 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{b. berat plafond} = (11 + 7) \cdot 0,00981 = 0,177 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{c. berat tegel, 2 cm} = 0,02 \cdot 2400 \cdot 0,00981 = 0,471 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{d. berta pasir, 3 cm} = 0,03 \cdot 1600 \cdot 0,00981 = 0,471 \text{ kN/m}^2$$

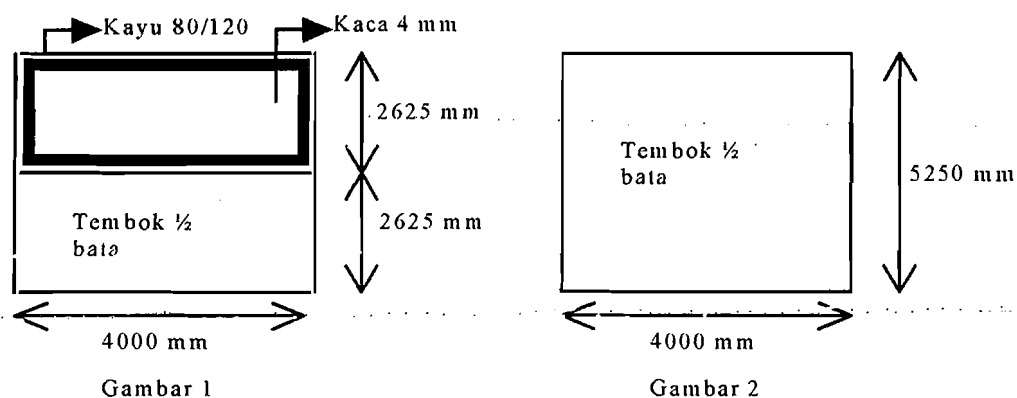
$$\text{e. berat spesi, 2 cm} = 0,02 \cdot 2100 \cdot 0,00981 = 0,412 \text{ kN/m}^2$$

$$4,307 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{f. beban hidup lantai untuk apartemen} = 250 \text{ kg/m}^2 = 2,453 \text{ kN/m}^2$$

170

5.2 Konversi Berat Tembok



a. Perhitungan gambar 1

1. kaca	$= 0,004.2,625.10.0,00981$	$= 0,001 \text{ kN}$
2. kayu bingkara	$= [(4 \times 2) + (2,625 \times 2)] \times 0,08 \times 0,12 \times 910 \times 0,00981$	$= 1,136 \text{ kN}$
3. tembok	$= 4 \times 2,625 \times 250 \times 0,00981$	$= \underline{25,751 \text{ kN}}$
		$26,888 \text{ kN}$

b. Perhitungan gambar 2

$$\text{Tembok penuh} = 4 \times 5,25 \times 250 \times 0,00981 = 51,5 \text{ kN}$$

$$\text{Nilai konversi tembok} = \frac{26,888}{51,5} = 0,522 \approx 0,5$$

5.3 Perhitungan Gaya Gempa Statik Ekuivalen

Pada perencanaan ini perhitungan gaya gempa didasarkan pada PPTGUG 1987 dengan tahapan sebagai berikut ini,

5.3.1 Berat bangunan total

Berat bangunan total ini diperoleh dengan akumulasi perhitungan berat elemen setiap lantai sebagai berikut,

1. portal dengan jarak antar kolom untuk arah X sejauh 4m

a. Berat atap (lantai 10)

1. Beban tetap (mati)

a. Berat plat	$= 16.28.306,8.0,00981$	$= 1348,4 \text{ kN}$
b. Berat tembok penuh	$= 156.(1,75-0,6).250.0,00981$	$= 440 \text{ kN}$
c. Berat tembok $\frac{1}{2}$ penuh	$= 56.(1,75-0,6).0,5.250.0,00981$	$= 79 \text{ kN}$
d. Berat kolom	$= 24.1,75.0,6.0,4.2400.0,00981$	$= 237,3 \text{ kN}$

$$e. \text{ Berat balok} = (21.4+16.8).0,35.0,5.2400.0,00981 = \underline{873,5 \text{ kN}}$$

$$W_m = 2978,2 \text{ kN}$$

2. Beban hidup

$$a. \text{ Beban hidup atap} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$= 0,981 \text{ kN/m}^2$$

$$b. \text{ Koefisien reduksi} = 0,3$$

$$c. \text{ Beban hidup} = 0,3.16.28.0,981 = 131,8 \text{ kN}$$

$$\text{maka berat total} = 2978,2 + 131,8 = 3110 \text{ kN}$$

b. Berat lantai 9

1. Beban tetap (mati)

$$a. \text{ Berat plat} = 16.28.439.0,00981 = 1929,4 \text{ kN}$$

$$b. \text{ Berat tembok penuh} = 156.(3,5-0,6).250.0,00981 = 1109,5 \text{ kN}$$

$$c. \text{ Berat tembok } \frac{1}{2} \text{ penuh} = 56.(3,5-0,6).0,5.250.0,00981 = 199,1 \text{ kN}$$

$$d. \text{ Berat kolom} = 24.3,5.0,6.0,4.2400.0,00981 = 474,6 \text{ kN}$$

$$e. \text{ Berat balok} = (21.4+16.8).0,35.0,5.2400.0,00981 = \underline{873,5 \text{ kN}}$$

$$W_m = 4586,1 \text{ kN}$$

2. Beban hidup

$$a. \text{ Beban hidup atap} = 250 \text{ kg/m}^2 = 2,453 \text{ kN/m}^2$$

$$b. \text{ Koefisien reduksi} = 0,3$$

$$c. \text{ Beban hidup} = 0,3.16.28.250.0,00981 = 329,6 \text{ kN}$$

$$\text{maka berat total lantai 9} = 4910,5 + 329,6 = 4915,7 \text{ kN}$$

c. Berat lantai 6 - 8

1. Beban tetap (mati)

$$a. \text{ Berat plat} = 16.28.439.0,00981 = 1929,4 \text{ kN}$$

$$b. \text{ Berat tembok penuh} = 156.(3,5-0,6).250.0,00981 = 1109,5 \text{ kN}$$

$$c. \text{ Berat tembok } \frac{1}{2} \text{ penuh} = 56.(3,5-0,6).0,5.250.0,00981 = 199,1 \text{ kN}$$

$$d. \text{ Berat kolom} = 24.3,5.0,6.0,6.2400.0,00981 = 712 \text{ kN}$$

$$e. \text{ Berat balok} = (21.4+16.8).0,35.0,5.2400.0,00981 = 873,5 \text{ kN}$$

$$W_m = 4823,5 \text{ kN}$$

2. Beban hidup

$$a. \text{ Beban hidup atap} = 250 \text{ kg/m}^2 = 2,453 \text{ kN/m}^2$$

$$b. \text{ Koefisien reduksi} = 0,3$$

$$c. \text{ Beban hidup} = 0,3.16.28.250.0,00981 = 329,6 \text{ kN}$$

$$\text{maka berat total lantai 6-8} = 4823,5 + 329,6 = 5153,1 \text{ kN}$$

d. Berat lantai 1-5

1. Beban tetap (mati)

$$a. \text{ Berat plat} = 16.28.439.0,00981 = 1929,4 \text{ kN}$$

$$b. \text{ Berat tembok penuh} = 156.(3,5-0,6).250.0,00981 = 1109,5 \text{ kN}$$

$$c. \text{ Berat tembok } \frac{1}{2} \text{ penuh} = 56.(3,5-0,6).0,5.250.0,00981 = 199,1 \text{ kN}$$

$$d. \text{ Berat kolom} = 24.3,5.0,6.0,4.2400.0,00981 = 949,3 \text{ kN}$$

$$e. \text{ Berat balok} = (21.4+16.8).0,35.0,5.2400.0,00981 = 873,5 \text{ kN}$$

$$W_m = 5060,8 \text{ kN}$$

2. Beban hidup

$$a. \text{ Beban hidup atap} = 250 \text{ kg/m}^2 = 2,453 \text{ kN/m}^2$$

$$b. \text{ Koefisien reduksi} = 0,3$$

$$c. \text{ Beban hidup} = 0,3.16.28.250.0,00981 = 329,6 \text{ kN}$$

$$\text{maka berat total lantai 1-8} = 5060,8 + 329,6 = 5390,4 \text{ kN}$$

Tabel 5.1 Berat tiap lantai

Tingkat	Berat Total Tingkat (kN)
Atap	3110
9	4915,7
8	5153,1
7	5153,1
6	5153,1
5	5390,4
4	5390,4
3	5390,4
2	5390,4
1	5390,4
Jumlah	50437

2. portal dengan jarak antar kolom untuk arah X sejauh 6m

a. Berat atap (lantai 10)

1. Beban tetap (mati)

a. Berat plat $= 16.42.306,8.0,00981 = 2022,5 \text{ kN}$

b. Berat tembok penuh $= 170.(1,75-0,6).250.0,00981 = 479,5 \text{ kN}$

c. Berat tembok $\frac{1}{2}$ penuh $= 84.(1,75-0,6).0,5.250.0,00981 = 355,4 \text{ kN}$

d. Berat kolom $= 24.1,75.0,6.0,4.2400.0,00981 = 237,3 \text{ kN}$

e. Berat balok induk $= (21.6 + 16.8).0,35.0,7.2400.0,00981 = 1435,2 \text{ kN}$

f. Berat balok anak $= 14.8.0,35.0,7.2400.0,00981 = 633 \text{ kN}$

$$W_m = 5162,9 \text{ kN}$$

2. Beban hidup

a. Beban hidup atap	$= 100 \text{ kg/m}^2$	$= 0,981 \text{ kN/m}^2$
b. Koefisien reduksi	$= 0,3$	
c. Beban hidup	$= 0,3 \cdot 16 \cdot 42 \cdot 0,981$	$= 198 \text{ kN}$
maka berat total	$= 5162,9 + 198$	$= 5360,9 \text{ kN}$

b. Berat lantai 9

1. Beban tetap (mati)

a. Berat plat	$= 16 \cdot 42 \cdot 439 \cdot 0,00981$	$= 2894 \text{ kN}$
b. Berat tembok penuh	$= 170 \cdot (3,5 - 0,6) \cdot 250 \cdot 0,00981$	$= 1209,1 \text{ kN}$
c. Berat tembok $\frac{1}{2}$ penuh	$= 84 \cdot (3,5 - 0,6) \cdot 0,5 \cdot 250 \cdot 0,00981$	$= 298,7 \text{ kN}$
d. Berat kolom	$= 24 \cdot 3,5 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 2400 \cdot 0,00981$	$= 474,6 \text{ kN}$
e. Berat balok	$= (21,4 + 16,8) \cdot 0,35 \cdot 0,7 \cdot 2400 \cdot 0,00981$	$= 1197,9 \text{ kN}$
f. Berat balok anak	$= 14 \cdot 8 \cdot 0,35 \cdot 0,7 \cdot 2400 \cdot 0,00981$	$= 633 \text{ kN}$

$$W_m = 6706,9 \text{ kN}$$

2. Beban hidup

a. Beban hidup atap	$= 250 \text{ kg/m}^2$	$= 2,453 \text{ kN/m}^2$
b. Koefisien reduksi	$= 0,3$	
c. Beban hidup	$= 0,3 \cdot 16 \cdot 28 \cdot 250 \cdot 0,00981$	$= 329,6 \text{ kN}$
maka berat total lantai 9	$= 6706,9 + 329,6$	$= 7036,5 \text{ kN}$

c. Berat lantai 6-8

1. Beban tetap (mati)

a. Berat plat	$= 16 \cdot 42 \cdot 439 \cdot 0,00981$	$= 2894 \text{ kN}$
b. Berat tembok penuh	$= 170 \cdot (3,5 - 0,6) \cdot 250 \cdot 0,00981$	$= 1209,1 \text{ kN}$
c. Berat tembok $\frac{1}{2}$ penuh	$= 84 \cdot (3,5 - 0,6) \cdot 0,5 \cdot 250 \cdot 0,00981$	$= 298,7 \text{ kN}$

$$\begin{aligned}
 \text{d. Berat kolom} &= 24.3,5.0,6.0,6.2400.0,00981 = 712 \text{ kN} \\
 \text{e. Berat balok} &= (21.4+16.8).0,35.0,7.2400.0,00981 = 1197,9 \text{ kN} \\
 \text{f. Berat balok anak} &= 14.8.0,35.0,7.2400.0,00981 = \underline{633 \text{ kN}}
 \end{aligned}$$

$$W_m = 6944,7 \text{ kN}$$

2. Beban hidup

$$\text{a. Beban hidup atap} = 250 \text{ kg/m}^2 = 2,453 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{b. Koefisien reduksi} = 0,3$$

$$\text{c. Beban hidup} = 0,3.16.28.250.0,00981 = 329,6 \text{ kN}$$

$$\text{maka berat total lantai 6-8} = 6944,7 + 329,6 = 7274,3 \text{ kN}$$

d. Berat lantai 1-5

1. Beban tetap (mati)

$$\text{a. Berat plat} = 16.42.439.0,00981 = 2894 \text{ kN}$$

$$\text{b. Berat tembok penuh} = 170.(3,5-0,6).250.0,00981 = 1209,1 \text{ kN}$$

$$\text{c. Berat tembok } \frac{1}{2} \text{ penuh} = 84.(3,5-0,6).0,5.250.0,00981 = 298,7 \text{ kN}$$

$$\text{d. Berat kolom} = 24.3,5.0,6.0,8.2400.0,00981 = 949,3 \text{ kN}$$

$$\text{e. Berat balok} = (21.4+16.8).0,35.0,7.2400.0,00981 = 1197,9 \text{ kN}$$

$$\text{f. Berat balok anak} = 14.8.0,35.0,7.2400.0,00981 = \underline{633 \text{ kN}}$$

$$W_m = 7181,9 \text{ kN}$$

2. Beban hidup

$$\text{a. Beban hidup atap} = 250 \text{ kg/m}^2 = 2,453 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{b. Koefisien reduksi} = 0,3$$

$$\text{c. Beban hidup} = 0,3.16.28.250.0,00981 = 329,6 \text{ kN}$$

$$\text{maka berat total lantai 1-5} = 7181,9 + 329,6 = 7511,5 \text{ kN}$$

Tabel 5.2 Berat tiap lantai

Tingkat	Berat Total Tingkat (kN)
Atap	5360,9
9	7036,5
8	7274,3
7	7274,3
6	7274,3
5	7511,5
4	7511,5
3	7511,5
2	7511,5
1	7511,5
Jumlah	71777,8

2. portal dengan jarak antar kolom untuk arah X sejauh 8m

a. Berat atap (lantai 10)

1. Beban tetap (mati)

$$\text{a. Berat plat} = 16.56.306,8.0,00981 = 2696,7 \text{ kN}$$

$$\text{b. Berat tembok penuh} = 184.(1,75-0,6).250.0,00981 = 518,9 \text{ kN}$$

$$\text{c. Berat tembok } \frac{1}{2} \text{ penuh} = 112.(1,75-0,6).0,5.250.0,00981 = 157,9 \text{ kN}$$

$$\text{d. Berat kolom} = 24.1,75.0,6.0,4.2400.0,00981 = 237,9 \text{ kN}$$

$$\text{e. Berat balok induk} = (21.6 + 16.8).0,35.0,7.2400.0,00981 = 1435,2 \text{ kN}$$

$$\text{f. Berat balok anak} = 14.8.0,35.0,7.2400.0,00981 = 633 \text{ kN}$$

$$W_m = 5679,6 \text{ kN}$$

2. Beban hidup

$$\begin{aligned}
 \text{a. Beban hidup atap} &= 100 \text{ kg/m}^2 &= 0,981 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{b. Koefisien reduksi} &= 0,3 \\
 \text{c. Beban hidup} &= 0,3 \cdot 16 \cdot 42 \cdot 0,981 &= 198 \text{ kN} \\
 \text{maka berat total} &= 5679,6 + 198 &= 5877,6 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

b. Berat lantai 9

1. Beban tetap (mati)

$$\begin{aligned}
 \text{a. Berat plat} &= 16 \cdot 56 \cdot 439 \cdot 0,00981 &= 3858,7 \text{ kN} \\
 \text{b. Berat tembok penuh} &= 184 \cdot (3,5 - 0,6) \cdot 250 \cdot 0,00981 &= 1308,1 \text{ kN} \\
 \text{c. Berat tembok } \frac{1}{2} \text{ tiang} &= 112 \cdot (3,5 - 0,6) \cdot 0,5 \cdot 250 \cdot 0,00981 &= 398,3 \text{ kN} \\
 \text{d. Berat kolom} &= 24 \cdot 3,5 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 2400 \cdot 0,00981 &= 474,6 \text{ kN} \\
 \text{e. Berat balok induk} &= (21 \cdot 6 + 16 \cdot 8) \cdot 0,35 \cdot 0,7 \cdot 2400 \cdot 0,00981 &= 1197,9 \text{ kN f.} \\
 \text{Berat balok anak} &= 14 \cdot 8 \cdot 0,35 \cdot 0,7 \cdot 2400 \cdot 0,00981 &= \underline{633 \text{ kN}} \\
 &&W_m = 7870,6 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

2. Beban hidup

$$\begin{aligned}
 \text{a. Beban hidup atap} &= 250 \text{ kg/m}^2 &= 2,453 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{b. Koefisien reduksi} &= 0,3 \\
 \text{c. Beban hidup} &= 0,3 \cdot 16 \cdot 28 \cdot 250 \cdot 0,00981 &= 329,6 \text{ kN} \\
 \text{maka berat total lantai 9} &= 7870,6 + 329,6 &= 7870,6 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

c. Berat lantai 6-8

1. Beban tetap (mati)

$$\begin{aligned}
 \text{a. Berat plat} &= 16 \cdot 56 \cdot 439 \cdot 0,00981 &= 3858,7 \text{ kN} \\
 \text{b. Berat tembok penuh} &= 184 \cdot (3,5 - 0,6) \cdot 250 \cdot 0,00981 &= 1308,1 \text{ kN} \\
 \text{c. Berat tembok } \frac{1}{2} \text{ penuh} &= 112 \cdot (3,5 - 0,6) \cdot 0,5 \cdot 250 \cdot 0,00981 &= 398,3 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d. Berat kolom} &= 24.3,5.0,6.0,6.2400.0,00981 = 712 \text{ kN} \\
 \text{e. Berat balok} &= (21.4+16.8).0,35.0,7.2400.0,00981 = 1197,9 \text{ kN} \\
 \text{f. Berat balok anak} &= 14.8.0,35.0,7.2400.0,00981 = \underline{633 \text{ kN}} \\
 &W_m = 8108 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

2. Beban hidup

$$\begin{aligned}
 \text{a. Beban hidup atap} &= 250 \text{ kg/m}^2 = 2,453 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{b. Koefisien reduksi} &= 0,3 \\
 \text{c. Beban hidup} &= 0,3.16.28.250.0,00981 = 329,6 \text{ kN} \\
 \text{maka berat total lantai 6-8} &= 8108 + 329,6 = 8437,6 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

d. Berat lantai 1-5

1. Beban tetap (mati)

$$\begin{aligned}
 \text{a. Berat plat} &= 16.56.439.0,00981 = 3858,7 \text{ kN} \\
 \text{b. Berat tembok penuh} &= 184.(3,5-0,6).250.0,00981 = 1308,1 \text{ kN} \\
 \text{c. Berat tembok } \frac{1}{2} \text{ penuh} &= 112.(3,5-0,6).0,5.250.0,00981 = 398,3 \text{ kN} \\
 \text{d. Berat kolom} &= 24.3,5.0,6.0,6.2400.0,00981 = 949,3 \text{ kN} \\
 \text{e. Berat balok} &= (21.4+16.8).0,35.0,7.2400.0,00981 = 1197,9 \text{ kN} \\
 \text{f. Berat balok anak} &= 14.8.0,35.0,7.2400.0,00981 = \underline{633 \text{ kN}} \\
 &W_m = 8345,3 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

2. Beban hidup

$$\begin{aligned}
 \text{a. Beban hidup atap} &= 250 \text{ kg/m}^2 = 2,453 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{b. Koefisien reduksi} &= 0,3 \\
 \text{c. Beban hidup} &= 0,3.16.28.250.0,00981 = 329,6 \text{ kN} \\
 \text{maka berat total lantai 1-5} &= 8345,3 + 329,6 = 8674,9 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.3 Berat tiap lantai

Tingkat	Berat Total Tingkat (kN)
Atap	5877,6
9	8200,2
8	8437,6
7	8437,6
6	8437,6
5	8674,9
4	8674,9
3	8674,9
2	8674,9
1	8674,9
Jumlah	82765,1

5.3.2 Waktu getar bangunan (T)

$$T_x = T_y = T = 0,06.H^{3/4}$$

$$H = 9.3,5 + 1,5 = 36,5 \text{ m}$$

$$T_x = T_y = 0,06.36,5^{3/4} = 0,891 \text{ det}$$

5.3.3 Koefisien gempa dasar (C)

Nilai koefisien gempa dasar diperoleh dari gambar pada peraturan tahan gempa PPTGUG 1987. Untuk $T = 0,891$ detik, wilayah gempa 3 dan jenis tanah lunak, maka diperoleh $C = 0,07$.

5.3.4 Faktor keutamaan (I) dan faktor jenis struktur (K)

Berdasarkan Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung 1987 diperoleh $I = 1,0$ dan $K = 1,0$ untuk bangunan apartemen yang

menggunakan struktur rangka beton bertulang dengan daktilitas penuh.

5.3.5 Gaya geser horisontal akibat gempa

Gaya horisontal akibat gempa dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut ini,

- Untuk jarak kolom arah X sejauh 4 m

$$V_x = V_y = C.I.K.W_t = 0,07.1.1.50437 = 3530,59 \text{ kN}$$

- Untuk jarak kolom arah X sejauh 6 m

$$V_x = V_y = C.I.K.W_t = 0,07.1.1.71777,8 = 5024,4 \text{ kN}$$

- Untuk jarak kolom arah X sejauh 8 m

$$V_x = V_y = C.I.K.W_t = 0,07.1.1.82765,1 = 5793,6 \text{ kN}$$

Evaluasi rasio lebar bangunan terhadap tinggi total bangunan

a. arah x

- untuk 4 m : $H/B = 36,5/28 = 1,30 < 3$ sehingga menggunakan persamaan 3-2
- untuk 6 m : $H/B = 36,5/42 = 0,87 < 3$ sehingga menggunakan persamaan 3-2
- untuk 8 m : $H/B = 36,5/56 = 0,65 < 3$ sehingga menggunakan persamaan 3-2

b. arah y

- untuk 4 m : $H/B = 36,5/16 = 2,28 < 3$ sehingga menggunakan persamaan 3-2
- untuk 6 m : $H/B = 36,5/16 = 2,28 < 3$ sehingga menggunakan persamaan 3-2
- untuk 8 m : $H/B = 36,5/16 = 2,28 < 3$ sehingga menggunakan persamaan 3-2

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} \cdot V \quad (\text{ dari pers. 3-2})$$

dengan :

$$V = C.I.K.W_{total}$$

Selanjutnya dihitung gaya geser horisontal pada tabel 5.4, 5.5 dan 5.6 dengan menggunakan persamaan sebagai berikut ini

Tabel 5.4 Gaya Geser Horisontal untuk 4 m

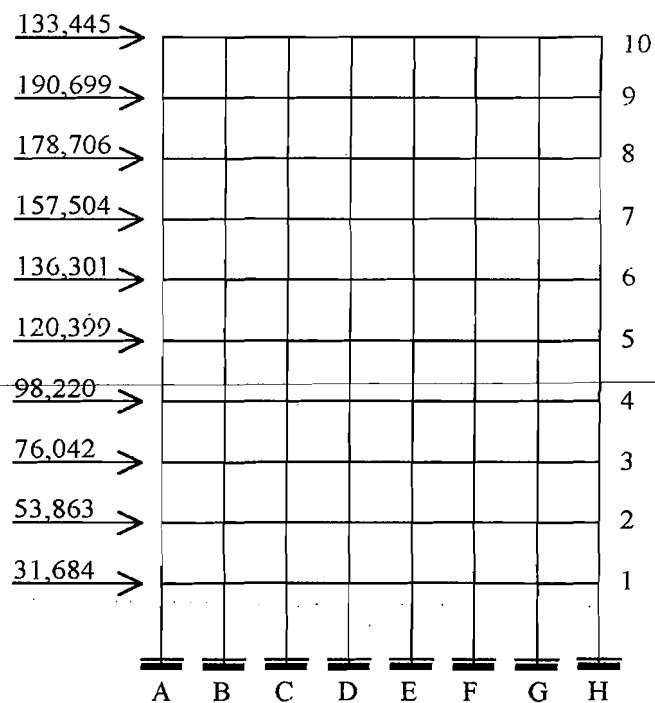
Lantai	Hi (m)	Wi (kN)	Wi.hi (kN-m)	Fi (kN)	Fix (kN)	Fiy (kN)
1	5	5390.4	26952	95.052	31.684	11.882
2	8.5	5390.4	45818.4	161.588	53.863	20.199
3	12	5390.4	64684.8	228.125	76.042	28.516
4	15.5	5390.4	83551.2	294.661	98.220	36.833
5	19	5390.4	102417.6	361.198	120.399	45.150
6	22.5	5153.1	115944.8	408.904	136.301	51.113
7	26	5153.1	133980.6	472.511	157.504	59.064
8	29.5	5153.1	152016.5	536.119	178.706	67.015
9	33	4915.7	162218.1	572.097	190.699	71.512
10	36.5	3110	113515	400.335	133.445	50.042
		Σ	1001099	3530.590	1176.863	441.324

Tabel 5.5 Gaya Geser Horisontal untuk 6 m

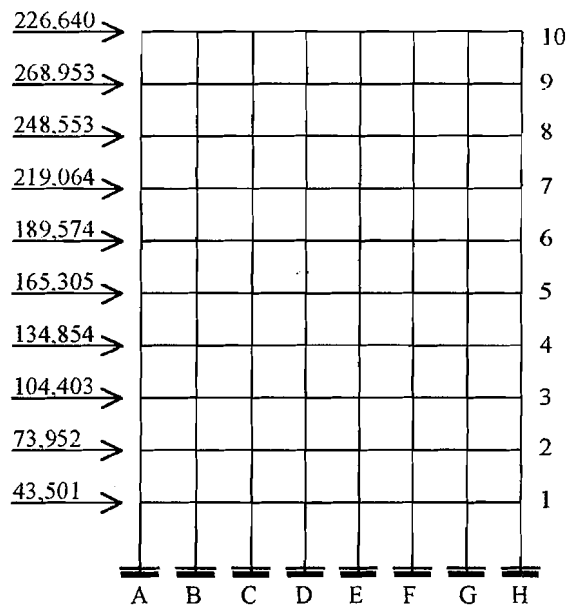
Lantai	Hi (m)	Wi (kN)	Wi.hi (kN-m)	Fi (kN)	Fix (kN)	Fiy (kN)
1	5	7511.5	37557.5	130.5	43.501	16.313
2	8.5	7511.5	63847.8	221.9	73.952	27.732
3	12	7511.5	90138.0	313.2	104.403	39.151
4	15.5	7511.5	116428.3	404.6	134.854	50.570
5	19	7511.5	142718.5	495.9	165.305	61.989
6	22.5	7274.3	163671.8	568.7	189.574	71.090
7	26	7274.3	189131.8	657.2	219.064	82.149
8	29.5	7274.3	214591.9	745.7	248.553	93.207
9	33	7036.5	232204.5	806.9	268.953	100.857
10	36.5	5360.9	195672.9	679.9	226.640	84.990
		Σ	1445962.8	5024.4	1674.8	628.05

Tabel 5.6 Gaya Geser Horizontal untuk 8 m

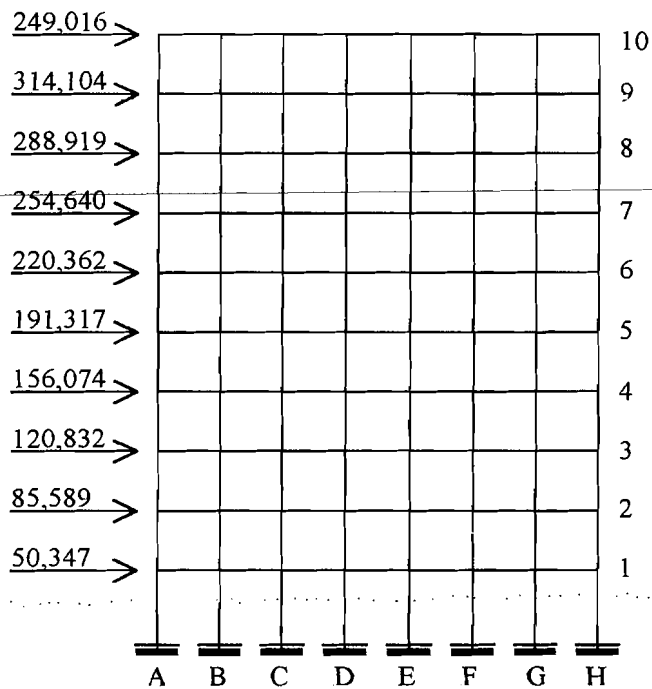
Lantai	hi (m)	Wi (kN)	Wi.hi (Kn-m)	Fi (kN)	Fix (kN)	Fiy (kN)
1	5	8674.9	43374.5	151.0	50.347	18.880
2	8.5	8674.9	73736.7	256.8	85.589	32.096
3	12	8674.9	104098.8	362.5	120.832	45.312
4	15.5	8674.9	134461.0	468.2	156.074	58.528
5	19	8674.9	164823.1	574.0	191.317	71.744
6	22.5	8437.6	189846.0	661.1	220.362	82.636
7	26	8437.6	219377.6	763.9	254.640	95.490
8	29.5	8437.6	248909.2	866.8	288.919	108.345
9	33	8200.2	270606.6	942.3	314.104	117.789
10	36.5	5877.6	214532.4	747.0	249.016	93.381
		Σ	1663765.8	5793.6	1931.2	724.2



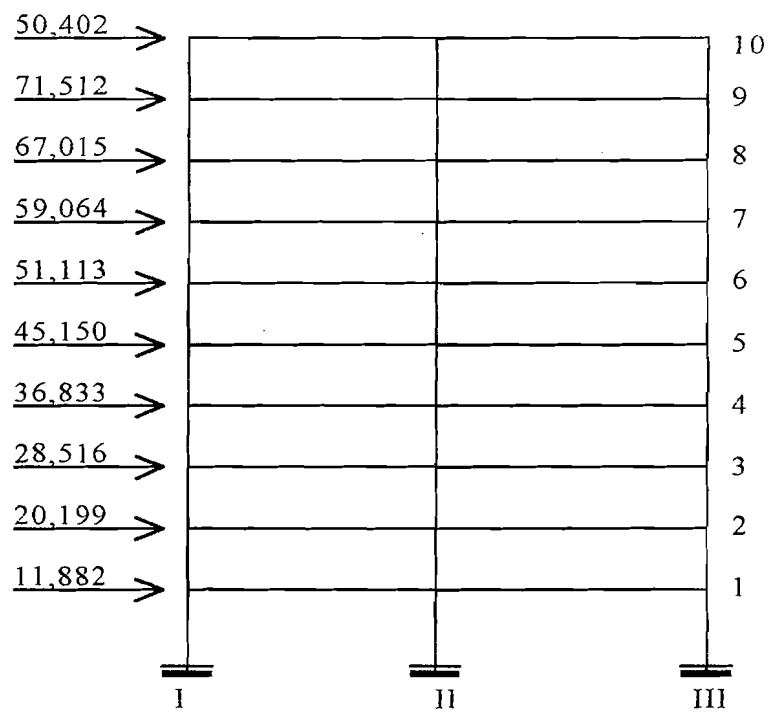
Gambar 5.3 Distribusi beban gempa untuk portal arah X pada jarak 4 m



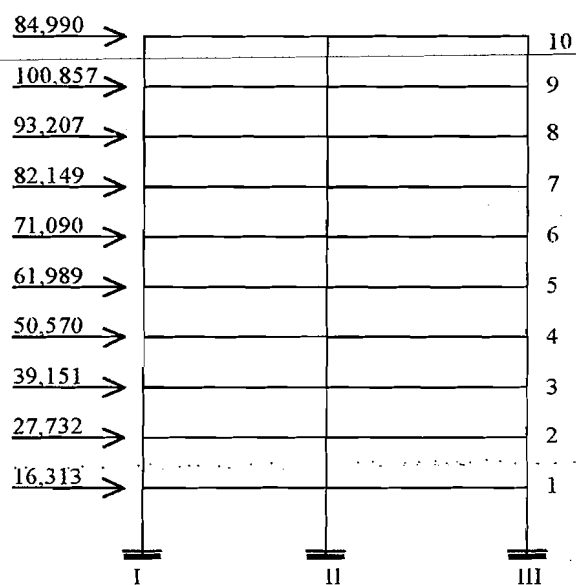
Gambar 5.4 Distribusi beban gempa untuk portal arah X pada jarak 6 m



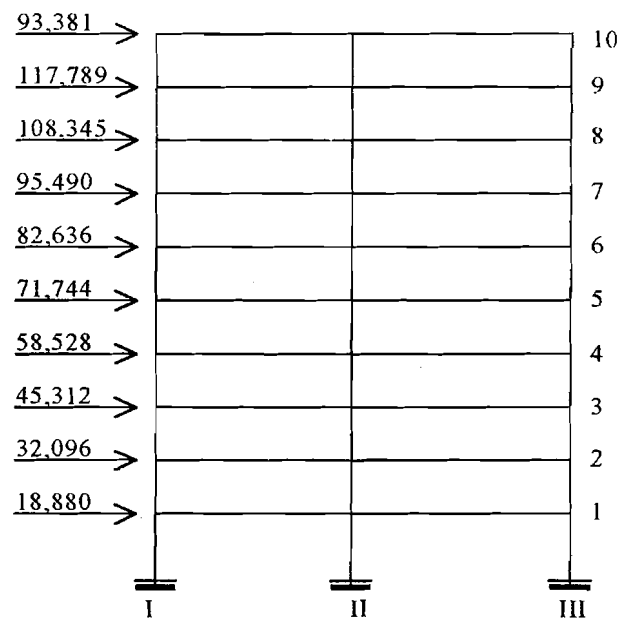
Gambar 5.5 Distribusi beban gempa untuk portal arah X pada jarak 8m



Gambar 5.6 Distribusi beban gempa untuk portal arah Y pada jarak 4 m



Gambar 5.7 Distribusi beban gempa untuk portal arah Y pada jarak 6 m



Gambar 5.8 Distribusi beban gempa untuk portal arah Y pada jarak 8 m

5.3.6 Waktu getar struktur dengan cara T Rayleigh

Waktu getar struktur yang sebenarnya untuk tiap arah dapat dihitung berdasarkan besar simpangan tadi dengan rumus T Rayleigh:

$$T_x = 6,3 \cdot \sqrt{\left(\frac{\sum W_i \cdot d_{ix}^2}{g \cdot \sum F_{ix} \cdot d_{ix}} \right)} \text{ untuk portal arah X dan}$$

$$T_y = 6,3 \cdot \sqrt{\left(\frac{\sum W_i \cdot d_{iy}^2}{g \cdot \sum F_{iy} \cdot d_{iy}} \right)} \text{ untuk portal arah Y}$$

Dengan :

W_i = berat lantai ke-i

F_i = gaya gempa lantai ke-i (X atau Y)

di = deformasi lateral lokal total akibat Fi yang terjadi pada lantai ke-i; dari

hasil perhitungan analisa struktur

g = percepatan gravitasi = 9,81 m/det²

Untuk tahapan perhitungan ini ditabelkan untuk kesepuluh tingkat seperti pada Tabel

5.7a, 5.7b, 5.8a, 5.8b, 5.9a dan 5.9b

Tabel 5.7a Waktu getar bangunan dalam arah X untuk 4m (Tx)

Lantai	Wi (m)	dix (m)	Dix ² (m ²)	Fix (kN)	Wi.dix ² (kN-m ²)	Fix.dix (kN)
1	5390.4	0.007838	6.143E-05	95.052	0.331	0.745
2	5390.4	0.013877	1.926E-04	161.588	1.038	2.242
3	5390.4	0.019581	3.834E-04	228.125	2.067	4.467
4	5390.4	0.024937	6.219E-04	294.661	3.352	7.348
5	5390.4	0.02985	8.910E-04	361.198	4.803	10.782
6	5153.1	0.034553	1.194E-03	408.904	6.152	14.129
7	5153.1	0.038528	1.484E-03	472.511	7.649	18.205
8	5153.1	0.041711	1.740E-03	536.119	8.965	22.362
9	4915.7	0.045259	2.048E-03	572.097	10.069	25.893
10	3110	0.046969	2.206E-03	400.335	6.861	18.803
				Σ	51.288	124.976

$$T_x = 6,3 \cdot \sqrt{\left(\frac{\sum W_i \cdot d_{ix}^2}{g \sum F_{ix} \cdot d_{ix}} \right)}$$

$$= 1,29 \text{ detik}$$

Tabel 5.7b Waktu getar bangunan dalam arah Y untuk 4m (Ty)

Lantai	Wi (m)	diy (m)	Diy ² (m ²)	Fiy (kN)	Wi.diy ² (kN-m ²)	Fiy.diy (kN)
1	5390.4	0.008492	7.211E-05	95.052	0.389	0.807
2	5390.4	0.018115	3.282E-04	161.588	1.769	2.927
3	5390.4	0.028271	7.992E-04	228.125	4.308	6.449
4	5390.4	0.03817	1.457E-03	294.661	7.854	11.247
5	5390.4	0.047472	2.254E-03	361.198	12.148	17.147
6	5153.1	0.056568	3.200E-03	408.904	16.490	23.131
7	5153.1	0.064153	4.116E-03	472.511	21.208	30.313
8	5153.1	0.070105	4.915E-03	536.119	25.326	37.585
9	4915.7	0.076911	5.915E-03	572.097	29.078	44.001
10	3110	0.076911	5.915E-03	400.335	18.397	30.790
				Σ	136.965	204.397

$$T_y = 6,3 \cdot \sqrt{\left(\frac{\sum W_i \cdot d_{iy}^2}{g \sum F_{iy} \cdot d_{iy}} \right)}$$

$$= 1,65 \text{ detik}$$

Tabel 5.8a Waktu getar bangunan dalam arah X untuk 6m (Tx)

Lantai	Wi (kN)	Dix (m)	dix ² (m ²)	Fix (kN)	Wi.dix ² (kN-m ²)	Fix.dix (kN-m)
1	7511.5	0.011959	0.000143	130.504	1.0743	1.5607
2	7511.5	0.022204	0.000493	221.8568	3.7033	4.9261
3	7511.5	0.032017	0.001025	313.2096	7.7000	10.0280
4	7511.5	0.041225	0.0017	404.5624	12.7658	16.6781
5	7511.5	0.049658	0.002466	495.9151	18.5227	24.6262
6	7274.3	0.057578	0.003315	568.723	24.1159	32.7459
7	7274.3	0.064247	0.004128	657.1911	30.0260	42.2226
8	7274.3	0.069588	0.004842	745.6591	35.2257	51.8889
9	7036.5	0.075167	0.00565	806.8592	39.7568	60.6492
10	5360.9	0.077887	0.006066	679.9198	32.5213	52.9569
				Σ	205.4118	298.2826

$$T_x = 6,3 \cdot \sqrt{\left(\frac{\sum W_i \cdot d_{ix}^2}{g \sum F_{ix} \cdot d_{ix}} \right)}$$

$$= 1,67 \text{ detik}$$

Tabel 5.8b Waktu getar bangunan arah Y untuk 6m (Ty)

Lantai	Wi (kN)	Diy (m)	diy ² (m)	Fiy (kN)	Wi.diy ² (kN-m ²)	Fix.diy (kN-m)
1	7511.5	0.010524	0.000111	130.504	0.8319	1.3734
2	7511.5	0.022007	0.000484	221.8568	3.6379	4.8824
3	7511.5	0.03402	0.001157	313.2096	8.6935	10.6554
4	7511.5	0.04573	0.002091	404.5624	15.7083	18.5006
5	7511.5	0.056725	0.003218	495.9151	24.1699	28.1308
6	7274.3	0.067605	0.00457	568.723	33.2467	38.4485
7	7274.3	0.076751	0.005891	657.1911	42.8508	50.4401
8	7274.3	0.084009	0.007058	745.6591	51.3385	62.6421
9	7036.5	0.089518	0.008013	806.8592	56.3868	72.2284
10	5360.9	0.092615	0.008578	679.9198	45.9833	62.9708
				Σ	282.8477	350.2725

$$T_y = 6,3 \cdot \sqrt{\left(\frac{\sum W_i \cdot d_{iy}^2}{g \sum F_{iy} \cdot d_{iy}} \right)}$$

$$= 1,81 \text{ detik}$$

Tabel 5.9a Waktu getar bangunan dalam arah X pada jarak 8m

Lantai	Wi (kN)	Dix (m)	dix ² (m ²)	Fix (kN)	Wi.dix ² (kN-m ²)	Fix.dix (kN-m)
1	8674.9	0.01542	0.000238	151.0396	2.0627	2.3290
2	8674.9	0.029701	0.000882	256.7673	7.6526	7.6262
3	8674.9	0.043598	0.001901	362.495	16.4891	15.8041
4	8674.9	0.05667	0.003211	468.2227	27.8593	26.5342
5	8674.9	0.068634	0.004711	573.9504	40.8642	39.3925
6	8437.6	0.079708	0.006353	661.0857	53.6072	52.6938
7	8437.6	0.088988	0.007919	763.9213	66.8162	67.9798
8	8437.6	0.096395	0.009292	866.7568	78.4021	83.5510
9	8200.2	0.103566	0.010726	942.312	87.9547	97.5915
10	5877.6	0.106872	0.011422	747.0492	67.1317	79.8386
				Σ	448.8398	473.3408

$$T_x = 6,3 \cdot \sqrt{(\Sigma Wi.dix^2 / g \Sigma Fix.dix)}$$

= 1,96 detik

Tabel 5.9b Waktu getar bangunan dalam arah Y pada jarak 8m

Lantai	Wi (kN)	Diy (m)	diy ² (m ²)	Fiy (kN)	Wi.diy ² (kN-m ²)	Fix.diy (kN-m)
1	8674.9	0.012326	0.000152	151.0396	1.3180	1.8617
2	8674.9	0.025872	0.000669	256.7673	5.8066	6.6431
3	8674.9	0.040124	0.00161	362.495	13.9660	14.5447
4	8674.9	0.053998	0.002916	468.2227	25.2941	25.2831
5	8674.9	0.067029	0.004493	573.9504	38.9753	38.4713
6	8437.6	0.079892	0.006383	661.0857	53.8549	52.8155
7	8437.6	0.090678	0.008222	763.9213	69.3782	69.2709
8	8437.6	0.099207	0.009842	866.7568	83.0431	85.9883
9	8200.2	0.10563	0.011158	942.312	91.4953	99.5364
10	5877.6	0.109188	0.011922	747.0492	70.0729	81.5688
				Σ	453.2045	475.9838

$$T_y = 6,3 \cdot \sqrt{(\Sigma Wi.diy^2 / g \Sigma Fix.diy)}$$

= 1,96 detik

Dengan cara yang sama pada langkah 5.5.3 diperoleh koefisien gempa dasar (C) sebagai berikut :

- ✓ pada jarak 4m untuk $T_x = 1,29$, zone 3 dan jenis tanah lunak, $C = 0,05985$
- ✓ pada jarak 4m untuk $T_y = 1,65$, zone 3 dan jenis tanah lunak, $C = 0,04725$
- ✓ pada jarak 6m untuk $T_x = 1,67$, zone 3 dan jenis tanah lunak, $C = 0,04655$
- ✓ pada jarak 6m untuk $T_y = 1,81$, zone 3 dan jenis tanah lunak, $C = 0,04165$
- ✓ pada jarak 8m untuk $T_x = 1,96$, zone 3 dan jenis tanah lunak, $C = 0,0364$
- ✓ pada jarak 8m untuk $T_y = 1,96$, zone 3 dan jenis tanah lunak, $C = 0,0364$

Karena koefisien gempa dasar C pada jarak 4m, 6m dan 8m untuk perhitungan periode bangunan dengan cara empiris maupun cara T Rayleigh tidak tetap, maka koefisien gempa dasar yang digunakan adalah

- Untuk jarak kolom arah X sejauh 4 m

$$C_x = 0,05985 \Rightarrow V_x = C_x \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,05985 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 50437 = 3026,22 \text{ kN}$$

$$C_y = 0,04725 \rightarrow V_y = C_y \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,04725 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 50437 = 2521,85 \text{ kN}$$

- Untuk jarak kolom arah X sejauh 6 m

$$C_x = 0,04655 \Rightarrow V_x = C_x \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,04655 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 71777,8 = 3588,89 \text{ kN}$$

$$C_y = 0,04165 \Rightarrow V_y = C_y \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,04165 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 71777,8 = 2871,112 \text{ kN}$$

- Untuk jarak kolom arah X sejauh 8 m

$$C_x = 0,0364 \Rightarrow V_x = C_x \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,0364 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 82765,1 = 3310,604 \text{ kN}$$

$$C_y = 0,0364 \Rightarrow V_y = C_y \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,0364 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 82765,1 = 3310,604 \text{ kN}$$

Tabel 5.10 Gaya Geser Horizontal untuk 4 m

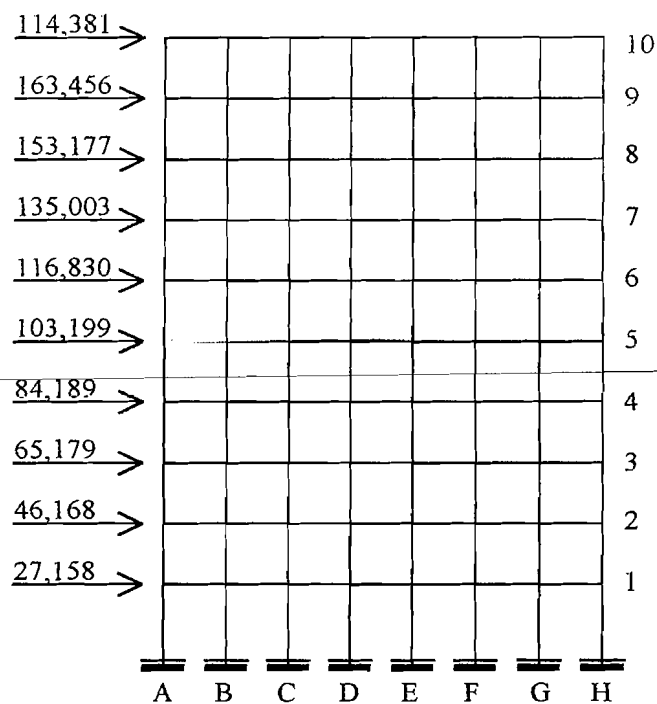
Lantai	Hi (m)	Wi (kN)	Wi.hi (kN-m)	Fixtotal (kN)	Fiytotal (kN)	Fix (kN)	Fiy (kN)
1	5	5390.4	26952	95.052	81.473	31.684	10.184
2	8.5	5390.4	45818.4	161.588	138.504	53.863	17.313
3	12	5390.4	64684.8	228.125	195.536	76.042	24.442
4	15.5	5390.4	83551.2	294.661	252.567	98.220	31.571
5	19	5390.4	102417.6	361.198	309.598	120.399	38.700
6	22.5	5153.1	115944.8	408.904	350.489	136.301	43.811
7	26	5153.1	133980.6	472.511	405.010	157.504	50.626
8	29.5	5153.1	152016.5	536.119	459.530	178.706	57.441
9	33	4915.7	162218.1	572.097	490.369	190.699	61.296
10	36.5	3110	113515	400.335	343.144	133.445	42.893
		Σ	1001099	3530.590	3026.220	1176.863	378.278

Tabel 5.11 Gaya Geser Horizontal untuk 6 m

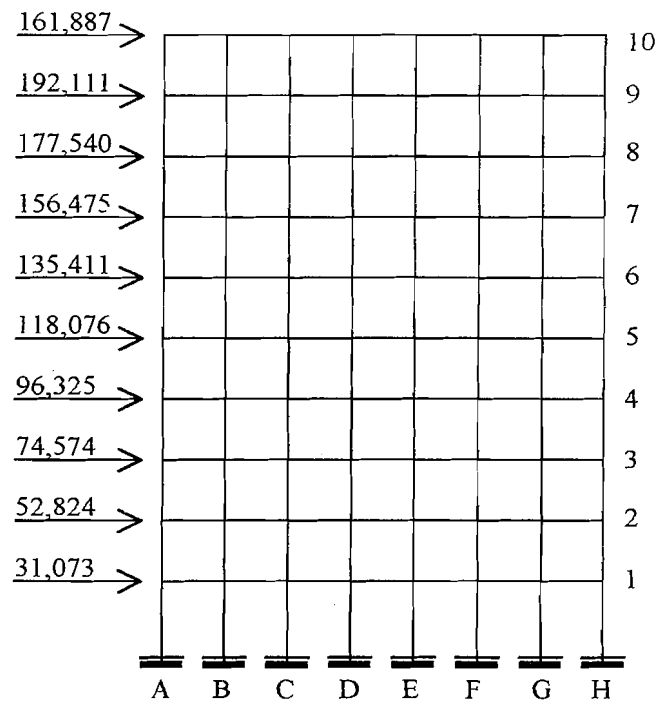
Lantai	hi (m)	Wi (kN)	Wi.hi (kN-m)	Fixtotal (kN)	Fiytotal (kN)	Fix (kN)	Fiy (kN)	
1	5	7511.5	37557.5	93.2	93.2	31.073	11.652	
2	8.5	7511.5	63847.8	158.5	158.5	52.824	19.809	
3	12	7511.5	90138.0	223.7	223.7	74.574	27.965	
4	15.5	7511.5	116428.3	289.0	289.0	96.325	36.122	
5	19	7511.5	142718.5	354.2	354.2	118.076	44.279	
6	22.5	7274.3	163671.8	406.2	406.2	135.411	50.779	
7	26	7274.3	189131.8	469.4	469.4	156.475	58.678	
8	29.5	7274.3	214591.9	532.6	532.6	177.540	66.577	
9	33	7036.5	232204.5	576.3	576.3	192.111	72.042	
10	36.5	5360.9	195672.9	485.7	485.7	161.887	60.708	
		Σ	71777.8	1445962.8	3588.9	3588.9	1196.297	448.6113

Tabel 5.12 Gaya Geser Horizontal untuk 8 m

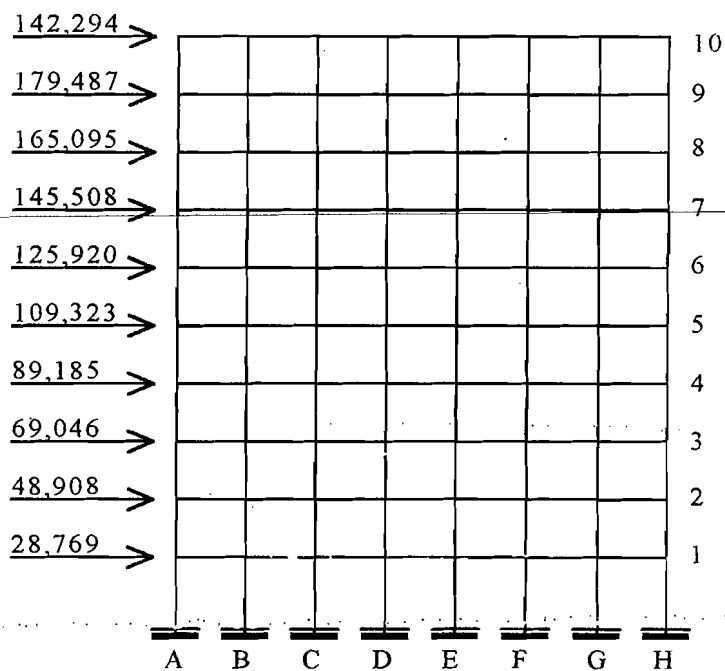
Lantai	h_i (m)	W_i (kN)	$W_i \cdot h_i$ (kN-m)	$F_{ixtotal}$ (kN)	$F_{iytotal}$ (kN)	Fix (kN)	Fiy (kN)
1	5	8674.9	43374.5	107.9	107.9	35.962	13.486
2	8.5	8674.9	73736.7	183.4	183.4	61.135	22.925
3	12	8674.9	104098.8	258.9	258.9	86.308	32.365
4	15.5	8674.9	134461.0	334.4	334.4	111.481	41.805
5	19	8674.9	164823.1	410.0	410.0	136.654	51.245
6	22.5	8437.6	189846.0	472.2	472.2	157.400	59.025
7	26	8437.6	219377.6	545.7	545.7	181.885	68.207
8	29.5	8437.6	248909.2	619.1	619.1	206.369	77.388
9	33	8200.2	270606.6	673.1	673.1	224.358	84.134
10	36.5	5877.6	214532.4	533.6	533.6	177.868	66.700
	Σ	82765.1	1663765.8	4138.3	4138.3	1379.418	517.2819



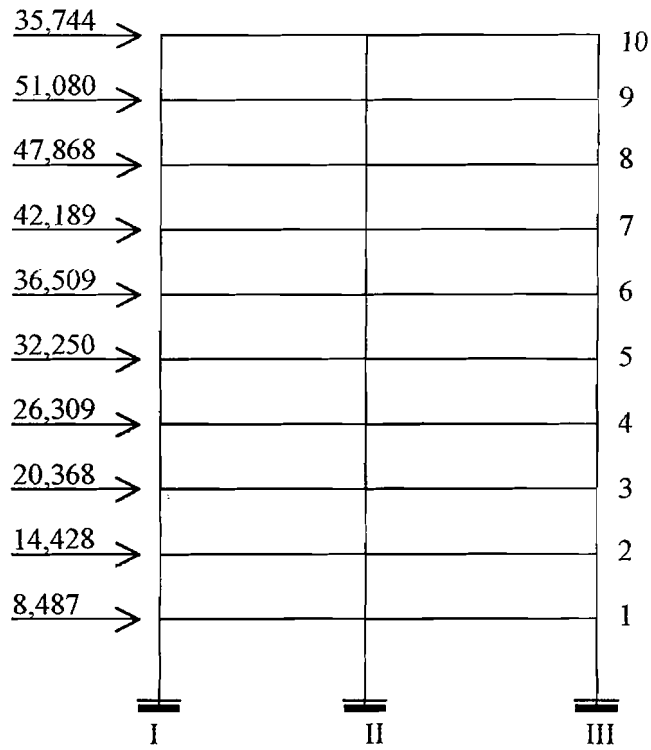
Gambar 5.9 Distribusi beban gempa untuk portal arah X pada bentang 4 m



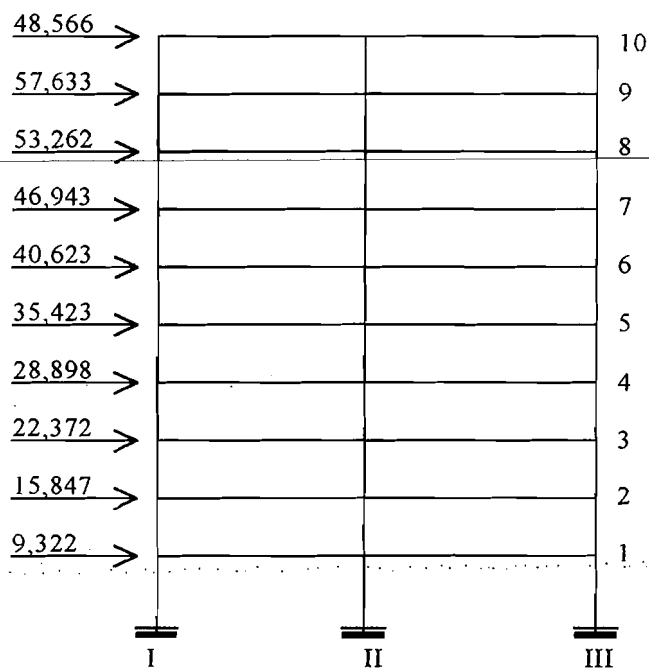
Gambar 5.10 Distribusi beban gempa untuk portal arah X pada jarak 6 m



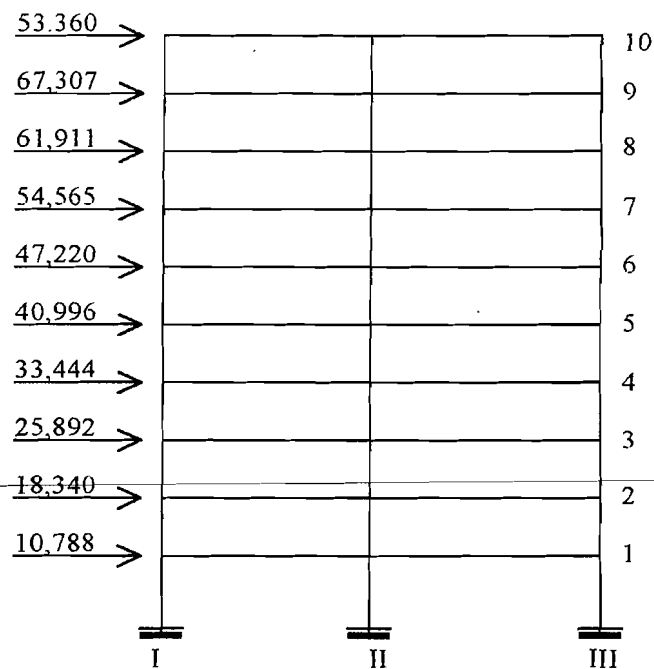
Gambar 5.11 Distribusi beban gempa untuk portal arah X pada jarak 8 m



Gambar 5.12 Distribusi beban gempa untuk portal arah Y pada jarak 4 m



Gambar 5.13 Distribusi beban gempa untuk portal arah Y pada jarak 6 m



Gambar 5.14 Distribusi beban gempa untuk portal arah Y pada jarak 8 m

Tabel 5.13a Waktu getar bangunan dalam arah X untuk 4m (T_x)

Lantai	W_i (m)	d_{ix} (m)	d_{ix}^2 (m^2)	Fix (kN)	$W_i \cdot d_{ix}^2$ ($kN \cdot m^2$)	Fix $\cdot d_{ix}$ (kN)
1	5390.4	0.0081	6.624E-05	81.473	0.357	0.663
2	5390.4	0.0157	2.471E-04	138.504	1.332	2.177
3	5390.4	0.0231	5.355E-04	195.536	2.886	4.525
4	5390.4	0.0301	9.081E-04	252.567	4.895	7.611
5	5390.4	0.0365	1.335E-03	309.598	7.197	11.312
6	5153.1	0.0425	1.803E-03	350.489	9.289	14.881
7	5153.1	0.0474	2.249E-03	405.010	11.589	19.206
8	5153.1	0.0514	2.640E-03	459.530	13.606	23.613
9	4915.7	0.0551	3.041E-03	490.369	14.949	27.041
10	3110	0.0569	3.239E-03	343.144	10.074	19.529
				Σ	76.174	130.560

$$T_x = 6,3 \cdot \sqrt{(\Sigma W_i \cdot d_{ix}^2 / g \Sigma \text{Fix} \cdot d_{ix})}$$

$$= 1,54 \text{ detik}$$

Tabel 5.13b Waktu getar bangunan dalam arah Y untuk 4m (Ty)

Lantai	Wi (m)	diy (m)	diy ² (m ²)	Fiy (kN)	Wi.diy ² (kN-m ²)	Fiy.diy (kN)
1	5390.4	0.0049	2.398E-05	67.894	0.129	0.332
2	5390.4	0.0101	1.012E-04	115.420	0.546	1.161
3	5390.4	0.0154	2.360E-04	162.946	1.272	2.503
4	5390.4	0.0205	4.185E-04	210.472	2.256	4.306
5	5390.4	0.0252	6.356E-04	257.998	3.426	6.504
6	5153.1	0.0300	8.989E-04	292.074	4.632	8.757
7	5153.1	0.0340	1.154E-03	337.508	5.946	11.465
8	5153.1	0.0371	1.376E-03	382.942	7.091	14.205
9	4915.7	0.0394	1.556E-03	408.641	7.648	16.119
10	3110	0.0407	1.656E-03	285.954	5.152	11.638
				Σ	38.098	76.991

$$T_y = 6,3 \cdot \sqrt{(\sum W_i \cdot d_{iy}^2 / g \sum F_{iy} \cdot d_{iy})}$$

= 1,41 detik

Tabel 5.14a Waktu getar bangunan dalam arah X untuk 6m (Tx)

Lantai	Wi (m)	dix (m)	dix ² (m ²)	Fix (kN)	Wi.dix ² (kN-m ²)	Fix.dix (kN)
1	7511.5	0.00759	5.767E-05	93.218	0.433	0.708
2	7511.5	0.01352	1.828E-04	158.471	1.373	2.143
3	7511.5	0.01910	3.648E-04	223.723	2.740	4.273
4	7511.5	0.02432	5.917E-04	288.976	4.444	7.029
5	7511.5	0.02911	8.475E-04	354.228	6.366	10.312
6	7274.3	0.03368	1.135E-03	406.234	8.253	13.683
7	7274.3	0.03754	1.409E-03	469.426	10.253	17.624
8	7274.3	0.04063	1.651E-03	532.619	12.010	21.642
9	7036.5	0.04413	1.947E-03	576.333	13.700	25.431
10	5360.9	0.04582	2.100E-03	485.661	11.257	22.255
				Σ	70.829	125.099

$$T_x = 6,3 \cdot \sqrt{(\sum W_i \cdot d_{ix}^2 / g \sum F_{ix} \cdot d_{ix})}$$

= 1,51 detik

Tabel 5.14b Waktu getar bangunan arah Y untuk 6m (Ty)

Lantai	Wi (m)	d _{iy} (m)	d _{iy} ² (m ²)	F _{iy} (kN)	Wi.d _{iy} ² (kN-m ²)	F _{iy} .d _{iy} (kN)
1	7511.5	0.00558	3.114E-05	74.574	0.234	0.416
2	7511.5	0.01147	1.316E-04	126.776	0.988	1.454
3	7511.5	0.017528	3.072E-04	178.979	2.308	3.137
4	7511.5	0.023369	5.461E-04	231.181	4.102	5.402
5	7511.5	0.028836	8.315E-04	283.383	6.246	8.172
6	7274.3	0.034356	1.180E-03	324.988	8.586	11.165
7	7274.3	0.039009	1.522E-03	375.541	11.069	14.649
8	7274.3	0.042706	1.824E-03	426.095	13.267	18.197
9	7036.5	0.045555	2.075E-03	461.067	14.603	21.004
10	5360.9	0.047152	2.223E-03	388.529	11.919	18.320
				Σ	73.322	101.917

$$T_y = 6,3 \cdot \sqrt{(\Sigma W_i \cdot d_{iy}^2 / g \Sigma F_{iy} \cdot d_{iy})}$$

$$= 1,71 \text{ detik}$$

Tabel 5.15a Waktu getar bangunan dalam arah X pada jarak 8m

Lantai	Wi (m)	d _{ix} (m)	d _{ix} ² (m ²)	Fix (kN)	Wi.d _{ix} ² (kN-m ²)	Fix.d _{ix} (kN)
1	8674.9	0.00773	5.975E-05	86.308	0.518	0.667
2	8674.9	0.014267	2.035E-04	146.723	1.766	2.093
3	8674.9	0.020488	4.198E-04	207.138	3.641	4.244
4	8674.9	0.026312	6.923E-04	267.554	6.006	7.040
5	8674.9	0.031636	1.001E-03	327.969	8.682	10.376
6	8437.6	0.036636	1.342E-03	377.760	11.325	13.840
7	8437.6	0.040831	1.667E-03	436.523	14.067	17.824
8	8437.6	0.047663	2.272E-03	495.286	19.168	23.607
9	8200.2	0.047663	2.272E-03	538.460	18.629	25.665
10	5877.6	0.049254	2.426E-03	426.882	14.259	21.026
				Σ	98.061	126.380

$$T_x = 6,3 \cdot \sqrt{(\Sigma W_i \cdot d_{ix}^2 / g \Sigma F_{ix} \cdot d_{ix})}$$

$$= 1,77 \text{ detik}$$

Tabel 5.15b Waktu getar bangunan dalam arah Y pada jarak 8m

Lantai	Wi (m)	diy (m)	diy ² (m ²)	Fiy (kN)	Wi . di ²² (kN-m ²)	Fiy.diy (kN)
1	8674.9	0.006434	4.140E-05	86.308	0.359	0.555
2	8674.9	0.013224	1.749E-04	146.723	1.517	1.940
3	8674.9	0.020206	4.083E-04	207.138	3.542	4.185
4	8674.9	0.026936	7.255E-04	267.554	6.294	7.207
5	8674.9	0.033232	1.104E-03	327.969	9.580	10.899
6	8437.6	0.039585	1.567E-03	377.760	13.221	14.954
7	8437.6	0.04493	2.019E-03	436.523	17.033	19.613
8	8437.6	0.052405	2.746E-03	495.286	23.172	25.955
9	8200.2	0.052405	2.746E-03	538.460	22.520	28.218
10	5877.6	0.054193	2.937E-03	426.882	17.262	23.134
				Σ	114.501	136.661

$$T_y = 6,3 \cdot \sqrt{\left(\frac{\sum W_i \cdot d_{iy}^2}{g \sum F_{iy} \cdot d_{iy}} \right)}$$

$$= 1,84 \text{ detik}$$

Dengan cara yang sama pada langkah 5.5.3 diperoleh koefisien gempa dasar (C) sebagai berikut :

- ✓ pada jarak 4m untuk $T_x = 1,54$, zone 3 dan jenis tanah lunak, $C = 0,0511$
- ✓ pada jarak 4m untuk $T_y = 1,41$, zone 3 dan jenis tanah lunak, $C = 0,05565$
- ✓ pada jarak 6m untuk $T_x = 1,51$, zone 3 dan jenis tanah lunak, $C = 0,05215$
- ✓ pada jarak 6m untuk $T_y = 1,71$, zone 3 dan jenis tanah lunak, $C = 0,04515$
- ✓ pada jarak 8m untuk $T_x = 1,77$, zone 3 dan jenis tanah lunak, $C = 0,04305$
- ✓ pada jarak 8m untuk $T_y = 1,84$, zone 3 dan jenis tanah lunak, $C = 0,0406$

Karena koefisien gempa dasar C pada jarak 4m, 6m dan 8m untuk perhitungan periode bangunan dengan cara empiris maupun cara T Rayleigh tidak tetap, maka koefisien gempa dasar yang digunakan adalah

- Untuk jarak kolom arah X sejauh 4 m

$$C_x = 0,0511 \Rightarrow V_x = C_x.I.K.W_t = 0,0511.1.1.50437 = 2577,331 \text{ kN}$$

$$C_y = 0,05565 \Rightarrow V_y = C_y.I.K.W_t = 0,05565.1.1.50437 = 2806,819 \text{ kN}$$

- Untuk jarak kolom arah X sejauh 6 m

$$C_x = 0,05215 \Rightarrow V_x = C_x.I.K.W_t = 0,05215.1.1.71777,8 = 3743,212 \text{ kN}$$

$$C_y = 0,04515 \Rightarrow V_y = C_y.I.K.W_t = 0,04515.1.1.71777,8 = 3240,768 \text{ kN}$$

- Untuk jarak kolom arah X sejauh 8 m

$$C_x = 0,04305 \Rightarrow V_x = C_x.I.K.W_t = 0,04305.1.1.82765,1 = 3563,038 \text{ kN}$$

$$C_y = 0,0406 \Rightarrow V_y = C_y.I.K.W_t = 0,0406.1.1.82765,1 = 3360,263 \text{ kN}$$

Tabel 5.16 Gaya Geser Horizontal untuk 4 m

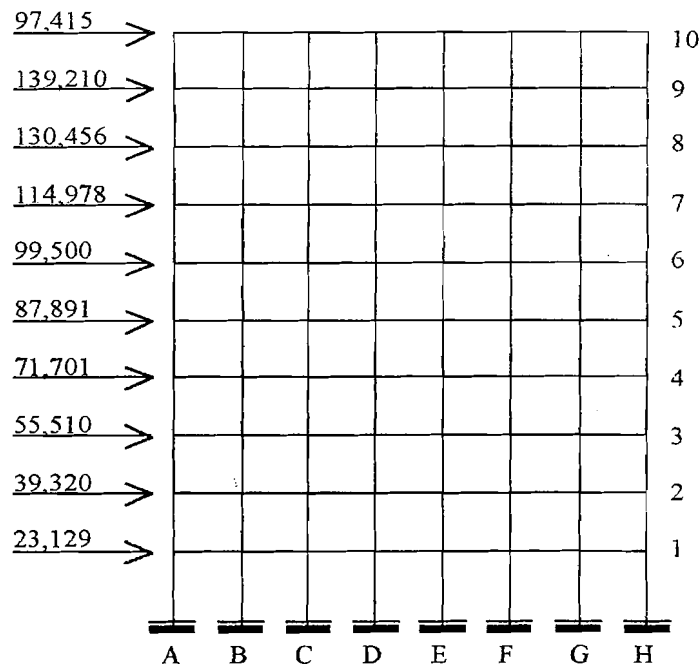
Lantai	HI (m)	WI (kN)	Wi.hi (kN-m)	Fixtotal (kN)	Fiytotal (kN)	Fix (kN)	Fiy (kN)
1	5	5390.4	26952	69.388	75.566	23.129	9.446
2	8.5	5390.4	45818.4	117.960	128.463	39.320	16.058
3	12	5390.4	64684.8	166.531	181.359	55.510	22.670
4	15.5	5390.4	83551.2	215.103	234.256	71.701	29.282
5	19	5390.4	102417.6	263.674	287.152	87.891	35.894
6	22.5	5153.1	115944.75	298.500	325.079	99.500	40.635
7	26	5153.1	133980.6	344.933	375.646	114.978	46.956
8	29.5	5153.1	152016.45	391.367	426.214	130.456	53.277
9	33	4915.7	162218.1	417.631	454.817	139.210	56.852
10	36.5	3110	113515	292.245	318.266	97.415	39.783
		Σ	1001098.9	2577.331	2806.819	859.110	350.852

Tabel 5.17 Gaya Geser Horizontal untuk 6 m

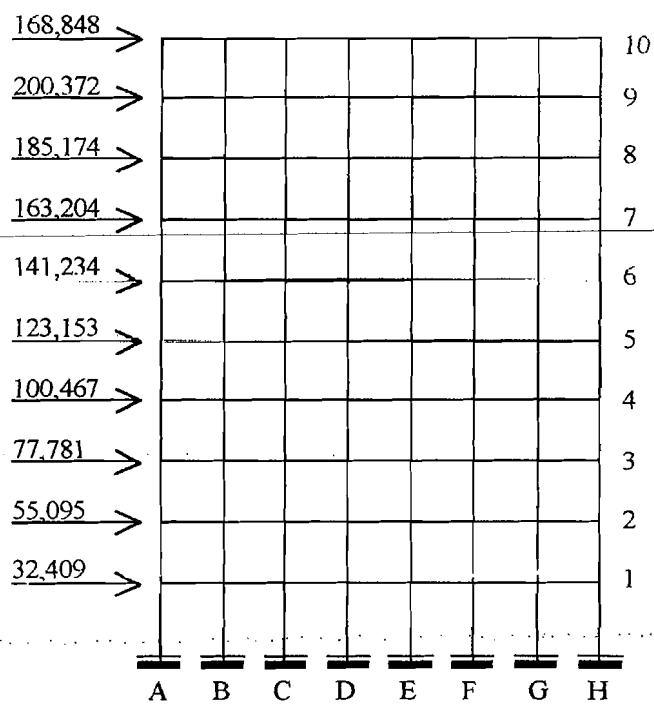
Lantai	Hi (m)	Wi (kN)	Wi.hi (kN-m)	Fixtotal (kN)	Fiytotal (kN)	Fix (kN)	Fiy (kN)
1	5	7511.5	37557.5	97.226	84.176	32.409	10.522
2	8.5	7511.5	63847.75	165.285	143.099	55.095	17.887
3	12	7511.5	90138	233.343	202.022	77.781	25.253
4	15.5	7511.5	116428.3	301.402	260.945	100.467	32.618
5	19	7511.5	142718.5	369.460	319.868	123.153	39.984
6	22.5	7274.3	163671.8	423.703	366.830	141.234	45.854
7	26	7274.3	189131.8	489.612	423.892	163.204	52.987
8	29.5	7274.3	214591.9	555.521	480.955	185.174	60.119
9	33	7036.5	232204.5	601.116	520.429	200.372	65.054
10	36.5	5360.9	195672.9	506.545	438.552	168.848	54.819
		Σ	1445963	3743.212	3240.768	1247.737	405.096

Tabel 5.18 Gaya Geser Horizontal untuk 8 m

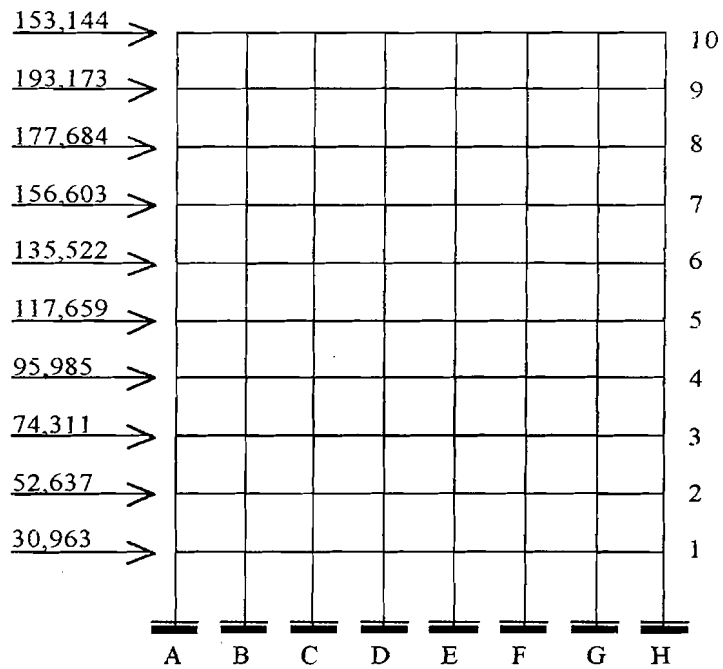
Lantai	Hi (m)	Wi (kN)	Wi.hi (kN-m)	Fixtotal (kN)	Fiytotal (kN)	Fix (kN)	Fiy (kN)
1	5	8674.9	43374.5	92.889	87.602	30.963	10.950
2	8.5	8674.9	73736.65	157.911	148.924	52.637	18.615
3	12	8674.9	104098.8	222.933	210.246	74.311	26.281
4	15.5	8674.9	134461	287.955	271.567	95.985	33.946
5	19	8674.9	164823.1	352.977	332.889	117.659	41.611
6	22.5	8437.6	189846	406.565	383.427	135.522	47.928
7	26	8437.6	219377.6	469.808	443.071	156.603	55.384
8	29.5	8437.6	248909.2	533.052	502.715	177.684	62.839
9	33	8200.2	270606.6	579.518	546.537	193.173	68.317
10	36.5	5877.6	214532.4	459.432	433.285	153.144	54.161
		Σ	1663766	3563.038	3360.263	1187.679	420.033



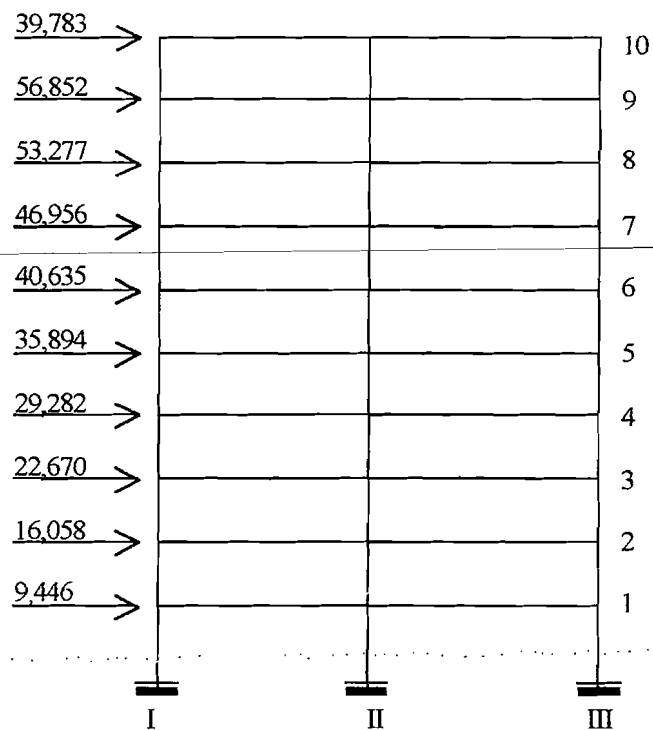
Gambar 5.15 Distribusi beban gempa untuk portal arah X pada bentang 4 m



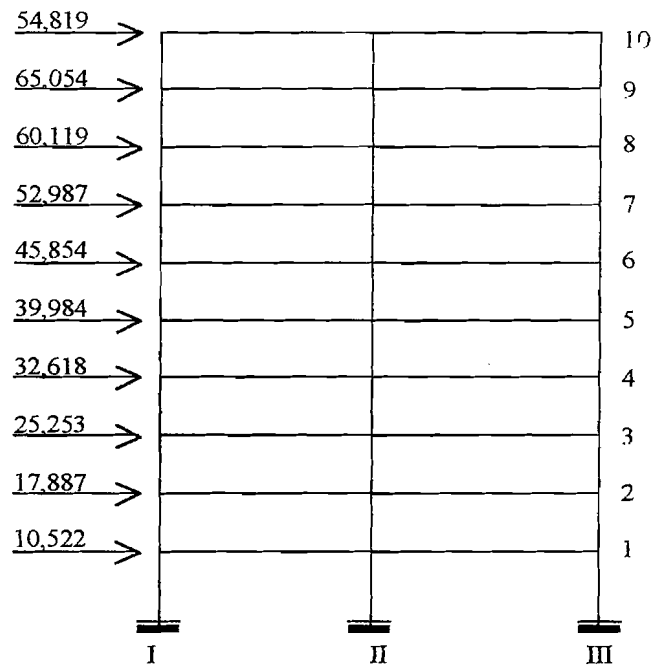
Gambar 5.16 Distribusi beban gempa untuk portal arah X pada jarak 6 m



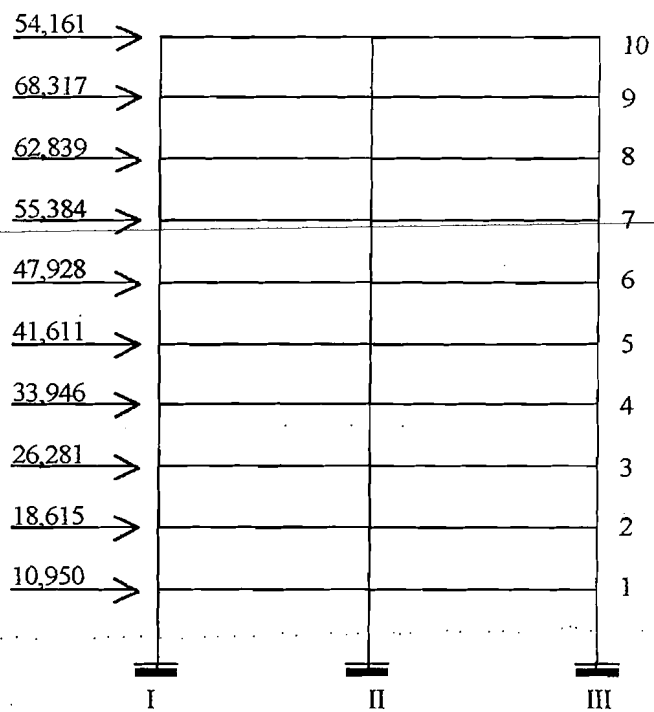
Gambar 5.17 Distribusi beban gempa untuk portal arah X pada jarak 8 m



Gambar 5.18 Distribusi beban gempa untuk portal arah Y pada jarak 4 m



Gambar 5.19 Distribusi beban gempa untuk portal arah Y pada jarak 6 m



Gambar 5.20 Distribusi beban gempa untuk portal arah Y pada jarak 8 m

Tabel 5.19a Waktu getar bangunan dalam arah X untuk 4m (Tx)

Lantai	Wi (m)	dix (m)	dix ² (m ²)	Fix (kN)	Wi.dix ² (kN-m ²)	Fix.dix (kN)
1	5390.4	0.00693	4.805E-05	69.388	0.259	0.481
2	5390.4	0.01339	1.793E-04	117.960	0.966	1.579
3	5390.4	0.01971	3.884E-04	166.531	2.094	3.282
4	5390.4	0.02566	6.586E-04	215.103	3.550	5.520
5	5390.4	0.03112	9.684E-04	263.674	5.220	8.205
6	5153.1	0.03616	1.308E-03	298.500	6.738	10.794
7	5153.1	0.04039	1.631E-03	344.933	8.406	13.931
8	5153.1	0.04376	1.915E-03	391.367	9.869	17.127
9	4915.7	0.04697	2.206E-03	417.631	10.843	19.614
10	3110	0.04847	2.349E-03	292.245	7.307	14.165
				Σ	55.252	94.700

$$T_x = 6,3 \cdot \sqrt{(\Sigma W_i \cdot d_{ix}^2 / g \Sigma F_{ix} \cdot d_{ix})}$$

$$= 1,54 \text{ detik}$$

Tabel 5.19b Waktu getar bangunan dalam arah Y untuk 4m (Ty)

Lantai	Wi (m)	diy (m)	diy ² (m ²)	Fiy (kN)	Wi.diy ² (kN-m ²)	Fiy.diy (kN)
1	5390.4	0.00545	2.970E-05	75.566	0.160	0.412
2	5390.4	0.0112	1.254E-04	128.463	0.676	1.438
3	5390.4	0.0171	2.923E-04	181.359	1.576	3.101
4	5390.4	0.02277	5.184E-04	234.256	2.795	5.334
5	5390.4	0.02806	7.874E-04	287.152	4.244	8.057
6	5153.1	0.03337	1.114E-03	325.079	5.738	10.848
7	5153.1	0.03781	1.429E-03	375.646	7.366	14.202
8	5153.1	0.04129	1.705E-03	426.214	8.784	17.597
9	4915.7	0.0439	1.927E-03	454.817	9.474	19.967
10	3110	0.0453	2.052E-03	318.266	6.382	14.417
				Σ	47.195	95.374

$$T_y = 6,3 \cdot \sqrt{(\Sigma W_i \cdot d_{iy}^2 / g \Sigma F_{iy} \cdot d_{iy})}$$

$$= 1,41 \text{ detik}$$

Tabel 5.20a Waktu getar bangunan dalam arah X untuk 6m (Tx)

Lantai	Wi (m)	dix (m)	dix ² (m ²)	Fix (kN)	Wi.dix ² (kN-m ²)	Fix.dix (kN)
1	7511.5	0.00792	6.273E-05	97.226	0.471	0.770
2	7511.5	0.014101	1.988E-04	165.285	1.494	2.331
3	7511.5	0.01992	3.968E-04	233.343	2.981	4.648
4	7511.5	0.02537	6.436E-04	301.402	4.835	7.647
5	7511.5	0.030363	9.219E-04	369.460	6.925	11.218
6	7274.3	0.035132	1.234E-03	423.703	8.978	14.886
7	7274.3	0.039158	1.533E-03	489.612	11.154	19.172
8	7274.3	0.042381	1.796E-03	555.521	13.066	23.544
9	7036.5	0.046022	2.118E-03	601.116	14.903	27.665
10	5360.9	0.047794	2.284E-03	506.545	12.246	24.210
				Σ	77.052	136.089

$$T_x = 6,3 \cdot \sqrt{(\Sigma W_i \cdot d_{ix}^2 / g \Sigma F_{ix} \cdot d_{ix})}$$

$$= 1,51 \text{ detik}$$

Tabel 5.20b Waktu getar bangunan arah Y untuk 6m (Ty)

Lantai	Wi (m)	diy (m)	diy ² (m ²)	Fiy (kN)	Wi.diy ² (kN-m ²)	Fiy.diy (kN)
1	7511.5	0.006299	3.968E-05	84.176	0.298	0.530
2	7511.5	0.012947	1.676E-04	143.099	1.259	1.853
3	7511.5	0.019785	3.914E-04	202.022	2.940	3.997
4	7511.5	0.026377	6.957E-04	260.945	5.226	6.883
5	7511.5	0.032549	1.059E-03	319.868	7.958	10.411
6	7274.3	0.038779	1.504E-03	366.830	10.939	14.225
7	7274.3	0.044032	1.939E-03	423.892	14.104	18.665
8	7274.3	0.048204	2.324E-03	480.955	16.903	23.184
9	7036.5	0.05142	2.644E-03	520.429	18.605	26.760
10	5360.9	0.053223	2.833E-03	438.552	15.186	23.341
				Σ	93.417	129.850

$$T_y = 6,3 \cdot \sqrt{(\Sigma W_i \cdot d_{iy}^2 / g \Sigma F_{iy} \cdot d_{iy})}$$

$$= 1,71 \text{ detik}$$

Tabel 5.21a Waktu getar bangunan dalam arah X pada jarak 8m

Lantai	Wi (m)	dix (m)	dix ² (m ²)	Fix (kN)	Wi.dix ² (kN-m ²)	Fix.dix (kN)
1	8674.9	0.00832	6.922E-05	92.889	0.600	0.773
2	8674.9	0.015354	2.357E-04	157.911	2.045	2.425
3	8674.9	0.02205	4.862E-04	222.933	4.218	4.916
4	8674.9	0.028318	8.019E-04	287.955	6.956	8.154
5	8674.9	0.034049	1.159E-03	352.977	10.057	12.019
6	8437.6	0.039429	1.555E-03	406.565	13.117	16.030
7	8437.6	0.043945	1.931E-03	469.808	16.294	20.646
8	8437.6	0.047539	2.260E-03	533.052	19.069	25.341
9	8200.2	0.051297	2.631E-03	579.518	21.578	29.728
10	5877.6	0.05301	2.810E-03	459.432	16.516	24.354
				Σ	110.452	144.385

$$T_x = 6,3 \cdot \sqrt{(\Sigma Wi.dix^2 / g \Sigma Fix.dix)}$$

$$= 1,77 \text{ detik}$$

Tabel 5.21b Waktu getar bangunan dalam arah Y pada jarak 8m

Lantai	Wi (m)	diy (m)	diy ² (m ²)	Fiy (kN)	Wi.diy ² (kN-m ²)	Fiy.diy (kN)
1	8674.9	0.00653	4.264E-05	87.602	0.370	0.572
2	8674.9	0.013422	1.802E-04	148.924	1.563	1.999
3	8674.9	0.020509	4.206E-04	210.246	3.649	4.312
4	8674.9	0.02734	7.475E-04	271.567	6.484	7.425
5	8674.9	0.033731	1.138E-03	332.889	9.870	11.229
6	8437.6	0.040179	1.614E-03	383.427	13.621	15.406
7	8437.6	0.045604	2.080E-03	443.071	17.548	20.206
8	8437.6	0.049901	2.490E-03	502.715	21.011	25.086
9	8200.2	0.053191	2.829E-03	546.537	23.201	29.071
10	5877.6	0.055006	3.026E-03	433.285	17.784	23.833
				Σ	115.100	139.138

$$T_y = 6,3 \cdot \sqrt{(\Sigma Wi.diy^2 / g \Sigma Fiy.diy)}$$

$$= 1,84 \text{ detik}$$

Dengan cara yang sama pada langkah 5.5.3 diperoleh koefisien gempa dasar (C) sebagai berikut :

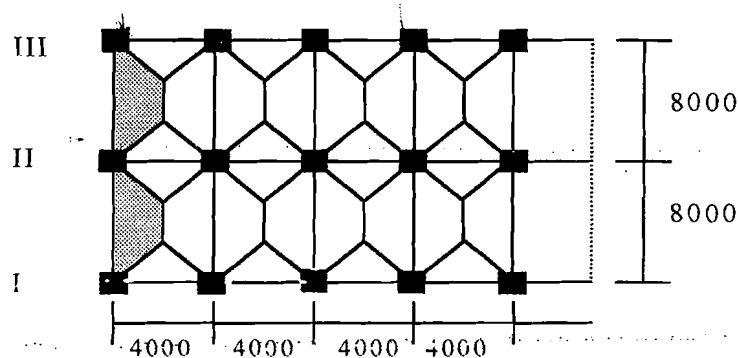
- ✓ pada jarak 4m untuk $T_x = 1,54$, zone 3 dan jenis tanah lunak, $C = 0,0511$
- ✓ pada jarak 4m untuk $T_y = 1,41$, zone 3 dan jenis tanah lunak, $C = 0,05565$
- ✓ pada jarak 6m untuk $T_x = 1,51$, zone 3 dan jenis tanah lunak, $C = 0,05215$
- ✓ pada jarak 6m untuk $T_y = 1,71$, zone 3 dan jenis tanah lunak, $C = 0,04515$
- ✓ pada jarak 8m untuk $T_x = 1,77$, zone 3 dan jenis tanah lunak, $C = 0,04305$
- ✓ pada jarak 8m untuk $T_y = 1,84$, zone 3 dan jenis tanah lunak, $C = 0,0406$

Karena cara T *Rayleigh* yang pertama dengan cara T *Rayleigh* sama, maka distribusi akhir gaya geser dasar horisontal akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung dipakai cara *Trayleigh* pertama.

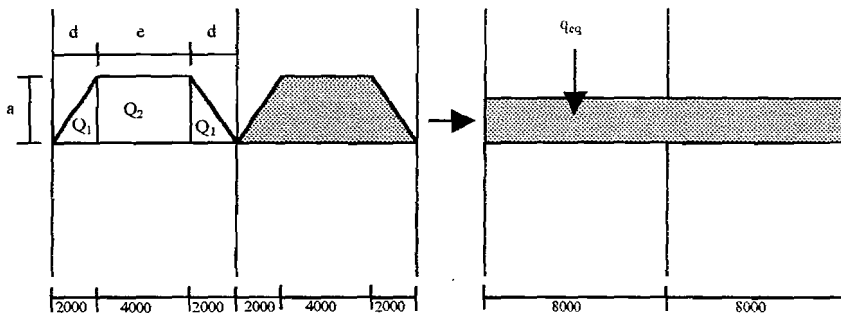
5.4 Perhitungan Beban Akibat Gaya Gravitasi

5.4.1 Beban merata ekuivalen untuk portal arah y

a. Portal A untuk bentang 4m



Gambar 5.21 Perhitungan beban merata ekuivalen portal A



Gambar 5.22 Pembagian beban merata portal A

$$1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{a^2}{L^2} = 1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{2^2}{8^2} = 0,917 \rightarrow \text{koefisien untuk trapesium}$$

1. Beban gravitasi pada balok atap

a. Beban mati tiap m^1

$$1. \text{lantai} = 0,917 \cdot 4,3 \cdot 2 = 7,89 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{balok} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 24 = 5,88 \text{ kN/m}$$

$$\underline{W_D = 13,77 \text{ kN/m}}$$

b. Beban hidup tiap m^1

$$1. W_h \text{ atap} = 100 \text{ kg/m}^2 = 0,981 \text{ kN/m}^2$$

$$2. \text{Koefisien reduksi} = 0,75 \text{ (PMI 1983)}$$

$$3. \text{beban hidup ekivalen, } W_L = 0,917 \cdot 2 \cdot 0,75 \cdot 100 \cdot 0,00981$$

$$= 1,35 \text{ kN/m}$$

2. Beban gravitasi pada balok lantai 1 sampai 9

a. Beban mati tiap m^1

$$1. \text{lantai} = 0,917 \cdot 4,3 \cdot 2 = 7,89 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{balok} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 24 = 5,88 \text{ kN/m}$$

$$3. \text{ dinding} = 3,5 \cdot 250 \cdot 0,00981 = 8,584 \text{ kN/m}$$

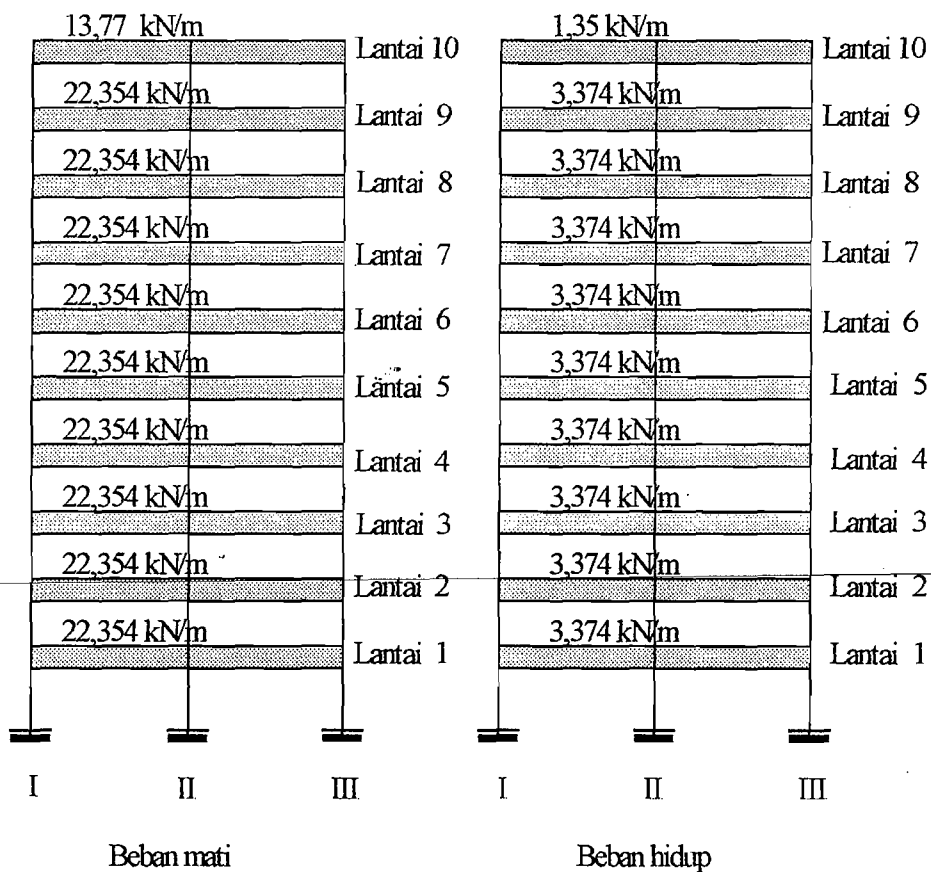
$$W_D = 22,354 \text{ kN/m}$$

b. Beban hidup tiap m^1

$$1. q_b \text{ lantai} = 250 \text{ kg/m}^2 = 2,453 \text{ kN/m}^2$$

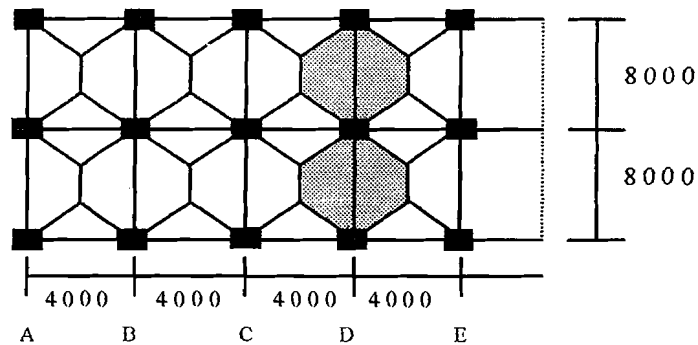
$$2. \text{ koefisien reduksi} = 0,75 \text{ (PMI 1983)}$$

$$3. \text{ beban hidup ekivalen} = 0,917 \cdot 2 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 2,453 = 3,374 \text{ kN/m}$$

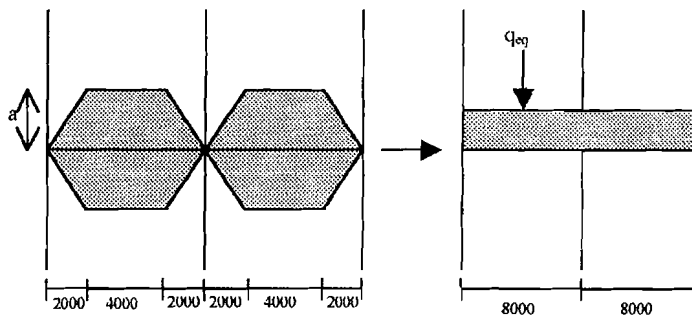


Gambar 5.23 Beban mati dan beban hidup ekivalen portal A

b. Portal D



Gambar 5.24 Pembagian beban merata pada portal D



Gambar 5.25 Perhitungan beban merata ekuivalen portal D

$$\left(1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{a^2}{L^2}\right) = \left(1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{2^2}{8^2}\right) = 0,918 \quad \text{koefisien untuk trapesium}$$

1. Beban gravitasi pada balok atap

a. Beban mati tiap m^1

$$1. \text{ lantai} = 0,918 \cdot 4,3 \cdot 2,2 = 15,79 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{ balok} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 24 = 5,88 \text{ kN/m}$$

$$W_D = 21,67 \text{ kN/m}$$

b. Beban hidup tiap m^1

$$1. W_h \text{ atap} = 100 \text{ kg/m}^2 = 0,981 \text{ kN/m}^2$$

$$2. \text{ koefisien reduksi} = 0,75 (\text{PMI 1983})$$

$$3. \text{ beban hidup ekivalen, } W_L = 0,918 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,75 \cdot 100 \cdot 0,00981$$

$$= 2,702 \text{ kN/m}$$

2. Beban gravitasi pada balok lantai 1 sampai 9

a. Beban mati tiap m^1

$$1. \text{ lantai} = 0,918 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 = 15,79 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{ balok} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 2 \cdot 4 = 5,88 \text{ kN/m}$$

$$3. \text{ dinding} = 3,5 \cdot 250 \cdot 0,00981 = 8,584 \text{ kN/m}$$

$$W_D = 30,254 \text{ kN/m}$$

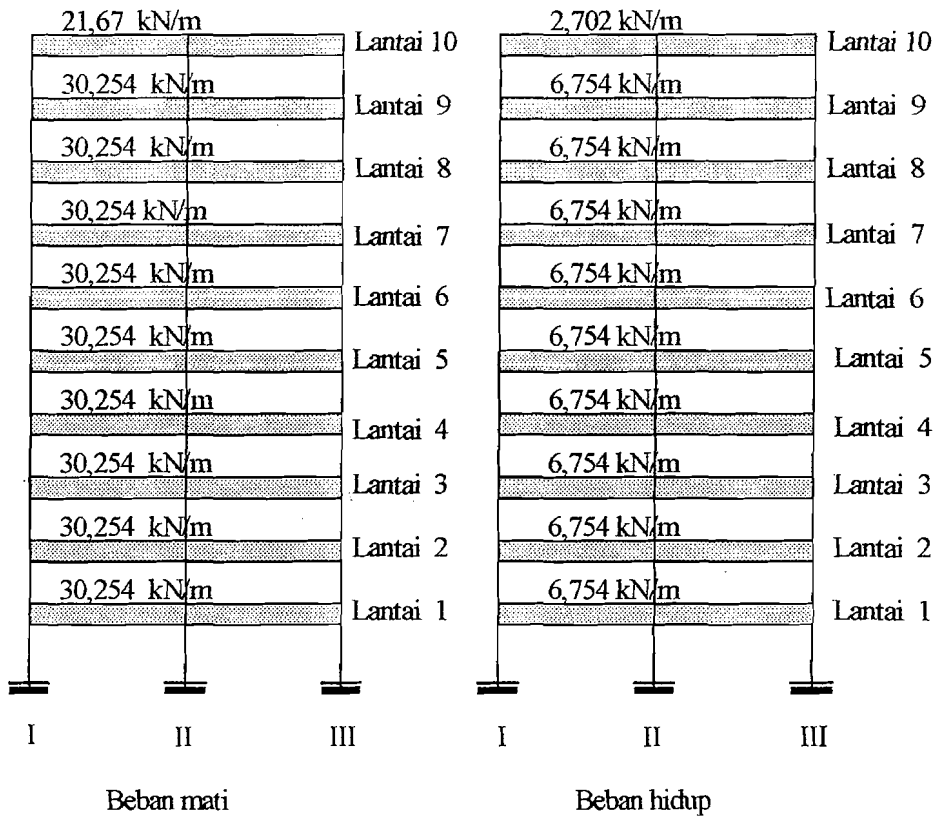
b. Beban hidup tiap m^1

$$1. q_h \text{ lantai} = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$2. \text{ koefisien reduksi} = 0,75 (\text{PMI 1983})$$

$$3. \text{ beban hidup ekivalen} = 0,918 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,75 \cdot 250 \cdot 0,00981$$

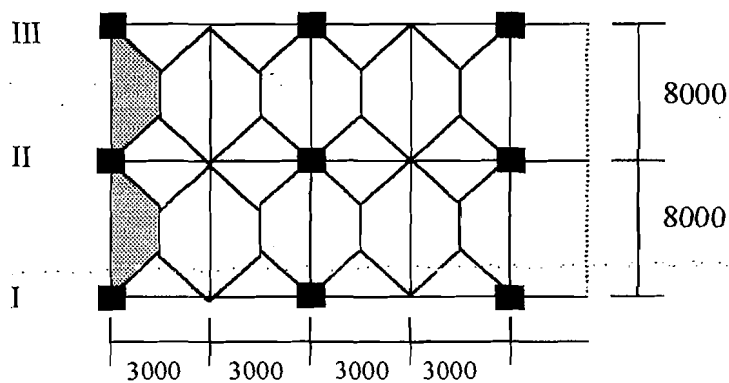
$$= 6,754 \text{ kN/m}$$

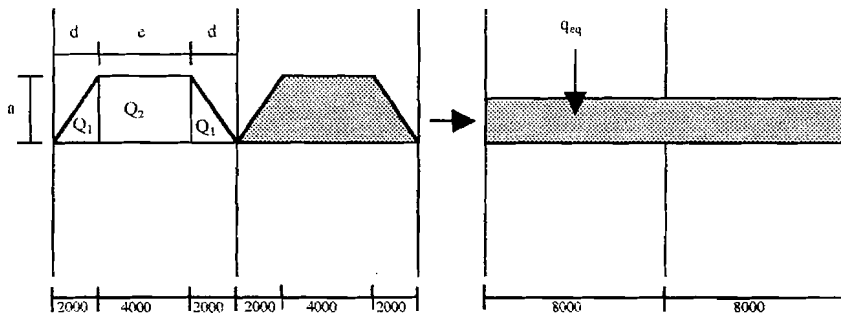


Gambar 5.26 Beban mati dan beban hidup portal D

a. Portal A untuk bentang 6m

Gambar 5.27 Perhitungan beban merata ekivalen portal A





Gambar 5.28 Pembagian beban merata portal A

a. Balok Induk

$$1 - \frac{4}{3} \frac{a^2}{L^2} = 1 - \frac{4}{3} \frac{1,5^2}{8^2} = 0,953 \quad \text{koefisien untuk trapesium}$$

1. Beban gravitasi pada balok atap

a. Beban mati tiap m^1

$$1. \text{lantai} = 0,953 \cdot 4,3 \cdot 1,5 = 6,147 \quad \text{kN/m}$$

$$2. \text{balok} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 24 = 5,88 \quad \text{kN/m}$$

$$\underline{W_D = 12,027 \quad \text{kN/m}}$$

b. Beban hidup tiap m^1

$$1. W_h \text{ atap} = 100 \text{ kg/m}^2 = 0,981 \text{ kN/m}^2$$

$$2. \text{Koefisien reduksi} = 0,75 \text{ (PMI 1983)}$$

$$3. \text{beban hidup ekivalen, } W_L = 0,953 \cdot 1,5 \cdot 0,75 \cdot 100 = 10,00981$$

$$= 1,052 \text{ kN/m}$$

2. Beban gravitasi pada balok lantai 1 sampai 9

a. Beban mati tiap m^1

$$1. \text{lantai} = 0,8125 \cdot 4,3 \cdot 3 = 10,481 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{ balok} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 24 = 5,88 \text{ kN/m}$$

$$3. \text{ dinding} = 3,5 \cdot 250 \cdot 0,00981 = 8,584 \text{ kN/m}$$

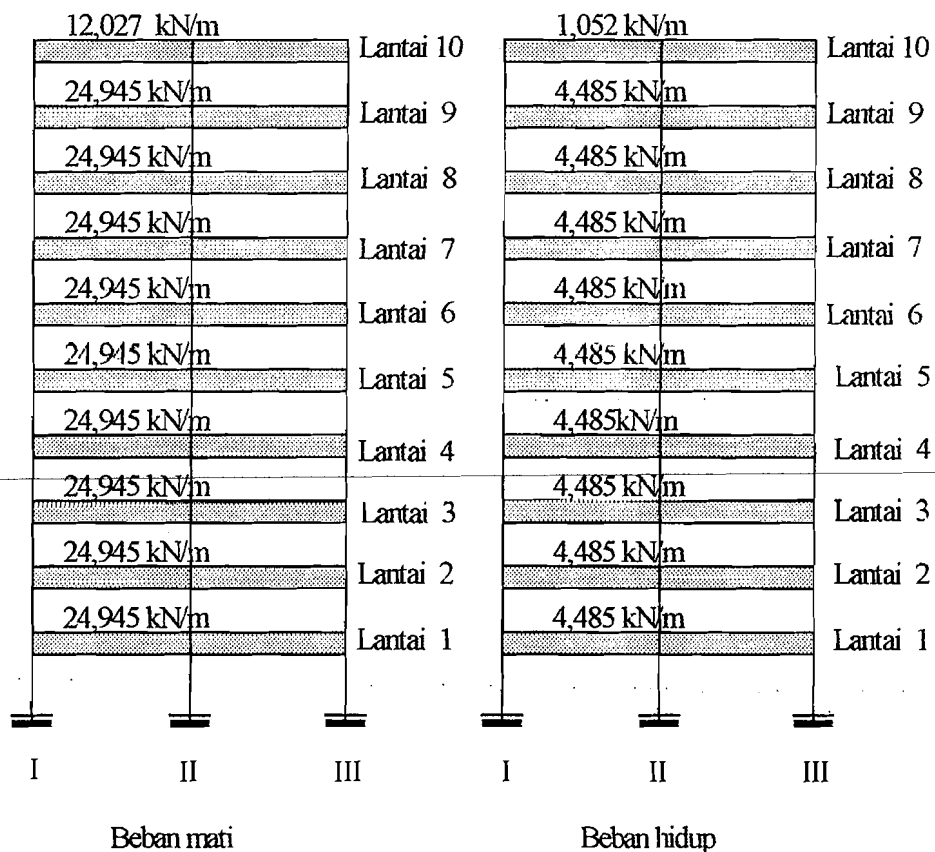
$$W_D = 24,945 \text{ kN/m}$$

3. Beban hidup tiap m^1

$$1. q_b \text{ lantai} = 250 \text{ kg/m}^2 = 2,453 \text{ kN/m}^2$$

$$2. \text{ koefisien reduksi} = 0,75 \text{ (PMI 1983)}$$

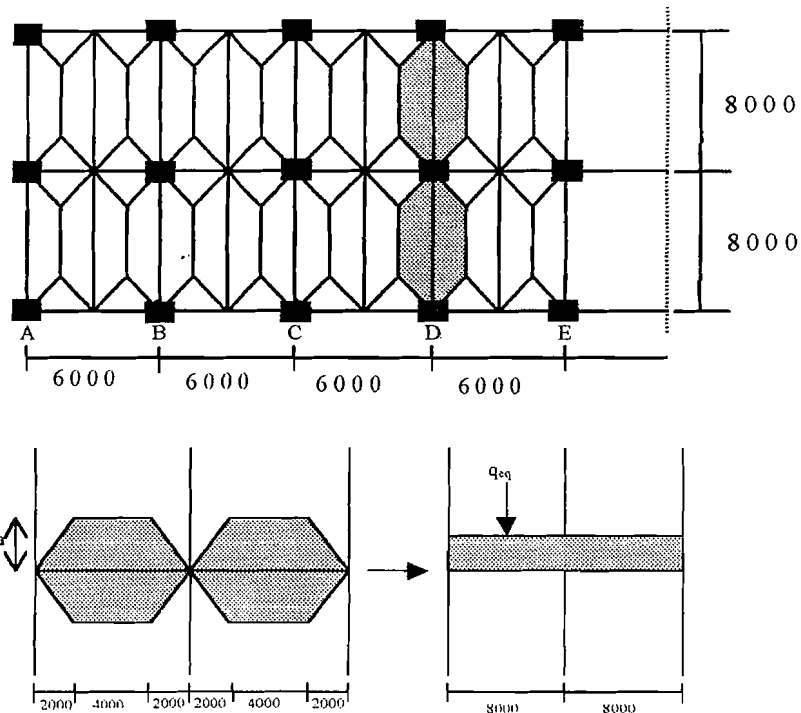
$$3. \text{ beban hidup ekivalen} = 0,8125 \cdot 3 \cdot 0,75 \cdot 1,2 \cdot 2,453 = 4,485 \text{ kN/m}$$



Gambar 5.29 Beban mati dan beban hidup ekivalen portal A

b. Portal D

Gambar 5.30 Pembagian beban merata pada portal D



Gambar 5.31 Perhitungan beban merata ekivalen portal D

$$\left(1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{a^2}{L^2}\right) = \left(1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{1,5^2}{8^2}\right) = 0,953 \quad \text{koefisien untuk trapesium}$$

1. Beban gravitasi pada balok atap

a. Beban mati tiap m^1

$$1. \text{ lantai} = 0,953 \cdot 2,4 \cdot 3 \cdot 1,5 = 12,298 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{ balok} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 24 = 5,88 \text{ kN/m}$$

$$W_D = 18,178 \text{ kN/m}$$

b. Beban hidup tiap m^1

$$1. W_h \text{ atap} = 100 \text{ kg/m}^2 = 0,981 \text{ kN/m}^2$$

$$2. \text{ koefisien reduksi} = 0,75(\text{PMI 1983})$$

$$3. \text{ beban hidup ekivalen, } W_L = 0,953.2.1,5.0,75.100.0,00981 \\ = 2,104 \text{ kN/m}$$

2. Beban gravitasi pada balok lantai 1 sampai 9

a. Beban mati tiap m^1

$$1. \text{ lantai} = 0,953.2.4,3.1,5 = 12,298 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{ balok} = 0,35.0,7.24 = 5,88 \text{ kN/m}$$

$$3. \text{ dinding} = 3,5.250.0,00981 = 8,584 \text{ kN/m}$$

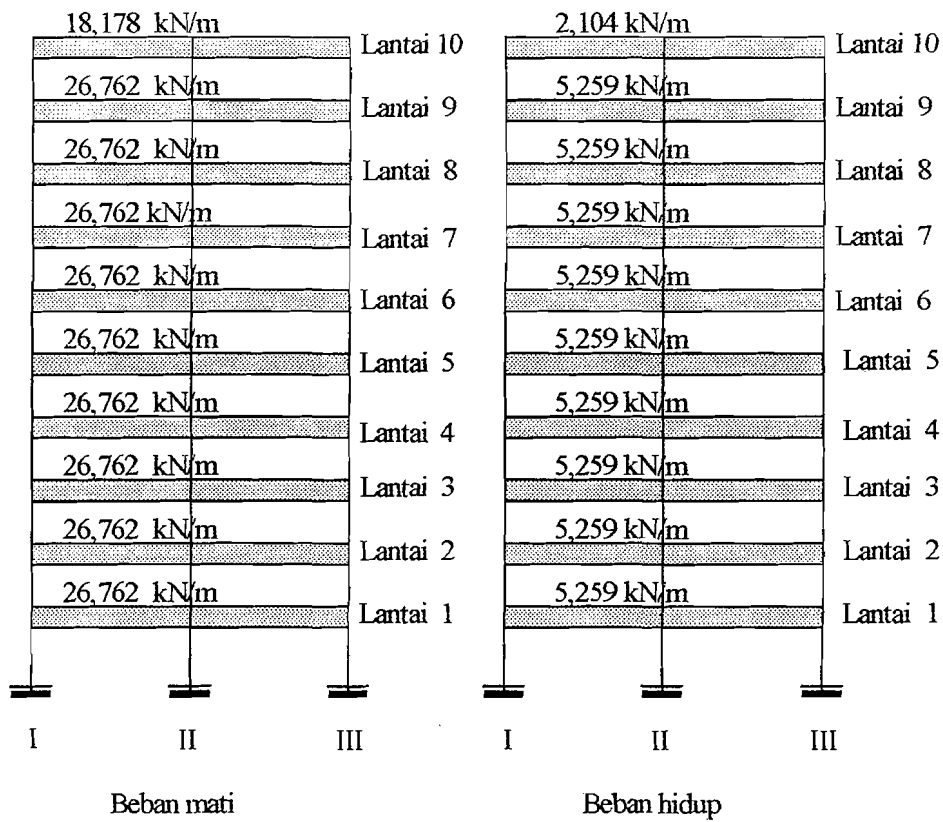
$$W_D = 26,762 \text{ kN/m}$$

b. Beban hidup tiap m^1

$$1. q_h \text{ lantai} = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$2. \text{ koefisien reduksi} = 0,75 (\text{PMI 1983})$$

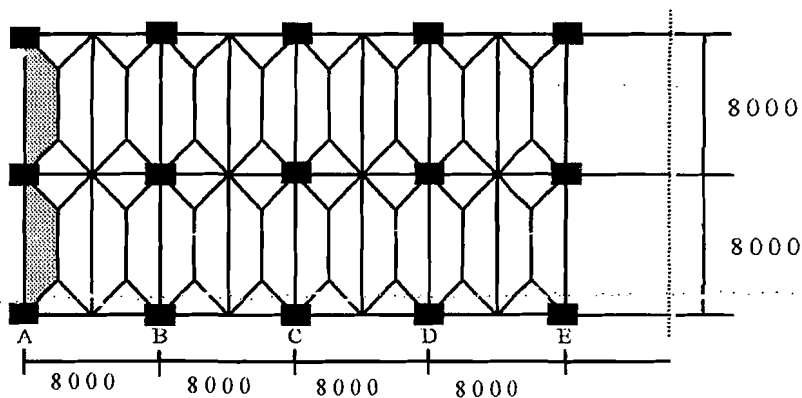
$$3. \text{ beban hidup ekivalen} = 0,953.2.1,5.0,75.250.0,00981 \\ = 5,259 \text{ kN/m}$$

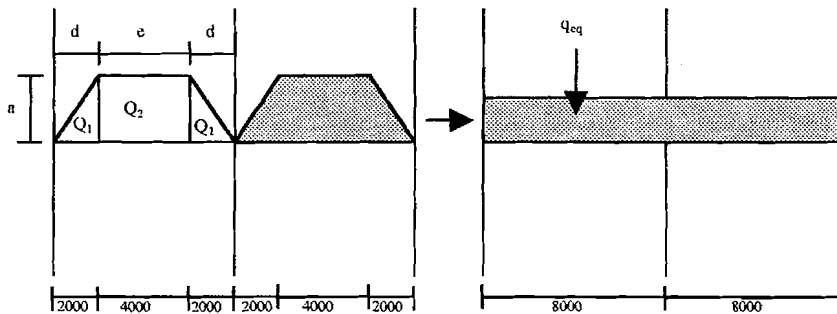


Gambar 5.32 Beban mati dan beban hidup portal D

a. Portal A untuk bentang 8m

Gambar 5.33 Perhitungan beban merata ekivalen portal A





Gambar 5.34 Pembagian beban merata portal A

$$1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{a^2}{L^2} = 1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{2^2}{8^2} = 0,917 \quad \text{koefisien untuk trapesium}$$

1. Beban gravitasi pada balok atap

a. Beban mati tiap m^1

$$1. \text{ lantai} = 0,917 \cdot 4 \cdot 3,2 = 7,88 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{ balok} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 2,4 = 5,88 \text{ kN/m}$$

$$W_D = 13,76 \text{ kN/m}$$

b. Beban hidup tiap m^1

$$1. W_h \text{ atap} = 100 \text{ kg/m}^2 = 0,981 \text{ kN/m}^2$$

$$2. \text{ Koefisien reduksi} = 0,75 \text{ (PMI 1983)}$$

$$3. \text{ beban hidup ekivalen, } W_L = 0,917 \cdot 2 \cdot 0,75 \cdot 100 \cdot 0,00981$$

$$= 1,349 \text{ kN/m}$$

2. Beban gravitasi pada balok lantai 1 sampai 9

a. Beban mati tiap m^1

$$1. \text{ lantai} = 0,917 \cdot 4 \cdot 3,2 = 7,88 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{ balok} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 2,4 = 5,88 \text{ kN/m}$$

$$3. \text{ dinding} = 3,5 \cdot 250 \cdot 0,00981 = 8,584 \text{ kN/m}$$

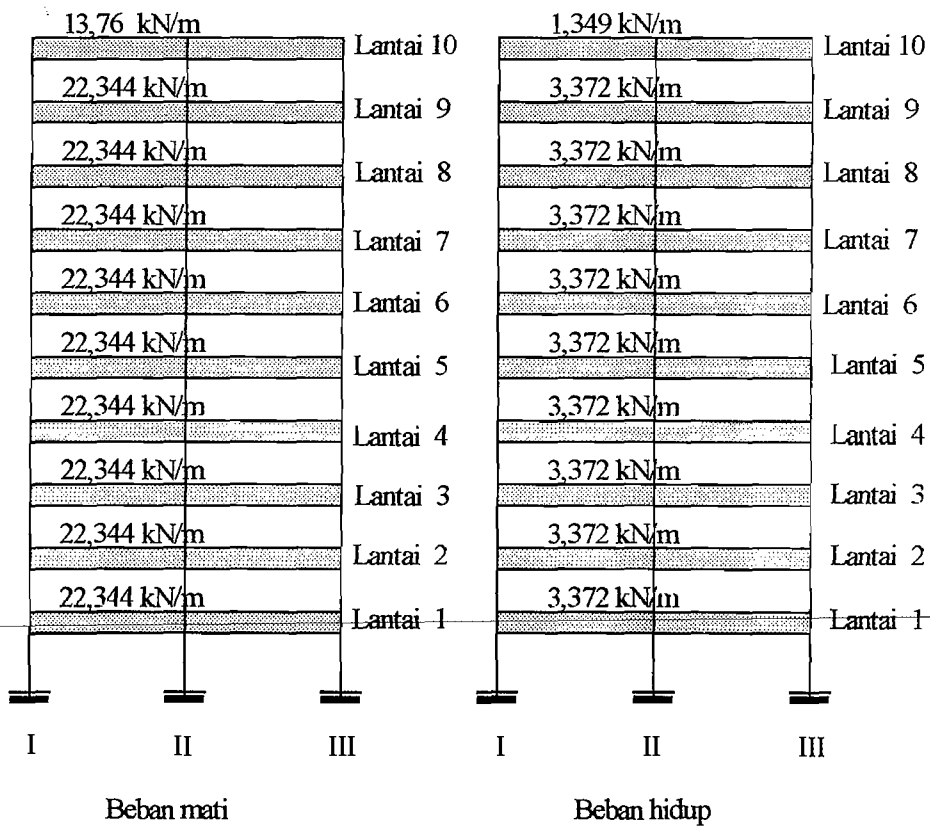
$$W_D = 22,344 \text{ kN/m}$$

b. Beban hidup tiap m¹

1. q_b lantai = 250 kg/m² = 2,453 kN/m²

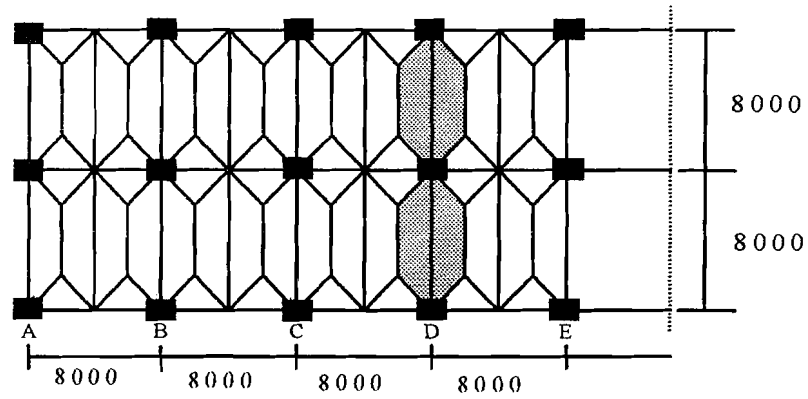
2. koefisien reduksi = 0,75 (PMI 1983)

3. beban hidup ekivalen = 0,917 \cdot 2 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 2,453 = 3,372 kN/m

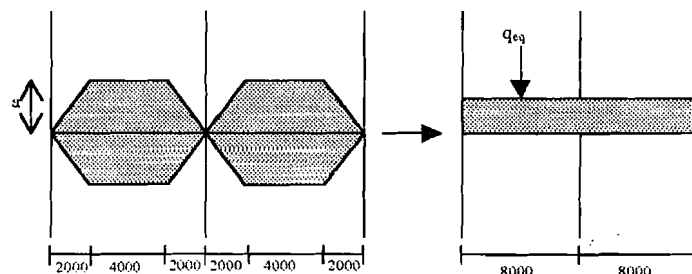


Gambar 5.35 Beban mati dan beban hidup ekivalen portal A

b. Portal D



Gambar 5.36 Pembagian beban merata pada portal D



Gambar 5.37 Perhitungan beban merata ekivalen portal D

$$\left(1 - \frac{4}{3} \frac{a^2}{L^2}\right) = \left(1 - \frac{4}{3} \frac{2^2}{8^2}\right) = 0,915 \quad \text{koefisien untuk trapesium}$$

1. Beban gravitasi pada balok atap

a. Beban mati tiap m^1

$$1. \text{ lantai} = 0,915 \cdot 2,4 \cdot 3,2 = 7,138 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{ balok} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 24 = 5,88 \text{ kN/m}$$

$$W_D = 13,018 \text{ kN/m}$$

b. Beban hidup tiap m^1

1. W_h atap = 100 kg/m^2 = $0,981 \text{ kN/m}^2$
2. koefisien reduksi = $0,75$ (PMI 1983)
3. beban hidup ekivalen, $W_L = 0,915 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,75 \cdot 100 \cdot 0,00981$
= $2,693 \text{ kN/m}$

2. Beban gravitasi pada balok lantai 1 sampai 9

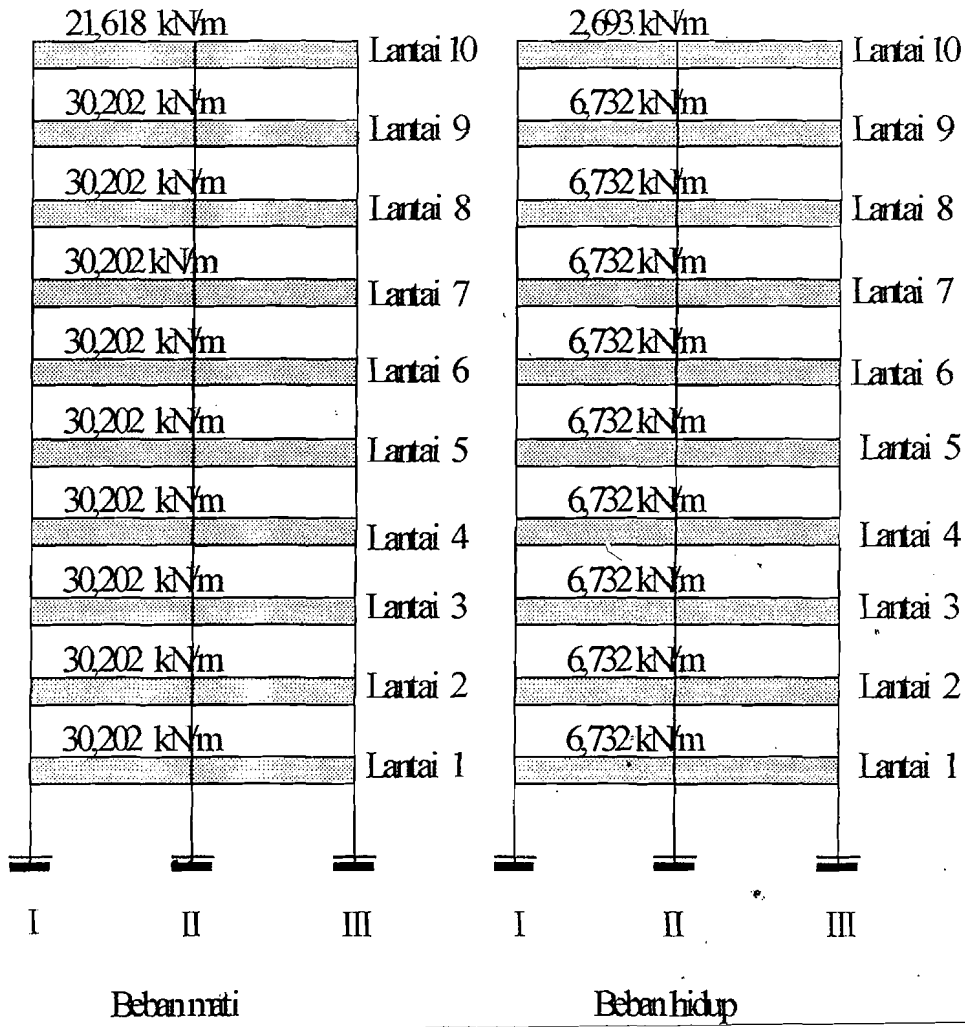
a. Beban mati tiap m^1

1. lantai = $0,915 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2$ = $15,738 \text{ kN/m}$
2. balok = $0,35 \cdot 0,7 \cdot 24$ = $5,88 \text{ kN/m}$
3. dinding = $3,5 \cdot 250 \cdot 0,00981$ = $8,584 \text{ kN/m}$

$$W_D = 30,202 \text{ kN/m}$$

b. Beban hidup tiap m^1

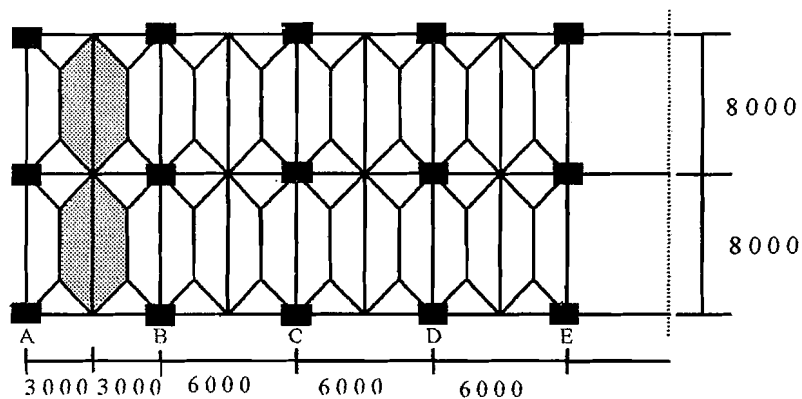
1. q_h lantai = 250 kg/m^2
2. koefisien reduksi = $0,75$ (PMI 1983)
3. beban hidup ekivalen = $0,915 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,75 \cdot 250 \cdot 0,00981$ = $6,732 \text{ kN/m}$



Gambar 5.38 Beban mati dan beban hidup portal D

2. Balok Anak

a. Untuk bentang 6m



Gambar 5.39 Pembagian beban merata pada balok anak

$$\left(1 - \frac{4}{3} \frac{a^2}{L^2}\right) = \left(1 - \frac{4}{3} \frac{1,5^2}{8^2}\right) = 0,953 \quad \text{koefisien untuk trapesium}$$

1. Beban gravitasi pada balok atap

a. Beban mati tiap m^1

$$1. \text{ lantai} = 0,953 \cdot 2,1 \cdot 5,4 \cdot 3 = 12,298 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{ balok} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 24 = 5,88 \text{ kN/m}$$

$$W_D = 18,178 \text{ kN/m}$$

Maka beban terpusat yang terjadi $P_D = 18,178 \times 8 = 145,424 \text{ kN}$

b. Beban hidup tiap m^1

$$1. W_h \text{ atap} = 100 \text{ kg/m}^2 = 0,981 \text{ kN/m}^2$$

$$2. \text{ koefisien reduksi} = 0,75 \text{ (PMI 1983)}$$

$$3. \text{ beban hidup ekivalen, } W_L = 0,953 \cdot 2,1 \cdot 5,0 \cdot 0,75 \cdot 100 \cdot 0,00981$$

$$= 2,104 \text{ kN/m}$$

Maka beban terpusat yang terjadi $P_L = 2,104 \times 8 = 16,832 \text{ kN}$

2. Beban gravitasi pada balok lantai 1 sampai 9

a. Beban mati tiap m^1

$$1. \text{ lantai} = 0,953 \cdot 2,4 \cdot 3,1,5 = 12,298 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{ balok} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 2,4 = 5,88 \text{ kN/m}$$

$$3. \text{ dinding} = 3,5 \cdot 250 \cdot 0,00981 = 8,584 \text{ kN/m}$$

$$W_D = 26,762 \text{ kN/m}$$

Maka beban terpusat yang terjadi $P_D = 26,762 \times 8 = 214,096 \text{ kN}$

b. Beban hidup tiap m^1

$$1. q_h \text{ lantai} = 250 \text{ kg/m}^2$$

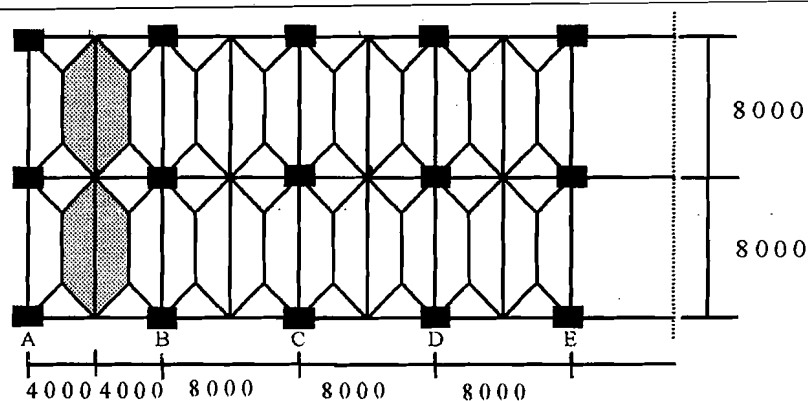
$$2. \text{ koefisien reduksi} = 0,75 \text{ (PMI 1983)}$$

$$3. \text{ beban hidup ekivalen} = 0,953 \cdot 2,1 \cdot 5,0 \cdot 75 \cdot 250 \cdot 0,00981$$

$$= 5,259 \text{ kN/m}$$

Maka beban terpusat yang terjadi $P_L = 5,259 \times 8 = 42,072 \text{ kN}$

b. untuk bentang 8m



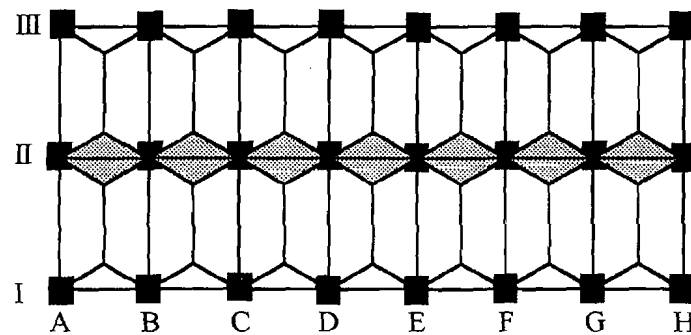
Gambar 5.40 Pembagian beban merata pada balok anak

$$\left(1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{a^2}{L^2}\right) = \left(1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{2^2}{8^2}\right) = 0,915 \quad \text{koefisien untuk trapesium}$$

b. Beban hidup tiap m^1

1. beban hidup ekivalen, $W_L = 0,667 \cdot 2,0 \cdot 75 \cdot 250 \cdot 0,00981 = 2,453 \text{ kN/m}$

b. Portal II untuk bentang 4m



Gambar 5.42 Pembagian beban merata portal II

$$\left(1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{2^2}{4^2}\right) = 0,667 \quad \text{koefisien untuk segitiga}$$

1. Beban gravitasi pada balok atap

a. Beban mati tiap m^1

1. lantai $= 0,667 \cdot 2,4 \cdot 3,2 = 11,472 \text{ kN/m}$

2. balok $= 0,35 \cdot 0,5 \cdot 24 = 4,2 \text{ kN/m}$

$$W_D = 15,672 \text{ kN/m}$$

b. Beban hidup tiap m^1

1. beban hidup ekivalen, $W_D = 0,667 \cdot 2,2 \cdot 0,75 \cdot 100 \cdot 0,00981 = 1,963 \text{ kN/m}$

2. Beban gravitasi pada balok lantai 1 sampai 9

a. Beban mati tiap m^1

1. lantai $= 0,667 \cdot 2,4 \cdot 3,2 = 11,472 \text{ kN/m}$

$$2. \text{ balok} = 0,35 \cdot 0,5 \cdot 24 = 4,2 \text{ kN/m}$$

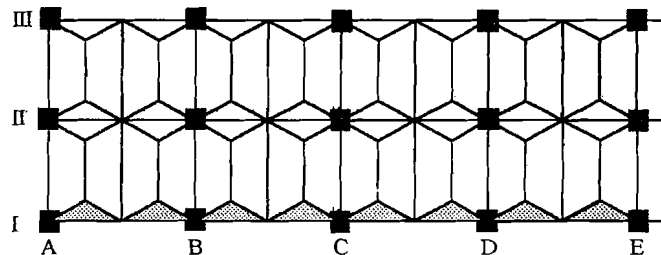
$$3. \text{ dinding} = 3,5 \cdot 0,5 \cdot 250 \cdot 0,00981 = 4,292 \text{ kN/m}$$

$$W_D = 19,964 \text{ kN/m}$$

b. Beban hidup tiap m^1

$$1. \text{ beban hidup ekivalen, } W_L = 0,667 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,75 \cdot 250 \cdot 0,00981 = 4,907 \text{ kN/m}$$

c. Portal I untuk bentang 6m



Gambar 5.43 Pembagian beban merata portal I untuk jarak 6m

$$1 - \frac{4}{3} \frac{\alpha^2}{L^2} = 1 - \frac{4}{3} \frac{1,5^2}{3^2} = \frac{2}{3} = 0,667 \quad \text{koefisien untuk segitiga}$$

1. Beban gravitasi pada balok atap

a. Beban mati tiap m^1

$$1. \text{ lantai} = 0,667 \cdot 1,5 \cdot 4,3 = 4,302 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{ balok} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 24 = 5,88 \text{ kN/m}$$

$$W_D = 10,182 \text{ kN/m}$$

b. Beban hidup tiap m^1

$$1. \text{ beban hidup ekivalen, } W_D = 0,667 \cdot 1,5 \cdot 0,75 \cdot 100 \cdot 0,00981 = 0,981 \text{ kN/m}$$

2. Beban gravitasi pada balok lantai 1 sampai 9

a. Beban mati tiap m^1

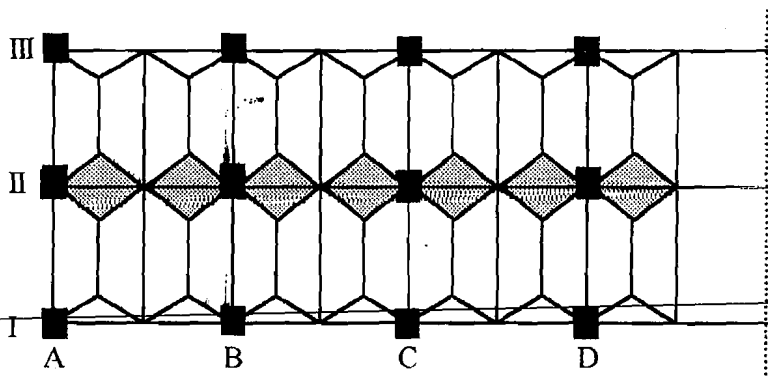
1. lantai	$= 0,667 \cdot 1,5 \cdot 4,3$	$= 4,302 \text{ kN/m}$
2. balok	$= 0,35 \cdot 0,7 \cdot 24$	$= 5,88 \text{ kN/m}$
3. dinding	$= 3,5 \cdot 0,5 \cdot 250 \cdot 0,00981$	$= 4,292 \text{ kN/m}$

$$W_D = 14,474 \text{ kN/m}$$

b. Beban hidup tiap m^1

$$1. \text{ beban hidup ekivalen, } W_L = 0,667 \cdot 1,5 \cdot 0,75 \cdot 250 \cdot 0,00981 = 1,840 \text{ kN/m}$$

d. Portal II untuk bentang 6m



Gambar 5.44 Pembagian beban merata portal II

$$\left(1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{1,5^2}{3^2}\right) = 0,667 \quad \text{koefisien untuk segitiga}$$

1. Beban gravitasi pada balok atap

a. Beban mati tiap m^1

$$1. \text{ lantai} = 0,667 \cdot 2,1 \cdot 5,4,3 = 8,60 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{ balok} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 24 = 5,88 \text{ kN/m}$$

$$W_D = 14,48 \text{ kN/m}$$

b. Beban hidup tiap m^1

$$1. \text{ beban hidup ekivalen, } W_D = 0,67 \cdot 2,1 \cdot 5,0 \cdot 75 \cdot 100 \cdot 0,00981 = 1,472 \text{ kN/m}$$

2. Beban gravitasi pada balok lantai 1 sampai 9

a. Beban mati tiap m^1

$$1. \text{ lantai} = 0,667 \cdot 2,1 \cdot 5,4,3 = 8,60 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{ balok} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 24 = 5,88 \text{ kN/m}$$

$$3. \text{ dinding} = 3,5 \cdot 0,5 \cdot 250 \cdot 0,00981 = 4,292 \text{ kN/m}$$

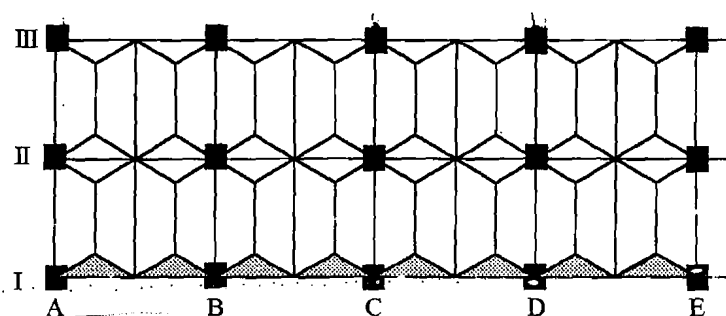
$$W_D = 18,772 \text{ kN/m}$$

b. Beban hidup tiap m^1

$$1. \text{ beban hidup ekivalen, } W_L = 0,667 \cdot 2,1 \cdot 5,0 \cdot 75 \cdot 250 \cdot 0,00981 = 3,679 \text{ kN/m}$$

e. Portal I untuk bentang 8m

Gambar 5.45 Pembagian beban merata portal I untuk jarak 8m



$$1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{a^2}{L^2} = 1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{2^2}{4^2} = \frac{2}{3} = 0,67 \quad \text{koefisien untuk segitiga}$$

1. Beban gravitasi pada balok atap

a. Beban mati tiap m^1

$$1. \text{ lantai} = 0,67 \cdot 2,4 \cdot 3 = 5,73 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{ balok} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 2,4 = 5,88 \text{ kN/m}$$

$$W_D = 11,61 \text{ kN/m}$$

b. Beban hidup tiap m^1

$$1. \text{ beban hidup ekivalen, } W_D = 0,67 \cdot 2,0 \cdot 75 \cdot 100 \cdot 0,00981 = 0,981 \text{ kN/m}$$

2. Beban gravitasi pada balok lantai 1 sampai 9

a. Beban mati tiap m^1

$$1. \text{ lantai} = 0,67 \cdot 2,4 \cdot 3 = 5,73 \text{ kN/m}$$

$$2. \text{ balok} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 2,4 = 5,88 \text{ kN/m}$$

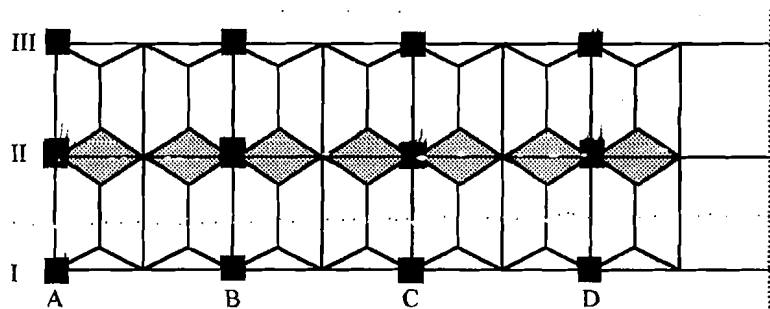
$$3. \text{ dinding} = 3,5 \cdot 0,5 \cdot 250 \cdot 0,00981 = 4,292 \text{ kN/m}$$

$$W_D = 15,903 \text{ kN/m}$$

b. Beban hidup tiap m^1

$$1. \text{ beban hidup ekivalen, } W_L = 0,67 \cdot 2,0 \cdot 75 \cdot 250 \cdot 0,00981 = 2,453 \text{ kN/m}$$

d. Portal II untuk bentang 8m



Gambar 5.46 Pembagian beban merata portal II

$$\left(1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{2^2}{4^2}\right) = 0,67 \quad \text{koefisien untuk segitiga}$$

1. Beban gravitasi pada balok atap

a. Beban mati tiap m^1

1. lantai = $0,667 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4,3$ = 11,438 kN/m

2. balok = $0,35 \cdot 0,7 \cdot 2,4$ = 5,88 kN/m

$W_D = 17,318$ kN/m

b. Beban hidup tiap m^1

1. beban hidup ekuivalen, $W_D = 0,67 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,75 \cdot 100 \cdot 0,00981$ = 1,957 kN/m

2. Beban gravitasi pada balok lantai 1 sampai 9

a. Beban mati tiap m^1

1. lantai = $0,667 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4,3$ = 11,438 kN/m

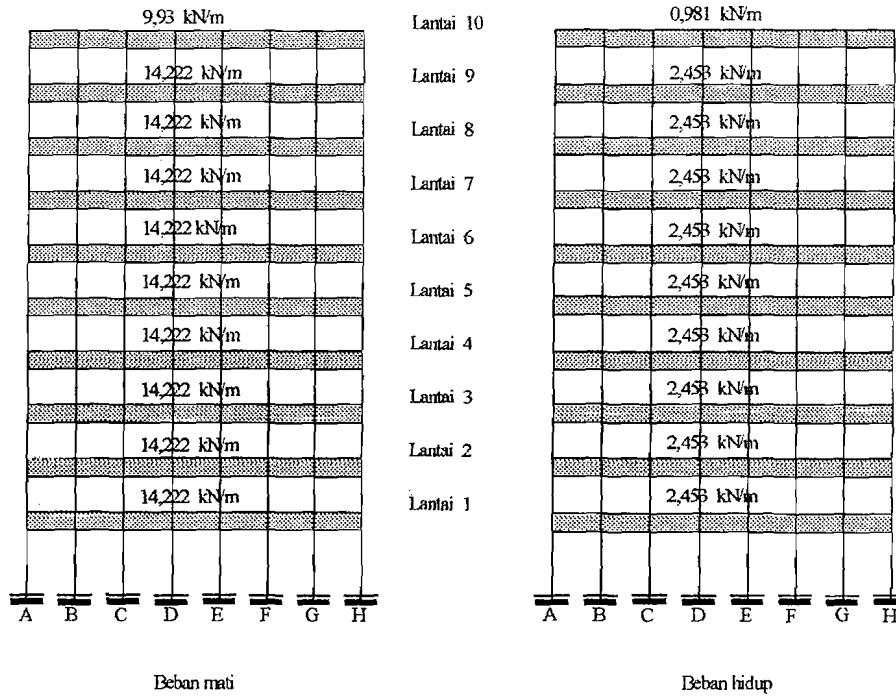
2. balok = $0,35 \cdot 0,7 \cdot 2,4$ = 5,88 kN/m

3. dinding = $3,5 \cdot 0,5 \cdot 250 \cdot 0,00981$ = 4,292 kN/m

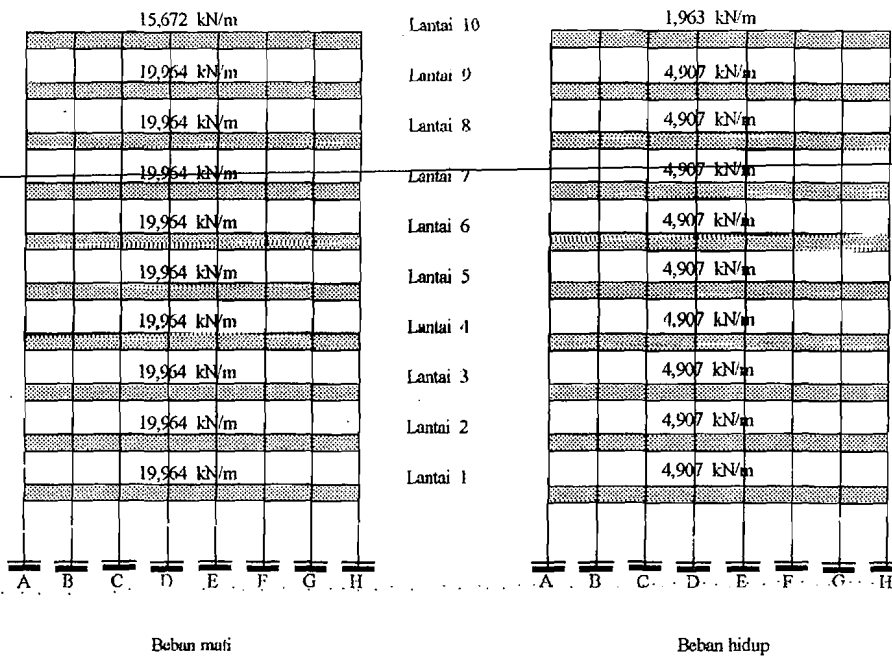
$W_D = 21,600$ kN/m

~~b. Beban hidup tiap m^1~~

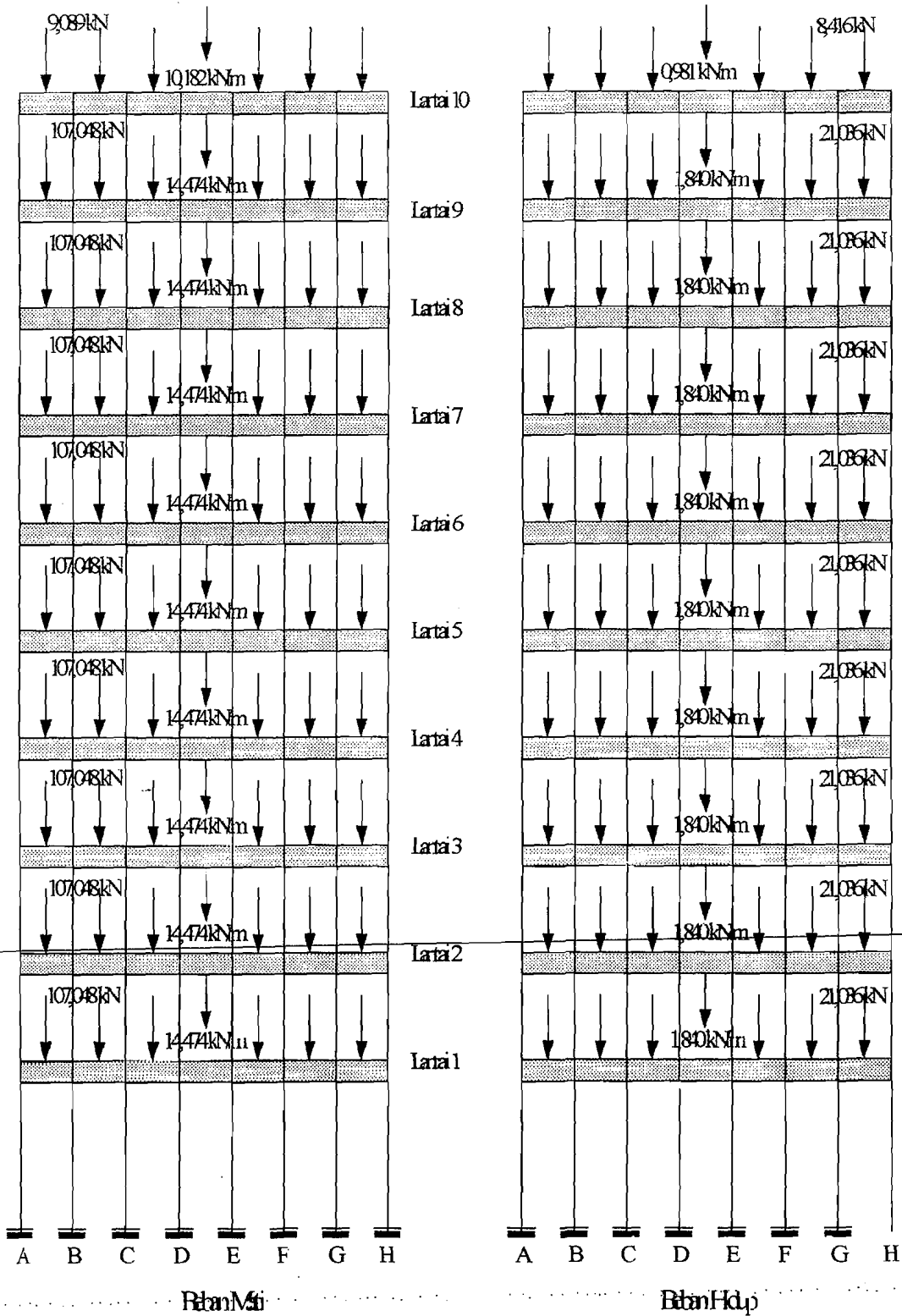
1. beban hidup ekuivalen, $W_L = 0,67 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,75 \cdot 250 \cdot 0,00981$ = 4,893 kN/m



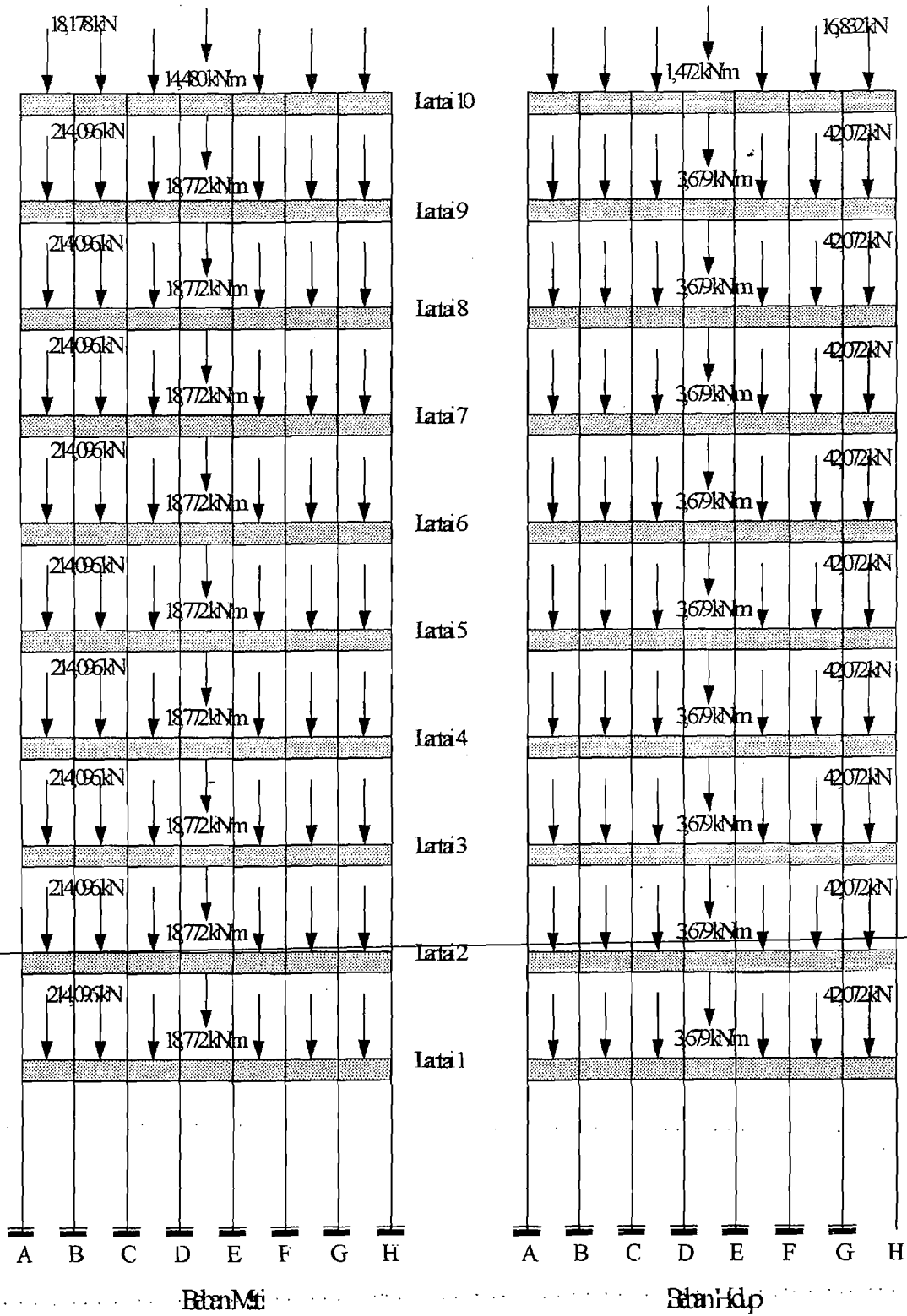
Gambar 5.47 Beban mati dan beban hidup portal I Bentang 4 m



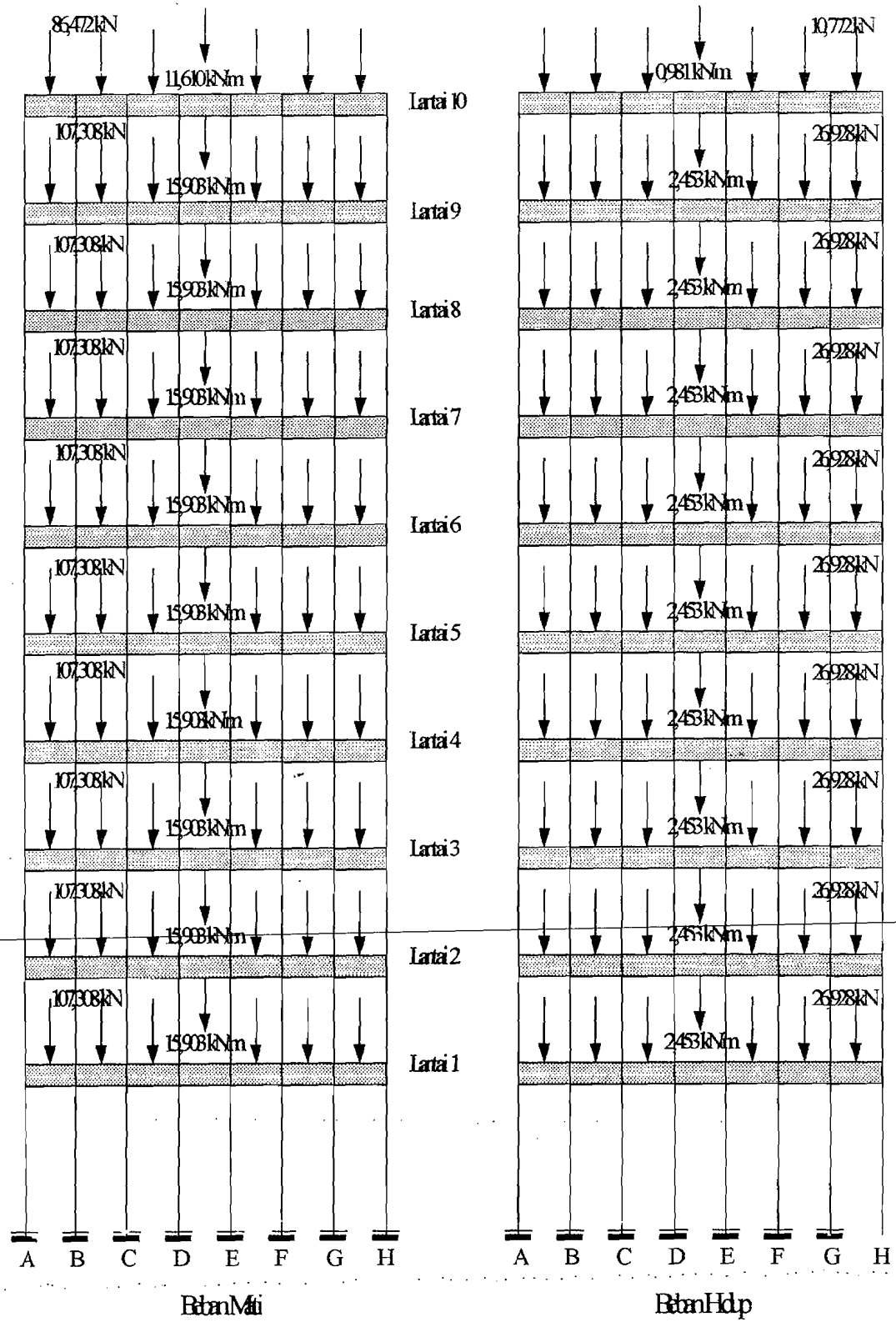
Gambar 5.48 Beban mati dan beban hidup portal II Bentang 4 m



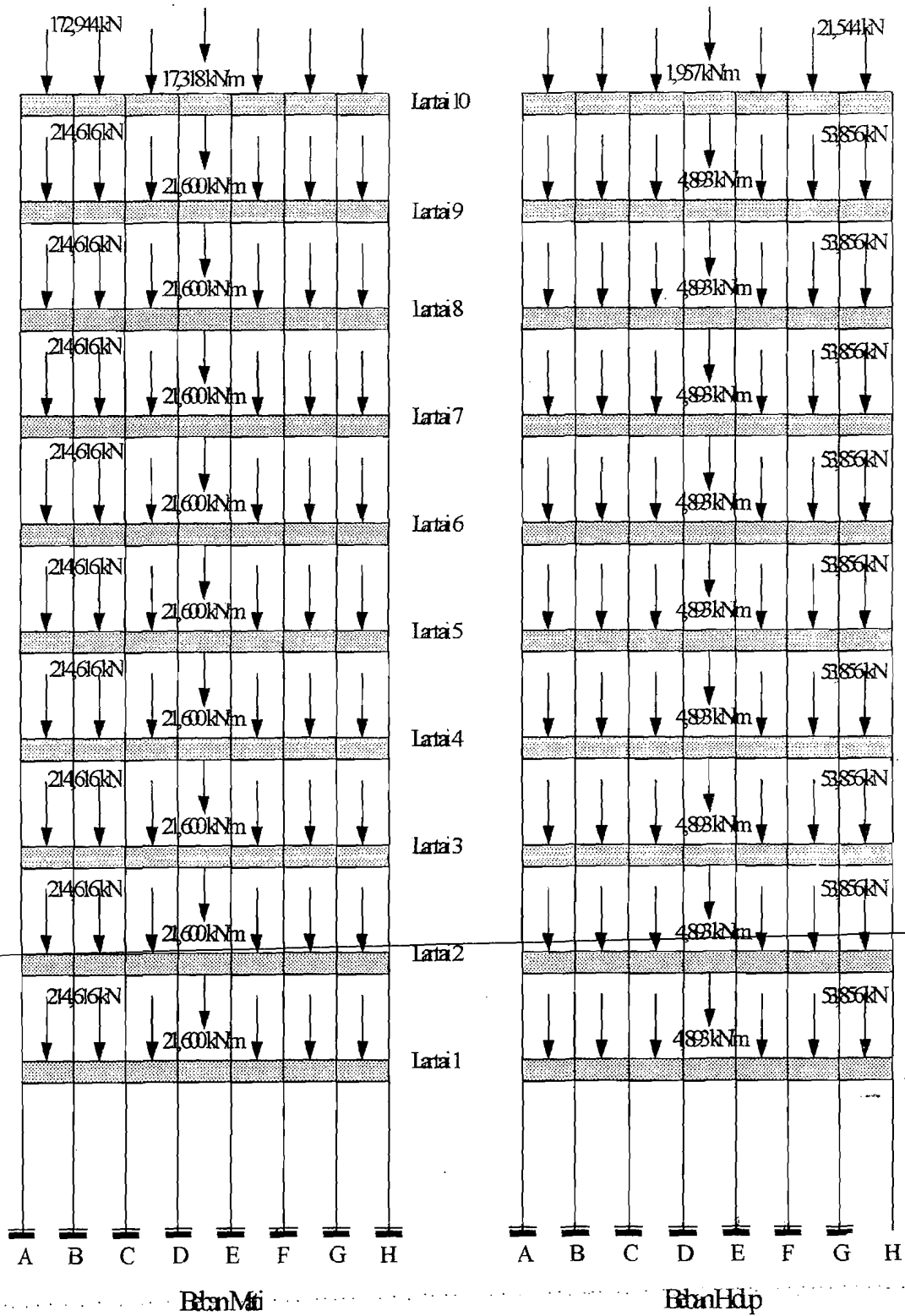
Gambar 5.49 Beban mati dan beban hidup portal I Bentang 6 m



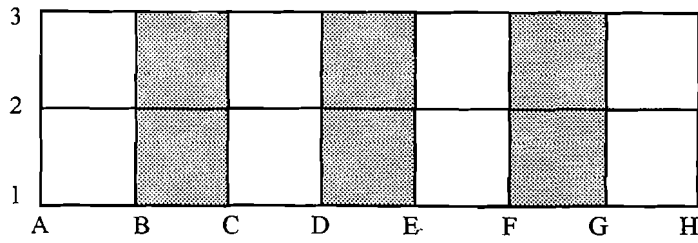
Gambar 5.50 Beban mati dan beban hidup portal II Bentang 6 m



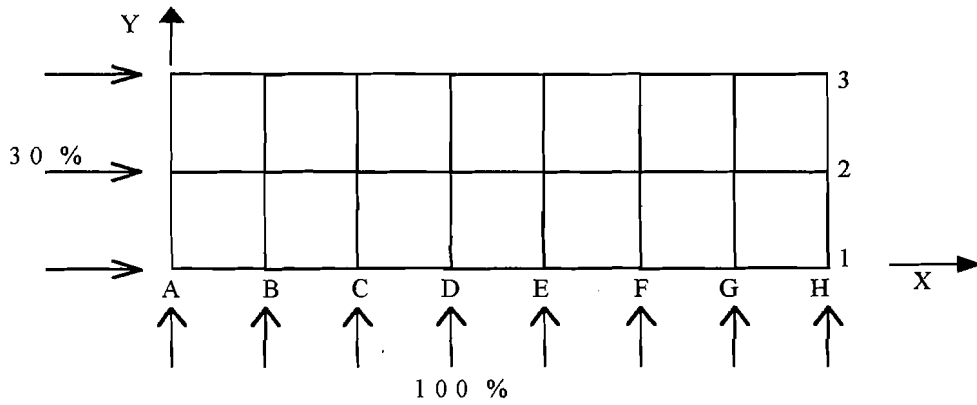
Gambar 5.51 Beban mati dan beban hidup portal I Bentang 8 m



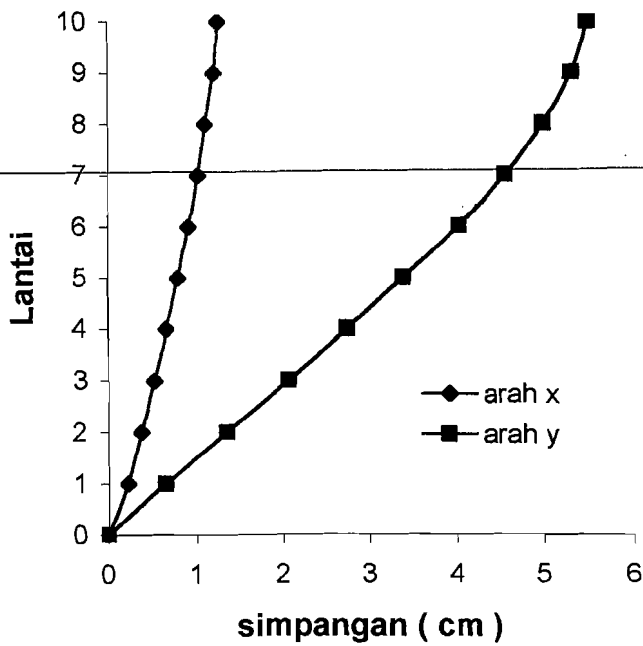
Gambar 5.52 Beban mati dan beban hidup portal II Bentang 8 m



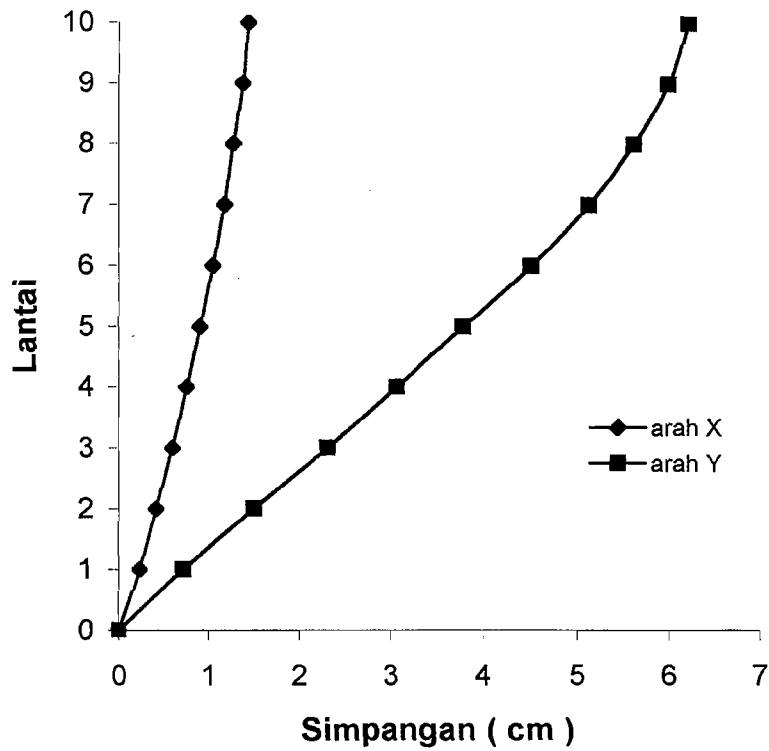
Gambar 5.53 Bentuk pembebanan



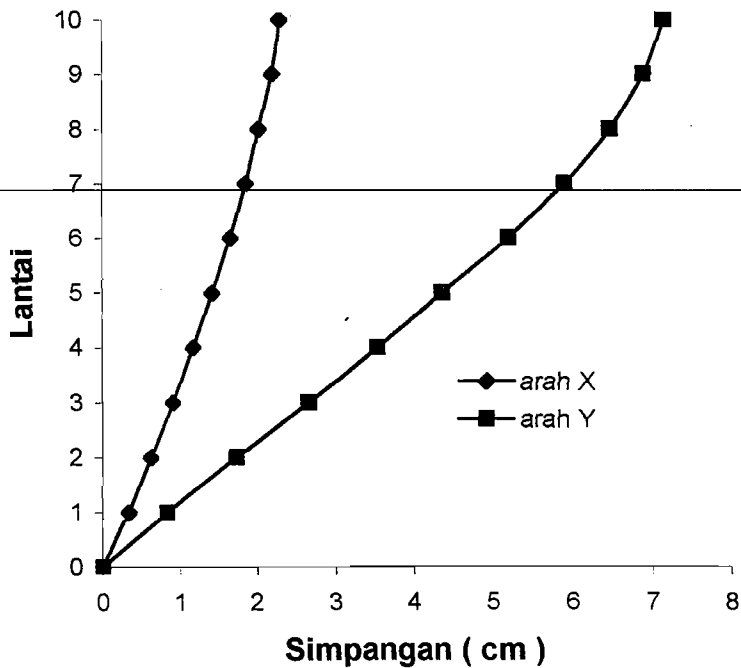
Gambar 5.54 Arah gempa yang direncanakan



Gambar 5.55 Simpangan arah Y dan arah X pada portal I untuk bentang $s = 4m$



Gambar 5.56 Simpangan arah Y dan arah X pada portal Iuntuk bentang $s = 6m$



Gambar 5.57 Simpangan arah Y dan arah X pada portal I untuk bentang $s = 8m$

Tabel 5.22 Momen rencana balok pada portal as-A untuk bentang 4m dengan pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
							Yki	0,3.Yki	Yka	0,3.Yka	Yki	0,3.Yki	Yka	0,3.Yka		
1	269	0	-114.280	-16.830	293.320	-164.064	-366.840	-182.048	161.136	-23.656	-441.234	-225.643	174.738	-40.852	174.738	-441.234
		4	62.360	9.410	6.320	89.888	50.436	54.418	61.812	57.830	66.252	70.898	79.524	74.879	89.888	50.436
		8	-118.660	-18.330	-280.680	-171.720	145.818	-31.010	-359.406	-182.578	155.686	-50.614	-433.742	-227.442	155.686	-433.742
	277	0	-118.660	-18.330	280.500	-171.720	-359.244	-182.529	145.656	-31.059	-433.553	-227.385	155.497	-50.670	155.497	-433.553
		4	62.360	9.410	-6.220	89.888	61.722	57.803	50.526	54.445	79.419	74.848	66.357	70.929	89.888	50.526
		8	-114.280	-15.830	-292.940	-164.064	160.794	-23.758	-366.498	-181.946	174.339	-40.972	-440.835	-225.524	174.339	-440.835
2	306	0	-120.800	-17.570	316.890	-173.072	-393.921	-194.280	176.481	-23.160	-473.411	-240.497	192.058	-40.856	192.058	-473.411
		4	61.630	9.290	4.880	88.820	51.075	54.149	59.859	56.785	66.903	70.490	77.151	73.565	88.820	51.075
		8	-113.600	-17.830	-307.130	-164.848	174.177	-19.315	-378.657	-185.165	189.165	-36.575	-455.808	-230.067	189.165	-455.808
	314	0	-113.600	-17.830	306.980	-164.848	-378.522	-185.125	174.042	-19.355	-455.650	-230.020	189.008	-36.622	189.008	-455.650
		4	61.630	9.290	-4.800	88.820	59.787	56.763	51.147	54.171	77.067	73.539	66.987	70.515	88.820	51.147
		8	-120.800	-17.570	-316.580	-173.072	176.202	-23.243	-393.642	-194.197	191.733	-40.954	-473.085	-240.399	191.733	-473.085
3	343	0	-123.970	-17.830	310.370	-177.292	-390.906	-195.373	167.760	-27.773	-470.098	-241.976	181.679	-46.443	181.679	-470.098
		4	61.640	9.290	4.960	88.832	51.012	54.137	59.940	56.815	66.830	70.475	77.246	73.600	88.832	51.012
		8	-110.410	-17.570	-300.450	-160.604	171.036	-18.248	-369.774	-180.491	185.706	-35.125	-445.239	-224.409	185.706	-445.239
	351	0	-110.410	-17.570	300.310	-160.604	-369.648	-180.453	170.910	-18.285	-445.092	-224.365	185.559	-35.169	185.559	-445.092
		4	61.640	9.290	-4.880	88.832	59.868	56.794	51.084	54.158	77.162	73.575	66.914	70.501	88.832	51.084
		8	-123.970	-17.830	-310.060	-177.292	167.481	-27.857	-390.627	-195.289	181.353	-46.541	-469.773	-241.879	181.353	-469.773
4	380	0	-126.820	-18.070	290.680	-181.096	-375.750	-192.622	147.474	-35.654	-452.605	-238.955	157.823	-55.827	157.823	-452.605
		4	61.630	9.290	4.310	88.820	51.588	54.303	59.346	56.631	67.502	70.670	76.553	73.385	88.820	51.588
		8	-107.600	-17.340	-282.060	-156.864	157.014	-20.684	-350.694	-172.996	169.528	-37.786	-422.798	-215.484	169.528	-422.798
	388	0	-107.600	-17.340	281.910	-156.864	-350.559	-172.956	156.879	-20.724	-422.641	-215.437	169.370	-37.834	169.370	-422.641
		4	61.630	9.290	-4.230	88.820	59.274	56.609	51.660	54.325	76.469	73.360	67.586	70.695	88.820	51.660
		8	-126.820	-18.070	-290.370	-181.096	147.195	-35.738	-375.471	-192.538	157.497	-55.925	-452.280	-238.858	157.497	-452.280
5	417	0	-125.460	-17.740	266.980	-178.936	-353.196	-184.999	127.368	-40.829	-426.032	-229.802	134.626	-61.605	134.626	-426.032
		4	62.570	9.420	5.800	90.156	51.093	54.747	61.533	57.879	67.027	71.290	79.207	74.944	90.156	51.093
		8	-107.060	-17.410	-255.390	-156.328	133.497	-27.399	-326.205	-165.309	142.036	-45.676	-394.283	-206.571	142.036	-394.283
	425	0	-107.060	-17.410	255.270	-156.328	-326.097	-165.277	133.389	-27.431	-394.157	-206.533	141.910	-45.713	141.910	-394.157
		4	62.570	9.420	-5.720	90.156	61.461	57.857	51.165	54.769	79.123	74.919	67.111	71.315	90.156	51.165
		8	-125.460	-17.740	-266.710	-178.936	127.125	-40.902	-352.953	-184.926	134.342	-61.690	-425.749	-229.717	134.342	-425.749

Tabel 5.22 Momen rencana balok pada portal as-A untuk bentang 4m dengan pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
							Yki	0,3.Yki	Yka	0,3.Yka	Yki	0,3.Yki	Yka	0,3.Yka		
6	454	0	-121.020	-16.960	225.480	-172.360	-311.850	-169.798	94.014	-48.038	-377.181	-211.453	96.327	-69.401	96.327	-377.181
		4	64.370	9.670	7.840	92.716	50.877	55.816	64.989	60.050	66.972	72.734	83.436	77.673	92.716	50.877
		8	-107.910	-17.680	-209.800	-157.780	91.701	-40.473	-285.939	-153.765	93.062	-61.142	-347.519	-193.316	93.062	-347.519
	462	0	-107.910	-17.680	209.690	-157.780	-285.840	-153.735	91.602	-40.503	-347.403	-193.281	92.946	-61.176	92.946	-347.403
		4	64.370	9.670	-7.780	92.716	64.935	60.034	50.931	55.832	83.373	77.654	67.035	72.753	92.716	50.931
		8	-121.020	-16.960	-225.250	-172.360	93.807	-48.101	-311.643	-169.736	96.086	-69.473	-376.940	-211.381	96.086	-376.940
7	491	0	-124.230	-17.310	180.140	-176.772	-273.933	-160.445	50.319	-63.169	-333.220	-200.817	45.074	-87.329	50.319	-333.220
		4	64.070	9.630	5.620	92.292	52.605	56.146	62.721	59.180	68.956	73.087	80.758	76.627	92.292	52.605
		8	-105.300	-17.420	-168.910	-154.232	57.249	-49.164	-246.789	-140.376	53.072	-71.077	-301.639	-177.490	57.249	-301.639
	499	0	-105.300	-17.420	168.780	-154.232	-246.672	-140.341	57.132	-49.199	-301.502	-177.449	52.936	-71.118	57.132	-301.502
		4	64.070	9.630	-5.540	92.292	62.649	59.159	52.677	56.167	80.674	76.602	69.040	73.112	92.292	52.677
		8	-124.230	-17.310	-179.860	-176.772	50.067	-63.245	-273.681	-160.369	44.780	-87.417	-332.926	-200.729	50.067	-332.926
8	528	0	-121.720	-16.910	133.040	-173.120	-229.284	-145.469	10.188	-73.627	-280.815	-183.030	-1.431	-99.215	10.188	-280.815
		4	65.080	9.760	5.170	93.712	53.919	57.176	63.225	59.968	70.592	74.391	81.449	77.649	93.712	53.919
		8	-105.780	-17.560	-122.710	-155.032	15.237	-62.070	-205.641	-128.334	3.948	-86.244	-253.743	-163.551	15.237	-253.743
	536	0	-105.780	-17.560	122.580	-155.032	-205.524	-128.299	15.120	-62.105	-253.607	-163.510	3.812	-86.285	15.120	-253.607
		4	65.080	9.760	-5.090	93.712	63.153	59.946	53.991	57.198	81.365	77.623	70.676	74.417	93.712	53.991
		8	-121.720	-16.910	-132.770	-173.120	9.945	-73.700	-229.041	-145.396	-1.714	-99.300	-280.531	-182.945	9.945	-280.531
9	565	0	-118.370	-15.980	75.750	-167.612	-174.708	-126.986	-38.358	-86.081	-216.410	-160.734	-57.335	-113.012	-38.358	-216.410
		4	66.280	10.020	3.290	95.568	56.691	58.764	62.613	60.540	74.030	76.448	80.939	78.521	95.568	56.691
		8	-106.730	-17.960	-69.160	-156.812	-33.813	-77.384	-158.301	-114.730	-53.592	-104.425	-198.828	-147.995	-33.813	-198.828
	573	0	-106.730	-17.960	69.300	-156.812	-158.427	-114.768	-33.687	-77.346	-198.975	-148.040	-53.445	-104.381	-33.687	-198.975
		4	66.280	10.020	-3.370	95.568	62.685	60.562	56.619	58.742	81.023	78.546	73.946	76.423	95.568	56.619
		8	-118.370	-15.980	-76.040	-167.612	-38.097	-86.002	-174.969	-127.064	-57.031	-112.920	-216.715	-160.825	-38.097	-216.715
10	602	0	-65.620	-6.540	31.760	-89.208	-87.642	-67.633	-30.474	-50.483	-107.399	-84.056	-40.703	-64.047	-30.474	-107.399
		4	45.280	4.290	2.130	61.200	38.835	40.177	42.669	41.327	48.686	50.251	53.159	51.593	61.200	38.835
		8	-64.140	-6.480	-27.510	-87.336	-32.967	-50.298	-82.485	-65.154	-43.555	-63.784	-101.336	-81.116	-32.967	-101.336
	61	0	-64.140	-6.480	27.810	-87.336	-82.755	-65.235	-32.697	-50.217	-101.651	-81.210	-43.250	-63.690	-32.697	-101.651
		4	45.280	4.290	-2.280	61.200	42.804	41.368	38.700	40.136	53.316	51.641	48.528	50.204	61.200	38.700
		8	-65.620	-6.540	-32.380	-89.208	-29.916	-50.315	-88.200	-67.801	-40.052	-63.852	-108.050	-84.251	-29.916	-108.050

Tabel 5.23 Momen rencana balok pada portal as-A untuk bentang 4m dengan pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
							Yki	0,3.Yki	Yka	0,3.Yka	Yki	0,3.Yki	Yka	0,3.Yka		
1	269	0	-114.280	-16.830	293.320	-164.064	-366.840	-182.048	161.136	-23.656	-427.980	-212.390	187.992	-27.598	187.992	-427.980
		4	62.360	9.410	6.320	89.888	50.436	54.418	61.812	57.830	58.842	63.487	72.114	67.469	89.888	50.436
		8	-118.660	-18.330	-280.680	-171.720	145.818	-31.010	-359.406	-182.578	170.121	-36.179	-419.307	-213.007	170.121	-419.307
	277	0	-118.660	-18.330	280.500	-171.720	-359.244	-182.529	145.656	-31.059	-419.118	-212.951	169.932	-36.236	169.932	-419.118
		4	62.360	9.410	-6.220	89.888	61.722	57.803	50.526	54.445	72.009	67.437	58.947	63.519	89.888	50.526
		8	-114.280	-16.830	-292.940	-164.064	160.794	-23.758	-366.498	-181.946	187.593	-27.718	-427.581	-212.270	187.593	-427.581
2	306	0	-120.800	-17.570	316.890	-173.072	-393.921	-194.280	176.481	-23.160	-459.575	-226.660	205.895	-27.020	205.895	-459.575
		4	61.630	9.290	4.880	88.820	51.075	54.149	59.859	56.785	59.588	63.174	69.836	66.249	88.820	51.075
		8	-113.600	-17.830	-307.130	-164.848	174.177	-19.315	-378.657	-185.165	203.207	-22.534	-441.767	-216.026	203.207	-441.767
	314	0	-113.600	-17.830	306.980	-164.848	-378.522	-185.125	174.042	-19.355	-441.609	-215.979	203.049	-22.581	203.049	-441.609
		4	61.630	9.290	-4.800	88.820	59.787	56.763	51.147	54.171	69.752	66.224	59.672	63.200	88.820	51.147
		8	-120.800	-17.570	-316.580	-173.072	176.202	-23.243	-393.642	-194.197	205.569	-27.117	-459.249	-226.563	205.569	-459.249
3	343	0	-123.970	-17.830	310.370	-177.292	-390.906	-195.373	167.760	-27.773	-456.057	-227.935	195.720	-32.402	195.720	-456.057
		4	61.640	9.290	4.960	88.832	51.012	54.137	59.940	56.815	59.514	63.160	69.930	66.284	88.832	51.012
		8	-110.410	-17.570	-300.450	-160.604	171.036	-18.248	-369.774	-180.491	199.542	-21.289	-431.403	-210.572	199.542	-431.403
	351	0	-110.410	-17.570	300.310	-160.604	-369.648	-180.453	170.910	-18.285	-431.256	-210.528	199.395	-21.333	199.395	-431.256
		4	61.640	9.290	-4.880	88.832	59.868	56.794	51.084	54.158	69.846	66.259	59.598	63.185	88.832	51.084
		8	-123.970	-17.830	-310.060	-177.292	167.481	-27.857	-390.627	-195.289	195.395	-32.500	-455.732	-227.837	195.395	-455.732
4	380	0	-126.820	-18.070	290.680	-181.396	-375.750	-192.622	147.474	-35.654	-438.375	-224.725	172.053	-41.597	172.053	-438.375
		4	61.630	9.290	4.310	88.820	51.588	54.303	59.346	56.631	60.186	63.354	69.237	66.069	88.820	51.588
		8	-107.600	-17.340	-282.060	-156.864	157.014	-20.684	-350.694	-172.996	183.183	-24.131	-409.143	-201.829	183.183	-409.143
	388	0	-107.600	-17.340	281.910	-156.864	-350.559	-172.956	156.879	-20.724	-408.986	-201.782	183.026	-24.178	183.026	-408.986
		4	61.630	9.290	-4.230	88.820	59.274	56.609	51.660	54.325	69.153	66.044	60.270	63.379	88.820	51.660
		8	-126.820	-18.070	-290.370	-181.096	147.195	-35.738	-375.471	-192.538	171.728	-41.694	-438.050	-224.628	171.728	-438.050
5	417	0	-125.460	-17.740	266.980	-178.936	-353.196	-184.999	127.368	-40.829	-412.062	-215.832	148.596	-47.634	148.596	-412.062
		4	62.570	9.420	5.800	90.156	51.093	54.747	61.533	57.879	59.609	63.872	71.789	67.526	90.156	51.093
		8	-107.060	-17.410	-255.390	-156.328	133.497	-27.399	-326.205	-165.309	155.747	-31.965	-380.573	-192.861	155.747	-380.573
	425	0	-107.060	-17.410	255.270	-156.328	-326.097	-165.277	133.389	-27.431	-380.447	-192.823	155.621	-32.003	155.621	-380.447
		4	62.570	9.420	-5.720	90.156	61.461	57.857	51.165	54.769	71.705	67.500	59.693	63.897	90.156	51.165
		8	-125.460	-17.740	-266.710	-178.936	127.125	-40.902	-352.953	-184.926	148.313	-47.719	-411.779	-215.747	148.313	-411.779

Tabel 5.23 Momen rencana balok pada portal as-A untuk bentang 4m dengan pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
							Yki	0,3.Yki	Yka	0,3.Yka	Yki	0,3.Yki	Yka	0,3.Yka		
6	454	0	-121.020	-16.960	225.480	-172.360	-311.850	-169.798	94.014	-48.038	-363.825	-198.097	109.683	-56.045	109.683	-363.825
		4	64.370	9.670	7.840	92.716	50.877	55.816	64.989	60.050	59.357	65.119	75.821	70.058	92.716	50.877
		8	-107.910	-17.680	-209.800	-157.780	91.701	-40.473	-285.939	-153.765	106.985	-47.219	-333.596	-179.393	106.985	-333.596
	462	0	-107.910	-17.680	209.690	-157.780	-285.840	-53.735	91.602	-40.503	-333.480	-179.358	106.869	-47.253	106.869	-333.480
		4	64.370	9.670	-7.780	92.716	64.935	60.034	50.931	55.832	75.758	70.039	59.420	65.138	92.716	50.931
		8	-121.020	-16.960	-225.250	-172.360	93.807	-48.101	-311.643	-169.736	109.442	-56.117	-363.584	-198.025	109.442	-363.584
7	491	0	-124.230	-17.310	180.140	-176.772	-273.933	-160.445	50.319	-63.169	-319.589	-187.186	58.706	-73.697	58.706	-319.589
		4	64.070	9.630	5.620	92.292	52.605	56.146	62.721	59.180	61.373	65.503	73.175	69.044	92.292	52.605
		8	-105.300	-17.420	-168.910	-154.232	57.249	-49.164	-246.789	-140.376	66.791	-57.358	-287.921	-163.772	66.791	-287.921
	499	0	-105.300	-17.420	168.780	-154.232	-246.672	-140.341	57.132	-49.199	-287.784	-163.731	66.654	-57.399	66.654	-287.784
		4	64.070	9.630	-5.540	92.292	62.649	59.159	52.677	56.167	73.091	69.019	61.457	65.528	92.292	52.677
		8	-124.230	-17.310	-179.860	-176.772	50.067	-63.245	-273.681	-160.369	58.412	-73.786	-319.295	-187.097	58.412	-319.295
8	528	0	-121.720	-16.910	133.040	-173.120	-229.284	-145.469	10.188	-73.627	-267.498	-169.714	11.886	-85.898	11.886	-267.498
		4	65.080	9.760	5.170	93.712	53.919	57.176	63.225	59.968	62.906	66.705	73.763	69.963	93.712	53.919
		8	-105.780	-17.560	-122.710	-155.032	15.237	-62.070	-205.641	-128.334	17.777	-72.415	-239.915	-149.723	17.777	-239.915
	536	0	-105.780	-17.560	122.580	-155.032	-205.524	-128.299	15.120	-62.105	-239.778	-149.682	17.640	-72.456	17.640	-239.778
		4	65.080	9.760	-5.090	93.712	63.153	59.946	53.991	57.198	73.679	69.937	62.990	66.731	93.712	53.991
		8	-121.720	-16.910	-132.770	-173.120	9.945	-73.700	-229.041	-145.396	11.603	-85.983	-267.215	-169.629	11.603	-267.215
9	565	0	-118.370	-15.980	75.750	-167.612	-174.708	-126.986	-38.358	-86.081	-203.826	-148.150	-44.751	-100.427	-38.358	-203.826
		4	66.280	10.020	3.290	95.568	56.691	58.764	62.613	60.540	66.140	68.558	73.049	70.630	95.568	56.691
		8	-106.730	-17.960	-69.160	-156.812	-33.813	-77.384	-158.301	-114.730	-39.449	-90.281	-184.685	-133.852	-33.813	-184.685
	573	0	-106.730	-17.960	69.300	-156.812	-158.427	-114.768	-33.687	-77.346	-184.832	-133.896	-39.302	-90.237	-33.687	-184.832
		4	66.280	10.020	-3.370	95.568	62.685	60.562	56.619	58.742	73.133	70.656	66.056	68.532	95.568	56.619
		8	-118.370	-15.980	-76.040	-167.612	-38.097	-86.002	-174.969	-127.064	-44.447	-100.336	-204.131	-148.241	-38.097	-204.131
10	602	0	-65.620	-6.540	31.760	-89.208	-87.642	-67.633	-30.474	-50.483	-102.249	-78.905	-35.553	-58.897	-30.474	-102.249
		4	45.280	4.290	2.130	61.200	38.835	40.177	42.669	41.327	45.308	46.873	49.781	48.215	61.200	38.835
		8	-64.140	-6.480	-27.510	-87.336	-32.967	-50.298	-82.485	-65.154	-38.462	-58.681	-96.233	-76.013	-32.967	-96.233
	61	0	-64.140	-6.480	27.810	-87.336	-82.755	-65.235	-32.697	-50.217	-96.548	-76.107	-38.147	-58.587	-32.697	-96.548
		4	45.280	4.290	-2.280	61.200	42.804	41.368	38.700	40.136	49.938	48.262	45.150	46.826	61.200	38.700
		8	-65.620	-6.540	-32.380	-89.208	-29.916	-50.315	-88.200	-67.801	-34.902	-58.701	-102.900	-79.101	-29.916	-102.900

Tabel 5.24 Momen rencana balok pada portal as-D untuk bentang 4m dengan pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
							Yki	0,3.Yki	Yka	0,3.Yka	Yki	0,3.Yki	Yka	0,3.Yka		
1	272	0	-153.430	-33.570	293.320	-237.828	-402.075	-217.283	125.901	-58.891	-495.524	-279.934	120.448	-95.142	125.901	-495.524
		4	84.360	18.820	6.320	131.344	70.236	74.218	81.612	77.630	96.763	101.408	110.035	105.390	131.344	70.236
		8	-161.910	-36.860	-280.680	-253.268	106.893	-69.935	-398.331	-221.503	95.681	-110.619	-493.747	-287.447	106.893	-493.747
	280	0	-161.910	-36.860	280.500	-253.268	-398.169	-221.454	106.731	-69.984	-493.558	-287.390	95.492	-110.675	106.731	-493.558
		4	84.360	18.820	-6.220	131.344	81.522	77.603	70.326	74.245	109.930	105.358	96.868	101.439	131.344	70.326
		8	-153.430	-33.570	-292.940	-237.828	125.559	-58.993	-401.733	-217.181	120.049	-95.262	-495.125	-279.814	125.559	-495.125
2	309	0	-161.390	-34.910	316.890	-249.524	-430.452	-230.811	139.950	-59.691	-529.686	-296.771	135.783	-97.131	139.950	-529.686
		4	83.370	18.590	4.880	129.788	70.641	73.715	79.425	76.351	97.054	100.641	107.302	103.715	129.788	70.641
		8	-155.940	-35.970	-307.130	-244.680	136.071	-57.421	-416.763	-223.271	130.423	-95.317	-514.550	-288.809	136.071	-514.550
	317	0	-155.940	-35.970	306.980	-244.680	-416.628	-223.231	135.936	-57.461	-514.392	-288.762	130.266	-95.365	135.936	-514.392
		4	83.370	18.590	-4.800	129.788	79.353	76.329	70.713	73.737	107.218	103.690	97.138	100.666	129.788	70.713
		8	-161.390	-34.910	-316.580	-249.524	139.671	-59.774	-430.173	-230.728	135.458	-97.228	-529.360	-296.674	139.671	-529.360
3	346	0	-164.960	-35.330	310.370	-254.480	-427.797	-232.264	130.869	-64.664	-526.919	-298.797	124.858	-103.264	130.869	-526.919
		4	83.370	18.590	4.960	129.788	70.569	73.694	79.497	76.372	96.970	100.616	107.386	103.741	129.788	70.569
		8	-152.360	-35.560	-300.450	-239.728	133.281	-56.003	-407.529	-218.246	127.491	-93.340	-503.454	-282.623	133.281	-503.454
	354	0	-152.360	-35.560	300.310	-239.728	-407.403	-218.208	133.155	-56.040	-503.307	-282.579	127.344	-93.384	133.155	-503.307
		4	83.370	18.590	-4.880	129.788	79.425	76.351	70.641	73.715	107.302	103.715	97.054	100.641	129.788	70.641
		8	-164.960	-35.330	-310.060	-254.480	130.590	-64.748	-427.518	-232.180	124.533	-103.361	-526.593	-298.699	130.590	-526.593
4	383	0	-168.180	-35.720	290.680	-258.968	-412.974	-229.846	110.250	-72.878	-509.933	-296.283	100.496	-113.154	110.250	-509.933
		4	83.340	18.580	4.310	129.736	71.127	73.842	78.885	76.170	97.613	100.781	106.664	103.496	129.736	71.127
		8	-149.190	-35.190	-282.060	-235.332	119.583	-58.115	-388.125	-210.427	111.801	-95.513	-480.525	-273.211	119.583	-480.525
	391	0	-149.190	-35.190	281.910	-235.332	-387.990	-210.387	119.448	-58.155	-480.367	-273.163	111.644	-95.560	119.448	-480.367
		4	83.340	18.580	-4.230	129.736	78.813	76.148	71.199	73.864	106.580	103.471	97.697	100.806	129.736	71.199
		8	-168.180	-35.720	-290.370	-258.968	109.971	-72.962	-412.695	-229.762	100.170	-113.252	-509.607	-296.185	109.971	-509.607
5	420	0	-165.960	-35.000	266.980	-255.152	-389.646	-221.449	90.918	-77.279	-482.150	-285.919	78.509	-117.722	90.918	-482.150
		4	84.580	18.830	5.800	131.624	70.902	74.556	81.342	77.688	97.548	101.811	109.728	105.465	131.624	70.902
		8	-148.930	-35.390	-255.390	-235.340	95.814	-65.082	-363.888	-202.992	83.913	-103.798	-452.406	-264.694	95.814	-452.406
	428	0	-148.930	-35.390	255.270	-235.340	-363.780	-202.960	95.706	-65.114	-452.280	-264.656	83.787	-103.836	95.706	-452.280
		4	84.580	18.830	-5.720	131.624	81.270	77.666	70.974	74.578	109.644	105.439	97.632	101.836	131.624	70.974
		8	-165.960	-35.000	-266.710	-255.152	90.675	-77.352	-389.403	-221.376	78.225	-117.807	-481.866	-285.834	90.675	-481.866

Tabel 5.24 Momen rencana balok pada portal as-D untuk bentang 4m dengan pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
							Yki	0,3.Yki	Yka	0,3.Yka	Yki	0,3.Yki	Yka	0,3.Yka		
6	457	0	-159.750	-33.440	225.480	-245.204	-346.707	-204.655	59.157	-82.895	-430.826	-265.098	42.683	-123.045	59.157	-430.826
		4	86.910	19.320	7.840	135.204	71.163	76.102	85.275	80.336	98.238	104.000	114.702	108.940	135.204	71.163
		8	-150.490	-35.990	-209.800	-238.172	53.379	-78.795	-324.261	-192.087	33.933	-120.270	-406.647	-252.444	53.379	-406.647
	465	0	-150.490	-35.990	209.690	-238.172	-324.162	-192.057	53.280	-78.825	-406.531	-252.409	33.818	-120.304	53.280	-406.531
		4	86.910	19.320	-7.780	135.204	85.221	80.320	71.217	76.118	114.639	108.921	98.301	104.019	135.204	71.217
		8	-159.750	-33.440	-225.250	-245.204	58.950	-82.958	-346.500	-204.593	42.441	-123.118	-430.584	-265.025	58.950	-430.584
7	494	0	-163.610	-34.060	180.140	-250.828	-309.375	-195.887	14.877	-98.611	-387.760	-255.357	-9.466	-141.869	14.877	-387.760
		4	86.510	19.230	5.620	134.580	72.801	76.342	82.917	79.376	100.078	104.209	111.880	107.749	134.580	72.801
		8	-147.420	-35.560	-168.910	-233.800	19.341	-87.072	-284.697	-178.284	-5.439	-129.588	-360.150	-236.001	19.341	-360.150
	502	0	-147.420	-35.560	168.780	-233.800	-284.580	-178.249	19.224	-87.107	-360.014	-235.960	-5.575	-129.629	19.224	-360.014
		4	86.510	19.230	-5.540	134.580	82.345	79.355	72.873	76.363	111.796	107.724	100.162	104.234	134.580	72.873
		8	-163.610	-34.060	-179.860	-250.828	14.625	-98.687	-309.123	-195.811	-9.760	-141.957	-387.466	-255.269	14.625	-387.466
8	531	0	-160.070	-33.260	133.040	-245.300	-263.799	-179.984	-24.327	-108.142	-333.958	-236.173	-54.574	-152.358	-24.327	-333.958
		4	87.840	19.480	5.170	136.576	74.403	77.660	83.709	80.452	102.144	105.944	113.001	109.201	136.576	74.403
		8	-148.310	-35.850	-122.710	-235.332	-23.040	-100.347	-243.918	-166.611	-55.112	-145.304	-312.803	-222.611	-23.040	-312.803
	539	0	-148.310	-35.850	122.580	-235.332	-243.801	-166.576	-23.157	-100.382	-312.666	-222.570	-55.248	-145.345	-23.157	-312.666
		4	87.840	19.480	-5.090	136.576	83.637	80.430	74.475	77.682	112.917	109.176	102.228	105.969	136.576	74.475
		8	-160.070	-33.260	-132.770	-245.300	-24.570	-108.215	-263.556	-179.911	-54.857	-152.443	-333.674	-236.088	-24.570	-333.674
9	568	0	-156.550	-31.440	75.750	-238.164	-209.070	-161.348	-72.720	-120.443	-268.674	-212.998	-109.599	-165.275	-72.720	-268.674
		4	89.140	19.980	3.290	138.936	77.265	79.338	83.187	81.114	105.877	108.295	112.786	110.368	138.936	77.265
		8	-149.230	-36.660	-69.160	-237.732	-72.063	-115.634	-196.551	-152.980	-112.943	-163.776	-258.179	-207.347	-72.063	-258.179
	576	0	-149.230	-36.660	69.300	-237.732	-196.677	-153.018	-71.937	-115.596	-258.326	-207.391	-112.796	-163.732	-71.937	-258.326
		4	89.140	19.980	-3.370	138.936	83.259	81.136	77.193	79.316	112.870	110.393	105.793	108.270	138.936	77.193
		8	-156.550	-31.440	-76.040	-238.164	-72.459	-120.364	-209.331	-161.426	-109.295	-165.184	-268.979	-213.089	-72.459	-268.979
10	605	0	-95.370	-12.690	31.760	-134.748	-114.417	-94.408	-57.249	-77.258	-143.480	-120.136	-76.784	-100.127	-57.249	-143.480
		4	70.330	8.460	2.130	97.932	61.380	62.722	65.214	63.872	78.272	79.838	82.745	81.180	97.932	61.380
		8	-110.700	-13.620	-27.510	-154.632	-74.871	-92.202	-124.389	-107.058	-98.075	-118.295	-155.846	-135.626	-74.871	-155.846
	613	0	-110.700	-13.620	27.810	-154.632	-124.659	-107.139	-74.601	-92.121	-156.161	-135.721	-97.760	-118.201	-74.601	-156.161
		4	70.330	8.460	-2.280	97.932	65.349	63.913	61.245	62.681	82.903	81.227	78.115	79.791	97.932	61.245
		8	-95.370	-12.690	-32.380	-134.748	-55.691	-77.090	-114.975	-94.576	-76.133	-99.932	-144.131	-120.332	-55.691	-144.131

Tabel 5.25 Momen rencana balok pada portal as-D untuk bentang 4m dengan pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
							Yki	0,3.Yki	Yka	0,3.Yka	Yki	0,3.Yki	Yka	0,3.Yka		
1	272	0	-153.430	-33.570	293.320	-237.828	-402.075	-217.283	125.901	-58.891	-482.306	-266.715	133.666	-81.924	133.666	-482.306
		4	84.360	18.820	6.320	131.344	70.236	74.218	81.612	77.630	89.352	93.998	102.624	97.979	131.344	70.236
		8	-161.910	-36.860	-280.680	-253.268	106.893	-69.935	-398.331	-221.503	110.195	-96.105	-479.233	-272.933	110.195	-479.233
	280	0	-161.910	-36.860	280.500	-253.268	-398.169	-221.454	106.731	-69.984	-479.044	-272.877	110.006	-96.162	110.006	-479.044
		4	84.360	18.820	-6.220	131.344	81.522	77.603	70.326	74.245	102.519	97.948	89.457	94.029	131.344	70.326
		8	-153.430	-33.570	-292.940	-237.828	125.559	-58.993	-401.733	-217.181	133.267	-82.044	-481.907	-266.596	133.267	-481.907
2	309	0	-161.390	-34.910	316.890	-249.524	-430.452	-230.811	139.950	-59.691	-515.940	-283.026	149.529	-83.385	149.529	-515.940
		4	83.370	18.590	4.880	129.788	70.641	73.715	79.425	76.351	89.734	93.321	99.982	96.396	129.788	70.641
		8	-155.940	-35.970	-307.130	-244.680	136.071	-57.421	-416.763	-223.271	144.586	-81.154	-500.387	-274.646	144.586	-500.387
	317	0	-155.940	-35.970	306.980	-244.680	-416.628	-223.231	135.936	-57.461	-500.229	-274.599	144.429	-81.201	144.429	-500.229
		4	83.370	18.590	-4.800	129.788	79.353	76.329	70.713	73.737	99.898	96.370	89.818	93.346	129.788	70.713
		8	-161.390	-34.910	-316.580	-249.524	139.671	-59.774	-430.173	-230.728	149.204	-83.483	-515.614	-282.928	149.204	-515.614
3	346	0	-164.960	-35.330	310.370	-254.480	-427.797	-232.264	130.869	-64.664	-513.008	-284.886	138.769	-89.353	138.769	-513.008
		4	83.370	18.590	4.960	129.788	70.569	73.694	79.497	76.372	89.650	93.296	100.066	96.421	129.788	70.569
		8	-152.360	-35.560	-300.450	-239.728	133.287	-56.003	-407.529	-218.246	141.493	-79.338	-489.452	-268.622	141.493	-489.452
	354	0	-152.360	-35.560	300.310	-239.728	-407.403	-218.208	133.155	-56.040	-489.305	-268.577	141.346	-79.382	141.346	-489.305
		4	83.370	18.590	-4.880	129.788	79.425	76.351	70.641	73.715	99.982	96.396	89.734	93.321	129.788	70.641
		8	-164.960	-35.330	-310.060	-254.480	130.590	-64.748	-427.518	-232.180	138.444	-89.450	-512.682	-284.788	138.444	-512.682
4	383	0	-168.180	-35.720	290.680	-258.968	-412.974	-229.846	110.250	-72.878	-495.868	-282.218	114.560	-99.090	114.560	-495.868
		4	83.340	18.580	4.310	129.736	71.127	73.842	78.885	76.170	90.297	93.465	99.348	96.181	129.736	71.127
		8	-149.190	-35.190	-282.060	-235.332	119.583	-58.115	-388.125	-210.427	125.657	-81.657	-466.669	-259.354	125.657	-466.669
	391	0	-149.190	-35.190	281.910	-235.332	-387.990	-210.387	119.448	-58.155	-466.511	-259.307	125.500	-81.704	125.500	-466.511
		4	83.340	18.580	-4.230	129.736	78.813	76.148	71.199	73.864	99.264	96.155	90.381	93.490	129.736	71.199
		8	-168.180	-35.720	-290.370	-258.968	109.971	-72.962	-412.695	-229.762	114.235	-99.187	-495.542	-282.120	114.235	-495.542
5	420	0	-165.960	-35.000	266.980	-255.152	-389.646	-221.449	90.918	-77.279	-468.368	-272.138	92.290	-103.941	92.290	-468.368
		4	84.580	18.830	5.800	131.624	70.902	74.556	81.342	77.688	90.133	94.396	102.313	98.050	131.624	70.902
		8	-148.930	-35.390	-255.390	-235.340	95.814	-65.082	-363.888	-202.992	97.848	-89.863	-438.471	-250.759	97.848	-438.471
	428	0	-148.930	-35.390	255.270	-235.340	-363.780	-202.960	95.706	-65.114	-438.345	-250.721	97.722	-89.901	97.722	-438.345
		4	84.580	18.830	-5.720	131.624	81.270	77.666	70.974	74.578	102.229	98.025	90.217	94.422	131.624	70.974
		8	-165.960	-35.000	-266.710	-255.152	90.675	-77.352	-389.403	-221.376	92.006	-104.026	-468.085	-272.053	92.006	-468.085

Tabel 5.25 Momen rencana balok pada portal as-D untuk bentang 4m dengan pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
							Yki	0,3.Yki	Yka	0,3.Yka	Yki	0,3.Yki	Yka	0,3.Yka		
6	457	0	-159.750	-33.440	225.480	-245.204	-346.707	-204.655	59.157	-82.895	-417.659	-251.931	55.850	-109.878	59.157	-417.659
		4	86.910	19.320	7.840	135.204	71.163	76.102	85.275	80.336	90.631	96.393	107.095	101.332	135.204	71.163
		8	-150.490	-35.990	-209.800	-238.172	53.379	-78.795	-324.261	-192.087	48.104	-106.099	-392.476	-238.273	53.379	-392.476
	465	0	-150.490	-35.990	209.690	-238.172	-324.162	-192.057	53.280	-78.825	-392.360	-238.238	47.989	-106.133	53.280	-392.360
		4	86.910	19.320	-7.780	135.204	85.221	80.320	71.217	76.118	107.032	101.313	90.694	96.412	135.204	71.217
		8	-159.750	-33.440	-225.250	-245.204	58.950	-82.958	-346.500	-204.593	55.608	-109.951	-417.417	-251.858	58.950	-417.417
7	494	0	-163.610	-34.060	180.140	-250.828	-309.375	-195.887	14.877	-98.611	-374.349	-241.946	3.945	-128.458	14.877	-374.349
		4	86.510	19.230	5.620	134.580	72.801	76.342	82.917	79.376	92.506	96.637	104.308	100.178	134.580	72.801
		8	-147.420	-35.560	-168.910	-233.800	19.341	-87.072	-284.697	-178.284	8.563	-115.586	-346.148	-221.999	19.341	-346.148
	502	0	-147.420	-35.560	168.780	-233.800	-284.580	-178.249	19.224	-87.107	-346.012	-221.958	8.426	-115.627	19.224	-346.012
		4	86.510	19.230	-5.540	134.580	82.845	79.355	72.873	76.363	104.224	100.152	92.590	96.662	134.580	72.873
		8	-163.610	-34.060	-179.860	-250.828	14.625	-98.687	-309.123	-195.811	3.651	-128.546	-374.055	-241.858	14.625	-374.055
8	531	0	-160.070	-33.260	133.040	-245.300	-263.799	-179.984	-24.327	-108.142	-320.862	-223.077	-41.478	-139.262	-24.327	-320.862
		4	87.840	19.480	5.170	136.576	74.403	77.660	83.709	80.452	94.474	98.274	105.331	101.531	136.576	74.403
		8	-148.310	-35.850	-122.710	-235.332	-23.040	-100.347	-243.918	-166.611	-40.996	-131.188	-298.687	-208.495	-23.040	-298.687
	539	0	-148.310	-35.850	122.580	-235.332	-243.801	-166.576	-23.157	-100.382	-298.550	-208.454	-41.132	-131.229	-23.157	-298.550
		4	87.840	19.480	-5.090	136.576	83.637	80.430	74.475	77.682	105.247	101.506	94.558	98.299	136.576	74.475
		8	-160.070	-33.260	-132.770	-245.300	-24.570	-108.215	-263.556	-179.911	-41.761	-139.347	-320.578	-222.992	-24.570	-320.578
9	568	0	-156.550	-31.440	75.750	-238.164	-209.070	-161.348	-72.720	-120.443	-256.295	-200.618	-97.220	-152.896	-72.720	-256.295
		4	89.140	19.980	3.290	138.936	77.265	79.338	83.187	81.114	98.010	100.428	104.919	102.500	138.936	77.265
		8	-149.230	-36.660	-69.160	-237.732	-72.063	-115.634	-196.551	-152.980	-98.508	-149.341	-243.744	-192.912	-72.063	-243.744
	576	0	-149.230	-36.660	69.300	-237.732	-196.677	-153.018	-71.937	-115.596	-243.891	-192.956	-98.361	-149.297	-71.937	-243.891
		4	89.140	19.980	-3.370	138.936	83.259	81.136	77.193	79.316	105.003	102.526	97.926	100.403	138.936	77.193
		8	-156.550	-31.440	-76.040	-238.164	-72.459	-120.364	-209.331	-161.426	-96.915	-152.804	-256.599	-200.710	-72.459	-256.599
10	605	0	-95.370	-12.690	31.760	-134.748	-114.417	-94.408	-57.249	-77.258	-138.483	-115.140	-71.787	-95.131	-57.249	-138.483
		4	70.330	8.460	2.130	97.932	61.380	62.722	65.214	63.872	74.941	76.507	79.414	77.849	97.932	61.380
		8	-110.700	-13.620	-27.510	-154.632	-74.871	-92.202	-124.389	-107.058	-92.712	-112.932	-150.483	-130.264	-74.871	-154.632
	613	0	-110.700	-13.620	27.810	-154.632	-124.659	-107.139	-74.601	-92.121	-150.798	-130.358	-92.397	-112.838	-74.601	-154.632
		4	70.330	8.460	-2.280	97.932	65.349	63.913	61.245	62.681	79.572	77.896	74.784	76.459	97.932	61.245
		8	-95.370	-12.690	-32.380	-134.748	-56.691	-77.090	-114.975	-94.576	-71.136	-94.935	-139.134	-115.335	-56.691	-139.134

Tabel 5.26 Momen rencana balok pada portal as-I untuk bentang 4m dengan pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
							Xki	0,3.Xki	Xka	0,3.Xka	Xki	0,3.Xki	Xka	0,3.Xka		
1	250	0	-28.750	-6.520	-322.420	-44.932	264.303	61.178	-316.053	-112.928	303.219	66.240	-373.863	-136.884	303.219	-373.863
		2	14.430	3.270	-0.320	22.548	13.275	13.073	12.699	12.901	18.063	17.827	17.391	17.626	22.548	12.699
		4	-28.840	-6.570	321.780	-45.120	-315.558	-112.837	263.646	60.925	-373.325	-136.817	302.413	65.905	302.413	-373.325
	251	0	-28.810	-6.540	-321.390	-45.036	263.322	60.846	-315.180	-112.704	302.059	65.837	-372.860	-136.639	302.059	-372.860
		2	14.410	3.270	-0.090	22.524	13.050	12.993	12.888	12.945	17.800	17.734	17.611	17.677	22.524	12.888
		4	-28.810	-6.540	321.210	-45.036	-315.018	-112.656	263.160	60.798	-372.671	-136.582	301.870	65.780	301.870	-372.671
2	287	0	-28.670	-6.510	-300.700	-44.820	244.827	55.386	-296.433	-106.992	280.505	59.490	-350.965	-129.951	280.505	-350.965
		2	14.430	3.260	-0.260	22.532	13.221	13.057	12.753	12.917	17.992	17.801	17.446	17.637	22.532	12.753
		4	-28.900	-6.600	300.190	-45.240	-296.181	-107.061	244.161	55.041	-350.742	-130.102	279.657	59.017	279.657	-350.742
	288	0	-28.800	-6.540	-300.100	-45.024	244.170	55.107	-296.010	-106.947	279.715	59.141	-350.495	-129.922	279.715	-350.495
		2	14.420	3.270	-0.090	22.536	13.059	13.002	12.897	12.954	17.811	17.744	17.622	17.688	22.536	12.897
		4	-28.800	-6.540	299.920	-45.024	-295.848	-106.898	244.008	55.058	-350.306	-129.865	279.526	59.085	279.526	-350.306
3	324	0	-28.760	-6.520	-284.200	-44.944	229.896	50.850	-281.664	-102.618	263.078	54.191	-333.743	-124.856	263.078	-333.743
		2	14.420	3.250	-0.270	22.504	13.221	13.051	12.735	12.905	17.984	17.785	17.417	17.615	22.504	12.735
		4	-28.840	-6.600	283.650	-45.168	-281.241	-102.542	229.329	50.630	-333.312	-124.829	262.353	53.870	262.353	-333.312
	325	0	-28.820	-6.550	-283.700	-45.064	229.392	50.661	-281.268	-102.537	262.466	53.946	-333.304	-124.785	262.466	-333.304
		2	14.400	3.260	-0.090	22.496	13.041	12.984	12.879	12.936	17.782	17.716	17.593	17.659	22.496	12.879
		4	-28.820	-6.550	283.530	-45.064	-281.115	-102.491	229.239	50.615	-333.126	-124.731	262.287	53.893	262.287	-333.126
4	361	0	-28.710	-6.520	-264.040	-44.884	211.797	45.452	-263.475	-97.130	241.962	47.893	-312.522	-118.453	241.962	-312.522
		2	14.430	3.250	-0.340	22.516	13.293	13.079	12.681	12.895	18.068	17.818	17.354	17.604	22.516	12.681
		4	-28.870	-6.610	263.360	-45.220	-263.007	-97.090	211.041	45.124	-312.047	-118.477	241.009	47.440	241.009	-312.047
	362	0	-28.810	-6.550	-263.460	-45.052	211.185	45.205	-263.043	-97.063	241.224	47.581	-312.042	-118.399	241.224	-312.042
		2	14.410	3.260	-0.080	22.508	13.041	12.991	12.897	12.947	17.782	17.723	17.614	17.673	22.508	12.897
		4	-28.810	-6.550	263.290	-45.052	-262.890	-97.017	211.032	45.159	-311.863	-118.345	241.046	47.528	241.046	-311.863
5	398	0	-28.720	-6.520	-237.080	-44.896	187.524	38.164	-239.220	-89.860	213.644	39.390	-284.225	-109.971	213.644	-284.225
		2	14.430	3.240	-0.390	22.500	13.338	13.092	12.636	12.882	18.113	17.826	17.294	17.580	22.500	12.636
		4	-28.860	-6.620	236.310	-45.224	-238.653	-89.778	186.705	37.830	-283.642	-109.954	212.609	38.921	212.609	-283.642
	399	0	-28.820	-6.550	-236.480	-45.064	186.894	37.912	-238.770	-89.788	212.885	39.072	-283.723	-109.910	212.885	-283.723
		2	14.400	3.260	-0.070	22.496	13.023	12.979	12.897	12.941	17.761	17.709	17.614	17.665	22.496	12.897
		4	-28.820	-6.550	236.330	-45.064	-238.635	-89.747	186.759	37.871	-283.566	-109.863	212.727	39.025	212.727	-283.566

Tabel 5.26 Momen rencana balok pada portal as-I untuk bentang 4m dengan pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
							Xki	0,3.Xki	Xka	0,3.Xka	Xki	0,3.Xki	Xka	0,3.Xka		
6	435	0	-28.750	-6.530	-203.200	-44.948	157.005	28.989	-208.755	-80.739	178.030	28.678	-248.690	-99.338	178.030	-248.690
		2	14.420	3.230	-0.450	22.472	13.383	13.100	12.573	12.857	18.157	17.826	17.212	17.543	22.472	12.573
		4	-28.840	-6.620	202.300	-45.200	-208.026	-80.577	156.114	28.665	-247.910	-99.220	176.920	28.229	176.920	-247.910
	436	0	-28.830	-6.550	-202.500	-45.076	156.303	28.728	-208.197	-80.622	177.195	28.358	-248.055	-99.217	177.195	-248.055
		2	14.390	3.260	-0.070	22.484	13.014	12.970	12.888	12.932	17.750	17.699	17.603	17.655	22.484	12.888
		4	-28.830	-6.550	202.370	-45.076	-208.080	-80.587	156.186	28.693	-247.918	-99.176	177.059	28.317	177.059	-247.918
7	472	0	-28.570	-6.530	-167.740	-44.732	125.253	19.577	-176.679	-71.003	140.986	17.697	-211.268	-87.979	140.986	-211.268
		2	14.450	3.230	-0.550	22.508	13.500	13.154	12.510	12.857	18.294	17.889	17.139	17.543	22.508	12.510
		4	-28.970	-6.630	166.630	-45.372	-176.040	-71.063	123.894	18.917	-210.601	-88.128	139.322	16.849	139.322	-210.601
	473	0	-28.800	-6.550	-166.730	-45.040	124.137	19.097	-175.977	-70.937	139.668	17.122	-210.465	-87.918	139.668	-210.465
		2	14.420	3.260	-0.070	22.520	13.041	12.997	12.915	12.959	17.782	17.730	17.635	17.686	22.520	12.915
		4	-28.800	-6.550	166.590	-45.040	-175.851	-70.899	124.011	19.059	-210.318	-87.874	139.521	17.078	139.521	-210.318
8	509	0	-28.630	-6.570	-123.650	-44.868	85.518	7.619	-137.052	-59.153	94.597	3.714	-165.068	-74.185	94.597	-165.068
		2	14.440	3.220	-0.650	22.480	13.581	13.172	12.411	12.821	18.380	17.903	17.015	17.493	22.480	12.411
		4	-28.940	-6.620	122.350	-45.320	-136.161	-59.081	84.069	6.988	-164.068	-74.141	92.867	2.940	92.867	-164.068
	510	0	-28.810	-6.550	-122.340	-45.052	84.177	7.103	-136.035	-58.961	93.048	3.128	-163.866	-73.946	93.048	-163.866
		2	14.410	3.260	-0.050	22.508	13.014	12.983	12.924	12.956	17.750	17.714	17.645	17.682	22.508	12.924
		4	-28.810	-6.550	122.250	-45.052	-135.954	-58.937	84.096	7.079	-163.771	-73.917	92.954	3.100	92.954	-163.771
9	546	0	-28.720	-6.600	-68.620	-45.024	35.910	-7.321	-87.606	-44.375	36.698	-13.738	-107.405	-56.969	36.698	-107.405
		2	14.420	3.210	-0.650	22.440	13.563	13.154	12.393	12.803	18.351	17.874	16.986	17.464	22.440	12.393
		4	-28.880	-6.600	67.330	-45.216	-86.589	-44.171	34.605	-7.813	-106.218	-56.730	35.175	-14.313	35.175	-106.218
	547	0	-28.830	-6.560	-67.420	-45.092	34.731	-7.744	-86.625	-44.150	35.354	-14.200	-106.229	-56.675	35.354	-106.229
		2	14.390	3.250	0.030	22.468	12.924	12.943	12.978	12.959	17.637	17.659	17.700	17.678	22.468	12.924
		4	-28.830	-6.560	67.480	-45.092	-86.679	-44.167	34.785	-7.727	-106.292	-56.694	35.417	-14.181	35.417	-106.292
10	583	0	-22.970	-2.780	-24.610	-31.928	1.539	-13.965	-42.759	-27.255	-0.394	-18.482	-52.075	-33.986	1.539	-52.075
		2	11.580	1.210	-0.470	15.832	10.845	10.549	9.999	10.295	13.605	13.260	12.618	12.964	15.832	9.999
		4	-23.210	-2.640	23.680	-32.076	-42.201	-27.283	0.423	-14.495	-51.314	-33.909	-1.586	-18.990	0.423	-51.314
	584	0	-23.100	-2.630	-24.010	-31.928	0.819	-14.307	-42.399	-27.273	-1.116	-18.763	-51.537	-33.889	0.819	-51.537
		2	11.530	1.300	0.040	15.916	10.341	10.366	10.413	10.388	13.088	13.118	13.172	13.143	15.916	10.341
		4	-23.100	-2.630	24.090	-31.928	-42.471	-27.294	0.891	-14.286	-51.621	-33.914	-1.032	-18.738	0.891	-51.621

Tabel 5.27 Momen rencana balok pada portal as-I untuk bentang 4m dengan pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
							Xki	0,3.Xki	Xka	0,3.Xka	Xki	0,3.Xki	Xka	0,3.Xka		
1	250	0	-28.750	-6.520	-322.420	-44.932	264.303	61.178	-316.053	-112.928	308.354	71.375	-368.729	-131.750	308.354	-368.729
		2	14.430	3.270	-0.320	22.548	13.275	13.073	12.699	12.901	15.488	15.252	14.816	15.051	22.548	12.699
		4	-28.840	-6.570	321.780	-45.120	-315.558	-112.837	263.646	60.925	-368.151	-131.643	307.587	71.079	307.587	-368.151
	251	0	-28.810	-6.540	-321.390	-45.036	263.322	60.846	-315.180	-112.704	302.059	65.837	-372.860	-136.639	302.059	-372.860
		2	14.410	3.270	-0.090	22.524	13.050	12.993	12.888	12.945	17.800	17.734	17.611	17.677	22.524	12.888
		4	-28.810	-6.540	321.210	-45.036	-315.018	-112.656	263.160	60.798	-372.671	-136.582	301.870	65.780	301.870	-372.671
2	287	0	-28.670	-6.510	-300.700	-44.820	244.827	55.386	-296.433	-106.992	285.632	64.617	-345.839	-124.824	285.632	-345.839
		2	14.430	3.260	-0.260	22.532	13.221	13.057	12.753	12.917	15.425	15.233	14.879	15.070	22.532	12.753
		4	-28.900	-6.600	300.190	-45.240	-296.181	-107.061	244.161	55.041	-345.545	-124.905	284.855	64.215	284.855	-345.545
	288	0	-28.800	-6.540	-300.100	-45.024	244.170	55.107	-296.010	-106.947	279.715	59.141	-350.495	-129.922	279.715	-350.495
		2	14.420	3.270	-0.090	22.536	13.059	13.002	12.897	12.954	17.811	17.744	17.622	17.688	22.536	12.897
		4	-28.800	-6.540	299.920	-45.024	-295.848	-106.898	244.008	55.058	-350.306	-129.865	279.526	59.085	279.526	-350.306
3	324	0	-28.760	-6.520	-284.200	-44.944	229.896	50.850	-281.664	-102.618	268.212	59.325	-328.608	-119.721	268.212	-328.608
		2	14.420	3.250	-0.270	22.504	13.221	13.051	12.735	12.905	15.425	15.226	14.858	15.056	22.504	12.735
		4	-28.840	-6.600	283.650	-45.168	-281.241	-102.542	229.329	50.630	-328.115	-119.632	267.551	59.068	267.551	-328.115
	325	0	-28.820	-6.550	-283.700	-45.064	229.392	50.661	-281.268	-102.537	262.466	53.946	-333.304	-124.785	262.466	-333.304
		2	14.400	3.260	-0.090	22.496	13.041	12.984	12.879	12.936	17.782	17.716	17.593	17.659	22.496	12.879
		4	-28.820	-6.550	283.530	-45.064	-281.115	-102.491	229.239	50.615	-333.126	-124.731	262.287	53.893	262.287	-333.126
4	361	0	-28.710	-6.520	-264.040	-44.884	211.797	45.452	-263.475	-97.130	247.097	53.027	-307.388	-113.318	247.097	-307.388
		2	14.430	3.250	-0.340	22.516	13.293	13.079	12.681	12.895	15.509	15.259	14.795	15.044	22.516	12.681
		4	-28.870	-6.610	263.360	-45.220	-263.007	-97.090	211.041	45.124	-306.842	-113.272	246.215	52.645	246.215	-306.842
	362	0	-28.810	-6.550	-263.460	-45.052	211.185	45.205	-263.043	-97.063	241.224	47.581	-312.042	-118.399	241.224	-312.042
		2	14.410	3.260	-0.080	22.508	13.041	12.991	12.897	12.947	17.782	17.723	17.614	17.673	22.508	12.897
		4	-28.810	-6.550	263.290	-45.052	-262.890	-97.017	211.032	45.159	-311.863	-118.345	241.046	47.528	241.046	-311.863
5	398	0	-28.720	-6.520	-237.080	-44.896	187.524	38.164	-239.220	-89.860	218.778	44.524	-279.090	-104.836	218.778	-279.090
		2	14.430	3.240	-0.390	22.500	13.338	13.092	12.636	12.882	15.561	15.274	14.742	15.029	22.500	12.636
		4	-28.860	-6.620	236.310	-45.224	-238.653	-89.778	186.705	37.830	-278.429	-104.741	217.823	44.135	217.823	-278.429
	399	0	-28.820	-6.550	-236.480	-45.064	186.894	37.912	-238.770	-89.788	212.885	39.072	-283.723	-109.910	212.885	-283.723
		2	14.400	3.260	-0.070	22.496	13.023	12.979	12.897	12.941	17.761	17.709	17.614	17.665	22.496	12.897
		4	-28.820	-6.550	236.330	-45.064	-238.635	-89.747	186.759	37.871	-283.566	-109.863	212.727	39.025	212.727	-283.566

Tabel 5.27 Momen rencana balok pada portal as-I untuk bentang 4m dengan pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
							Xki	0,3.Xki	Xka	0,3.Xka	Xki	0,3.Xki	Xka	0,3.Xka		
6	435	0	-28.750	-6.530	-203.200	-44.948	157.005	28.989	-208.755	-80.739	183.173	33.821	-243.548	-94.196	183.173	-243.548
		2	14.420	3.230	-0.450	22.472	13.383	13.100	12.573	12.857	15.614	15.283	14.669	14.999	22.472	12.573
		4	-28.840	-6.620	202.300	-45.200	-208.026	-80.577	156.114	28.665	-242.697	-94.007	182.133	33.443	182.133	-242.697
	436	0	-28.830	-6.550	-202.500	-45.076	156.303	28.728	-208.197	-80.622	177.195	28.358	-248.055	-99.217	177.195	-248.055
		2	14.390	3.260	-0.070	22.484	13.014	12.970	12.888	12.932	17.750	17.699	17.603	17.655	22.484	12.888
		4	-28.830	-6.550	202.370	-45.076	-208.080	-80.587	156.186	28.693	-247.918	-99.176	177.059	28.317	177.059	-247.918
7	472	0	-28.570	-6.530	-167.740	-44.732	125.253	19.577	-176.679	-71.003	146.129	22.840	-206.126	-82.837	146.129	-206.126
		2	14.450	3.230	-0.550	22.508	13.500	13.154	12.510	12.857	15.750	15.346	14.595	14.999	22.508	12.510
		4	-28.970	-6.630	166.630	-45.372	-176.040	-71.063	123.894	18.917	-205.380	-82.907	144.543	22.070	144.543	-205.380
	473	0	-28.800	-6.550	-166.730	-45.040	124.137	19.097	-175.977	-70.937	139.668	17.122	-210.465	-87.918	139.668	-210.465
		2	14.420	3.260	-0.070	22.520	13.041	12.997	12.915	12.959	17.782	17.730	17.635	17.686	22.520	12.915
		4	-28.800	-6.550	166.590	-45.040	-175.851	-70.899	124.011	19.059	-210.318	-87.874	139.521	17.078	139.521	-210.318
8	509	0	-28.630	-6.570	-123.650	-44.858	85.518	7.619	-137.052	-59.153	99.771	8.888	-159.894	-69.011	99.771	-159.894
		2	14.440	3.220	-0.650	22.480	13.581	13.172	12.411	12.821	15.845	15.367	14.480	14.957	22.480	12.411
		4	-28.940	-6.620	122.350	-45.320	-136.161	-59.081	84.069	6.988	-158.855	-68.927	98.081	8.153	98.081	-158.855
	510	0	-28.810	-6.550	-122.340	-45.052	84.177	7.103	-136.035	-58.961	93.048	3.128	-163.866	-73.946	93.048	-163.866
		2	14.410	3.260	-0.050	22.508	13.014	12.983	12.924	12.956	17.750	17.714	17.645	17.682	22.508	12.924
		4	-28.810	-6.550	122.250	-45.052	-135.954	-58.937	84.096	7.079	-163.771	-73.917	92.954	3.100	92.954	-163.771
9	546	0	-28.720	-6.600	-68.620	-45.024	35.910	-7.321	-87.606	-44.375	41.895	-8.541	-102.207	-51.771	41.895	-102.207
		2	14.420	3.210	-0.650	22.440	13.563	13.154	12.393	12.803	15.824	15.346	14.459	14.936	22.440	12.393
		4	-28.880	-6.600	67.330	-45.216	-86.589	-44.171	34.605	-7.813	-101.021	-51.533	40.373	-9.115	40.373	-101.021
	547	0	-28.830	-6.560	-67.420	-45.092	34.731	-7.744	-86.625	-44.150	35.354	-14.200	-106.229	-56.675	35.354	-106.229
		2	14.390	3.250	0.030	22.468	12.924	12.943	12.978	12.959	17.637	17.659	17.700	17.678	22.468	12.924
		4	-28.830	-6.560	67.480	-45.092	-86.679	-44.167	34.785	-7.727	-106.292	-56.694	35.417	-14.181	35.417	-106.292
10	583	0	-22.900	-2.780	-24.610	-31.928	1.539	-13.965	-42.759	-27.255	1.796	-16.293	-49.886	-31.797	1.796	-49.886
		2	11.580	1.210	-0.470	15.832	10.845	10.549	9.999	10.295	12.653	12.307	11.666	12.011	15.832	9.999
		4	-23.210	-2.640	23.680	-32.076	-42.201	-27.283	0.423	-14.495	-49.235	-31.830	0.493	-16.911	0.493	-49.235
	584	0	-23.100	-2.630	-24.010	-31.928	0.819	-14.307	-42.399	-27.273	-1.116	-18.763	-51.537	-33.889	0.819	-51.537
		2	11.530	1.300	0.040	15.915	10.341	10.366	10.413	10.388	13.088	13.118	13.172	13.143	15.916	10.341
		4	-23.100	-2.630	24.090	-31.928	-42.471	-27.294	0.891	-14.286	-51.621	-33.914	-1.032	-18.738	0.891	-51.621

Tabel 5.28 Momen rencana balok pada portal as-II untuk bentang 4m dengan pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
							Xki	0,3.Xki	Xka	0,3.Xka	Xki	0,3.Xki	Xka	0,3.Xka		
1	257	0	-44.070	-13.040	-322.420	-73.748	250.515	47.390	-329.841	-126.716	281.999	45.020	-395.084	-158.105	281.999	-395.084
		2	22.100	6.530	-0.320	36.968	20.178	19.976	19.602	19.804	28.683	28.448	28.011	28.247	36.968	19.602
		4	-44.270	-13.140	321.780	-74.148	-329.445	-126.724	249.759	47.038	-394.700	-158.192	281.038	44.529	281.038	-394.700
	258	0	-44.180	-13.080	-321.390	-73.944	249.489	47.013	-329.013	-126.537	280.770	44.548	-394.149	-157.927	280.770	-394.149
		2	22.090	6.540	-0.090	36.972	19.962	19.905	19.800	19.857	28.439	28.373	28.250	28.316	36.972	19.800
		4	-44.180	-13.080	321.210	-73.944	-328.851	-126.489	249.327	46.965	-393.960	-157.871	280.581	44.492	280.581	-393.960
2	294	0	-43.980	-13.030	-300.700	-73.624	231.048	41.607	-310.212	-120.771	259.295	38.280	-372.175	-151.161	259.295	-372.175
		2	22.090	6.520	-0.260	36.940	20.115	19.951	19.647	19.811	28.602	28.411	28.056	28.247	36.940	19.647
		4	-44.380	-13.180	300.190	-74.344	-310.113	-120.993	230.229	41.109	-372.178	-151.538	258.221	37.582	258.221	-372.178
	295	0	-44.160	-13.080	-300.100	-73.920	230.346	41.283	-309.834	-120.771	258.437	37.863	-371.774	-151.200	258.437	-371.774
		2	22.100	6.540	-0.090	36.984	19.971	19.914	19.809	19.866	28.450	28.384	28.261	28.327	36.984	19.809
		4	-44.160	-13.080	299.920	-73.920	-309.672	-120.722	230.184	41.234	-371.585	-151.143	258.248	37.806	258.248	-371.585
3	331	0	-44.100	-13.050	-284.200	-73.800	216.090	37.044	-295.470	-116.424	241.828	32.941	-354.992	-146.105	241.828	-354.992
		2	22.060	6.500	-0.270	36.872	20.097	19.927	19.611	19.781	28.565	28.367	27.998	28.197	36.872	19.611
		4	-44.320	-13.180	283.650	-74.272	-295.173	-116.474	215.397	36.698	-354.748	-146.265	240.917	32.435	240.917	-354.748
	332	0	-44.190	-13.090	-283.700	-73.972	215.559	36.828	-295.101	-116.370	241.177	32.658	-354.593	-146.073	241.177	-354.593
		2	22.070	6.530	-0.090	36.932	19.944	19.887	19.782	19.839	28.410	28.344	28.221	28.288	36.932	19.782
		4	-44.190	-13.090	283.530	-73.972	-294.948	-116.324	215.406	36.782	-354.414	-146.020	240.999	32.604	240.999	-354.414
4	368	0	-44.050	-13.050	-264.040	-73.752	197.982	31.637	-277.290	-110.945	220.702	26.633	-333.782	-139.712	220.702	-333.782
		2	22.050	6.500	-0.340	36.860	20.151	19.937	19.539	19.753	28.628	28.378	27.914	28.164	36.860	19.539
		4	-44.370	-13.200	263.360	-74.364	-276.957	-111.040	197.091	31.174	-333.512	-139.942	219.545	25.975	219.545	-333.512
	369	0	-44.190	-13.090	-263.460	-73.972	197.343	31.363	-276.885	-110.905	219.925	26.282	-333.341	-139.698	219.925	-333.341
		2	22.080	6.530	-0.080	36.944	19.944	19.894	19.800	19.850	28.410	28.352	28.242	28.301	36.944	19.800
		4	-44.190	-13.090	263.290	-73.972	-276.732	-110.859	197.190	31.317	-333.162	-139.644	219.747	26.228	219.747	-333.162
5	405	0	-44.080	-13.060	-237.080	-73.792	173.700	24.340	-253.044	-103.684	192.365	18.111	-305.503	-131.249	192.365	-305.503
		2	22.040	6.480	-0.390	36.816	20.187	19.941	19.485	19.731	28.655	28.368	27.836	28.122	36.816	19.485
		4	-44.380	-13.210	236.310	-74.392	-252.521	-103.746	172.737	23.862	-305.127	-131.440	191.124	17.436	191.124	-305.127
	406	0	-44.200	-13.100	-236.480	-74.000	173.052	24.070	-252.612	-103.630	191.578	17.765	-305.030	-131.217	191.578	-305.030
		2	22.070	6.520	-0.070	36.916	19.926	19.882	19.800	19.844	28.382	28.330	28.235	28.286	36.916	19.800
		4	-44.200	-13.100	236.330	-74.000	-252.477	-103.589	172.917	24.029	-304.873	-131.170	191.420	17.718	191.420	-304.873

Tabel 5.28 Momen rencana balok pada portal as-II untuk bentang 4m dengan pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
							Xki	0,3.Xki	Xka	0,3.Xka	Xki	0,3.Xki	Xka	0,3.Xka		
6	442	0	-44.150	-13.080	-203.200	-73.908	143.145	15.129	-222.615	-94.599	156.702	7.350	-270.018	-120.666	156.702	-270.018
		2	22.010	6.470	-0.450	36.764	20.214	19.931	19.404	19.688	28.678	28.347	27.733	28.064	36.764	19.404
		4	-44.360	-13.220	202.300	-74.384	-221.994	-94.545	142.146	14.697	-269.404	-120.713	155.426	6.736	155.426	-269.404
	443	0	-44.210	-13.100	-202.500	-74.012	142.461	14.886	-222.039	-94.464	155.888	7.051	-269.362	-120.524	155.888	-269.362
		2	22.060	6.520	-0.070	36.904	19.917	19.873	19.791	19.835	28.371	28.320	28.224	28.275	36.904	19.791
		4	-44.210	-13.100	202.370	-74.012	-221.922	-94.429	142.344	14.851	-269.225	-120.483	155.752	7.010	155.752	-269.225
7	479	0	-44.010	-13.090	-167.740	-73.756	111.357	5.681	-190.575	-84.899	119.608	-3.681	-232.646	-109.357	119.608	-232.646
		2	22.020	6.460	-0.550	36.760	20.313	19.967	19.323	19.670	28.786	28.382	27.631	28.035	36.760	19.323
		4	-44.490	-13.230	166.630	-74.556	-190.008	-85.031	109.926	4.949	-232.095	-109.622	117.828	-4.645	117.828	-232.095
	480	0	-44.190	-13.100	-166.730	-73.988	110.286	5.246	-189.828	-84.788	118.351	-4.196	-231.782	-109.236	118.351	-231.782
		2	22.030	6.520	-0.070	36.928	19.935	19.891	19.809	19.853	28.392	28.341	28.245	28.296	36.928	19.809
		4	-44.190	-13.100	166.590	-73.988	-189.702	-84.750	110.160	5.208	-231.635	-109.192	118.204	-4.240	118.204	-231.635
8	516	0	-44.170	-13.170	-123.650	-74.076	71.532	-6.368	-151.038	-73.139	73.083	-17.800	-186.582	-95.700	73.083	-186.582
		2	21.970	6.430	-0.650	36.652	20.358	19.949	19.188	19.598	28.815	28.337	27.450	27.927	36.652	19.188
		4	-44.420	-13.200	122.350	-74.424	-150.093	-73.013	70.137	-6.944	-185.504	-95.576	71.432	-18.496	71.432	-185.504
	517	0	-44.200	-13.100	-122.340	-74.000	70.326	-6.748	-149.886	-72.812	71.731	-18.189	-185.183	-95.263	71.731	-185.183
		2	22.070	6.520	-0.050	36.916	19.908	19.877	19.818	19.850	28.361	28.324	28.256	28.292	36.916	19.818
		4	-44.200	-13.100	122.250	-74.000	-149.805	-72.788	70.245	-6.773	-185.089	-95.235	71.636	-18.218	71.636	-185.089
9	553	0	-44.390	-13.210	-68.620	-74.404	21.807	-21.424	-101.709	-58.478	15.039	-35.397	-129.063	-78.628	21.807	-129.063
		2	21.920	6.430	-0.650	36.592	20.313	19.904	19.143	19.553	28.762	28.284	27.397	27.875	36.592	19.143
		4	-44.310	-13.170	67.330	-74.244	-100.476	-58.058	20.718	-21.700	-127.593	-78.106	13.800	-35.688	20.718	-127.593
	554	0	-44.210	-13.110	-67.420	-74.028	20.889	-21.586	-100.467	-57.992	14.046	-35.507	-127.536	-77.982	20.889	-127.536
		2	22.060	6.510	0.030	36.888	19.827	19.846	19.881	19.862	28.258	28.280	28.321	28.299	36.888	19.827
		4	-44.210	-13.110	67.480	-74.028	-100.521	-58.009	20.943	-21.569	-127.599	-78.001	14.109	-35.488	20.943	-127.599
10	590	0	-38.540	-5.560	-24.610	-55.144	-12.537	-28.041	-56.835	-41.331	-19.005	-37.093	-70.686	-52.598	-12.537	-70.686
		2	19.100	2.440	-0.470	26.824	17.613	17.317	16.767	17.063	22.470	22.125	21.483	21.828	26.824	16.767
		4	-38.630	-5.260	23.680	-54.772	-56.079	-41.161	-13.455	-28.373	-69.568	-52.163	-19.840	-37.245	-13.455	-69.568
	591	0	-38.500	-5.250	-24.010	-54.600	-13.041	-28.167	-56.259	-41.133	-19.349	-36.996	-69.770	-52.123	-13.041	-69.770
		2	19.190	2.600	0.040	27.188	17.235	17.260	17.307	17.282	22.155	22.184	22.239	22.210	27.188	17.235
		4	-38.500	-5.250	24.090	-54.600	-56.331	-41.154	-12.969	-28.146	-69.854	-52.148	-19.265	-36.971	-12.969	-69.854

Tabel 5.29 Momen rencana balok pada portal as-II untuk bentang 4m dengan pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
							Xki	0,3.Xki	Xka	0,3.Xka	Xki	0,3.Xki	Xka	0,3.Xka		
1	257	0	-44.070	-13.040	-322.420	-73.748	250.515	47.390	-329.841	-126.716	292.268	55.289	-384.815	-158.105	292.268	-384.815
		2	22.100	6.530	-0.320	36.968	20.178	19.976	19.602	19.804	23.541	23.306	22.869	28.247	36.968	19.602
		4	-44.270	-13.140	321.780	-74.148	-329.445	-126.724	249.759	47.038	-384.353	-147.844	291.386	44.529	291.386	-384.353
	258	0	-44.180	-13.080	-321.390	-73.944	249.489	47.013	-329.013	-126.537	280.770	44.548	-394.149	-157.927	280.770	-394.149
		2	22.090	6.540	-0.090	36.972	19.962	19.905	19.800	19.857	28.439	28.373	28.250	28.316	36.972	19.800
		4	-44.180	-13.080	321.210	-73.944	-328.851	-126.489	249.327	46.965	-393.960	-157.871	280.581	44.492	280.581	-393.960
2	294	0	-43.980	-13.030	-300.700	-73.624	231.048	41.607	-310.212	-120.771	269.556	48.542	-361.914	-151.161	269.556	-361.914
		2	22.090	6.520	-0.260	36.940	20.115	19.951	19.647	19.811	23.468	23.276	22.922	28.247	36.940	19.647
		4	-44.380	-13.180	300.190	-74.344	-310.113	-120.993	230.229	41.109	-361.799	-141.159	268.601	37.582	268.601	-361.799
	295	0	-44.160	-13.080	-300.100	-73.920	230.346	41.283	-309.834	-120.771	258.437	37.863	-371.774	-151.200	258.437	-371.774
		2	22.100	6.540	-0.090	36.984	19.971	19.914	19.809	19.866	28.450	28.384	28.261	28.327	36.984	19.809
		4	-44.160	-13.080	299.920	-73.920	-309.672	-120.722	230.184	41.234	-371.585	-151.143	258.248	37.806	258.248	-371.585
3	331	0	-44.100	-13.050	-284.200	-73.800	216.090	37.044	-295.470	-116.424	252.105	43.218	-344.715	-146.105	252.105	-344.715
		2	22.060	6.500	-0.270	36.872	20.097	19.927	19.611	19.781	23.447	23.248	22.880	28.197	36.872	19.611
		4	-44.320	-13.180	283.650	-74.272	-295.173	-116.474	215.397	36.698	-344.369	-135.886	251.297	32.435	251.297	-344.369
	332	0	-44.190	-13.090	-283.700	-73.972	215.559	36.828	-295.101	-116.370	241.177	32.658	-354.593	-146.073	241.177	-354.593
		2	22.070	6.530	-0.090	36.932	19.944	19.887	19.782	19.839	28.410	28.344	28.221	28.288	36.932	19.782
		4	-44.190	-13.090	283.530	-73.972	-294.948	-116.324	215.406	36.782	-354.414	-146.020	240.999	32.604	240.999	-354.414
4	368	0	-44.060	-13.050	-264.040	-73.752	197.982	31.637	-277.290	-110.945	230.979	36.910	-323.505	-139.712	230.979	-323.505
		2	22.050	6.500	-0.340	36.860	20.151	19.937	19.539	19.753	23.510	23.260	22.796	28.164	36.860	19.539
		4	-44.370	-13.200	263.360	-74.364	-276.957	-111.040	197.091	31.174	-323.117	-129.547	229.940	25.975	229.940	-323.117
	369	0	-44.190	-13.090	-263.460	-73.972	197.343	31.363	-276.885	-110.905	219.925	26.282	-333.341	-139.698	219.925	-333.341
		2	22.080	6.530	-0.080	36.944	19.944	19.894	19.800	19.850	28.410	28.352	28.242	28.301	36.944	19.800
		4	-44.190	-13.090	263.290	-73.972	-276.732	-110.859	197.190	31.317	-333.162	-139.644	219.747	26.228	219.747	-333.162
5	405	0	-44.080	-13.060	-237.080	-73.792	173.700	24.340	-253.044	-103.684	202.650	28.396	-295.218	-131.249	202.650	-295.218
		2	22.040	6.480	-0.390	36.816	20.187	19.941	19.485	19.731	23.552	23.265	22.733	28.122	36.816	19.485
		4	-44.380	-13.210	236.310	-74.392	-252.621	-103.746	172.737	23.862	-294.725	-121.037	201.527	17.436	201.527	-294.725
	406	0	-44.200	-13.100	-236.480	-74.000	173.052	24.070	-252.612	-103.630	191.578	17.765	-305.030	-131.217	191.578	-305.030
		2	22.070	6.520	-0.070	36.916	19.926	19.882	19.800	19.844	28.382	28.330	28.235	28.286	36.916	19.800
		4	-44.200	-13.100	236.330	-74.000	-252.477	-103.589	172.917	24.029	-304.873	-131.170	191.420	17.718	191.420	-304.873

Tabel 5.29 Momen rencana balok pada portal as-II untuk bentang 4m dengan pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
							Xki	0,3.Xki	Xka	0,3.Xka	Xki	0,3.Xki	Xka	0,3.Xka		
6	442	0	-44.150	-13.080	-203.200	-73.908	143.145	15.129	-222.615	-94.599	167.003	17.651	-259.718	-120.666	167.003	-259.718
		2	22.010	6.470	-0.450	36.764	20.214	19.931	19.404	19.688	23.583	23.252	22.638	28.064	36.764	19.404
		4	-44.360	-13.220	202.300	-74.384	-221.954	-94.545	142.146	14.697	-258.993	-110.303	165.837	6.736	165.837	-258.993
	443	0	-44.210	-13.100	-202.500	-74.012	142.461	14.886	-222.039	-94.464	155.888	7.051	-269.362	-120.524	155.888	-269.362
		2	22.060	6.520	-0.070	36.904	19.917	19.873	19.791	19.835	28.371	28.320	28.224	28.275	36.904	19.791
		4	-44.210	-13.100	202.370	-74.012	-221.922	-94.429	142.344	14.851	-269.225	-120.483	155.752	7.010	155.752	-269.225
7	479	0	-44.010	-13.090	-167.740	-73.756	111.357	5.681	-190.575	-84.899	129.917	6.628	-222.338	-109.357	129.917	-222.338
		2	22.020	6.460	-0.550	36.760	20.313	19.967	19.323	19.670	23.699	23.294	22.544	28.035	36.760	19.323
		4	-44.490	-13.230	166.630	-74.556	-190.008	-85.031	109.926	4.949	-221.676	-99.203	128.247	-4.645	128.247	-221.676
	480	0	-44.190	-13.100	-166.730	-73.988	110.286	5.246	-189.828	-84.788	118.351	-4.196	-231.782	-109.236	118.351	-231.782
		2	22.080	6.520	-0.070	36.928	19.935	19.891	19.809	19.853	28.392	28.341	28.245	28.296	36.928	19.809
		4	-44.190	-13.100	166.590	-73.988	-189.702	-84.750	110.160	5.208	-231.635	-109.192	118.204	-4.240	118.204	-231.635
8	516	0	-44.170	-13.170	-123.650	-74.076	71.532	-6.368	-151.038	-73.139	83.454	-7.429	-176.211	-95.700	83.454	-176.211
		2	21.970	6.430	-0.650	36.652	20.358	19.949	19.188	19.598	23.751	23.273	22.386	27.927	36.652	19.188
		4	-44.420	-13.200	122.350	-74.424	-150.093	-73.013	70.137	-6.944	-175.109	-85.181	81.827	-18.496	81.827	-175.109
	517	0	-44.200	-13.100	-122.340	-74.000	70.326	-6.748	-149.886	-72.812	71.731	-18.189	-185.183	-95.263	71.731	-185.183
		2	22.070	6.520	-0.050	36.916	19.908	19.877	19.818	19.850	28.361	28.324	28.256	28.292	36.916	19.818
		4	-44.200	-13.100	122.250	-74.000	-149.805	-72.788	70.245	-6.773	-185.089	-95.235	71.636	-18.218	71.636	-185.089
9	553	0	-44.390	-13.210	-68.620	-74.404	21.807	-21.424	-101.709	-58.478	25.442	-24.994	-118.661	-78.628	25.442	-118.661
		2	21.920	6.430	-0.650	36.592	20.313	19.904	19.143	19.553	23.699	23.221	22.334	27.875	36.592	19.143
		4	-44.310	-13.170	67.330	-74.244	-100.476	-58.058	20.718	-21.700	-117.222	-67.734	24.171	-35.688	24.171	-117.222
	554	0	-44.210	-13.110	-67.420	-74.028	20.889	-21.586	-100.467	-57.992	14.046	-35.507	-127.536	-77.982	20.889	-127.536
		2	22.060	6.510	0.030	36.888	19.827	19.846	19.881	19.862	28.258	28.280	28.321	28.299	36.888	19.827
		4	-44.210	-13.110	67.480	-74.028	-100.521	-58.009	20.943	-21.569	-127.599	-78.001	14.109	-35.488	20.943	-127.599
10	590	0	-38.540	-5.560	-24.610	-55.144	-12.537	-28.041	-56.835	-41.331	-14.627	-32.715	-66.308	-52.598	-12.537	-66.308
		2	19.100	2.440	-0.470	26.824	17.613	17.317	16.767	17.063	20.549	20.203	19.562	21.828	26.824	16.767
		4	-38.630	-5.260	23.680	-54.772	-56.079	-41.161	-13.455	-28.373	-65.426	-48.021	-15.698	-37.245	-13.455	-65.426
	591	0	-38.500	-5.250	-24.010	-54.600	-13.041	-28.167	-56.259	-41.133	-19.349	-36.996	-69.770	-52.123	-13.041	-69.770
		2	19.190	2.600	0.040	27.188	17.235	17.260	17.307	17.282	22.155	22.184	22.239	22.210	27.188	17.235
		4	-38.500	-5.250	24.090	-54.600	-56.331	-41.154	-12.969	-28.146	-69.854	-52.148	-19.265	-36.971	-12.969	-69.854

Tabel 5.30 Momen rencana balok pada portal as-A untuk bentang 6m untuk pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Yki + C,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka + 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka + 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
1	283	0	-128.180	-22.800	-3.940	326.380	-190.296	-408.040	-199.939	177.316	-30.785	-494.002	-251.217	188.914	-53.871	188.914	-494.002
		4	69.590	12.510	0.080	7.060	103.524	56.255	60.653	69.007	64.609	75.483	80.613	90.359	85.229	103.524	56.255
		8	-131.750	-23.950	4.100	-312.260	-196.420	181.352	-37.955	-398.502	-199.195	169.383	-63.141	-483.780	-251.255	169.383	-483.780
	298	0	-131.750	-23.950	4.100	313.630	-196.420	-401.949	-206.945	164.799	-30.205	-487.801	-260.297	173.405	-54.100	173.405	-487.801
		4	69.590	12.510	0.080	-6.920	103.524	68.837	64.427	56.425	60.835	90.162	85.017	75.680	80.825	103.524	56.425
		8	-128.180	-22.800	-3.940	-327.480	-190.296	180.434	-23.396	-411.158	-207.328	192.551	-45.251	-497.639	-259.837	192.551	-497.639
2	355	0	-135.810	-24.010	-6.460	352.570	-201.388	-437.798	-211.609	193.340	-32.849	-529.672	-265.785	206.655	-57.232	206.655	-529.672
		4	68.790	12.360	0.110	5.470	102.324	56.958	60.335	66.864	63.487	76.185	80.124	87.741	83.802	102.324	56.958
		8	-125.730	-23.030	6.680	-341.630	-187.724	192.306	-26.929	-418.820	-199.385	206.455	-49.553	-506.760	-250.752	206.455	-506.760
	370	0	-125.730	-23.030	6.680	344.040	-187.724	-424.597	-212.060	198.283	-14.254	-513.499	-265.539	213.194	-34.766	213.194	-513.499
		4	68.790	12.360	0.110	-5.330	102.324	66.678	63.251	57.144	60.571	87.525	83.526	76.401	80.400	102.324	57.144
		8	-135.810	-24.010	-6.460	-354.710	-201.388	198.754	-20.643	-443.212	-223.815	212.972	-42.992	-535.989	-280.025	212.972	-535.989
3	427	0	-139.660	-24.560	-8.650	345.500	-206.888	-434.309	-211.194	182.921	-40.194	-526.034	-265.734	194.066	-66.234	194.066	-526.034
		4	68.800	12.360	0.140	5.570	102.336	66.889	60.290	66.971	63.550	76.081	80.072	87.866	83.875	102.336	66.889
		8	-121.860	-22.470	8.940	-334.350	-182.184	188.827	-27.446	-408.175	-191.903	202.603	-49.715	-493.900	-241.581	202.603	-493.900
	442	0	-121.860	-22.470	8.940	337.610	-182.184	-415.337	-208.875	196.589	-10.473	-502.955	-261.382	211.658	-29.914	211.658	-502.955
		4	68.800	12.360	0.140	-5.430	102.336	66.789	63.260	57.071	60.580	87.631	83.537	76.316	80.410	102.336	57.071
		8	-139.660	-24.560	-8.650	-348.470	-206.888	190.265	-23.822	-441.653	-227.566	202.634	-47.133	-534.602	-284.835	202.634	-534.602
4	499	0	-143.080	-25.060	-10.550	323.950	-211.792	-417.479	-206.744	159.935	-50.801	-506.793	-260.936	166.856	-79.002	166.856	-506.793
		4	68.790	12.360	0.170	4.860	102.324	57.491	60.446	66.331	63.376	76.806	80.254	87.120	83.672	102.324	57.491
		8	-118.460	-21.990	10.880	-314.220	-177.336	173.246	-31.567	-386.474	-181.661	184.804	-54.145	-468.204	-229.255	184.804	-468.204
	514	0	-118.460	-21.990	10.880	318.220	-177.336	-395.950	-202.325	182.722	-10.903	-479.258	-253.363	195.858	-30.037	195.858	-479.258
		4	68.790	12.360	0.170	-4.710	102.324	66.104	63.030	57.718	60.792	86.855	83.268	77.071	80.658	102.324	57.718
		8	-143.080	-25.060	-10.550	-327.640	-211.792	168.563	-30.814	-426.497	-226.730	177.377	-55.685	-517.314	-284.253	177.377	-517.314
5	571	0	-141.730	-24.730	-11.790	298.130	-209.644	-392.691	-197.441	137.577	-57.673	-477.614	-249.823	141.031	-86.760	141.031	-477.614
		4	69.860	12.540	0.280	6.570	103.896	56.885	60.848	68.863	64.900	76.242	80.865	90.215	85.592	103.896	56.885
		8	-117.670	-21.950	12.340	-284.990	-176.324	147.256	-40.062	-359.062	-171.744	154.513	-64.024	-436.192	-217.654	154.513	-436.192
	586	0	-117.670	-21.950	12.340	289.550	-176.324	-369.830	-195.188	158.024	-16.619	-448.754	-245.004	167.075	-36.674	167.075	-448.754
		4	69.860	12.540	0.280	-6.380	103.896	68.540	64.345	57.208	61.403	89.839	84.944	76.617	81.513	103.896	57.208
		8	-141.730	-24.730	-11.790	-302.320	-209.644	147.714	-35.320	-402.828	-219.794	152.858	-60.681	-489.441	-275.902	152.858	-489.441
6	643	0	-136.930	-23.600	-12.710	252.950	-202.396	-347.460	-180.095	100.986	-66.380	-424.113	-228.853	99.075	-96.185	100.986	-424.113
		4	71.870	12.890	0.500	8.980	106.868	56.466	61.808	72.900	67.558	76.028	82.261	95.201	88.968	106.868	56.466
		8	-118.450	-22.180	13.720	-235.000	-177.628	101.191	-55.503	-314.401	-157.707	100.589	-82.220	-384.267	-201.458	101.191	-384.267
	658	0	-118.450	-22.180	13.720	240.090	-177.628	-326.390	-183.777	113.180	-29.433	-398.256	-231.874	114.577	-51.805	114.577	-398.256
		4	71.870	12.890	0.500	-8.710	106.868	72.367	66.585	56.979	62.781	94.602	87.833	76.626	83.396	106.868	56.979
		8	-136.930	-23.800	-12.710	-257.520	-202.396	111.963	-42.268	-358.437	-204.206	111.881	-68.055	-436.919	-256.983	111.963	-436.919
7	715	0	-140.610	-24.360	-14.070	203.170	-207.708	-305.603	-168.742	52.505	-84.356	-375.720	-216.049	42.072	-117.599	52.505	-375.720
		4	71.540	12.830	0.510	6.510	106.376	58.369	62.169	70.383	66.603	78.224	82.634	92.217	87.807	106.376	58.389
		8	-115.420	-21.740	15.090	-190.150	-173.288	63.183	-66.119	-270.939	-141.638	56.593	-94.259	-333.215	-182.364	63.183	-333.215
	730	0	-115.420	-21.740	15.090	195.720	-173.288	-284.100	-170.303	76.344	-37.453	-348.571	-215.808	71.948	-60.815	76.344	-348.571
		4	71.540	12.830	0.510	-6.230	106.376	69.855	65.609	58.917	63.163	91.601	86.648	78.840	83.794	106.376	58.917
		8	-140.610	-24.360	-14.070	-208.180	-207.708	64.612	-57.677	-317.710	-195.421	56.197	-86.474	-389.845	-247.174	64.612	-389.845

Tabel 5.30 Momen rencana balok pada portal as-A untuk bentang 6m untuk pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Yki + 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka + 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki + 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka + 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
8	787	0	-137.960	-23.880	-14.440	151.570	-203.760	-256.678	-152.092	8.350	-96.236	-318.263	-196.246	-9.064	-131.081	8.350	-318.263
		4	72.650	13.010	0.670	6.110	107.996	16.874	63.132	71.065	67.638	79.901	83.900	93.154	89.156	107.996	59.705
		8	-115.860	-21.860	15.770	-139.340	-174.008	-16.874	-80.845	-225.422	-127.703	2.472	-111.534	-280.207	-166.201	16.874	-280.207
	802	0	-115.860	-21.860	15.770	145.150	-174.008	-239.167	-157.658	30.619	-50.891	-296.243	-201.149	18.507	-76.587	30.619	-296.243
		4	72.650	13.010	0.670	-5.780	107.996	70.406	66.343	60.364	64.427	92.386	87.645	80.670	85.411	107.996	60.364
		8	-137.960	-23.880	-14.440	-156.710	-203.760	20.774	-68.856	-269.102	-179.472	5.431	-99.138	-332.758	-228.189	20.774	-332.758
9	859	0	-132.840	-22.420	-15.070	88.230	-195.280	-194.894	-129.815	-44.218	-109.297	-245.032	-169.107	-69.243	-145.169	-44.218	-245.032
		4	74.340	13.430	0.730	4.140	110.696	62.983	65.131	70.829	68.681	84.056	86.563	93.210	90.704	110.696	62.983
		8	-117.610	-22.480	16.530	-79.950	-177.100	-38.357	-99.140	-173.341	-112.559	-62.453	-133.366	-219.934	-149.021	-38.357	-219.934
	874	0	-117.610	-22.480	16.530	86.200	-177.100	-187.892	-144.000	-23.806	-67.698	-236.910	-185.703	-45.477	-96.684	-23.806	-236.910
		4	74.340	13.430	0.730	-3.900	110.696	70.219	67.302	63.593	66.510	92.498	89.095	84.768	88.171	110.696	63.593
		8	-132.840	-22.420	-15.070	-94.010	-195.280	-30.878	-80.610	-208.234	-158.502	-53.680	-111.701	-260.595	-202.574	-30.878	-260.595
10	931	0	-64.770	-7.460	-11.430	37.760	-89.660	-89.191	-58.201	-27.395	-58.385	-109.931	-73.776	-37.836	-73.990	-27.395	-109.931
		4	39.780	3.420	1.740	3.090	53.208	32.551	33.402	39.053	38.202	40.670	41.662	48.255	47.263	53.208	32.551
		8	-48.100	-2.520	14.900	-31.580	-61.752	-18.891	-48.173	-67.689	-38.407	-24.024	-58.187	-80.955	-46.792	-18.891	-80.955
	946	0	-48.100	-2.520	14.900	37.320	-61.752	-80.901	-66.776	-5.679	-19.804	-96.369	-79.890	-8.610	-25.089	-5.679	-96.369
		4	39.780	3.420	1.740	-2.550	53.208	37.627	34.925	33.977	36.680	46.592	43.439	42.333	45.486	53.208	33.977
		8	-64.770	-7.460	-11.430	-42.420	-89.660	-17.029	-36.553	-99.557	-80.033	-25.742	-48.519	-122.025	-99.247	-17.029	-122.025

Tabel 5.31 Momen rencana balok pada portal as-A untuk bentang 6m untuk pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Ykl + 0,3,Xkl	0,3,Ykl + Xkl	Yka + 0,3,Xka	0,3,Yka + Xka	Ykl + 0,3,Xkl	0,3,Ykl + Xkl	Yka + 0,3,Xka	0,3,Yka + Xka		
1	283	0	-128.180	-22.800	-3.940	326.380	-190.296	-408.040	-199.939	177.316	-30.785	-476.047	-233.262	206.869	-35.916	206.869	-476.047
		4	69.590	12.510	0.080	7.060	103.524	56.255	60.653	69.007	64.609	65.631	70.762	80.508	75.377	103.524	56.255
		8	-131.750	-23.950	4.100	-312.260	-196.420	161.352	-37.955	-398.502	-199.195	188.244	-44.281	-464.919	-232.394	188.244	-464.919
	298	0	-131.750	-23.950	4.100	313.630	-196.420	-401.949	-206.945	164.799	-30.205	-487.801	-260.297	173.405	-54.100	173.405	-487.801
		4	69.590	12.510	0.080	-6.920	103.524	68.837	64.427	56.425	60.835	90.162	85.017	75.680	80.825	103.524	56.425
		8	-128.180	-22.800	-3.940	-327.480	-190.296	180.434	-23.396	-411.158	-207.328	192.551	-45.251	-497.639	-259.837	192.551	-497.639
2	355	0	-135.810	-24.010	-6.460	352.570	-201.388	-437.798	-211.609	193.340	-32.849	-510.764	-246.877	225.563	-38.324	225.563	-510.764
		4	68.790	12.360	0.110	5.470	102.324	56.958	60.335	66.864	63.487	66.451	70.391	78.008	74.068	102.324	56.958
		8	-125.730	-23.030	6.680	-341.630	-187.724	192.506	-26.929	-418.820	-199.385	224.591	-31.417	-488.624	-232.616	224.591	-488.624
	370	0	-125.730	-23.030	6.680	344.040	-187.724	-424.597	-212.060	198.283	-14.254	-513.499	-265.539	213.194	-34.766	213.194	-513.499
		4	68.790	12.360	0.110	-5.330	102.324	66.678	63.251	57.144	60.571	87.525	83.526	76.401	80.400	102.324	57.144
		8	-135.810	-24.010	-6.460	-354.710	-201.388	198.754	-20.643	-443.212	-223.815	212.972	-42.992	-535.989	-280.025	212.972	-535.989
3	427	0	-139.660	-24.560	-8.650	345.500	-206.888	-434.309	-211.194	182.921	-40.194	-506.693	-246.393	213.407	-46.893	213.407	-506.693
		4	68.800	12.360	0.140	5.570	102.336	56.869	60.290	66.971	63.550	66.347	70.338	78.133	74.142	102.336	56.869
		8	-121.860	-22.470	8.940	-334.350	-182.184	188.827	-27.446	-408.175	-191.903	220.298	-32.020	-476.204	-223.886	220.298	-476.204
	442	0	-121.860	-22.470	8.940	337.610	-182.184	-415.937	-208.875	196.589	-10.473	-502.955	-261.382	211.658	-29.914	211.658	-502.955
		4	68.800	12.360	0.140	-5.430	102.336	66.769	63.260	57.071	60.580	87.631	83.537	76.316	80.410	102.336	57.071
		8	-139.660	-24.560	-8.650	-348.470	-206.888	190.265	-23.822	-441.653	-227.566	202.634	-47.133	-534.602	-284.835	202.634	-534.602
4	499	0	-143.080	-25.060	-10.550	323.950	-211.792	-417.479	-206.744	159.935	-50.801	-487.058	-241.201	186.590	-59.267	186.590	-487.058
		4	68.790	12.360	0.170	4.860	102.324	57.491	60.446	66.331	63.376	67.073	70.520	77.386	73.939	102.324	57.491
		8	-118.460	-21.990	10.880	-314.220	-177.336	173.246	-31.567	-386.474	-181.661	202.121	-36.828	-450.887	-211.938	202.121	-450.887
	514	0	-118.460	-21.990	10.880	318.220	-177.336	-395.950	-202.325	182.722	-10.903	-479.258	-253.363	195.858	-30.037	195.858	-479.258
		4	68.790	12.360	0.170	-4.710	102.324	66.104	63.030	57.718	60.792	86.855	83.268	77.071	80.658	102.324	57.718
		8	-143.080	-25.060	-10.550	-327.640	-211.792	168.953	-30.814	-426.497	-226.730	177.377	-55.685	-517.314	-284.253	177.377	-517.314
5	571	0	-141.730	-24.730	-11.790	298.130	-209.644	-392.691	-197.441	137.577	-57.673	-458.139	-230.348	160.506	-67.285	160.506	-458.139
		4	69.860	12.540	0.280	6.570	103.896	56.885	60.848	68.863	64.900	66.366	70.989	80.340	75.717	103.896	56.885
		8	-117.670	-21.950	12.340	-284.990	-176.324	147.256	-40.062	-359.062	-171.744	171.799	-46.739	-418.906	-200.368	171.799	-418.906
	586	0	-117.670	-21.950	12.340	289.550	-176.324	-369.830	-195.188	158.024	-16.619	-448.754	-245.004	167.075	-36.674	167.075	-448.754
		4	69.860	12.540	0.280	-6.380	103.896	68.540	64.345	57.208	61.403	89.639	84.944	76.617	81.513	103.896	57.208
		8	-141.730	-24.730	-11.790	-302.320	-209.644	147.714	-35.320	-402.828	-219.794	152.358	-60.681	-489.441	-275.902	152.358	-489.441
6	643	0	-136.930	-23.600	-12.710	252.950	-202.396	-347.460	-180.095	100.986	-66.380	-405.370	-210.110	117.817	-77.443	117.817	-405.370
		4	71.870	12.890	0.500	8.980	106.868	56.466	61.808	72.900	67.558	65.877	72.110	85.050	78.817	106.868	56.466
		8	-118.450	-22.180	13.720	-235.000	-177.628	101.191	-55.503	-314.401	-157.707	118.056	-64.754	-366.801	-183.992	118.056	-366.801
	658	0	-118.450	-22.180	13.720	240.090	-177.628	-326.390	-183.777	113.180	-29.433	-398.256	-231.874	114.577	-51.805	114.577	-398.256
		4	71.870	12.890	0.500	-8.710	106.868	72.387	66.585	56.979	62.781	94.602	87.833	76.626	83.396	106.868	56.979
		8	-136.930	-23.600	-12.710	-257.520	-202.396	111.963	-42.268	-358.437	-204.206	111.881	-68.055	-436.919	-256.983	111.963	-436.919
7	715	0	-140.610	-24.360	-14.070	203.170	-207.708	-305.603	-168.742	52.505	-84.356	-356.537	-196.866	61.256	-98.415	61.256	-356.537
		4	71.540	12.830	0.510	6.510	106.376	58.389	62.169	70.383	66.603	68.121	72.531	82.113	77.703	106.376	58.389
		8	-115.420	-21.740	15.090	-190.150	-173.288	63.183	-66.119	-270.939	-141.638	73.713	-77.138	-316.095	-165.244	73.713	-316.095
	730	0	-115.420	-21.740	15.090	195.720	-173.288	-284.100	-170.303	76.344	-37.453	-348.571	-215.808	71.948	-60.815	76.344	-348.571
		4	71.540	12.830	0.510	-6.230	106.376	69.855	65.609	58.917	63.163	91.601	86.648	78.840	83.794	106.376	58.917
		8	-140.610	-24.360	-14.070	-208.180	-207.708	64.612	-57.677	-317.710	-195.421	56.197	-86.474	-389.845	-247.174	64.612	-389.845

Tabel 5.31 Momen rencana balok pada portal as-A untuk bentang 6m untuk pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin	
								Yki + 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka			
8	787	0	-137.960	-23.980	-14.440	151.570	-203.760	-256.678	-152.092	8.350	-96.236	-299.458	-177.441	9.742	-112.275	9.742	-299.458	
		4	72.650	13.010	0.670	6.110	107.996	107.996	59.705	63.132	71.065	67.638	69.656	73.654	82.909	78.911	107.996	59.705
		8	-115.860	-21.860	15.770	-139.340	-174.008	-174.008	16.874	-80.845	-225.422	-127.703	19.686	-94.319	-262.992	-148.987	19.686	-262.992
	802	0	-115.860	-21.860	15.770	145.150	-174.008	-174.008	-239.167	-157.658	30.619	-50.891	-296.243	-201.149	18.507	-76.587	30.619	-296.243
		4	72.650	13.010	0.670	-5.780	107.996	107.996	70.406	66.343	60.364	64.427	92.386	87.645	80.670	85.411	107.996	60.364
		8	-137.960	-23.880	-14.440	-156.710	-203.760	-203.760	20.774	-68.856	-269.102	-179.472	5.431	-99.138	-332.758	-228.189	20.774	-332.758
9	859	0	-132.840	-22.420	-15.070	88.230	-195.280	-194.894	-129.815	-44.218	-109.297	-227.376	-151.451	-51.588	-127.513	-44.218	-227.376	
		4	74.340	13.430	0.730	4.140	110.696	110.696	62.983	65.131	70.829	68.681	73.480	75.986	82.634	80.128	110.696	62.983
		8	-117.610	-22.480	16.530	-79.950	-177.100	-177.100	-38.357	-99.140	-173.341	-112.559	-44.750	-115.663	-202.231	-131.318	-38.357	-202.231
	874	0	-117.610	-22.480	16.530	86.200	-177.100	-177.100	-187.892	-144.000	-23.806	-67.698	-236.910	-185.703	-45.477	-96.684	-23.806	-236.910
		4	74.340	13.430	0.730	-3.900	110.696	110.696	70.219	67.302	63.593	66.510	92.498	89.095	84.768	88.171	110.696	63.593
		8	-132.840	-22.420	-15.070	-94.010	-195.280	-195.280	-30.878	-80.610	-208.234	-158.502	-53.680	-111.701	-260.595	-202.574	-30.878	-260.595
10	931	0	-64.770	-7.460	-11.430	37.760	-89.660	-89.191	-58.201	-27.395	-58.385	-104.056	-67.901	-31.961	-68.116	-27.395	-104.056	
		4	39.780	3.420	1.740	3.090	53.208	53.208	32.551	33.402	39.053	38.202	37.976	38.969	45.562	44.569	53.208	32.551
		8	-48.100	-2.520	14.900	-31.580	-61.752	-61.752	-18.891	-48.173	-67.689	-38.407	-22.040	-56.202	-78.971	-44.808	-18.891	-78.971
	946	0	-48.100	-2.520	14.900	37.320	-61.752	-61.752	-80.901	-66.776	-5.679	-19.804	-96.369	-79.890	-8.610	-25.089	-5.679	-96.369
		4	39.780	3.420	1.740	-2.550	53.208	53.208	37.627	34.925	33.977	36.680	46.592	43.439	42.333	45.486	53.208	33.977
		8	-64.770	-7.460	-11.430	-42.420	-89.660	-89.660	-17.029	-36.553	-99.557	-80.033	-25.742	-48.519	-122.025	-99.247	-17.029	-122.025

Tabel 5.32 Momen rencana balok pada portal as-D untuk bentang 6m untuk pembebanan penuh

Lnt	Elm	Sect (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Ykl+ 0,3.Xkl	0,3.Ykl + Xkl	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Ykl+ 0,3.Xkl	0,3.Ykl + Xkl	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
1	289	0	-136.800	-26.440	-7.690	325.670	-206.464	-414.147	-204.130	167.907	-42.110	-503.993	-258.973	175.070	-69.950	175.070	-503.993
		4	74.650	14.660	0.150	7.080	113.036	60.773	65.138	73.598	69.232	82.446	87.540	97.409	92.315	113.036	60.773
		8	-142.110	-28.380	8.000	-311.510	-215.940	150.300	-50.991	-406.098	-204.807	153.001	-81.839	-496.130	-261.290	153.001	-496.130
	304	0	-142.110	-28.380	8.000	314.380	-215.940	-413.001	-219.982	157.203	-35.816	-504.184	-278.994	161.054	-64.135	161.054	-504.184
		4	74.650	14.360	0.150	-6.910	113.036	73.364	68.916	61.007	65.454	97.136	91.946	82.719	87.908	113.036	61.007
		8	-136.800	-26.440	-7.690	-328.200	-206.464	174.336	-27.585	-420.576	-218.655	182.571	-53.004	-511.494	-275.919	182.571	-511.494
2	361	0	-144.520	-27.680	-12.590	351.400	-217.712	-442.929	-213.615	182.793	-46.521	-538.548	-271.016	191.460	-76.073	191.460	-538.548
		4	73.780	14.490	0.210	5.490	111.720	61.404	64.731	71.400	68.073	83.049	86.930	94.711	90.830	111.720	61.404
		8	-136.120	-27.490	13.020	-340.430	-207.328	180.364	-42.310	-425.380	-202.706	188.776	-71.010	-517.925	-258.139	188.776	-517.925
	376	0	-136.120	-27.490	13.020	345.250	-207.328	-436.748	-227.444	191.732	-17.573	-531.188	-286.999	202.039	-42.150	202.039	-531.188
		4	73.780	14.490	0.210	-5.320	111.720	71.133	67.649	61.671	65.155	94.400	90.335	83.360	87.425	111.720	61.671
		8	-144.520	-27.680	-12.590	-355.880	-217.712	193.623	-22.649	-453.759	-237.487	204.036	-48.222	-551.184	-298.866	204.036	-551.184
3	433	0	-148.270	-28.180	-16.820	343.940	-223.012	-438.448	-211.169	171.562	-55.717	-533.714	-268.555	177.963	-87.195	177.963	-533.714
		4	73.790	14.480	0.280	5.600	111.716	61.295	64.647	71.527	68.175	82.914	86.825	94.851	90.941	111.716	61.295
		8	-132.340	-27.000	17.370	-332.740	-202.008	175.670	-44.899	-413.882	-193.313	183.686	-73.645	-504.125	-246.794	183.686	-504.125
	448	0	-132.340	-27.000	17.370	339.220	-202.008	-429.094	-226.328	190.882	-11.884	-521.872	-285.312	201.433	-35.127	201.433	-521.872
		4	73.790	14.480	0.280	-5.400	111.716	71.195	67.617	61.627	65.205	94.464	90.290	83.301	87.476	111.716	61.627
		8	-148.270	-28.180	-16.820	-350.020	-223.012	186.116	-23.800	-453.002	-243.086	194.944	-49.958	-550.695	-305.793	194.944	-550.695
4	505	0	-151.640	-28.630	-20.480	322.060	-227.776	-420.800	-205.000	147.848	-67.952	-513.480	-261.713	149.944	-101.823	149.944	-513.480
		4	73.770	14.480	0.330	4.890	111.692	61.903	64.776	70.883	68.010	83.623	86.975	94.100	90.748	111.692	61.903
		8	-129.020	-26.560	21.140	-312.280	-197.320	159.226	-50.828	-391.462	-181.408	164.848	-80.216	-477.622	-232.558	164.848	-477.622
	520	0	-129.020	-26.560	21.140	320.170	-197.320	-409.979	-221.590	177.743	-10.646	-499.225	-279.438	186.451	-33.336	186.451	-499.225
		4	73.770	14.480	0.330	-4.680	111.692	70.516	67.360	62.270	65.426	93.672	89.989	84.051	87.734	111.692	62.270
		8	-151.640	-28.630	-20.480	-329.530	-227.776	165.631	-29.071	-438.583	-243.881	170.690	-56.462	-534.226	-307.074	170.690	-534.226
5	577	0	-150.010	-28.170	-22.890	296.020	-225.084	-395.247	-194.333	125.229	-75.685	-483.335	-248.906	123.916	-110.483	125.229	-483.305
		4	74.900	14.690	0.540	6.620	113.384	61.306	65.137	73.514	69.683	83.092	87.561	97.334	92.866	113.384	61.306
		8	-128.390	-26.800	23.970	-282.780	-196.628	132.479	-60.773	-363.581	-170.329	133.611	-91.850	-445.125	-219.664	133.611	-445.125
	592	0	-128.390	-26.800	23.970	291.750	-196.628	-384.598	-215.897	153.496	-15.206	-469.645	-272.827	158.131	-38.687	158.131	-469.645
		4	74.900	14.690	0.540	-6.330	113.384	72.361	68.633	61.859	66.187	96.690	91.640	83.737	88.786	113.384	61.859
		8	-150.010	-28.170	-22.890	-304.420	-225.084	145.149	-32.215	-415.167	-237.803	147.157	-59.768	-506.546	-299.621	147.157	-506.546
6	649	0	-144.760	-27.030	-24.730	250.680	-216.960	-349.219	-175.711	88.651	-84.857	-428.708	-226.282	82.140	-120.286	88.651	-428.708
		4	77.020	15.080	0.970	9.060	116.552	60.902	65.999	77.734	72.637	82.923	88.874	102.565	96.619	116.552	60.902
		8	-129.400	-26.960	26.670	-232.560	-198.416	85.643	-77.672	-318.563	-155.248	78.685	-111.848	-392.888	-202.354	85.643	-392.888
	664	0	-129.400	-26.960	26.670	242.530	-198.416	-341.938	-205.946	109.018	-26.974	-420.159	-261.501	105.957	-52.701	109.018	-420.159
		4	77.020	15.080	0.970	-8.630	116.552	76.823	70.775	61.813	67.861	101.502	94.446	83.991	91.047	116.552	61.813
		8	-144.760	-27.030	-24.730	-259.780	-216.960	110.195	-37.886	-370.763	-222.682	107.275	-65.487	-453.843	-281.081	110.195	-453.843
7	721	0	-148.550	-27.610	-27.410	200.660	-222.436	-306.888	-163.204	39.498	-104.186	-379.779	-212.148	24.338	-143.293	39.498	-379.779
		4	76.670	15.010	0.980	6.600	116.020	62.798	66.339	75.208	71.667	85.085	89.216	99.563	95.432	116.020	62.798
		8	-126.310	-26.510	29.380	-187.470	-193.988	47.111	-89.504	-274.469	-137.854	34.087	-125.298	-341.091	-181.706	47.111	-341.091
	736	0	-126.310	-26.510	29.380	198.400	-193.988	-300.172	-193.689	72.814	-33.669	-371.077	-246.847	64.073	-60.157	72.814	-371.077
		4	76.670	15.010	0.980	-6.140	116.020	74.264	69.779	63.742	68.227	98.462	93.229	86.186	91.419	116.020	63.742
		8	-148.550	-27.610	-27.410	-210.690	-222.436	63.327	-52.140	-330.717	-215.250	52.138	-82.573	-407.579	-272.868	63.327	-407.579

Tabel 5.32 Momen rencana balok pada portal as-D untuk bentang 6m untuk pembebanan penuh

Lnt	Elm	Sect (m)	MD (kN/m)	M _L (kN/m)	M _x (kN/m)	M _y (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Y _{kl} + 0,3.X _{kl}	0,3.Y _{kl} + X _{kl}	Y _{ka} + 0,3.X _{ka}	0,3.Y _{ka} + X _{ka}	Y _{kl} + 0,3.X _{kl}	0,3.Y _{kl} + X _{kl}	Y _{ka} + 0,3.X _{ka}	0,3.Y _{ka} + X _{ka}		
8	793	0	-145.570	-27.030	-28.220	149.000	-217.932	-257.494	-45.845	-4.532	-116.181	-321.695	-191.439	-26.574	-156.831	-4.532	-321.695
		4	77.870	15.220	1.280	6.230	117.796	64.130	67.249	76.036	72.917	86.805	90.443	100.694	97.056	117.796	64.130
		8	-126.880	-26.680	30.780	-136.540	-194.944	0.383	-105.028	-228.767	-123.356	-20.563	-143.543	-287.906	-164.926	0.383	-287.906
	808	0	-126.880	-26.680	30.780	147.950	-194.944	-255.658	-181.841	27.274	-46.544	-319.278	-233.158	10.809	-75.311	27.274	-319.278
		4	77.870	15.220	1.280	-5.670	117.796	74.840	70.462	65.326	69.704	99.300	64.191	88.199	93.307	117.796	65.326
		8	-145.570	-27.030	-28.220	-159.290	-217.932	19.967	-62.607	-281.993	-199.419	2.009	-94.327	-350.278	-253.942	19.967	-350.278
9	864	0	-142.220	-25.670	-29.530	85.560	-211.736	-197.029	-124.522	-58.967	-131.474	-250.082	-165.491	-89.010	-173.601	-58.967	-250.082
		4	79.150	15.620	1.410	4.270	119.972	67.011	68.813	75.459	73.657	90.481	92.583	100.336	98.234	119.972	67.011
		8	-127.680	-27.250	32.360	-77.020	-196.816	-54.331	-123.241	-175.493	-106.583	-84.846	-185.240	-226.201	-145.807	-54.331	-226.201
	879	0	-127.680	-27.250	32.360	89.130	-196.816	-203.866	-168.101	-25.958	-61.723	-259.303	-217.577	-51.743	-93.469	-25.958	-259.303
		4	79.150	15.620	1.410	-3.770	119.972	74.247	70.984	68.223	71.486	98.923	95.115	91.894	95.701	119.972	68.223
		8	-142.220	-25.670	-29.530	-96.680	-211.736	-38.013	-75.317	-222.983	-180.679	-58.730	-108.085	-280.362	-231.007	-38.013	-280.362
10	937	0	-84.510	-10.790	-22.810	35.680	-118.676	-102.012	-65.164	-50.106	-86.954	-127.511	-84.521	-66.954	-109.944	-50.106	-127.511
		4	59.450	6.720	3.300	3.380	82.092	49.572	49.622	57.438	57.388	63.126	63.185	72.303	72.244	82.092	49.572
		8	-87.430	-9.430	29.420	-28.930	-120.004	-60.593	-97.354	-96.781	-60.020	-78.118	-121.006	-120.337	-77.450	-60.020	-121.006
	952	0	-87.430	-9.430	29.420	39.970	-120.004	-122.603	-115.957	-34.771	-41.417	-150.463	-142.709	-47.992	-55.746	-34.771	-150.463
		4	59.450	6.720	3.300	-2.260	82.092	54.648	51.145	52.362	55.865	69.048	64.961	66.381	70.468	82.092	51.145
		8	-84.510	-10.790	-22.810	-44.500	-118.676	-29.850	-43.515	-122.268	-108.603	-43.322	-59.265	-151.143	-135.201	-29.850	-151.143

Tabel 5.33 Momen rencana balok pada portal as-D untuk bentang 6m untuk pembebanan papan catur

Ln	Elm	Sect (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Ykl + 0,3.Xkl	0,3.Ykl + Xkl	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Ykl+ 0,3.Xkl	0,3.Ykl + Xkl	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
1	289	0	-136.800	-26.440	-7.690	325.670	-206.464	-414.147	-204.130	167.907	-42.110	-493.582	-248.562	185.480	-59.539	185.480	-493.582
		4	74.650	14.660	0.150	7.080	113.036	60.773	65.138	73.598	69.232	76.674	81.767	91.636	86.543	113.036	60.773
		8	-142.110	-28.380	8.000	-311.510	-215.940	150.300	-50.991	-406.098	-204.807	164.175	-70.664	-484.956	-250.116	164.175	-484.956
	304	0	-142.110	-28.380	8.000	314.380	-215.940	-413.001	-219.982	157.203	-35.816	-493.009	-267.820	172.229	-52.960	172.229	-493.009
		4	74.650	14.660	0.150	-6.910	113.036	73.364	68.916	61.007	65.454	91.363	86.174	76.947	82.136	113.036	61.007
		8	-136.800	-26.440	-7.690	-328.200	-206.464	174.336	-27.585	-420.576	-218.655	192.982	-42.593	-501.083	-265.508	192.982	-501.083
2	361	0	-144.520	-27.680	-12.590	351.400	-217.712	-442.925	-213.615	182.793	-46.521	-527.649	-260.117	202.359	-65.174	202.359	-527.649
		4	73.780	14.490	0.210	5.490	111.720	61.404	64.731	71.400	68.073	77.344	81.225	89.005	85.124	111.720	61.404
		8	-136.120	-27.490	13.020	-340.430	-207.328	180.364	-42.310	-425.380	-202.706	199.600	-60.186	-507.100	-247.315	199.600	-507.100
	376	0	-136.120	-27.490	13.020	345.250	-207.328	-436.748	-227.444	191.732	-17.573	-520.364	-276.175	212.864	-31.325	212.864	-520.364
		4	73.780	14.490	0.210	-5.320	111.720	71.133	67.649	61.671	65.155	88.694	84.630	77.655	81.719	111.720	61.671
		8	-144.520	-27.680	-12.590	-355.880	-217.712	193.623	-22.649	-453.759	-237.487	214.995	-37.323	-540.285	-287.967	214.995	-540.285
3	433	0	-148.270	-28.130	-16.820	343.940	-223.012	-438.448	-211.169	171.562	-55.717	-522.618	-257.459	189.059	-76.099	189.059	-522.618
		4	73.790	14.480	0.280	5.600	111.716	61.295	64.647	71.527	68.175	77.213	81.123	89.149	85.239	111.716	61.295
		8	-132.340	-27.000	17.370	-332.740	-202.008	175.670	-44.899	-413.882	-193.313	194.317	-63.014	-493.494	-236.163	194.317	-493.494
	448	0	-132.340	-27.000	17.370	339.220	-202.008	-429.094	-226.328	190.882	-11.884	-511.241	-274.681	212.064	-24.495	212.064	-511.241
		4	73.790	14.480	0.280	-5.400	111.716	71.195	67.617	61.627	65.205	88.763	84.588	77.599	81.774	111.716	61.627
		8	-148.270	-28.180	-16.820	-350.020	-223.012	185.116	-23.800	-453.002	-243.086	206.040	-38.862	-539.599	-294.697	206.040	-539.599
4	505	0	-151.640	-28.630	-20.480	322.060	-227.776	-420.800	-205.000	147.848	-67.952	-502.207	-250.440	161.217	-90.550	161.217	-502.207
		4	73.770	14.480	0.330	4.890	111.692	61.903	64.776	70.883	68.010	77.922	81.273	88.398	85.047	111.692	61.903
		8	-129.020	-26.560	21.140	-312.280	-197.320	159.226	-50.828	-391.462	-181.408	175.306	-69.758	-467.164	-222.100	175.306	-467.164
	520	0	-129.020	-26.560	21.140	320.170	-197.320	-409.979	-221.590	177.743	-10.646	-488.767	-268.980	196.909	-22.878	196.909	-488.767
		4	73.770	14.480	0.330	-4.680	111.692	70.516	67.360	62.270	65.426	87.970	84.288	78.350	82.032	111.692	62.270
		8	-151.640	-28.630	-20.480	-329.530	-227.776	165.631	-29.071	-438.583	-243.881	181.963	-45.189	-522.953	-295.801	181.963	-522.953
5	577	0	-150.010	-28.170	-22.890	296.020	-225.084	-395.247	-194.333	125.229	-75.685	-472.213	-237.814	135.008	-99.391	135.008	-472.213
		4	74.900	14.690	0.540	6.620	113.384	61.306	65.137	73.514	69.683	77.308	81.777	91.550	87.081	113.384	61.306
		8	-128.390	-26.600	23.970	-282.780	-196.628	132.479	-60.773	-363.581	-170.329	144.085	-81.376	-434.652	-209.190	144.085	-434.652
	592	0	-128.390	-26.600	23.970	291.750	-196.628	-384.598	-215.897	153.496	-15.206	-459.171	-262.353	168.605	-28.214	168.605	-459.171
		4	74.900	14.690	0.540	-6.330	113.384	72.961	68.633	61.859	66.187	90.906	85.856	77.953	83.002	113.384	61.859
		8	-150.010	-28.170	-22.890	-304.420	-225.084	145.149	-32.215	-415.167	-237.803	158.249	-48.676	-495.454	-288.529	158.249	-495.454
6	649	0	-144.760	-27.030	-24.730	250.680	-216.960	-349.219	-175.711	88.651	-84.857	-418.065	-215.639	92.783	-109.643	92.783	-418.065
		4	77.020	15.080	0.970	9.060	116.552	60.902	65.999	77.734	72.637	76.990	82.936	96.627	90.681	116.552	60.902
		8	-129.400	-26.960	26.670	-232.560	-198.416	85.643	-77.672	-318.563	-155.248	89.301	-101.233	-382.272	-191.738	89.301	-382.272
	664	0	-129.400	-26.960	26.670	242.530	-198.416	-341.938	-205.946	109.018	-26.974	-409.543	-250.886	116.572	-42.085	116.572	-409.543
		4	77.020	15.080	0.970	-8.630	116.552	76.823	70.775	61.813	67.861	95.565	88.509	78.053	85.109	116.552	61.813
		8	-144.760	-27.030	-24.730	-259.780	-216.960	110.195	-37.886	-370.763	-222.682	117.918	-54.844	-443.200	-270.438	117.918	-443.200
7	721	0	-148.550	-27.610	-27.410	200.660	-222.436	-306.888	-163.204	39.498	-104.186	-368.908	-201.276	35.210	-132.422	39.498	-368.908
		4	76.670	15.010	0.980	6.600	116.020	62.798	66.339	75.208	71.667	79.175	83.306	93.652	89.522	116.020	62.798
		8	-126.310	-26.510	29.380	-187.470	-193.988	47.111	-89.504	-274.469	-137.854	44.525	-114.860	-330.653	-171.268	47.111	-330.653
	736	0	-126.310	-26.510	29.380	198.400	-193.988	-300.172	-193.689	72.814	-33.669	-360.639	-236.409	74.511	-49.719	74.511	-360.639
		4	76.670	15.010	0.980	-6.140	116.020	74.264	69.779	63.742	68.227	92.552	87.319	80.275	85.509	116.020	63.742
		8	-148.550	-27.610	-27.410	-210.690	-222.436	63.327	-52.140	-330.717	-215.250	63.010	-71.701	-396.708	-261.997	63.327	-396.708

Tabel 5.33 Momen rencana balok pada portal as-D untuk bentang 6m untuk pembebanan papan catur

Lnt	Elm	Sect (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MC+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
8	793	0	-145.570	-27.030	-28.220	149.000	-217.932	-257.494	-145.845	-4.532	-116.181	-311.052	-180.796	-15.931	-146.188	-4.532	-311.052
		4	77.870	15.220	1.280	6.230	117.796	64.130	67.249	76.036	72.917	80.812	84.450	94.701	91.063	117.796	64.130
		8	-126.880	-26.680	30.780	-136.540	-194.944	-194.944	0.383	-105.028	-228.767	-123.356	-10.058	-133.038	-277.401	-154.420	0.383
	808	0	-126.880	-26.680	30.780	147.950	-194.944	-255.658	-181.841	27.274	-46.544	-308.772	-222.653	21.314	-64.806	27.274	-308.772
		4	77.870	15.220	1.280	-5.670	117.796	74.840	70.462	65.326	69.704	93.307	88.198	82.206	87.314	117.796	65.326
		8	-145.570	-27.030	-28.220	-159.290	-217.932	19.967	-62.607	-281.993	-199.419	12.652	-83.684	-339.635	-243.299	19.967	-339.635
9	864	0	-142.220	-25.670	-29.530	85.560	-211.736	-197.029	-124.522	-58.967	-131.474	-239.975	-155.383	-78.903	-163.494	-58.967	-239.975
		4	79.150	15.620	1.410	4.270	119.972	67.011	68.813	75.459	73.657	84.330	86.432	94.186	92.083	119.972	67.011
		8	-127.680	-27.250	32.360	-77.020	-196.816	-196.816	-54.331	-123.241	-175.493	-106.583	-74.116	-154.510	-215.471	-135.077	-54.331
	879	0	-127.680	-27.250	32.360	89.130	-196.816	-203.866	-168.101	-25.958	-61.723	-248.574	-206.848	-41.014	-82.740	-25.958	-248.574
		4	79.150	15.620	1.410	-3.770	119.972	74.247	70.984	68.223	71.486	92.772	88.965	85.744	89.551	119.972	68.223
		8	-142.220	-25.670	-29.530	-96.680	-211.736	-33.013	-75.317	-222.983	-180.679	-48.623	-97.978	-270.255	-220.899	-33.013	-270.255
10	937	0	-84.510	-10.790	-22.810	35.680	-118.676	-102.012	-65.164	-50.106	-86.954	-123.263	-80.273	-62.705	-105.695	-50.106	-123.263
		4	59.450	6.720	3.300	3.380	82.092	49.572	49.622	57.438	57.388	60.480	60.539	69.657	69.598	82.092	49.572
		8	-87.430	-9.430	29.420	-28.930	-120.004	-120.004	-60.593	-97.354	-96.781	-60.020	-74.405	-117.293	-116.624	-73.737	-60.020
	952	0	-87.430	-9.430	29.420	39.970	-120.004	-122.603	-115.957	-34.771	-41.417	-146.750	-138.996	-44.279	-52.033	-34.771	-146.750
		4	59.450	6.720	3.300	-2.260	82.092	54.648	51.145	52.362	55.865	66.402	62.315	63.735	67.822	82.092	51.145
		8	-84.510	-10.790	-22.810	-44.500	-118.676	-29.850	-43.515	-122.268	-108.603	-39.074	-55.016	-146.894	-130.952	-29.850	-146.894

Tabel 5.34 Momen rencana balok pada portal as-I untuk bentang 6m untuk pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
1	246	0	-43.370	-5.510	-214.420	15.760	-60.860	4.675	149.690	-82.742	-227.756	1.117	170.299	-100.872	-270.054	170.299	-270.054
		3	21.720	2.760	-80.510	-15.780	30.480	55.488	96.263	-16.392	-57.172	66.909	114.486	-16.950	-64.527	114.486	-64.527
		6	-43.450	-5.520	374.540	15.790	-60.972	-154.442	-380.454	76.232	302.244	-184.529	-448.210	84.590	348.271	348.271	-448.210
	247	0	-43.420	-5.520	-213.320	15.780	-60.936	4.315	148.349	-82.472	-226.805	0.689	169.077	-100.565	-268.953	169.077	-268.953
		3	21.710	2.760	-80.380	-15.780	30.468	55.444	96.142	-16.366	-57.064	66.858	114.339	-16.920	-64.401	114.339	-64.401
		6	-43.420	-5.520	373.710	15.780	-60.936	-154.182	-379.678	76.026	301.522	-184.226	-447.304	84.350	347.428	347.428	-447.304
2	318	0	-43.200	-5.500	-202.280	15.700	-60.640	1.606	138.932	-79.366	-216.693	-2.458	157.757	-96.924	-257.140	157.757	-257.140
		3	21.740	2.760	-80.510	-15.790	30.504	55.515	96.288	-16.383	-57.156	66.941	114.510	-16.940	-64.509	114.510	-64.509
		6	-43.580	-5.540	362.410	15.830	-61.160	-151.320	-369.665	72.876	291.221	-180.902	-435.639	80.659	335.395	335.395	-435.639
	319	0	-43.400	-5.520	-201.070	15.770	-60.912	1.036	137.645	-79.156	-215.765	-3.138	156.239	-96.696	-256.073	156.239	-256.073
		3	21.740	2.760	-80.420	-15.790	30.504	55.490	96.207	-16.358	-57.075	66.912	114.415	-16.911	-64.414	114.415	-64.414
		6	-43.400	-5.520	361.370	15.770	-60.912	-150.823	-368.551	72.703	290.431	-180.307	-434.323	80.473	334.489	334.489	-434.323
3	390	0	-43.360	-5.520	-186.380	15.750	-60.864	2.875	124.465	-75.172	-202.514	-7.703	140.863	-92.047	-240.613	140.863	-240.613
		3	21.720	2.760	-80.410	-15.780	30.480	55.461	96.178	-16.365	-57.082	66.878	114.381	-16.919	-64.422	114.381	-64.422
		6	-43.470	-5.520	346.700	15.790	-60.996	-146.943	-355.416	68.697	277.170	-175.781	-418.999	75.800	319.018	319.018	-418.999
	391	0	-43.420	-5.520	-185.600	15.780	-60.936	-3.168	123.701	-74.988	-201.857	-8.043	139.971	-91.833	-239.847	139.971	-239.847
		3	21.710	2.760	-80.370	-15.780	30.468	55.441	96.133	-16.363	-57.055	66.855	114.328	-16.917	-64.390	114.328	-64.390
		6	-43.420	-5.520	345.990	15.780	-60.936	-146.697	-354.730	68.541	276.574	-175.494	-418.198	75.618	318.322	318.322	-418.198
4	462	0	-43.310	-5.510	-166.470	15.740	-60.788	-8.198	106.594	-69.760	-184.552	-13.904	120.021	-85.726	-219.650	120.021	-219.650
		3	21.730	2.760	-80.430	-15.780	30.492	55.475	96.205	-16.361	-57.091	66.894	114.412	-16.914	-64.432	114.412	-64.432
		6	-43.500	-5.530	326.760	15.800	-61.048	-141.595	-337.500	63.295	259.200	-169.549	-398.105	69.490	298.045	298.045	-398.105
	463	0	-43.420	-5.520	-165.550	15.780	-60.936	-8.582	105.656	-69.575	-183.812	-14.359	118.919	-85.517	-218.795	118.919	-218.795
		3	21.710	2.760	-80.380	-15.780	30.468	55.444	96.142	-16.366	-57.064	66.858	114.339	-16.920	-64.401	114.339	-64.401
		6	-43.420	-5.520	325.940	15.780	-60.936	-141.284	-336.685	63.128	258.529	-169.178	-397.146	69.302	297.270	297.270	-397.146
5	534	0	-43.340	-5.520	-141.140	15.750	-60.840	-15.073	83.763	-62.939	-161.780	-21.932	93.382	-77.776	-193.090	93.382	-193.090
		3	21.720	2.760	-80.400	-15.780	30.480	55.458	96.169	-16.362	-57.073	66.875	114.370	-16.916	-64.411	114.370	-64.411
		6	-43.480	-5.520	301.470	15.800	-61.008	-134.749	-314.721	56.485	236.457	-161.554	-371.522	61.552	271.520	271.520	-371.522
	535	0	-43.430	-5.520	-140.310	15.780	-60.948	-15.405	82.931	-62.769	-161.105	-22.320	92.406	-77.577	-192.303	92.406	-192.303
		3	21.710	2.760	-80.360	-15.780	30.468	55.438	96.124	-16.360	-57.046	66.851	114.318	-16.913	-64.380	114.318	-64.380
		6	-43.430	-5.520	300.740	15.780	-60.948	-134.489	-314.044	56.315	235.840	-161.251	-370.696	61.354	270.799	270.799	-370.696
6	606	0	-43.410	-5.520	-108.890	15.770	-60.924	-23.862	54.674	-54.276	-132.812	-32.186	59.439	-67.669	-159.294	59.439	-159.294
		3	21.710	2.760	-80.360	-15.780	30.468	55.438	96.124	-16.360	-57.046	66.851	114.318	-16.913	-64.380	114.318	-64.380
		6	-43.440	-5.520	269.320	15.780	-60.960	-126.014	-285.745	47.822	207.553	-151.364	-337.716	51.446	237.798	237.798	-337.716
	607	0	-43.440	-5.520	-108.230	15.780	-60.960	-24.076	54.050	-54.116	-132.242	-32.436	58.712	-67.482	-158.630	58.712	-158.630
		3	21.700	2.760	-80.330	-15.770	30.456	55.412	96.085	-16.352	-57.025	66.821	114.273	-16.904	-64.356	114.273	-64.356
		6	-43.440	-5.520	268.710	15.780	-60.960	-125.850	-285.136	47.658	207.004	-151.172	-337.075	51.254	237.157	237.157	-337.075
7	678	0	-43.090	-5.490	-75.330	15.660	-60.492	-32.536	24.786	-45.026	-102.350	-42.282	24.596	-56.854	-123.731	24.788	-123.731
		3	21.760	2.760	-80.470	-15.790	30.528	55.522	96.270	-16.354	-57.102	66.949	114.489	-16.906	-64.446	114.489	-64.446
		6	-43.660	-5.540	235.530	15.860	-61.256	-117.161	-255.553	38.573	176.965	-141.051	-302.508	40.639	202.097	202.097	-302.508
	679	0	-43.390	-5.520	-74.010	15.770	-60.900	-33.261	23.300	-44.841	-101.402	-43.152	22.836	-56.661	-122.649	23.300	-122.649
		3	21.740	2.760	-80.410	-15.790	30.504	55.488	96.193	-16.356	-57.066	66.909	114.405	-16.908	-64.404	114.405	-64.404
		6	-43.390	-5.520	234.340	15.770	-60.900	-116.516	-254.215	38.414	176.113	-140.282	-300.931	40.469	201.118	201.118	-300.931

Tabel 5.34 Momen rencana balok pada portal as-I untuk bentang 6m untuk pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
8	750	0	-43.200	-5.500	-36.080	15.690	-60.640	-43.259	-10.644	-34.501	-67.116	-54.801	-16.750	-44.582	-82.633	-10.644	-82.633
		3	21.740	2.760	-80.390	-15.790	30.504	55.482	96.180	-16.350	-57.048	66.903	114.384	-16.902	-64.383	114.384	-64.383
		6	-43.600	-5.540	196.440	15.850	-61.184	-106.544	-220.316	28.064	141.836	-128.664	-261.398	28.378	161.112	161.112	-261.398
	751	0	-43.410	-5.520	-35.090	15.770	-60.924	-43.788	-11.746	-34.350	-66.392	-55.433	-18.051	-44.422	-81.804	-11.746	-81.804
		3	21.730	2.760	-80.370	-15.780	30.492	55.459	96.151	-16.345	-57.037	66.876	114.349	-16.896	-64.369	114.349	-64.369
		6	-43.410	-5.520	195.500	15.770	-60.924	-106.047	-213.277	27.909	141.139	-128.069	-260.170	28.214	160.315	160.315	-260.170
9	822	0	-43.310	-5.500	15.140	15.690	-60.772	-57.188	-56.841	-20.770	-21.117	-71.050	-70.646	-28.563	-28.967	-20.770	-71.050
		3	21.720	2.760	-80.230	-15.800	30.480	55.430	96.021	-16.334	-56.925	66.842	114.198	-16.883	-64.239	114.198	-64.239
		6	-43.520	-5.530	145.550	15.820	-61.072	-92.705	-174.434	14.369	96.098	-112.510	-207.862	12.408	107.760	107.760	-207.862
	823	0	-43.430	-5.520	15.360	15.790	-60.948	-57.445	-57.174	-20.729	-21.000	-71.366	-71.050	-28.531	-28.847	-20.729	-71.366
		3	21.710	2.760	-80.260	-15.770	30.468	55.402	96.031	-16.324	-56.953	66.809	114.210	-16.871	-64.272	114.210	-64.272
		6	-43.430	-5.520	145.260	15.790	-60.948	-92.518	-174.084	14.344	95.910	-112.285	-207.445	12.388	107.548	107.548	-207.445
10	894	0	-30.330	-2.940	31.590	6.350	-41.100	-41.541	-57.443	-13.053	2.849	-50.780	-69.332	-17.543	1.008	2.849	-69.332
		3	15.290	1.470	-54.190	-6.280	20.700	34.044	64.228	-6.522	-36.706	40.876	76.090	-6.452	-41.666	76.090	-41.666
		6	-30.730	-2.950	78.160	6.340	-41.596	-54.466	-99.713	-0.848	44.399	-65.867	-118.655	-3.312	49.475	49.475	-118.655
	895	0	-30.530	-2.940	30.860	6.290	-41.340	-41.470	-56.949	-13.484	1.995	-50.697	-68.756	-18.046	0.013	1.995	-68.756
		3	15.290	1.480	-54.550	-6.330	20.716	34.187	64.565	-6.665	-37.043	41.050	76.491	-6.610	-42.051	76.491	-42.051
		6	-30.530	-2.940	78.180	6.290	-41.340	-54.247	-99.537	-0.707	44.583	-65.603	-118.442	-3.141	49.699	49.699	-118.442

Tabel 5.35 Momen rencana balok pada portal as-I untuk bentang 6m untuk pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin	
								Ykl+ 0,3.Xkl	0,3.Ykl + Xkl	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Ykl+ 0,3.Xkl	0,3.Ykl + Xkl	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka			
1	246	0	-43.370	-5.510	-214.420	15.760	-60.860	4.676	149.690	-82.742	-227.756	5.456	174.638	-96.533	-265.715	174.638	-265.715	
		3	21.720	2.760	-80.510	-15.780	30.480	30.480	55.488	96.268	-16.392	-57.172	64.736	112.312	-19.124	-66.700	112.312	-66.700
		6	-43.450	-5.520	374.540	15.790	-60.972	-60.972	-154.442	-380.454	76.232	302.244	-180.182	-443.863	88.937	352.618	352.618	-443.863
	247	0	-43.420	-5.520	-213.320	15.780	-60.936	-60.936	4.316	148.649	-82.472	-226.805	0.689	169.077	-100.565	-268.953	169.077	-268.953
		3	21.710	2.760	-80.380	-15.780	30.468	30.468	55.444	96.142	-16.366	-57.064	66.858	114.339	-16.920	-64.401	114.339	-64.401
		6	-43.420	-5.520	373.710	15.780	-60.936	-60.936	-154.182	-379.678	76.026	301.522	-184.226	-447.304	84.350	347.428	347.428	-447.304
2	318	0	-43.200	-5.500	-202.280	15.700	-60.640	1.606	138.933	-79.366	-216.693	1.873	162.089	-92.593	-252.809	162.089	-252.809	
		3	21.740	2.760	-80.510	-15.790	30.504	30.504	55.515	96.288	-16.383	-57.156	64.767	112.336	-19.113	-66.682	112.336	-66.682
		6	-43.580	-5.540	362.410	15.830	-61.160	-61.160	-151.320	-366.665	72.876	291.221	-176.540	-431.276	85.022	339.758	339.758	-431.276
	319	0	-43.400	-5.520	-201.070	15.770	-60.912	-60.912	1.036	137.645	-79.156	-215.765	-3.138	156.239	-96.696	-256.073	156.239	-256.073
		3	21.740	2.760	-80.420	-15.790	30.504	30.504	55.490	96.207	-16.358	-57.075	66.912	114.415	-16.911	-64.414	114.415	-64.414
		6	-43.400	-5.520	361.370	15.770	-60.912	-60.912	-150.823	-368.551	72.703	290.431	-180.307	-434.323	80.473	334.489	334.489	-434.323
3	390	0	-43.360	-5.520	-186.380	15.750	-60.864	-2.876	124.466	-75.172	-202.514	-3.356	145.210	-87.700	-236.266	145.210	-236.266	
		3	21.720	2.760	-80.410	-15.780	30.480	30.480	55.461	96.178	-16.365	-57.082	64.704	112.207	-19.092	-66.595	112.207	-66.595
		6	-43.470	-5.520	346.700	15.790	-60.996	-60.996	-146.943	-355.416	68.697	277.170	-171.434	-414.652	80.147	323.365	323.365	-414.652
	391	0	-43.420	-5.520	-185.600	15.780	-60.936	-60.936	-3.188	123.701	-74.988	-201.857	-8.043	139.971	-91.833	-239.847	139.971	-239.847
		3	21.710	2.760	-80.370	-15.780	30.468	30.468	55.441	96.133	-16.363	-57.055	66.855	114.328	-16.917	-64.390	114.328	-64.390
		6	-43.420	-5.520	345.990	15.780	-60.936	-60.936	-146.697	-354.730	68.541	276.574	-175.494	-418.198	75.618	318.322	318.322	-418.198
4	462	0	-43.310	-5.510	-166.470	15.740	-60.788	-8.198	106.594	-69.760	-184.552	-9.564	124.360	-81.387	-215.311	124.360	-215.311	
		3	21.730	2.760	-80.430	-15.780	30.492	30.492	55.475	96.205	-16.361	-57.091	64.721	112.239	-19.088	-66.606	112.239	-66.606
		6	-43.500	-5.530	326.760	15.800	-61.048	-61.048	-141.595	-337.500	63.295	259.200	-165.194	-393.750	73.844	302.400	302.400	-393.750
	463	0	-43.420	-5.520	-165.550	15.780	-60.936	-60.936	-8.582	105.656	-69.575	-183.812	-14.359	118.919	-85.517	-218.795	118.919	-218.795
		3	21.710	2.760	-80.380	-15.780	30.468	30.468	55.444	96.142	-16.366	-57.064	66.858	114.339	-16.920	-64.401	114.339	-64.401
		6	-43.420	-5.520	325.940	15.780	-60.936	-60.936	-141.284	-336.385	63.128	258.529	-169.178	-397.146	69.302	297.270	297.270	-397.146
5	534	0	-43.340	-5.520	-141.140	15.750	-60.840	-15.073	83.768	-62.939	-161.780	-17.585	97.729	-73.429	-188.743	97.729	-188.743	
		3	21.720	2.760	-80.400	-15.780	30.480	30.480	55.458	96.189	-16.362	-57.073	64.701	112.197	-19.089	-66.585	112.197	-66.585
		6	-43.480	-5.520	301.470	15.800	-61.008	-61.008	-134.749	-314.721	56.485	236.457	-157.207	-367.175	65.899	275.867	275.867	-367.175
	535	0	-43.430	-5.520	-140.310	15.780	-60.948	-60.948	-15.405	82.931	-62.769	-161.105	-22.320	92.406	-77.577	-192.303	92.406	-192.303
		3	21.710	2.760	-80.360	-15.780	30.468	30.468	55.438	96.124	-16.360	-57.046	66.851	114.318	-16.913	-64.380	114.318	-64.380
		6	-43.430	-5.520	300.740	15.780	-60.948	-60.948	-134.489	-314.014	56.315	235.840	-161.251	-370.696	61.354	270.799	270.799	-370.696
6	606	0	-43.410	-5.520	-108.890	15.770	-60.924	-23.862	54.674	-54.276	-132.812	-27.839	63.786	-63.322	-154.947	63.786	-154.947	
		3	21.710	2.760	-80.360	-15.780	30.468	30.468	55.438	96.124	-16.360	-57.046	64.678	112.144	-19.087	-66.553	112.144	-66.553
		6	-43.440	-5.520	269.320	15.780	-60.960	-60.960	-126.014	-285.745	47.822	207.553	-147.017	-333.369	55.793	242.145	242.145	-333.369
	607	0	-43.440	-5.520	-108.230	15.780	-60.960	-60.960	-24.076	54.050	-54.116	-132.242	-32.436	58.712	-67.482	-158.630	58.712	-158.630
		3	21.700	2.760	-80.330	-15.770	30.456	30.456	55.412	96.085	-16.352	-57.025	66.821	114.273	-16.904	-64.356	114.273	-64.356
		6	-43.440	-5.520	268.710	15.780	-60.960	-60.960	-125.850	-285.196	47.658	207.004	-151.172	-337.075	51.254	237.157	237.157	-337.075
7	678	0	-43.090	-5.490	-75.330	15.660	-60.492	-32.536	24.788	-45.026	-102.350	-37.959	28.919	-52.530	-119.408	28.919	-119.408	
		3	21.760	2.760	-80.470	-15.790	30.528	30.528	55.522	96.270	-16.354	-57.102	64.776	112.315	-19.080	-66.619	112.315	-66.619
		6	-43.660	-5.540	235.530	15.860	-61.256	-61.256	-117.161	-255.553	38.573	176.965	-136.688	-298.145	45.002	206.459	206.459	-298.145
	679	0	-43.390	-5.520	-74.010	15.770	-60.900	-60.900	-33.261	23.300	-44.841	-101.402	-43.152	22.836	-56.661	-122.649	23.300	-122.649
		3	21.740	2.760	-80.410	-15.790	30.504	30.504	55.488	96.158	-16.356	-57.066	66.909	114.405	-16.908	-64.404	114.405	-64.404
		6	-43.390	-5.520	234.340	15.770	-60.900	-60.900	-116.516	-254.215	38.414	176.113	-140.282	-300.931	40.469	201.118	201.118	-300.931

Tabel 5.35 Momen rencana balok pada portal as-I untuk bentang 6m untuk pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Yk+ 0,3.Xkl	0,3.Ykl + Xkl	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yk+ 0,3.Xkl	0,3.Ykl + Xkl	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
8	750	0	-43.200	-5.500	-36.080	15.690	-60.640	-43.259	-10.644	-34.501	-67.116	-50.469	-12.418	-40.251	-78.302	-10.644	-78.302
		3	21.740	2.760	-80.390	-15.790	30.504	55.482	96.180	-16.350	-57.048	64.729	112.210	-19.075	-66.556	112.210	-66.556
		6	-43.600	-5.540	196.440	15.850	-61.184	-106.544	-220.316	28.064	141.836	-124.301	-257.035	32.741	165.475	165.475	-257.035
	751	0	-43.410	-5.520	-35.090	15.770	-60.924	-43.788	-11.746	-34.350	-66.392	-55.433	-18.051	-44.422	-81.804	-11.746	-81.804
		3	21.730	2.760	-80.370	-15.780	30.492	55.459	96.151	-16.345	-57.037	66.876	114.349	-16.896	-64.369	114.349	-64.369
		6	-43.410	-5.520	195.500	15.770	-60.924	-106.047	-219.277	27.909	141.139	-128.069	-260.170	28.214	160.315	160.315	-260.170
9	822	0	-43.310	-5.500	15.140	15.690	-60.772	-57.188	-56.841	-20.770	-21.117	-66.719	-66.315	-24.232	-24.636	-20.770	-66.719
		3	21.720	2.760	-80.230	-15.800	30.480	55.430	96.021	-16.334	-56.925	64.668	112.025	-19.056	-66.413	112.025	-66.413
		6	-43.520	-5.530	145.550	15.820	-61.072	-92.705	-174.434	14.369	96.098	-108.155	-203.507	16.763	112.115	112.115	-203.507
	823	0	-43.430	-5.520	15.360	15.790	-60.948	-57.445	-57.174	-20.729	-21.000	-71.366	-71.050	-28.531	-28.847	-20.729	-71.366
		3	21.710	2.760	-80.260	-15.770	30.458	55.402	96.031	-16.324	-56.953	66.809	114.210	-16.871	-64.272	114.210	-64.272
		6	-43.430	-5.520	145.260	15.790	-60.948	-92.518	-174.084	14.344	95.910	-112.285	-207.445	12.388	107.548	107.548	-207.445
10	894	0	-30.330	-2.940	31.590	6.350	-41.100	-41.541	-57.443	-13.053	2.849	-48.465	-67.016	-15.228	3.323	3.323	-67.016
		3	15.290	1.470	-54.190	-6.280	20.700	34.044	64.228	-6.522	-36.706	39.718	74.932	-7.609	-42.823	74.932	-42.823
		6	-30.730	-2.950	78.160	6.340	-41.566	-54.466	-99.713	-0.848	44.399	-63.544	-116.332	-0.989	51.799	51.799	-116.332
	895	0	-30.530	-2.940	30.860	6.290	-41.340	-41.470	-56.949	-13.484	1.995	-50.697	-68.756	-18.046	0.013	1.995	-68.756
		3	15.290	1.480	-54.550	-6.330	20.716	34.187	64.565	-6.665	-37.043	41.050	76.491	-6.610	-42.051	76.491	-42.051
		6	-30.530	-2.940	78.180	6.290	-41.340	-54.247	-99.537	-0.707	44.583	-65.603	-118.442	-3.141	49.699	49.699	-118.442

Tabel 5.36 Momen rencana balok pada portal as-II untuk bentang 6m untuk pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
1	260	0	-56.250	-11.020	-134.220	31.520	-85.132	-42.754	61.663	-58.496	-162.913	-58.557	63.261	-76.924	-198.743	63.261	-198.743
		3	28.170	5.520	-160.820	-31.560	42.636	97.178	178.612	-46.472	-127.906	117.722	212.728	-49.871	-144.877	212.728	-144.877
		6	-56.350	-11.040	454.870	31.570	-85.284	-201.943	-468.622	100.513	367.192	-244.294	-555.420	108.571	419.697	419.697	-555.420
	261	0	-56.320	-11.040	-133.040	31.550	-85.248	-43.162	60.530	-58.214	-161.906	-59.050	61.924	-76.610	-197.584	61.924	-197.584
		3	28.160	5.520	-160.660	-31.550	42.624	97.117	178.457	-46.429	-127.769	117.650	212.546	-49.820	-144.716	212.546	-144.716
		6	-56.320	-11.040	454.000	31.550	-85.248	-201.663	-467.807	100.287	366.431	-243.968	-554.468	108.308	418.808	418.808	-554.468
2	332	0	-56.050	-10.990	-122.340	31.410	-84.844	-45.682	51.180	-55.208	-152.070	-61.951	51.056	-73.064	-186.070	51.180	-186.070
		3	28.200	5.520	-160.840	-31.570	42.672	97.220	178.660	-46.460	-127.900	117.770	212.784	-49.856	-144.870	212.784	-144.870
		6	-56.510	-11.070	442.950	31.660	-85.524	-198.950	-458.062	97.232	356.344	-240.825	-543.124	104.719	407.017	407.017	-543.124
	333	0	-56.280	-11.030	-120.830	31.540	-85.184	-46.414	49.579	-54.890	-150.883	-62.836	49.156	-72.725	-184.717	49.579	-184.717
		3	28.190	5.520	-160.750	-31.570	42.660	97.187	178.570	-46.445	-127.828	117.731	212.679	-49.838	-144.786	212.679	-144.786
		6	-56.280	-11.030	441.610	31.540	-85.184	-198.273	-456.617	96.969	355.313	-240.004	-541.406	104.444	405.845	405.845	-541.406
3	404	0	-56.250	-11.030	-106.170	31.520	-85.148	-50.327	36.418	-50.923	-137.668	-67.401	33.801	-68.096	-169.298	36.418	-169.298
		3	28.170	5.520	-160.700	-31.560	42.636	97.146	178.504	-46.440	-127.798	117.684	212.602	-49.833	-144.751	212.602	-144.751
		6	-56.370	-11.040	427.050	31.580	-85.308	-94.459	-443.605	92.993	342.139	-235.562	-526.233	99.797	390.468	390.468	-526.233
	405	0	-56.320	-11.040	-105.310	31.550	-85.248	-50.649	35.573	-50.727	-136.949	-67.785	32.807	-67.875	-168.467	35.573	-168.467
		3	28.160	5.520	-160.660	-31.550	42.624	97.117	178.457	-46.429	-127.769	117.650	212.546	-49.820	-144.716	212.546	-144.716
		6	-56.320	-11.040	426.280	31.550	-85.248	-194.179	-442.859	92.803	341.483	-235.236	-525.362	99.576	389.702	389.702	-525.362
4	476	0	-56.200	-11.030	-86.320	31.490	-85.088	-35.615	18.606	-45.545	-119.766	-73.570	13.021	-61.822	-148.413	18.606	-148.413
		3	28.170	5.520	-160.730	-31.560	42.636	97.154	178.531	-46.448	-127.825	117.693	212.633	-49.842	-144.782	212.633	-144.782
		6	-56.400	-11.050	407.150	31.600	-85.360	-189.131	-425.727	87.611	324.207	-229.354	-505.383	93.510	369.540	369.540	-505.383
	477	0	-56.310	-11.040	-85.280	31.550	-85.236	-56.048	17.555	-45.310	-118.913	-74.084	11.786	-61.555	-147.425	17.555	-147.425
		3	28.160	5.520	-160.670	-31.560	42.624	97.129	178.468	-46.441	-127.780	117.664	212.560	-49.834	-144.730	212.560	-144.730
		6	-56.310	-11.040	406.220	31.550	-85.236	-188.753	-424.796	87.395	323.438	-228.906	-504.289	93.267	368.650	368.650	-504.289
5	548	0	-56.240	-11.030	-60.930	31.510	-85.136	-62.524	-4.287	-38.708	-96.945	-81.631	-13.687	-53.846	-121.789	-4.287	-121.789
		3	28.160	5.520	-160.690	-31.560	42.624	97.134	178.486	-46.446	-127.798	117.670	212.581	-49.840	-144.751	212.581	-144.751
		6	-56.380	-11.040	381.830	31.590	-85.320	-182.267	-402.918	80.783	301.434	-221.339	-478.765	85.553	342.979	342.979	-478.765
	549	0	-56.320	-11.040	-60.020	31.560	-85.248	-62.887	-5.191	-38.489	-96.185	-82.062	-14.750	-53.598	-120.910	-5.191	-120.910
		3	28.150	5.520	-160.640	-31.550	42.612	97.103	178.430	-46.433	-127.760	117.634	212.515	-49.825	-144.706	212.515	-144.706
		6	-56.320	-11.040	381.030	31.560	-85.248	-181.970	-402.136	80.594	300.760	-220.992	-477.853	85.332	342.193	342.193	-477.853
6	620	0	-56.330	-11.050	-28.580	31.550	-85.276	-71.375	-33.494	-30.019	-67.901	-91.973	-47.778	-43.724	-87.919	-30.019	-91.973
		3	28.150	5.510	-160.630	-31.550	42.596	97.100	178.421	-46.430	-127.751	117.623	212.496	-49.829	-144.703	212.496	-144.703
		6	-56.320	-11.040	349.610	31.560	-85.248	-173.487	-373.858	72.111	272.482	-211.095	-444.862	75.435	309.202	309.202	-444.862
	621	0	-56.330	-11.040	-27.930	31.560	-85.260	-71.560	-34.081	-29.834	-67.313	-92.181	-48.455	-43.500	-87.226	-29.834	-92.181
		3	28.140	5.520	-160.600	-31.540	42.600	97.074	178.382	-46.422	-127.730	117.600	212.459	-49.812	-144.671	212.459	-144.671
		6	-56.330	-11.040	349.020	31.560	-85.260	-173.336	-373.336	71.942	271.942	-210.920	-444.253	75.239	308.572	308.572	-444.253
7	692	0	-55.970	-11.000	4.520	31.350	-84.764	-79.808	-62.906	-20.938	-37.841	-101.772	-82.052	-33.090	-52.810	-20.938	-101.772
		3	28.200	5.520	-160.810	-31.580	42.672	97.221	178.636	-46.461	-127.876	117.771	212.755	-49.857	-144.841	212.755	-144.841
		6	-56.570	-11.070	316.150	31.700	-85.596	-164.804	-344.007	62.978	242.181	-200.988	-410.059	64.756	273.827	273.827	-410.059
	693	0	-56.280	-11.030	6.230	31.540	-85.184	-60.720	-64.775	-20.584	-36.529	-102.860	-84.257	-32.701	-51.304	-20.584	-102.860
		3	28.190	5.520	-160.740	-31.570	42.660	97.184	178.561	-46.442	-127.819	117.728	212.668	-49.835	-144.775	212.668	-144.775
		6	-56.280	-11.030	314.580	31.540	-85.184	-163.975	-342.290	62.671	240.986	-199.990	-408.024	64.430	272.464	272.464	-408.024

Tabel 5.36 Momen rencana balok pada portal as-II untuk bentang 6m untuk pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin	
								Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka			
8	764	0	-56.100	-11.010	43.930	31.410	-84.936	-90.620	-98.508	-10.360	-2.472	-114.394	-123.596	-20.757	-11.555	-2.472	-123.596	
		3	28.170	5.520	-160.690	-31.570	42.636	42.636	97.152	178.498	-46.446	-127.792	117.691	212.595	-49.840	-144.744	212.595	-144.744
		6	-56.500	-11.060	276.970	31.680	-85.496	-85.496	-154.144	-308.677	52.444	206.977	-188.544	-368.832	52.475	232.763	232.763	-368.832
	765	0	-56.290	-11.030	45.160	31.540	-85.196	-85.196	-91.240	-99.821	-10.082	-1.501	-115.133	-125.144	-20.448	-10.438	-1.501	-125.144
		3	28.180	5.520	-160.680	-31.570	42.648	42.648	97.159	178.498	-46.435	-127.774	117.699	212.595	-49.827	-144.723	212.595	-144.723
		6	-56.290	-11.030	275.760	31.540	-85.196	-85.196	-153.502	-307.361	52.180	206.039	-187.772	-367.274	52.191	231.692	231.692	-367.274
9	836	0	-56.240	-11.000	95.300	31.410	-85.088	-104.616	-144.867	3.384	43.635	-130.715	-177.674	-4.715	42.245	43.635	-177.674	
		3	28.150	5.530	-160.510	-31.590	42.628	42.628	97.104	178.323	-46.434	-127.653	117.643	212.399	-49.818	-144.574	212.399	-144.574
		6	-56.410	-11.060	225.960	31.630	-85.388	-85.388	-140.245	-262.673	38.707	161.135	-172.329	-315.162	36.449	179.281	179.281	-315.162
	837	0	-56.310	-11.040	95.650	31.570	-85.236	-85.236	-104.918	-145.288	3.560	43.930	-131.098	-178.197	-4.541	42.558	43.930	-178.197
		3	28.160	5.510	-160.540	-31.540	42.608	42.608	97.076	178.346	-46.388	-127.658	117.594	212.409	-49.780	-144.595	212.409	-144.595
		6	-56.310	-11.040	225.560	31.570	-85.236	-85.236	-139.993	-262.207	38.635	160.849	-172.019	-314.602	36.380	178.963	178.963	-314.602
10	908	0	-43.100	-4.440	85.960	12.700	-58.824	-73.429	-119.583	-4.151	42.003	-89.164	-143.010	-8.339	45.507	45.507	-143.010	
		3	21.770	2.190	-108.700	-12.560	29.628	29.628	60.246	120.814	-21.060	-81.628	72.012	142.675	-22.845	-93.508	142.675	-93.508
		6	-43.680	-4.430	132.910	12.670	-59.504	-59.504	-86.601	-162.352	7.977	83.728	-104.523	-192.899	5.818	94.194	94.194	-192.899
	909	0	-43.430	-4.410	85.350	12.590	-59.172	-59.172	-73.463	-119.301	-4.712	41.127	-89.179	-142.658	-8.970	44.509	44.509	-142.658
		3	21.730	2.220	-109.130	-12.660	29.628	29.628	60.416	121.192	-21.302	-82.078	72.234	143.139	-23.104	-94.010	143.139	-94.010
		6	-43.430	-4.410	132.670	12.590	-59.172	-59.172	-86.239	-161.889	8.065	83.715	-104.085	-192.344	5.936	94.195	94.195	-192.344

Tabel 5.37 Momen rencana balok pada portal as-II untuk bentang 6m untuk pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
1	260	0	-56.250	-11.020	-134.220	31.520	-85.132	-42.754	61.663	-58.496	-162.913	-49.879	71.940	-68.246	-190.065	71.940	-190.065
		3	28.170	5.520	-160.820	-31.560	42.636	97.178	178.612	-46.472	-127.906	113.375	208.381	-54.218	-149.224	208.381	-149.224
		6	-56.350	-11.040	454.870	31.570	-85.284	-201.943	-468.622	100.513	367.192	-235.600	-546.726	117.265	428.391	428.391	-546.726
	261	0	-56.320	-11.040	-133.040	31.550	-85.248	-43.162	60.530	-58.214	-161.906	-59.050	61.924	-76.610	-197.584	61.924	-197.584
		3	28.160	5.520	-160.660	-31.550	42.624	97.117	178.457	-46.429	-127.769	117.650	212.546	-49.820	-144.716	212.546	-144.716
		6	-56.320	-11.040	454.000	31.550	-85.248	-201.663	-467.807	100.287	366.431	-243.968	-554.468	108.308	418.808	418.808	-554.468
2	332	0	-56.050	-10.990	-122.340	31.410	-84.844	-45.682	51.180	-55.208	-152.070	-53.296	59.710	-64.409	-177.415	59.710	-177.415
		3	28.200	5.520	-160.840	-31.570	42.672	97.220	178.660	-46.460	-127.900	113.423	208.437	-54.203	-149.217	208.437	-149.217
		6	-56.510	-11.070	442.950	31.660	-85.524	-198.950	-458.062	97.232	356.344	-232.108	-534.406	113.437	415.735	415.735	-534.406
	333	0	-56.280	-11.030	-120.830	31.540	-85.184	-46.414	49.579	-54.890	-150.883	-62.836	49.156	-72.725	-184.717	49.579	-184.717
		3	28.190	5.520	-160.750	-31.570	42.660	97.187	178.570	-46.445	-127.828	117.731	212.679	-49.838	-144.786	212.679	-144.786
		6	-56.280	-11.030	441.610	31.540	-85.184	-198.273	-456.617	96.969	355.313	-240.004	-541.406	104.444	405.845	405.845	-541.406
3	404	0	-56.250	-11.030	-106.170	31.520	-85.148	-50.327	36.418	-50.923	-137.668	-58.715	42.487	-59.410	-160.612	42.487	-160.612
		3	28.170	5.520	-160.700	-31.560	42.636	97.146	178.504	-46.440	-127.798	113.337	208.255	-54.180	-149.098	208.255	-149.098
		6	-56.370	-11.040	427.050	31.580	-85.308	-194.459	-443.605	92.993	342.139	-226.868	-517.539	108.491	399.162	399.162	-517.539
	405	0	-56.320	-11.040	-105.310	31.550	-85.248	-50.649	35.573	-50.727	-136.949	-67.785	32.807	-67.875	-168.467	35.573	-168.467
		3	28.160	5.520	-160.660	-31.550	42.624	97.117	178.457	-46.429	-127.769	117.650	212.546	-49.820	-144.716	212.546	-144.716
		6	-56.320	-11.040	426.280	31.550	-85.248	-194.179	-442.859	92.803	341.483	-235.236	-525.362	99.576	389.702	389.702	-525.362
4	476	0	-56.200	-11.030	-86.320	31.490	-85.088	-55.615	18.606	-45.545	-119.766	-64.884	21.707	-53.136	-139.727	21.707	-139.727
		3	28.170	5.520	-160.730	-31.560	42.636	97.154	178.531	-46.448	-127.825	113.346	208.286	-54.189	-149.129	208.286	-149.129
		6	-56.400	-11.050	407.150	31.600	-85.360	-189.131	-425.727	87.611	324.207	-220.652	-496.682	102.212	378.242	378.242	-496.682
	477	0	-56.310	-11.040	-85.280	31.550	-85.236	-56.348	17.555	-45.310	-118.913	-74.084	11.786	-61.555	-147.425	17.555	-147.425
		3	28.160	5.520	-160.670	-31.560	42.624	97.129	178.468	-46.441	-127.780	117.664	212.560	-49.834	-144.730	212.560	-144.730
		6	-56.310	-11.040	406.220	31.550	-85.236	-188.753	-424.796	87.395	323.438	-228.906	-504.289	93.267	368.650	368.650	-504.289
5	548	0	-56.240	-11.030	-60.930	31.510	-85.136	-62.524	-4.287	-38.708	-96.945	-72.945	-5.001	-45.159	-113.103	-4.287	-113.103
		3	28.160	5.520	-160.690	-31.560	42.624	97.134	178.486	-46.446	-127.798	113.323	208.234	-54.187	-149.098	208.234	-149.098
		6	-56.380	-11.040	381.830	31.590	-85.320	-182.267	-402.918	80.783	301.434	-212.645	-470.071	94.247	351.673	351.673	-470.071
	549	0	-56.320	-11.040	-60.020	31.560	-85.248	-62.887	-5.191	-38.489	-96.185	-82.062	-14.750	-53.598	-120.910	-5.191	-120.910
		3	28.150	5.520	-160.640	-31.550	42.612	97.103	178.430	-46.433	-127.760	117.634	212.515	-49.825	-144.706	212.515	-144.706
		6	-56.320	-11.040	381.030	31.560	-85.248	-181.970	-402.136	80.594	300.760	-220.992	-477.853	85.332	342.193	342.193	-477.853
6	620	0	-56.330	-11.050	-28.580	31.550	-85.276	-71.375	-33.494	-30.019	-67.901	-83.271	-39.076	-35.022	-79.217	-30.019	-85.276
		3	28.150	5.510	-160.630	-31.550	42.596	97.100	178.421	-46.430	-127.751	113.283	208.157	-54.168	-149.042	208.157	-149.042
		6	-56.320	-11.040	349.610	31.560	-85.248	-173.487	-373.858	72.111	272.482	-202.401	-436.168	84.129	317.896	317.896	-436.168
	621	0	-56.330	-11.040	-27.930	31.560	-85.260	-71.560	-34.081	-29.834	-67.313	-92.181	-48.455	-43.500	-87.226	-29.834	-92.181
		3	28.140	5.520	-160.600	-31.540	42.600	97.074	178.382	-46.422	-127.730	117.600	212.459	-49.812	-144.671	212.459	-144.671
		6	-56.330	-11.040	349.020	31.560	-85.260	-173.336	-373.336	71.942	271.942	-210.920	-444.253	75.239	308.572	308.572	-444.253
7	692	0	-55.970	-11.000	4.520	31.350	-84.764	-79.808	-62.906	-20.938	-37.841	-93.110	-73.390	-24.427	-44.147	-20.938	-93.110
		3	28.200	5.520	-160.810	-31.580	42.672	97.221	178.636	-46.461	-127.876	113.424	208.408	-54.204	-149.188	208.408	-149.188
		6	-56.570	-11.070	316.150	31.700	-85.596	-164.804	-344.007	62.978	242.181	-192.271	-401.342	73.474	282.545	282.545	-401.342
	693	0	-56.280	-11.030	6.230	31.540	-85.184	-80.720	-64.775	-20.584	-36.529	-102.860	-84.257	-32.701	-51.304	-20.584	-102.860
		3	28.190	5.520	-160.740	-31.570	42.660	97.184	178.561	-46.442	-127.819	117.728	212.668	-49.835	-144.775	212.668	-144.775
		6	-56.280	-11.030	314.580	31.540	-85.184	-163.975	-342.290	62.671	240.986	-199.990	-408.024	64.430	272.464	272.464	-408.024

Tabel 5.37 Momen rencana balok pada portal as-II untuk bentang 6m untuk pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
8	764	0	-56.100	-11.010	43.930	31.410	-84.936	-90.620	-98.508	-10.360	-2.472	-105.723	-114.926	-12.087	-2.884	-2.472	-114.926
		3	28.170	5.520	-160.690	-31.570	42.636	97.152	178.498	-46.446	-127.792	113.344	208.248	-54.187	-149.091	208.248	-149.091
		6	-56.500	-11.060	276.970	31.680	-85.496	-154.144	-308.677	52.444	206.977	-179.835	-360.123	61.185	241.473	241.473	-360.123
	765	0	-56.290	-11.030	45.160	31.540	-85.196	-91.240	-99.821	-10.082	-1.501	-115.133	-125.144	-20.448	-10.438	-1.501	-125.144
		3	28.180	5.520	-160.680	-31.570	42.648	97.159	178.498	-46.435	-127.774	117.699	212.595	-49.827	-144.723	212.595	-144.723
		6	-56.290	-11.030	275.760	31.540	-85.196	-153.502	-307.361	52.180	206.039	-187.772	-367.274	52.191	231.692	231.692	-367.274
9	836	0	-56.240	-11.000	95.300	31.410	-85.088	-104.616	-144.867	3.384	43.635	-122.052	-169.011	3.948	50.907	50.907	-169.011
		3	28.150	5.530	-160.510	-31.590	42.628	97.104	178.323	-46.434	-127.653	113.288	208.044	-54.173	-148.929	208.044	-148.929
		6	-56.410	-11.060	225.960	31.630	-85.388	-140.245	-262.673	38.707	161.135	-163.619	-306.452	45.158	187.991	187.991	-306.452
	837	0	-56.310	-11.040	95.650	31.570	-85.236	-104.918	-145.288	3.560	43.930	-131.098	-178.197	-4.541	42.558	43.930	-178.197
		3	28.160	5.510	-160.540	-31.540	42.608	97.076	178.346	-46.388	-127.658	117.594	212.409	-49.780	-144.595	212.409	-144.595
		6	-56.310	-11.040	225.560	31.570	-85.236	-139.993	-262.207	38.635	160.849	-172.019	-314.602	36.380	178.963	178.963	-314.602
10	908	0	-43.100	-4.440	85.960	12.700	-58.824	-73.429	-119.583	-4.151	42.003	-85.667	-139.514	-4.843	49.004	49.004	-139.514
		3	21.770	2.190	-108.700	-12.560	29.628	60.246	120.814	-21.060	-81.628	70.287	140.950	-24.570	-95.233	140.950	-95.233
		6	-43.680	-4.430	132.910	12.670	-59.504	-86.601	-162.352	7.977	83.728	-101.034	-189.411	9.306	97.683	97.683	-189.411
	909	0	-43.430	-4.410	85.350	12.590	-59.172	-73.463	-119.301	-4.712	41.127	-89.179	-142.658	-8.970	44.509	44.509	-142.658
		3	21.730	2.220	-109.130	-12.660	29.628	60.416	121.192	-21.302	-82.078	72.234	143.139	-23.104	-94.010	143.139	-94.010
		6	-43.430	-4.410	132.670	12.590	-59.172	-86.239	-161.889	8.065	83.715	-104.085	-192.344	5.936	94.195	94.195	-192.344

Tabel 5.38 Momen rencana balok pada portal as-A untuk bentang 8m untuk pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin	
								Yki + 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka			
1	283	0	-114.150	-16.790	-5.660	375.940	-163.844	-439.553	-199.145	234.083	-6.325	-526.034	-245.558	259.874	-20.602	259.874	-526.034	
		4	62.330	9.400	0.110	8.150	89.836	89.836	48.732	53.798	63.462	58.397	64.257	70.166	81.441	75.532	89.836	48.732
		8	-118.700	-18.370	5.890	-359.640	-171.832	-171.832	215.256	-15.028	-428.916	-198.632	236.665	-31.999	-514.868	-246.203	236.665	-514.868
	298	0	-118.700	-18.370	5.890	361.970	-171.832	-171.832	-434.193	-209.863	220.533	-3.797	-521.025	-259.306	242.822	-18.896	242.822	-521.025
		4	62.330	9.400	0.110	-7.980	89.836	89.836	63.249	58.153	48.945	54.041	81.193	75.247	64.505	70.451	89.836	48.945
		8	-114.150	-16.790	-5.660	-377.920	-163.844	-163.844	238.921	4.397	-444.391	-209.867	265.519	-8.092	-531.679	-258.067	265.519	-531.679
2	355	0	-120.580	-17.490	-9.260	405.850	-172.680	-471.287	-209.768	254.243	-7.277	-563.608	-258.502	282.843	-22.263	282.843	-563.608	
		4	61.600	9.280	0.160	6.310	88.768	88.768	49.718	53.592	61.162	57.288	65.312	69.832	78.664	74.144	88.768	49.718
		8	-113.730	-17.890	9.580	-393.230	-165.100	-165.100	248.963	-4.807	-453.677	-199.907	276.369	-19.696	-543.379	-247.313	276.369	-543.379
	370	0	-113.730	-17.890	9.580	397.200	-165.100	-165.100	-462.424	-218.223	257.710	13.509	-553.583	-268.682	286.573	1.672	286.573	-553.583
		4	61.600	9.280	0.160	-6.140	88.768	88.768	60.923	56.954	49.957	53.926	78.385	73.754	65.591	70.222	88.768	49.957
		8	-120.580	-17.490	-9.260	-409.480	-172.680	-172.680	262.510	10.372	-479.554	-227.416	292.489	-1.673	-573.253	-279.092	292.489	-573.253
3	427	0	-123.690	-17.720	-12.360	397.420	-176.780	-465.662	-207.500	243.020	-15.142	-557.227	-256.038	269.569	-31.620	269.569	-557.227	
		4	61.610	9.280	0.210	6.440	88.780	88.780	49.596	53.521	61.302	57.377	65.170	69.749	78.827	74.248	88.780	49.596
		8	-110.600	-17.670	12.770	-384.550	-160.992	-160.992	243.107	-7.205	-442.187	-191.876	269.710	-22.320	-529.800	-237.770	269.710	-529.800
	442	0	-110.600	-17.670	12.770	389.890	-160.992	-160.992	-453.889	-216.303	254.809	17.223	-543.452	-266.269	283.362	6.179	283.362	-543.452
		4	61.610	9.280	0.210	-6.240	88.780	88.780	61.008	56.945	49.890	53.953	78.484	73.744	65.513	70.253	88.780	49.890
		8	-123.690	-17.720	-12.360	-402.380	-176.780	-176.780	254.158	8.446	-476.800	-231.088	282.563	-4.101	-570.221	-283.557	282.563	-570.221
4	499	0	-126.470	-17.940	-15.050	372.300	-180.468	-444.830	-200.799	217.184	-26.847	-533.096	-248.393	239.253	-45.449	239.253	-533.096	
		4	61.590	9.280	0.240	5.620	88.756	88.756	50.308	53.698	60.554	57.164	66.001	69.955	77.954	74.000	88.756	50.308
		8	-107.850	-17.460	15.530	-361.070	-157.356	-157.356	223.705	-13.553	-417.835	-180.577	247.239	-29.562	-501.224	-224.423	247.239	-501.224
	514	0	-107.850	-17.460	15.530	367.590	-157.356	-157.356	-432.089	-210.291	237.959	16.161	-517.854	-259.090	263.869	5.105	263.869	-517.854
		4	61.590	9.280	0.240	-5.410	88.756	88.756	60.235	56.676	50.627	54.186	77.582	73.430	66.373	70.525	88.756	50.627
		8	-126.470	-17.940	-15.050	-378.410	-180.468	-180.468	230.810	1.893	-458.456	-229.539	255.150	-11.920	-548.993	-281.923	255.150	-548.993
5	571	0	-125.080	-17.590	-16.800	342.290	-178.240	-416.097	-189.870	190.953	-35.274	-499.299	-235.367	208.926	-55.005	208.926	-499.299	
		4	62.530	9.410	0.400	7.590	90.092	90.092	49.338	53.868	63.216	58.686	64.971	70.256	81.162	75.878	90.092	49.338
		8	-107.360	-17.540	17.590	-327.110	-156.896	-156.896	193.026	-24.135	-386.274	-169.113	211.384	-41.971	-464.465	-211.111	211.384	-464.465
	586	0	-107.360	-17.540	17.590	334.520	-156.896	-156.896	-402.441	-202.775	209.193	9.527	-483.328	-250.384	230.246	-2.697	230.246	-483.328
		4	62.530	9.410	0.400	-7.330	90.092	90.092	62.766	57.896	49.788	54.658	80.637	74.956	65.496	71.178	90.092	49.788
		8	-125.080	-17.590	-16.800	-349.170	-178.240	-178.240	206.217	-3.176	-431.361	-221.968	226.734	-17.558	-517.107	-272.815	226.734	-517.107
6	643	0	-120.640	-16.810	-18.100	289.790	-171.664	-364.500	-170.529	147.348	-46.623	-438.488	-212.189	158.668	-67.631	158.668	-438.488	
		4	64.310	9.660	0.710	10.370	92.628	92.628	48.354	54.440	67.404	61.318	64.021	71.121	86.245	79.145	92.628	48.354
		8	-108.240	-17.830	19.530	-269.050	-158.416	-158.416	139.456	-42.350	-334.288	-152.483	148.657	-63.449	-404.044	-191.937	148.657	-404.044
	658	0	-108.240	-17.830	19.530	277.290	-158.416	-158.416	-352.250	-189.861	157.418	-4.971	-425.000	-235.546	169.613	-19.840	169.613	-425.000
		4	64.310	9.660	0.710	-9.980	92.628	92.628	66.669	59.935	49.089	55.823	85.388	77.531	64.877	72.735	92.628	49.089
		8	-120.640	-16.810	-18.100	-297.240	-171.664	-171.664	163.827	-12.031	-380.979	-205.121	177.894	-27.274	-457.713	-252.545	177.894	-457.713
7	715	0	-123.790	-17.140	-20.030	231.830	-175.972	-314.650	-155.978	91.828	-66.844	-380.589	-195.472	93.635	-91.482	93.635	-380.589	
		4	64.010	9.610	0.720	7.510	92.188	92.188	50.656	54.933	64.562	60.285	66.666	71.657	82.891	77.900	92.188	50.656
		8	-105.680	-17.590	21.480	-216.810	-154.960	-154.960	94.217	-55.905	-284.441	-134.319	96.068	-79.075	-345.700	-170.557	96.068	-345.700
	730	0	-105.680	-17.590	21.480	225.820	-154.960	-154.960	-304.150	-175.415	113.926	-14.809	-368.693	-218.503	119.061	-31.129	119.061	-368.693
		4	64.010	9.610	0.720	-7.110	92.188	92.188	63.814	58.881	51.404	56.337	82.017	76.262	67.540	73.295	92.188	51.404
		8	-123.790	-17.140	-20.030	-240.030	-175.972	-175.972	110.024	-28.576	-332.846	-194.246	114.864	-46.836	-401.818	-240.118	114.864	-401.818

Tabel 5.38 Momen rencana balok pada portal as-A untuk bentang 8m untuk pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin	
								Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka			
8	787	0	-121.290	-16.740	-20.560	171.830	-172.332	-258.257	-137.051	39.935	-81.271	-314.482	-173.076	33.408	-107.999	39.935	-314.482	
		4	65.020	9.740	0.940	7.040	93.608	93.608	51.928	55.771	65.108	61.265	68.253	72.737	83.629	79.146	93.608	51.928
		8	-106.180	-17.730	22.440	-157.750	-155.784	-155.784	40.354	-73.166	-231.478	-117.959	33.118	-99.322	-284.020	-151.581	40.354	-284.020
	802	0	-106.180	-17.730	22.440	167.120	-155.784	-155.784	-252.029	-160.880	60.905	-30.244	-307.996	-201.656	57.093	-49.247	60.905	-307.996
		4	65.020	9.740	0.940	-6.550	93.608	93.608	64.159	59.441	52.877	57.596	82.523	77.018	69.360	74.865	93.608	52.877
		8	-121.290	-16.740	-20.560	-180.210	-172.332	-172.332	58.579	-42.000	-276.901	-176.322	55.160	-62.183	-336.234	-218.891	58.579	-336.234
9	859	0	-117.900	-15.830	-21.470	98.140	-166.808	-188.639	-113.285	-23.581	-98.935	-232.545	-144.632	-39.977	-127.891	-23.581	-232.545	
		4	66.220	10.000	1.030	4.720	95.464	95.464	55.072	57.397	64.124	61.799	72.126	74.838	82.686	79.974	95.464	55.072
		8	-107.170	-18.130	23.530	-88.700	-157.612	-157.612	-22.976	-93.681	-169.930	-99.225	-41.083	-123.572	-212.529	-130.040	-22.976	-212.529
	874	0	-107.170	-18.130	23.530	98.740	-157.612	-157.612	-191.872	-144.290	-1.234	-48.616	-237.895	-182.615	-15.717	-70.996	-1.234	-237.895
		4	66.220	10.000	1.030	-4.340	95.464	95.464	63.226	59.843	55.970	59.353	81.639	77.692	73.173	77.120	95.464	55.970
		8	-117.900	-15.830	-21.470	-107.420	-166.808	-166.808	-3.635	-57.784	-208.585	-154.436	-16.707	-79.880	-255.815	-192.642	-3.635	-255.815
10	931	0	-65.580	-6.420	-16.440	40.780	-88.968	-91.285	-55.237	-26.759	-62.807	-111.555	-69.498	-36.274	-78.331	-26.759	-111.555	
		4	45.110	4.260	2.440	3.530	60.948	60.948	36.763	37.450	44.435	43.748	46.245	47.046	55.195	54.394	60.948	36.763
		8	-64.370	-6.650	21.310	-33.710	-87.884	-87.884	-33.348	-68.010	-82.518	-47.856	-44.143	-84.582	-101.508	-61.069	-33.348	-101.508
	946	0	-64.370	-6.650	21.310	42.910	-87.884	-87.884	-102.306	-88.698	-13.560	-27.168	-124.594	-108.718	-21.057	-36.933	-13.560	-124.594
		4	45.110	4.260	2.440	-2.670	60.948	60.948	42.343	39.124	38.855	42.074	52.755	48.999	48.685	52.441	60.948	38.855
		8	-65.580	-6.420	-16.440	-48.250	-88.968	-88.968	-11.158	-31.199	-106.886	-86.846	-18.074	-41.454	-129.756	-106.376	-11.158	-129.756

Tabel 5.39 Momen rencana balok pada portal as-A untuk bentang 8m untuk pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Yki + 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Ykt+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
1	283	0	-114.150	-13.790	-5.660	375.940	-163.844	-439.553	-199.145	234.083	-6.325	-512.812	-232.336	273.097	-7.379	273.097	-512.812
		4	62.330	9.400	0.110	8.150	89.836	48.732	53.798	63.462	58.397	56.854	62.764	74.039	68.129	89.836	48.732
		8	-118.700	-18.370	5.890	-359.640	-171.832	215.256	-15.028	-428.916	-198.632	251.132	-17.533	-500.402	-231.737	251.132	-500.402
	298	0	-118.700	-18.370	5.890	361.970	-171.832	-434.193	-209.863	220.533	-3.797	-506.559	-244.840	257.289	-4.430	257.289	-506.559
		4	62.330	9.400	0.110	-7.980	89.836	63.249	58.153	48.945	54.041	73.791	67.845	57.102	63.048	89.836	48.945
		8	-114.150	-16.790	-5.660	-377.920	-163.844	238.921	4.397	-444.391	-209.867	278.741	5.130	-518.456	-244.845	278.741	-518.456
2	355	0	-120.580	-17.490	-9.260	405.850	-172.680	-471.287	-209.768	254.243	-7.277	-549.835	-244.729	296.617	-8.489	296.617	-549.835
		4	61.600	9.280	0.160	6.310	89.768	49.718	53.592	61.162	57.288	58.004	62.524	71.356	66.836	88.768	49.718
		8	-113.730	-17.890	9.580	-393.230	-165.100	248.963	-4.807	-453.677	-199.907	290.457	-5.608	-529.290	-233.225	290.457	-529.290
	370	0	-113.730	-17.890	9.580	397.200	-165.100	-462.424	-218.223	257.710	13.509	-539.494	-254.594	300.661	15.761	300.661	-539.494
		4	61.600	9.280	0.160	-6.140	88.768	60.923	56.954	49.957	53.926	71.077	66.446	58.283	62.914	88.768	49.957
		8	-120.580	-17.490	-9.260	-409.480	-172.680	262.510	10.372	-479.554	-227.416	306.262	12.100	-559.480	-265.318	306.262	-559.480
3	427	0	-123.690	-17.720	-12.360	397.420	-176.780	-465.662	-207.500	243.020	-15.142	-543.272	-242.084	283.523	-17.665	283.523	-543.272
		4	61.610	9.280	0.210	6.440	88.780	49.596	53.521	61.302	57.377	57.862	62.441	71.519	66.940	88.780	49.596
		8	-110.600	-17.670	12.770	-384.550	-160.992	243.107	-7.205	-442.187	-191.876	283.625	-8.405	-515.885	-223.855	283.625	-515.885
	442	0	-110.600	-17.670	12.770	389.890	-160.992	-453.889	-216.303	254.809	17.223	-529.537	-252.354	297.277	20.094	297.277	-529.537
		4	61.610	9.280	0.210	-6.240	88.780	61.008	56.945	49.890	53.953	71.176	66.436	58.205	62.945	88.780	49.890
		8	-123.690	-17.720	-12.360	-402.380	-176.780	254.158	8.446	-476.800	-231.088	298.518	9.853	-556.287	-269.602	298.518	-556.287
4	499	0	-126.470	-17.940	-15.050	372.300	-180.468	-444.830	-200.799	217.184	-26.847	-518.968	-234.266	253.381	-31.322	253.381	-518.968
		4	61.590	9.280	0.240	5.620	86.756	50.308	53.698	60.554	57.164	58.693	62.647	70.646	66.692	86.756	50.308
		8	-107.850	-17.460	15.530	-361.070	-157.356	223.705	-13.553	-417.835	-180.577	260.989	-15.812	-487.474	-210.673	260.989	-487.474
	514	0	-107.850	-17.460	15.530	367.590	-157.356	-432.089	-210.291	237.959	16.161	-504.104	-245.340	277.619	18.855	277.619	-504.104
		4	61.590	9.280	0.240	-5.410	88.756	60.235	56.676	50.627	54.186	70.274	66.122	59.065	63.217	88.756	50.627
		8	-126.470	-17.940	-15.050	-378.410	-180.468	230.810	1.893	-458.456	-229.539	269.278	2.208	-534.865	-267.795	269.278	-534.865
5	571	0	-125.080	-17.590	-16.800	342.290	-173.240	-416.097	-189.870	190.953	-35.274	-485.447	-221.515	222.779	-41.153	222.779	-485.447
		4	62.530	9.410	0.400	7.590	90.092	49.338	53.868	63.216	58.686	57.561	62.846	73.752	68.467	90.092	49.338
		8	-107.360	-17.540	17.590	-327.110	-156.896	193.026	-24.135	-386.274	-169.113	225.197	-28.158	-450.653	-197.298	225.197	-450.653
	586	0	-107.360	-17.540	17.590	334.520	-156.896	-402.441	-202.775	209.193	9.527	-469.515	-236.571	244.059	11.115	244.059	-469.515
		4	62.530	9.410	0.400	-7.330	90.092	52.766	57.896	49.788	54.658	73.227	67.545	58.086	63.768	90.092	49.788
		8	-125.080	-17.590	-16.800	-349.170	-173.240	206.217	-3.176	-431.361	-221.968	240.587	-3.705	-503.255	-258.963	240.587	-503.255
6	643	0	-120.640	-16.810	-18.100	289.790	-171.664	-364.500	-170.529	147.348	-46.623	-425.250	-198.951	171.906	-54.393	171.906	-425.250
		4	64.310	9.660	0.710	10.370	92.628	48.354	54.440	67.404	61.318	56.413	63.513	78.638	71.538	92.628	48.354
		8	-108.240	-17.930	19.530	-269.050	-158.416	139.456	-42.350	-334.288	-152.483	162.699	-49.408	-390.003	-177.896	162.699	-390.003
	658	0	-108.240	-17.830	19.530	277.290	-158.416	-352.250	-189.861	157.418	-4.971	-410.958	-221.505	183.654	-5.799	183.654	-410.958
		4	64.310	9.660	0.710	-9.980	92.628	66.669	59.935	49.089	55.823	77.781	69.924	57.270	65.127	92.628	49.089
		8	-120.640	-16.810	-18.100	-297.240	-171.664	163.827	-12.031	-380.979	-205.121	191.132	-14.036	-444.476	-239.308	191.132	-444.476
7	715	0	-123.790	-17.140	-20.030	231.830	-175.972	-314.650	-155.978	91.828	-66.844	-367.092	-181.974	107.133	-77.985	107.133	-367.092
		4	64.010	9.610	0.720	7.510	92.188	50.656	54.933	64.562	60.285	59.098	64.089	75.323	70.332	92.188	50.656
		8	-105.680	-17.590	21.480	-216.810	-154.960	94.217	-55.905	-284.441	-134.319	109.920	-65.223	-331.848	-156.705	109.920	-331.848
	730	0	-105.680	-17.590	21.480	225.820	-154.960	-304.150	-175.415	113.926	-14.809	-354.841	-204.651	132.913	-17.277	132.913	-354.841
		4	64.010	9.610	0.720	-7.110	92.188	53.814	58.881	51.404	56.337	74.449	68.694	59.972	65.727	92.188	51.404
		8	-123.790	-17.140	-20.030	-240.030	-175.972	110.324	-28.576	-332.846	-194.246	128.361	-33.339	-388.320	-226.620	128.361	-388.320

Tabel 5.39 Momen rencana balok pada portal as-A untuk bentang 8m untuk pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin	
								Yki + 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yk+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka			
8	787	0	-121.290	-16.740	-20.560	171.830	-172.332	-258.257	-137.051	39.935	-81.271	-301.300	-159.893	46.591	-94.816	46.591	-301.300	
		4	65.020	9.740	0.940	7.040	93.608	93.608	51.928	55.771	65.108	61.265	60.583	65.066	75.959	71.476	93.608	51.928
		8	-106.180	-17.730	22.440	-157.750	-155.784	-155.784	40.354	-73.166	-231.478	-117.959	47.080	-85.360	-270.058	-137.618	47.080	-270.058
	802	0	-106.180	-17.730	22.440	167.120	-155.784	-252.029	-160.880	60.905	-30.244	-294.034	-187.694	71.056	-35.284	71.056	-294.034	
		4	65.020	9.740	0.940	-6.550	93.608	93.608	64.159	59.441	52.877	57.596	74.852	69.347	61.690	67.195	93.608	52.877
		8	-121.290	-16.740	-20.560	-180.210	-172.332	-172.332	58.579	-42.000	-276.901	-176.322	68.342	-49.000	-323.051	-205.709	68.342	-323.051
9	859	0	-117.900	-15.830	-21.470	98.140	-166.808	-188.639	-113.285	-23.581	-98.935	-220.079	-132.166	-27.511	-115.424	-23.581	-220.079	
		4	66.220	10.000	1.030	4.720	95.464	95.464	55.072	57.397	64.124	61.799	64.251	66.963	74.811	72.099	95.464	55.072
		8	-107.170	-18.130	23.530	-88.700	-157.612	-157.612	-22.976	-93.681	-169.930	-99.225	-26.805	-109.295	-198.252	-115.763	-22.976	-198.252
	874	0	-107.170	-18.130	23.530	98.740	-157.612	-191.672	-144.290	-1.234	-48.616	-223.617	-168.338	-1.440	-56.719	-1.234	-223.617	
		4	66.220	10.000	1.030	-4.340	95.464	95.464	63.226	59.843	55.970	59.353	73.764	69.817	65.298	69.245	95.464	55.970
		8	-117.900	-15.830	-21.470	-107.420	-156.808	-156.808	-3.635	-57.784	-208.585	-154.436	-4.241	-67.414	-243.349	-180.176	-3.635	-243.349
10	931	0	-65.580	-6.420	-16.440	40.780	-88.968	-91.285	-55.237	-26.759	-62.807	-106.499	-64.443	-31.219	-73.275	-26.759	-106.499	
		4	45.110	4.260	2.440	3.530	60.948	60.948	36.763	37.450	44.435	43.748	42.890	43.692	51.841	51.039	60.948	36.763
		8	-64.370	-6.650	21.310	-33.710	-87.884	-87.884	-33.348	-68.010	-82.518	-47.856	-38.906	-79.345	-96.271	-55.832	-33.348	-96.271
	946	0	-64.370	-6.650	21.310	42.910	-87.884	-102.306	-88.698	-13.560	-27.168	-119.357	-103.481	-15.820	-31.696	-13.560	-119.357	
		4	45.110	4.260	2.440	-2.670	60.948	60.948	42.343	39.124	38.855	42.074	49.400	45.645	45.331	49.086	60.948	38.855
		8	-65.580	-6.420	-16.440	-48.250	-88.968	-88.968	-11.158	-31.199	-106.886	-86.846	-13.018	-36.398	-124.700	-101.320	-11.158	-124.700

Tabel 5.40 Momen rencana balok pada portal as-D untuk bentang 8m untuk pembebanan penuh

Lnt	Elm	Sect (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Yki + 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka + 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki + 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka + 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
1	289	0	-153.200	-33.460	-8.710	375.290	-237.376	-473.289	-231.369	197.529	-44.391	-578.521	-296.281	204.101	-78.139	204.101	-578.521
		4	84.220	18.760	0.180	8.160	131.080	68.405	73.433	83.191	78.163	94.580	100.445	111.829	105.964	131.080	68.405
		8	-161.600	-36.730	9.060	-358.960	-252.688	175.178	-56.675	-466.058	-234.205	175.449	-95.045	-572.659	-302.164	175.449	-572.659
	304	0	-161.600	-36.730	9.060	362.650	-252.688	-474.271	-251.510	183.391	-39.371	-582.241	-322.353	185.032	-74.857	185.032	-582.241
		4	84.220	18.760	0.180	-7.960	131.080	82.913	77.785	68.683	73.811	111.506	105.523	94.903	100.886	131.080	68.683
		8	-153.200	-33.460	-8.710	-378.580	-237.376	205.194	-27.824	-480.954	-247.936	213.043	-58.812	-587.462	-315.608	213.043	-587.462
2	361	0	-161.160	-34.800	-14.260	404.780	-249.072	-505.496	-241.501	215.408	-48.587	-617.150	-309.156	223.904	-84.090	223.904	-617.150
		4	83.230	18.530	0.240	6.330	129.524	69.145	72.982	80.669	76.832	95.262	99.738	108.706	104.230	129.524	69.145
		8	-155.610	-35.850	14.740	-392.120	-244.092	208.879	-47.443	-488.977	-232.655	215.461	-83.582	-598.705	-299.663	215.461	-598.705
	376	0	-155.610	-35.850	14.740	398.310	-244.092	-502.508	-260.859	222.410	-19.239	-614.491	-332.567	231.246	-50.678	231.246	-614.491
		4	83.230	18.530	0.240	-6.120	129.524	80.350	76.343	69.464	73.471	108.334	103.660	95.633	100.308	129.524	69.464
		8	-161.160	-34.800	-14.260	-410.550	-249.072	228.301	-21.362	-518.389	-268.727	238.946	-52.327	-632.192	-340.919	238.946	-632.192
3	433	0	-164.750	-35.220	-19.050	395.990	-254.052	-499.523	-238.047	202.973	-58.503	-610.512	-305.458	209.066	-95.989	209.066	-610.512
		4	83.230	18.530	0.320	6.460	129.524	69.007	72.875	80.807	76.939	95.100	99.613	108.868	104.355	129.524	69.007
		8	-152.020	-35.440	19.680	-383.070	-239.128	202.631	-51.101	-476.267	-222.535	208.494	-87.527	-583.554	-287.533	208.494	-583.554
	448	0	-152.020	-35.440	19.680	391.370	-239.128	-494.355	-260.200	220.729	-13.436	-604.668	-331.476	229.608	-43.584	229.608	-604.668
		4	83.230	18.530	0.320	-6.220	129.524	80.419	75.298	69.395	73.516	108.414	103.607	95.554	100.361	129.524	69.395
		8	-164.750	-35.220	-19.050	-403.810	-254.052	220.298	-22.101	-516.848	-274.449	229.278	-53.521	-630.725	-347.926	229.278	-630.725
4	505	0	-167.980	-35.610	-23.210	370.560	-258.552	-478.419	-230.344	176.055	-72.020	-586.199	-296.778	177.355	-112.066	177.355	-586.199
		4	83.200	18.520	0.370	5.650	129.472	69.695	73.022	80.065	76.739	95.895	99.776	107.994	104.113	129.472	69.695
		8	-148.850	-35.070	23.950	-359.270	-234.732	182.912	-58.517	-450.842	-209.413	185.779	-95.888	-553.599	-271.933	185.779	-553.599
	520	0	-148.850	-35.070	23.950	369.390	-234.732	-472.883	-255.255	204.953	-12.675	-579.314	-325.415	211.494	-42.405	211.494	-579.314
		4	83.200	18.520	0.370	-5.380	129.472	79.622	76.000	70.138	73.760	107.477	103.251	96.412	100.638	129.472	70.138
		8	-167.980	-35.610	-23.210	-380.150	-258.552	197.220	-27.653	-499.584	-274.712	202.047	-60.304	-610.891	-348.540	202.047	-610.891
5	577	0	-165.770	-34.900	-25.950	340.340	-254.764	-448.493	-217.730	150.107	-80.656	-550.725	-281.502	147.641	-121.583	150.107	-550.725
		4	84.440	18.770	0.610	7.640	131.360	68.955	73.384	83.037	78.608	95.229	100.396	111.658	106.490	131.360	68.955
		8	-148.580	-35.270	27.160	-325.070	-234.728	151.508	-70.397	-418.952	-197.047	148.984	-109.905	-516.552	-257.663	151.508	-516.552
	592	0	-148.580	-35.270	27.160	336.560	-234.728	-443.959	-249.037	176.515	-18.407	-545.728	-318.319	178.159	-49.250	178.159	-545.728
		4	84.440	18.770	0.610	-7.280	131.360	82.383	77.413	69.609	74.579	110.895	105.096	95.992	101.791	131.360	69.609
		8	-165.770	-34.900	-25.950	-351.120	-254.764	173.822	-31.036	-472.208	-267.350	175.308	-63.692	-578.393	-339.393	175.308	-578.393
6	649	0	-159.570	-33.340	-28.040	287.680	-244.828	-394.954	-196.051	107.728	-91.175	-487.035	-254.981	99.428	-132.627	107.728	-487.035
		4	86.770	19.250	1.100	10.450	134.924	68.39	74.282	87.795	81.905	94.949	101.821	117.587	110.715	134.924	68.391
		8	-150.130	-35.860	30.230	-266.780	-237.532	96.823	-90.293	-367.057	-179.941	84.720	-133.582	-456.473	-238.170	96.823	-456.473
	664	0	-150.130	-35.860	30.230	279.560	-237.532	-394.883	-237.805	124.649	-32.429	-488.937	-305.679	117.184	-66.073	124.649	-488.937
		4	86.770	19.250	1.100	-9.900	134.924	86.706	79.776	69.480	76.410	116.316	108.231	96.219	104.304	134.924	69.480
		8	-159.570	-33.340	-28.040	-299.350	-244.828	133.373	-37.553	-420.599	-249.674	129.346	-70.067	-516.954	-317.541	133.373	-516.954
7	721	0	-163.440	-33.950	-31.100	229.500	-250.448	-346.249	-181.071	51.057	-113.121	-429.526	-237.985	32.831	-158.710	51.057	-429.526
		4	86.370	19.160	1.110	7.590	134.300	70.602	74.685	84.864	80.781	97.458	102.221	114.096	109.333	134.300	70.602
		8	-147.050	-35.430	33.330	-214.310	-253.148	51.535	-104.478	-316.225	-160.212	32.223	-149.792	-396.830	-214.815	51.535	-396.830
	736	0	-147.050	-35.430	33.330	228.320	-253.148	-346.832	-223.988	82.142	-40.702	-432.539	-289.221	67.931	-75.386	82.142	-432.539
		4	86.370	19.160	1.110	-7.020	134.300	83.751	78.629	71.715	76.837	112.798	106.823	98.756	104.731	134.300	71.715
		8	-163.440	-33.950	-31.100	-242.360	-250.448	79.425	-53.669	-373.617	-240.523	65.927	-89.349	-462.622	-307.346	79.425	-462.622

Tabel 5.40 Momen rencana balok pada portal as-D untuk bentang 8m untuk pembebanan penuh

Lnt	Elm	Sect (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Yki + 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
8	793	0	-159.910	-33.160	-32.030	169.430	-244.948	-287.758	-160.838	-0.080	-127.000	-361.831	-213.758	-26.207	-174.280	-0.080	-361.831
		4	87.700	19.410	1.450	7.150	136.296	72.104	75.695	85.757	82.166	99.406	103.596	115.335	111.145	136.296	72.104
		8	-147.930	-35.730	34.940	-155.130	-234.684	-2.954	-122.698	-263.320	-143.576	-31.583	-171.285	-335.344	-195.643	-2.954	-335.344
	808	0	-147.930	-35.730	34.940	169.730	-234.684	-295.328	-210.410	29.054	-55.864	-372.686	-273.616	5.759	-93.312	29.054	-372.686
		4	87.700	19.410	1.450	-6.440	136.296	84.335	79.364	73.526	78.496	113.676	107.876	101.065	106.864	136.296	73.526
		8	-159.910	-33.160	-32.030	-182.610	-244.948	29.078	-65.787	-316.916	-222.051	7.811	-102.865	-395.849	-285.173	29.078	-395.849
9	864	0	-156.390	-31.350	-33.560	95.640	-237.828	-217.766	-136.370	-63.736	-145.132	-278.748	-183.786	-99.047	-194.009	-63.736	-278.748
		4	89.000	19.920	1.600	4.840	138.672	75.312	77.353	84.888	82.847	103.551	105.932	114.723	112.342	138.672	75.312
		8	-148.850	-36.530	36.770	-85.960	-237.068	-66.529	-143.849	-201.401	-124.081	-106.384	-196.591	-263.735	-173.529	-66.529	-263.735
	879	0	-148.850	-36.530	36.770	101.480	-237.068	-235.225	-194.458	-32.705	-73.472	-303.196	-255.635	-66.923	-114.485	-32.705	-303.196
		4	89.000	19.920	1.600	-4.220	138.672	83.466	79.799	76.734	80.401	113.064	108.786	105.210	109.488	138.672	76.734
		8	-156.390	-31.350	-33.560	-109.920	-237.828	-32.762	-80.869	-248.740	-200.633	-62.910	-119.035	-314.885	-258.760	-32.762	-314.885
10	937	0	-95.240	-12.650	-25.950	38.830	-134.528	-113.657	-72.845	-57.776	-98.587	-142.561	-94.948	-77.367	-124.980	-57.776	-142.561
		4	70.170	8.430	3.760	3.800	97.692	58.718	53.743	67.588	67.563	75.143	75.172	85.492	85.462	97.692	58.718
		8	-110.300	-13.570	33.470	-31.230	-154.072	-80.200	-120.961	-118.340	-77.579	-104.253	-151.807	-148.750	-101.195	-77.579	-154.072
	952	0	-110.300	-13.570	33.470	45.390	-154.072	-149.158	-141.648	-49.382	-56.892	-184.704	-175.943	-68.299	-77.060	-49.382	-184.704
		4	70.170	8.430	3.760	-2.400	97.692	64.296	60.417	62.008	65.889	81.653	77.125	78.982	83.509	97.692	60.417
		8	-95.240	-12.650	-25.950	-50.200	-134.528	-33.530	-48.807	-137.903	-122.625	-49.080	-66.903	-170.848	-153.024	-33.530	-170.848

Tabel 5.41 Momen rencana balok pada portal as-D untuk bentang 8m untuk pembebanan papan catur

Lnt	Elm	Sect (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin	
								Yki + 0,3.Xk	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Ykl + 0,3.Xkl	0,3.Ykl + Xkl	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka			
1	289	0	-153.200	-33.460	-8.710	375.290	-237.376	-473.289	-231.369	197.529	-44.391	-565.346	-283.106	217.276	-64.964	217.276	-565.346	
		4	84.220	18.760	0.180	8.160	131.080	131.080	68.405	73.433	83.191	78.163	87.193	93.058	104.442	98.577	131.080	68.405
		8	-161.600	-36.730	9.060	-358.960	-252.688	-252.688	175.178	-56.675	-466.058	-234.205	189.912	-80.583	-558.197	-287.702	189.912	-558.197
	304	0	-161.600	-36.730	9.060	362.650	-252.688	-252.688	-474.271	-251.510	183.391	-39.371	-567.779	-307.890	199.494	-60.395	199.494	-567.779
		4	84.220	18.760	0.180	-7.960	131.080	131.080	82.513	77.785	68.683	73.811	104.119	98.136	87.516	93.499	131.080	68.683
		8	-153.200	-33.460	-8.710	-378.580	-237.376	-237.376	205.194	-27.824	-480.954	-247.936	226.218	-45.637	-574.288	-302.433	226.218	-574.288
2	361	0	-161.160	-34.800	-14.260	404.780	-249.072	-505.496	-241.501	215.408	-48.587	-603.448	-295.453	237.607	-70.388	237.607	-603.448	
		4	83.230	18.530	0.240	6.330	129.524	129.524	69.445	72.982	80.669	76.832	87.966	92.442	101.410	96.934	129.524	69.445
		8	-155.610	-35.850	14.740	-392.120	-244.092	-244.092	208.379	-47.443	-488.977	-232.655	229.576	-69.466	-584.589	-285.547	229.576	-584.589
	376	0	-155.610	-35.850	14.740	398.310	-244.092	-244.092	-502.508	-260.859	222.410	-19.239	-600.375	-318.451	245.362	-36.562	245.362	-600.375
		4	83.230	18.530	0.240	-6.120	129.524	129.524	80.550	76.343	69.464	73.471	101.038	96.363	88.337	93.012	129.524	69.464
		8	-161.160	-34.800	-14.260	-410.550	-249.072	-249.072	228.301	-21.362	-518.389	-268.727	252.649	-38.624	-618.490	-327.217	252.649	-618.490
3	433	0	-164.750	-35.220	-19.050	395.990	-254.052	-499.523	-238.047	202.973	-58.503	-596.644	-291.590	222.933	-82.121	222.933	-596.644	
		4	83.230	18.530	0.320	6.460	129.524	129.524	69.007	72.875	80.807	76.939	87.804	92.317	101.571	97.059	129.524	69.007
		8	-152.020	-35.440	19.680	-383.070	-239.128	-239.128	202.631	-51.101	-476.267	-222.535	222.449	-73.572	-569.600	-273.579	222.449	-569.600
	448	0	-152.020	-35.440	19.680	391.370	-239.128	-239.128	-494.355	-260.200	220.729	-13.436	-590.713	-317.521	243.562	-29.630	243.562	-590.713
		4	83.230	18.530	0.320	-6.220	129.524	129.524	80.419	76.298	69.395	73.516	101.118	96.311	88.257	93.064	129.524	69.395
		8	-164.750	-35.220	-19.050	-403.810	-254.052	-254.052	220.298	-22.101	-516.848	-274.449	243.146	-39.653	-616.857	-334.058	243.146	-616.857
4	505	0	-167.980	-35.610	-23.210	370.560	-258.552	-478.419	-230.344	176.055	-72.020	-572.177	-282.756	191.376	-98.045	191.376	-572.177	
		4	83.200	18.520	0.370	5.650	129.472	129.472	69.635	73.022	80.065	76.739	88.603	92.484	100.701	96.821	129.472	69.635
		8	-148.850	-35.070	23.950	-359.270	-234.732	-234.732	182.912	-58.517	-450.842	-209.413	199.588	-82.079	-539.791	-258.124	199.588	-539.791
	520	0	-148.850	-35.070	23.950	369.390	-234.732	-234.732	-472.883	-255.255	204.953	-12.675	-565.505	-311.607	225.302	-28.596	225.302	-565.505
		4	83.200	16.520	0.370	-5.380	129.472	129.472	79.622	76.000	70.138	73.760	100.185	95.958	89.120	93.346	129.472	70.138
		8	-167.980	-35.610	-23.210	-380.150	-258.552	-258.552	197.220	-27.653	-499.584	-274.712	216.068	-46.283	-596.869	-334.518	216.068	-596.869
5	577	0	-165.770	-34.900	-25.950	340.340	-254.764	-448.493	-217.730	150.107	-80.656	-536.983	-267.760	161.382	-107.841	161.382	-536.983	
		4	84.440	18.770	0.610	7.640	131.360	131.360	68.955	73.384	83.037	78.608	87.839	93.006	104.267	99.100	131.360	68.955
		8	-148.580	-35.270	27.160	-325.070	-234.728	-234.728	151.508	-70.397	-418.952	-197.047	162.872	-96.018	-502.665	-243.776	162.872	-502.665
	592	0	-148.580	-35.270	27.160	336.560	-234.728	-234.728	-443.559	-249.037	176.515	-18.407	-531.840	-304.431	192.047	-35.362	192.047	-531.840
		4	84.440	18.770	0.610	-7.280	131.360	131.360	82.333	77.413	69.609	74.579	103.505	97.705	88.601	94.400	131.360	69.609
		8	-165.770	-34.900	-25.950	-351.120	-254.764	-254.764	173.822	-31.036	-472.208	-267.350	189.050	-49.950	-564.651	-325.651	189.050	-564.651
6	649	0	-159.570	-33.340	-28.040	287.680	-244.828	-394.954	-196.051	107.728	-91.175	-473.908	-241.853	112.555	-119.499	112.555	-473.908	
		4	86.770	19.250	1.100	10.450	134.924	134.924	68.351	74.282	87.795	81.905	87.369	94.241	110.007	103.135	134.924	68.391
		8	-150.130	-35.860	30.230	-266.780	-237.532	-237.532	96.823	-90.293	-367.057	-179.941	98.840	-119.462	-442.353	-224.051	98.840	-442.353
	664	0	-150.130	-35.860	30.230	279.560	-237.532	-237.532	-394.883	-237.805	124.649	-32.429	-474.817	-291.559	131.304	-51.953	131.304	-474.817
		4	86.770	19.250	1.100	-9.900	134.924	134.924	86.706	79.776	69.480	76.410	108.737	100.652	88.640	96.725	134.924	69.480
		8	-159.570	-33.340	-28.040	-299.350	-244.828	-244.828	133.373	-37.553	-420.599	-249.674	142.474	-56.939	-503.826	-304.413	142.474	-503.826
7	721	0	-163.440	-33.950	-31.100	229.500	-250.448	-345.249	-181.071	51.057	-113.121	-416.158	-224.617	46.199	-145.342	46.199	-416.158	
		4	86.370	19.160	1.110	7.590	134.300	134.300	70.602	74.685	84.864	80.781	89.914	94.676	106.552	101.789	134.300	70.602
		8	-147.050	-35.430	33.330	-214.310	-233.148	-233.148	51.535	-104.478	-316.225	-160.212	46.173	-135.842	-382.880	-200.864	51.535	-382.880
	736	0	-147.050	-35.430	33.330	228.320	-233.148	-233.148	-346.832	-223.988	82.142	-40.702	-418.588	-275.270	81.882	-61.436	81.882	-418.588
		4	86.370	19.160	1.110	-7.020	134.300	134.300	83.751	78.629	71.715	76.837	105.254	99.279	91.211	97.187	134.300	71.715
		8	-163.440	-33.950	-31.100	-242.360	-250.448	-250.448	79.425	-53.669	-373.617	-240.523	79.295	-75.981	-449.254	-293.978	79.425	-449.254

Tabel 5.41 Momen rencana balok pada portal as-D untuk bentang 8m untuk pembebanan papan catur

Lnt	Elm	Sect (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin	
								Yki + 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka			
8	793	0	-159.910	-33.160	-32.030	169.430	-244.948	-287.758	-160.838	-0.080	-127.000	-348.774	-200.701	-13.150	-161.223	-0.080	-348.774	
		4	87.700	19.410	1.450	7.150	136.295	136.295	72.104	75.695	85.757	82.166	91.763	95.953	107.692	103.502	136.296	72.104
		8	-147.930	-35.730	34.940	-155.130	-234.634	-234.634	-2.954	-122.698	-263.320	-143.576	-17.515	-157.216	-321.276	-181.574	-2.954	-321.276
	808	0	-147.930	-35.730	34.940	169.730	-234.634	-234.634	-295.328	-210.410	29.054	-55.864	-358.618	-259.547	19.827	-79.243	29.054	-358.618
		4	87.700	19.410	1.450	-6.440	136.296	136.296	84.335	79.364	73.526	78.496	106.033	100.234	93.422	99.222	136.296	73.526
		8	-159.910	-33.160	-32.030	-182.610	-244.948	-244.948	29.078	-65.787	-316.916	-222.051	20.868	-89.809	-382.792	-272.116	29.078	-382.792
9	864	0	-156.390	-31.350	-33.560	95.640	-237.828	-217.766	-136.370	-63.736	-145.132	-266.404	-171.442	-86.703	-181.665	-63.736	-266.404	
		4	89.000	19.920	1.600	4.840	138.672	138.672	75.312	77.353	84.888	82.847	95.708	98.089	106.880	104.498	138.672	75.312
		8	-148.850	-36.530	36.770	-85.960	-237.068	-237.068	-66.529	-143.849	-201.401	-124.081	-92.001	-182.207	-249.352	-159.145	-66.529	-249.352
	879	0	-148.850	-36.530	36.770	101.480	-237.068	-237.068	-235.225	-194.458	-32.705	-73.472	-288.813	-241.251	-52.540	-100.101	-32.705	-288.813
		4	89.000	19.920	1.600	-4.220	138.672	138.672	83.466	79.799	76.734	80.401	105.221	100.943	97.367	101.644	138.672	76.734
		8	-156.390	-31.350	-33.560	-109.920	-237.828	-237.828	-32.762	-80.869	-248.740	-200.633	-50.566	-106.691	-302.541	-246.416	-32.762	-302.541
10	937	0	-95.240	-12.650	-25.950	38.830	-134.528	-113.657	-72.845	-57.776	-98.587	-137.580	-89.967	-72.386	-119.999	-57.776	-137.580	
		4	70.170	8.430	3.760	3.800	97.692	97.692	58.718	58.743	67.588	67.563	71.823	71.853	82.172	82.143	97.692	58.718
		8	-110.300	-13.570	33.470	-31.230	-154.072	-154.072	-80.200	-120.661	-118.340	-77.579	-98.910	-146.464	-143.407	-95.852	-77.579	-154.072
	952	0	-110.300	-13.570	33.470	45.390	-154.072	-154.072	-149.158	-141.648	-49.382	-56.892	-179.361	-170.600	-62.956	-71.717	-49.382	-179.361
		4	70.170	8.430	3.760	-2.400	97.692	97.692	64.298	60.417	62.008	65.889	78.333	73.806	75.662	80.190	97.692	60.417
		8	-95.240	-12.650	-25.950	-50.200	-134.528	-134.528	-33.530	-48.807	-137.903	-122.625	-44.099	-61.922	-165.867	-148.043	-33.530	-165.867

Tabel 5.42 Momen rencana balok pada portal as-I untuk bentang 8m untuk pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Yki+ 0,3,Xki	0,3,Yki + Xki	Yka+ 0,3,Xka	0,3,Yka + Xka	Yki+ 0,3,Xki	0,3,Yki + Xki	Yka+ 0,3,Xka	0,3,Yka + Xka		
1	246	0	-84.770	-13.070	-214.970	25.020	-122.636	-40.769	110.425	-111.817	-263.011	-57.857	118.536	-140.746	-317.138	118.536	-317.138
		4	42.420	6.540	-68.180	-15.150	61.368	70.222	103.631	6.134	-27.275	87.075	126.053	12.307	-26.670	126.053	-27.275
		8	-84.840	-13.090	441.040	25.470	-122.752	-218.360	-480.169	65.648	327.457	-265.061	-570.505	66.281	371.725	371.725	-570.505
	247	0	-84.820	-13.080	-213.840	25.030	-122.712	-41.128	109.360	-111.548	-262.036	-58.283	117.286	-140.440	-316.009	117.286	-316.009
		4	42.410	6.540	-68.070	-15.150	61.356	70.183	103.523	6.155	-27.185	87.030	125.927	12.331	-26.565	125.927	-27.185
		8	-84.820	-13.080	440.110	25.460	-122.712	-218.082	-479.311	65.406	326.635	-264.729	-569.497	66.006	370.774	370.774	-569.497
2	318	0	-84.480	-13.040	-213.190	24.180	-122.240	-40.233	109.310	-111.831	-261.374	-57.207	117.260	-140.739	-315.206	117.260	-315.206
		4	42.450	6.550	-68.230	-15.160	61.420	70.271	103.705	6.139	-27.295	87.141	126.148	12.320	-26.686	126.148	-27.295
		8	-85.060	-13.110	439.160	26.280	-123.048	-218.779	-478.894	65.671	325.786	-265.567	-569.033	66.292	369.759	369.759	-569.033
	319	0	-84.770	-13.080	-211.730	24.270	-122.652	-40.969	107.711	-111.617	-260.297	-58.098	115.362	-140.520	-313.980	115.362	-313.980
		4	42.460	6.550	-68.140	-15.160	61.432	70.256	103.633	6.172	-27.205	87.123	126.064	12.359	-26.581	126.064	-27.205
		8	-84.770	-13.080	437.880	26.190	-122.652	-218.092	-477.456	65.506	324.870	-264.741	-567.333	66.123	368.715	368.715	-567.333
3	390	0	-84.790	-13.090	-196.710	24.130	-122.692	-44.916	94.213	-107.706	-246.835	-62.711	99.607	-135.965	-298.282	99.607	-298.282
		4	42.410	6.540	-68.090	-15.150	61.356	70.188	103.541	6.150	-27.203	87.037	125.948	12.325	-26.586	125.948	-27.203
		8	-84.840	-13.080	422.960	26.360	-122.736	-214.279	-464.137	61.567	311.425	-260.293	-551.794	61.528	353.029	353.029	-551.794
	391	0	-84.810	-13.080	-195.900	24.140	-122.700	-45.162	93.463	-107.496	-246.121	-62.990	98.740	-135.713	-297.442	98.740	-297.442
		4	42.410	6.540	-68.070	-15.150	61.356	70.183	103.523	6.155	-27.185	87.030	125.927	12.331	-26.565	125.927	-27.185
		8	-84.810	-13.080	422.180	26.350	-122.700	-214.033	-463.406	61.375	310.748	-260.005	-550.940	61.303	352.238	352.238	-550.940
4	462	0	-84.780	-13.090	-173.320	24.130	-122.680	-51.223	73.171	-101.381	-225.775	-70.068	75.058	-128.587	-273.712	75.058	-273.712
		4	42.410	6.540	-68.100	-15.150	61.356	70.191	103.550	6.147	-27.212	87.040	125.958	12.322	-26.597	125.958	-27.212
		8	-84.850	-13.080	399.550	26.360	-122.748	-207.968	-443.077	55.238	290.347	-252.929	-527.224	54.143	328.438	328.438	-527.224
	463	0	-84.810	-13.080	-172.460	24.150	-122.700	-51.500	72.365	-101.158	-225.023	-70.384	74.125	-128.318	-272.827	74.125	-272.827
		4	42.420	6.540	-68.070	-15.150	61.368	70.192	103.532	6.164	-27.176	87.041	125.937	12.342	-26.555	125.937	-27.176
		8	-84.810	-13.080	398.740	26.340	-122.700	-207.695	-442.307	55.037	289.649	-252.611	-526.325	53.909	327.623	327.623	-526.325
5	534	0	-84.840	-13.100	-143.760	24.210	-122.768	-59.330	46.491	-93.382	-199.203	-79.534	43.924	-119.262	-242.720	46.491	-242.720
		4	42.400	6.540	-68.060	-15.140	61.344	70.162	103.502	6.158	-27.182	87.006	125.902	12.334	-26.562	125.902	-27.182
		8	-84.810	-13.070	370.060	26.280	-122.684	-199.897	-416.479	47.239	263.821	-243.506	-496.184	44.820	297.498	297.498	-496.184
	535	0	-84.820	-13.080	-143.060	24.210	-122.712	-59.501	45.879	-93.175	-198.555	-79.718	43.225	-119.005	-241.948	45.879	-241.948
		4	42.410	6.540	-68.050	-15.150	61.356	70.178	103.505	6.161	-27.167	87.024	125.906	12.338	-26.544	125.906	-27.167
		8	-84.820	-13.080	369.390	26.280	-122.712	-199.725	-415.885	47.049	263.209	-243.313	-495.499	44.590	296.776	296.776	-495.499
6	606	0	-84.940	-13.110	-105.570	24.350	-122.904	-59.857	11.993	-83.035	-164.885	-91.824	3.667	-107.198	-202.689	11.993	-202.689
		4	42.380	6.540	-68.010	-15.140	61.320	70.131	103.439	6.153	-27.155	86.969	125.829	12.329	-26.530	125.829	-27.155
		8	-84.750	-13.070	331.980	26.150	-122.612	-189.445	-382.118	36.895	229.568	-231.311	-456.096	32.751	257.536	257.536	-456.096
	607	0	-84.830	-13.080	-105.110	24.320	-122.724	-69.855	11.686	-82.839	-164.380	-91.798	3.333	-106.946	-202.077	11.686	-202.077
		4	42.400	6.540	-68.030	-15.140	61.344	70.154	103.475	6.166	-27.155	86.997	125.871	12.344	-26.530	125.871	-27.155
		8	-84.830	-13.080	331.470	26.180	-122.724	-189.406	-381.739	36.712	229.045	-231.274	-455.662	32.530	256.918	256.918	-455.662
7	678	0	-84.570	-13.070	-85.460	24.370	-122.396	-80.372	-23.779	-71.854	-128.447	-104.060	-38.035	-94.123	-160.148	-23.779	-160.148
		4	42.430	6.540	-68.120	-15.160	61.380	70.223	103.588	6.151	-27.214	87.078	126.003	12.326	-26.600	126.003	-27.214
		8	-85.010	-13.090	291.640	26.100	-122.956	-178.742	-346.032	25.724	193.014	-218.840	-414.012	19.703	214.875	214.875	-414.012
	679	0	-84.770	-13.080	-64.370	24.450	-122.652	-80.918	-24.962	-71.668	-127.625	-104.705	-39.422	-93.913	-159.196	-24.962	-159.196
		4	42.450	6.550	-68.110	-15.160	61.420	70.239	103.597	6.171	-27.187	87.103	126.022	12.358	-26.560	126.022	-27.187
		8	-84.770	-13.080	290.560	26.010	-122.652	-178.153	-344.820	25.567	192.234	-218.146	-412.590	19.528	213.972	213.972	-412.590

Tabel 5.42 Momen rencana balok pada portal as-I untuk bentang 8m untuk pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.5ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin	
								Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka			
8	750	0	-84.690	-13.070	-20.840	24.560	-122.540	-92.698	-64.096	-59.744	-88.346	-118.441	-85.072	-79.994	-113.363	-59.744	-122.540	
		4	42.410	6.540	-68.050	-15.150	61.356	61.356	70.178	103.505	6.161	-27.167	87.024	125.906	12.338	-26.544	125.906	-27.167
		8	-84.940	-13.090	247.160	25.920	-122.872	-122.872	-166.507	-305.888	13.615	152.996	-204.567	-367.178	5.576	168.187	168.187	-367.178
	751	0	-84.780	-13.080	-20.110	24.610	-122.664	-122.664	-93.021	-64.848	-59.583	-87.756	-118.825	-85.956	-79.814	-112.683	-59.583	-122.664
		4	42.440	3.550	-68.070	-15.160	61.408	61.408	70.219	103.552	6.173	-27.160	87.080	125.969	12.360	-26.529	125.969	-27.160
		8	-84.780	-13.080	246.400	25.850	-122.664	-122.664	-166.095	-305.042	13.491	152.438	-204.078	-366.182	5.439	167.543	167.543	-366.182
9	822	0	-84.700	-13.030	40.040	24.960	-122.488	-109.505	-119.005	-42.955	-33.455	-138.017	-149.101	-60.376	-49.292	-33.455	-149.101	
		4	42.410	6.560	-67.890	-15.170	61.388	61.388	70.152	103.366	6.186	-27.028	87.010	125.760	12.383	-26.367	125.760	-27.028
		8	-84.920	-13.100	186.610	25.490	-122.864	-122.864	-149.754	-251.259	-3.102	98.403	-185.029	-303.452	-13.936	104.488	104.488	-303.452
	823	0	-84.790	-13.090	39.930	25.050	-122.692	-122.692	-109.637	-119.012	-42.985	-33.611	-138.218	-149.155	-60.457	-49.521	-33.611	-149.155
		4	42.440	6.540	-67.960	-15.140	61.392	61.392	70.171	103.448	6.221	-27.056	87.017	125.839	12.408	-26.415	125.839	-27.056
		8	-84.790	-13.090	186.570	25.450	-122.692	-122.692	-149.590	-251.096	-3.032	98.474	-184.830	-303.253	-13.846	104.577	104.577	-303.253
10	894	0	-61.300	-5.210	54.190	9.760	-81.896	-78.585	-106.576	-31.755	-3.764	-95.786	-128.442	-41.150	-8.494	-3.764	-128.442	
		4	31.100	2.620	-48.520	-6.040	41.512	41.512	46.526	73.289	9.454	-17.309	56.344	87.567	13.092	-18.130	87.567	-18.130
		8	-62.270	-5.250	108.180	10.480	-83.124	-83.124	-94.684	-156.235	-17.402	44.149	-114.599	-186.408	-24.437	47.372	47.372	-186.408
	895	0	-61.890	-5.230	53.900	9.740	-82.636	-82.636	-79.020	-106.841	-32.382	-4.561	-96.309	-128.766	-41.898	-9.440	-4.561	-128.766
		4	30.990	2.620	-48.650	-6.090	41.380	41.380	46.508	73.320	9.275	-17.538	56.322	87.604	12.884	-18.398	87.604	-18.398
		8	-61.890	-5.230	108.200	10.400	-82.636	-82.636	-94.275	-155.889	-17.127	44.487	-114.106	-185.989	-24.100	47.783	47.783	-185.989

Tabel 5.43 Momen rencana balok pada portal as-I untuk bentang 8m untuk pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
1	246	0	-84.770	-13.070	-214.970	25.020	-122.636	-40.769	110.425	-111.817	-263.011	-47.564	128.829	-130.453	-306.846	128.829	-306.846
		4	42.420	6.540	-68.180	-15.150	61.368	70.222	103.631	6.134	-27.275	81.925	120.902	7.157	-31.820	120.902	-31.820
		8	-84.840	-13.090	441.040	25.470	-122.752	-218.360	-480.169	65.648	327.457	-254.753	-560.197	76.589	382.033	382.033	-560.197
	247	0	-84.820	-13.080	-213.840	25.030	-122.712	-41.128	109.360	-111.548	-262.036	-58.283	117.286	-140.440	-316.009	117.286	-316.009
		4	42.410	6.540	-68.070	-15.150	61.356	70.183	103.523	6.155	-27.185	87.030	125.927	12.331	-26.565	125.927	-27.185
		8	-84.820	-13.080	440.110	25.460	-122.712	-218.082	-479.311	65.406	326.635	-264.729	-569.497	66.006	370.774	370.774	-569.497
2	318	0	-84.480	-13.040	-213.190	24.180	-122.240	-40.233	109.310	-111.831	-261.374	-46.938	127.529	-130.470	-304.937	127.529	-304.937
		4	42.450	6.550	-68.230	-15.160	61.420	70.271	103.705	6.139	-27.295	81.983	120.989	7.162	-31.844	120.989	-31.844
		8	-85.060	-13.110	439.160	26.280	-123.048	-218.779	-478.894	65.671	325.786	-255.242	-558.709	76.616	380.083	380.083	-558.709
	319	0	-84.770	-13.080	-211.730	24.270	-122.652	-40.969	107.711	-111.617	-260.297	-58.098	115.362	-140.520	-313.980	115.362	-313.980
		4	42.460	6.550	-68.140	-15.160	61.432	70.256	103.633	6.172	-27.205	87.123	126.064	12.359	-26.581	126.064	-27.205
		8	-84.770	-13.080	437.880	26.190	-122.652	-218.092	-477.456	65.506	324.870	-264.741	-567.333	66.123	368.715	368.715	-567.333
3	390	0	-84.790	-13.090	-196.710	24.130	-122.692	-44.916	94.213	-107.706	-246.835	-52.402	109.915	-125.657	-287.974	109.915	-287.974
		4	42.410	6.540	-68.090	-15.150	61.356	70.188	103.541	6.150	-27.203	81.886	120.797	7.175	-31.736	120.797	-31.736
		8	-84.840	-13.080	422.960	26.360	-122.736	-214.279	-464.137	61.567	311.425	-249.992	-541.493	71.828	363.329	363.329	-541.493
	391	0	-84.810	-13.080	-195.900	24.140	-122.700	-45.162	93.463	-107.496	-246.121	-62.990	98.740	-135.713	-297.442	98.740	-297.442
		4	42.410	6.540	-68.070	-15.150	61.356	70.183	103.523	6.155	-27.185	87.030	125.927	12.331	-26.565	125.927	-27.185
		8	-84.810	-13.080	422.180	26.350	-122.700	-214.033	-463.406	61.375	310.748	-260.005	-550.940	61.303	352.238	352.238	-550.940
4	462	0	-84.780	-13.090	-173.320	24.130	-122.680	-51.223	73.171	-101.381	-225.775	-59.760	85.366	-118.278	-263.404	85.366	-263.404
		4	42.410	6.540	-68.100	-15.150	61.356	70.191	103.550	6.147	-27.212	81.890	120.808	7.172	-31.747	120.808	-31.747
		8	-84.850	-13.080	399.550	26.360	-122.748	-207.968	-443.077	55.238	290.347	-242.629	-516.923	64.444	338.738	338.738	-516.923
	463	0	-84.810	-13.080	-172.460	24.150	-122.700	-51.500	72.365	-101.158	-225.023	-70.384	74.125	-128.318	-272.827	74.125	-272.827
		4	42.420	6.540	-68.070	-15.150	61.368	70.192	103.532	6.164	-27.176	87.041	125.937	12.342	-26.555	125.937	-27.176
		8	-84.810	-13.080	398.740	26.340	-122.700	-207.695	-442.307	55.037	289.649	-252.611	-526.325	53.909	327.623	327.623	-526.325
5	534	0	-84.840	-13.100	-143.760	24.210	-122.768	-59.330	46.491	-93.382	-199.203	-69.218	54.240	-108.946	-232.404	54.240	-232.404
		4	42.400	6.540	-68.060	-15.140	61.344	70.162	103.502	6.158	-27.182	81.856	120.752	7.184	-31.712	120.752	-31.712
		8	-84.810	-13.070	370.060	26.280	-122.684	-199.897	-416.479	47.239	263.821	-233.213	-485.892	55.112	307.791	307.791	-485.892
	535	0	-84.820	-13.080	-143.060	24.210	-122.712	-59.501	45.879	-93.175	-198.555	-79.718	43.225	-119.005	-241.948	45.879	-241.948
		4	42.410	6.540	-68.050	-15.150	61.356	70.178	103.505	6.161	-27.167	87.024	125.906	12.338	-26.544	125.906	-27.167
		8	-84.820	-13.080	369.390	26.280	-122.712	-199.725	-415.885	47.049	263.209	-243.313	-495.499	44.590	296.776	296.776	-495.499
6	606	0	-84.940	-13.110	-105.570	24.350	-122.904	-69.857	11.993	-83.035	-164.885	-81.500	13.991	-96.874	-192.365	13.991	-192.365
		4	42.380	6.540	-68.010	-15.140	61.320	70.131	103.439	6.153	-27.155	81.819	120.679	7.179	-31.681	120.679	-31.681
		8	-84.750	-13.070	331.980	26.150	-122.612	-189.445	-382.118	36.895	229.568	-221.019	-445.804	43.044	267.829	267.829	-445.804
	607	0	-84.830	-13.080	-105.110	24.320	-122.724	-69.855	11.686	-82.839	-164.380	-91.798	3.333	-106.946	-202.077	11.686	-202.077
		4	42.400	6.540	-68.030	-15.140	61.344	70.154	103.475	6.166	-27.155	86.997	125.871	12.344	-26.530	125.871	-27.155
		8	-84.830	-13.080	331.470	26.180	-122.724	-189.406	-381.739	36.712	229.045	-231.274	-455.662	32.530	256.918	256.918	-455.662
7	678	0	-84.570	-13.070	-65.460	24.370	-122.396	-80.372	-23.779	-71.854	-128.447	-93.767	-27.742	-83.830	-149.855	-23.779	-149.855
		4	42.430	6.540	-68.120	-15.160	61.380	70.223	103.588	6.151	-27.214	81.927	120.853	7.176	-31.750	120.853	-31.750
		8	-85.010	-13.090	291.640	26.100	-122.956	-178.742	-346.032	25.724	193.014	-208.532	-403.704	30.011	225.183	225.183	-403.704
	679	0	-84.770	-13.080	-64.370	24.450	-122.652	-80.918	-24.962	-71.668	-127.625	-104.705	-39.422	-93.913	-159.196	-24.962	-159.196
		4	42.450	6.550	-68.110	-15.160	61.420	70.239	103.597	6.171	-27.187	87.103	126.022	12.358	-26.560	126.022	-27.187
		8	-84.770	-13.080	290.560	26.010	-122.652	-178.153	-344.820	25.567	192.234	-218.146	-412.590	19.528	213.972	213.972	-412.590

Tabel 5.43 Momen rencana balok pada portal as-I untuk bentang 8m untuk pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
8	750	0	-84.690	-13.070	-20.840	24.560	-122.540	-92.698	-64.096	-59.744	-88.346	-108.148	-74.779	-69.701	-103.070	-59.744	-122.540
		4	42.410	6.540	-68.050	-15.150	61.356	70.178	103.505	6.161	-27.167	81.874	120.755	7.187	-31.694	120.755	-31.694
		8	-84.940	-13.090	247.160	25.920	-122.872	-166.507	-305.888	13.615	152.996	-194.258	-356.870	15.884	178.496	178.496	-356.870
	751	0	-84.780	-13.080	-20.110	24.610	-122.664	-93.021	-64.848	-59.583	-87.756	-118.825	-85.956	-79.814	-112.683	-59.583	-122.664
		4	42.440	6.550	-68.070	-15.160	61.408	70.219	103.552	6.173	-27.160	87.080	125.969	12.360	-26.529	125.969	-27.160
		8	-84.780	-13.080	246.400	25.850	-122.664	-166.095	-305.042	13.491	152.438	-204.078	-366.182	5.439	167.543	167.543	-366.182
9	822	0	-84.700	-13.030	40.040	24.960	-122.488	-109.505	-119.005	-42.955	-33.455	-127.756	-138.839	-50.114	-39.031	-33.455	-138.839
		4	42.410	6.560	-67.890	-15.170	61.388	70.152	103.366	6.186	-27.028	81.844	120.594	7.217	-31.533	120.594	-31.533
		8	-84.920	-13.100	186.610	25.490	-122.864	-149.754	-251.259	-3.102	98.403	-174.713	-293.136	-3.619	114.804	114.804	-293.136
	823	0	-84.790	-13.090	39.930	25.050	-122.692	-109.637	-119.012	-42.985	-33.611	-138.218	-149.155	-60.457	-49.521	-33.611	-149.155
		4	42.440	6.540	-67.960	-15.140	61.392	70.171	103.448	6.221	-27.056	87.017	125.839	12.408	-26.415	125.839	-27.056
		8	-84.790	-13.090	186.570	25.450	-122.692	-149.590	-251.096	-3.032	98.474	-184.830	-303.253	-13.846	104.577	104.577	-303.253
10	894	0	-61.300	-5.210	54.190	9.760	-81.896	-78.585	-106.576	-31.755	-3.764	-91.683	-124.339	-37.047	-4.391	-3.764	-124.339
		4	31.100	2.620	-48.520	-6.040	41.512	46.526	73.289	9.454	-17.309	54.281	85.504	11.029	-20.194	85.504	-20.194
		8	-62.270	-5.250	108.180	10.480	-83.124	-94.684	-156.235	-17.402	44.149	-110.464	-182.274	-20.303	51.507	51.507	-182.274
	895	0	-61.890	-5.230	53.900	9.740	-82.636	-79.020	-106.841	-32.382	-4.561	-96.309	-128.766	-41.898	-9.440	-4.561	-128.766
		4	30.990	2.620	-48.650	-6.090	41.380	46.508	73.320	9.275	-17.538	56.322	87.604	12.884	-18.398	87.604	-18.398
		8	-61.890	-5.230	108.200	10.400	-82.636	-94.275	-155.889	-17.127	44.487	-114.106	-185.989	-24.100	47.783	47.783	-185.989

Tabel 5.44 Momen rencana balok pada portal as-II untuk bentang 8m untuk pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.8ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
1	260	0	-115.140	-26.080	-81.640	54.740	-179.896	-130.849	-44.930	-76.403	-162.322	-173.195	-72.956	-109.675	-209.914	-44.930	-209.914
		4	57.620	13.050	-136.140	-30.300	90.024	115.886	182.565	-12.170	-78.849	145.477	223.269	-3.921	-81.714	223.269	-81.714
		8	-115.230	-26.110	534.190	46.230	-180.052	-289.545	-596.960	82.131	389.546	-358.364	-717.015	75.258	433.909	433.909	-717.015
	261	0	-115.200	-26.090	-80.460	54.760	-179.984	-131.240	-46.051	-76.120	-161.309	-173.659	-74.272	-109.353	-208.739	-46.051	-208.739
		4	57.600	13.050	-136.030	-30.290	90.000	115.829	182.445	-12.149	-78.765	145.411	223.130	-3.897	-81.616	223.130	-81.616
		8	-115.200	-26.090	533.250	46.220	-179.984	-289.256	-596.084	81.896	388.724	-358.011	-715.978	74.999	432.966	432.966	-715.978
2	332	0	-114.770	-26.010	-82.110	53.400	-179.340	-129.183	-43.812	-77.403	-162.774	-171.197	-71.597	-110.786	-210.386	-43.812	-210.386
		4	57.660	13.060	-136.240	-30.320	90.088	115.967	182.696	-12.179	-78.908	145.579	223.431	-3.924	-81.775	223.431	-81.775
		8	-115.510	-26.160	534.480	47.530	-180.468	-291.046	-597.824	83.128	389.906	-360.154	-718.062	76.381	434.289	434.289	-718.062
	333	0	-115.130	-26.080	-80.310	53.560	-179.884	-130.137	-45.799	-77.097	-161.435	-172.365	-73.970	-110.484	-208.879	-45.799	-208.879
		4	57.670	13.060	-136.150	-30.320	90.100	115.952	182.624	-12.146	-78.818	145.562	223.347	-3.885	-81.670	223.347	-81.670
		8	-115.130	-26.080	532.850	47.360	-179.884	-290.111	-595.969	82.877	388.735	-359.000	-715.835	76.151	432.986	432.986	-715.835
3	404	0	-115.180	-26.100	-65.360	53.400	-179.976	-134.075	-59.256	-73.249	-148.068	-176.974	-89.686	-106.011	-193.300	-59.256	-193.300
		4	57.600	13.050	-136.040	-30.300	90.000	115.841	182.457	-12.161	-78.777	145.424	223.143	-3.911	-81.630	223.143	-81.630
		8	-115.220	-26.090	518.110	47.580	-180.008	-286.410	-582.844	79.014	375.448	-354.691	-700.530	71.637	417.476	417.476	-700.530
	405	0	-115.190	-26.090	-64.510	53.420	-179.972	-134.331	-60.035	-73.011	-147.307	-177.266	-90.587	-105.725	-192.404	-60.035	-192.404
		4	57.610	13.050	-136.040	-30.300	90.012	115.850	182.466	-12.152	-78.768	145.435	223.154	-3.900	-81.619	223.154	-81.619
		8	-115.190	-26.090	517.290	47.550	-179.972	-286.134	-582.077	78.792	374.729	-354.369	-699.628	71.378	416.637	416.637	-699.628
4	476	0	-115.180	-26.110	-42.090	53.370	-179.992	-140.331	-80.191	-66.993	-127.133	-184.281	-114.118	-98.720	-168.884	-66.993	-168.884
		4	57.600	13.050	-136.050	-30.300	90.000	115.844	182.466	-12.164	-78.786	145.428	223.154	-3.914	-81.640	223.154	-81.640
		8	-115.220	-26.090	494.830	47.600	-180.008	-280.142	-561.897	72.746	354.501	-347.378	-676.092	64.325	393.039	393.039	-676.092
	477	0	-115.190	-26.090	-41.190	53.400	-179.972	-140.610	-81.018	-66.732	-126.324	-184.591	-115.067	-98.400	-167.924	-66.732	-167.924
		4	57.610	13.050	-136.040	-30.300	90.012	115.850	182.466	-12.152	-78.768	145.435	223.154	-3.900	-81.619	223.154	-81.619
		8	-115.190	-26.090	493.960	47.570	-179.972	-279.853	-561.079	72.511	353.737	-347.041	-675.138	64.051	392.147	392.147	-675.138
5	548	0	-115.260	-26.120	-13.020	53.340	-180.104	-148.225	-106.418	-59.243	-101.050	-193.498	-144.724	-89.687	-138.461	-59.243	-193.498
		4	57.580	13.040	-136.010	-30.290	89.960	115.806	182.409	-12.162	-78.765	145.376	223.080	-3.920	-81.624	223.080	-81.624
		8	-115.170	-26.080	465.850	47.650	-179.932	-272.318	-535.784	65.012	328.478	-338.242	-645.619	55.309	362.686	362.686	-645.619
	549	0	-115.200	-26.100	-12.350	53.340	-180.000	-148.352	-106.967	-59.009	-100.393	-193.631	-145.348	-89.397	-137.679	-59.009	-193.631
		4	57.600	13.050	-136.010	-30.290	90.000	115.824	182.427	-12.144	-78.747	145.405	223.109	-3.891	-81.595	223.109	-81.595
		8	-115.200	-26.100	465.190	47.650	-180.000	-272.166	-535.217	64.806	327.857	-338.081	-644.973	55.054	361.946	361.946	-644.973
6	620	0	-115.380	-26.140	24.180	53.250	-180.280	-158.296	-139.982	-49.388	-67.703	-205.263	-183.897	-78.205	-99.572	-49.388	-205.263
		4	57.560	13.040	-135.940	-30.280	89.936	115.760	182.326	-12.152	-78.718	145.322	222.982	-3.908	-81.568	222.982	-81.568
		8	-115.090	-26.070	428.800	47.760	-179.820	-262.341	-502.396	55.179	295.234	-326.595	-606.659	43.845	323.910	323.910	-606.659
	621	0	-115.210	-26.100	24.520	53.200	-180.012	-158.189	-140.121	-49.189	-67.257	-205.108	-184.028	-77.940	-99.020	-49.189	-205.108
		4	57.590	13.050	-135.970	-30.290	89.988	115.804	182.382	-12.142	-78.720	145.381	223.056	-3.889	-81.563	223.056	-81.563
		8	-115.210	-26.100	428.380	47.800	-180.012	-262.372	-502.137	54.994	294.759	-326.654	-606.380	43.605	323.332	323.332	-606.380
7	692	0	-114.950	-26.080	62.320	52.820	-179.668	-167.819	-173.804	-39.091	-33.106	-216.327	-223.310	-66.144	-59.161	-33.106	-223.310
		4	57.620	13.050	-136.110	-30.310	90.024	115.887	182.541	-12.171	-78.825	145.478	223.241	-3.922	-81.685	223.241	-81.685
		8	-115.400	-26.110	390.300	48.120	-180.256	-252.549	-468.122	44.829	260.402	-315.202	-566.704	31.739	283.241	283.241	-566.704
	693	0	-115.150	-26.090	63.670	52.970	-179.924	-168.499	-175.240	-38.771	-32.030	-217.128	-224.992	-65.779	-57.914	-32.030	-224.992
		4	57.650	13.060	-136.130	-30.320	90.076	115.928	182.588	-12.158	-78.818	145.534	223.305	-3.900	-81.670	223.305	-81.670
		8	-115.150	-26.090	388.920	47.960	-179.924	-251.807	-466.612	44.537	259.342	-314.321	-564.927	31.414	282.020	282.020	-564.927

Tabel 5.44 Momen rencana balok pada portal as-II untuk bentang 8m untuk pembebanan penuh

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.8ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
8	764	0	-115.080	-26.070	104.700	52.500	-179.808	-179.091	-211.977	-28.053	4.833	-229.470	-267.837	-53.259	-14.892	4.833	-267.837
		4	57.600	13.050	-136.020	-30.300	90.000	115.835	182.439	-12.155	-78.759	145.418	223.122	-3.904	-81.609	223.122	-81.609
		8	-115.310	-26.120	348.110	48.470	-180.164	-241.392	-430.165	33.834	222.607	-302.193	-522.429	18.903	239.139	239.139	-522.429
	765	0	-115.160	-26.090	105.570	52.590	-179.936	-179.479	-212.856	-27.809	5.568	-229.938	-268.878	-52.990	-14.050	5.568	-268.878
		4	57.640	13.060	-136.070	-30.320	90.064	115.903	182.525	-12.151	-78.773	145.505	223.231	-3.891	-81.618	223.231	-81.618
		8	-115.160	-26.090	347.140	48.340	-179.936	-240.878	-429.122	33.590	221.834	-301.570	-521.188	18.642	238.260	238.260	-521.188
9	836	0	-115.050	-25.990	162.180	52.180	-179.644	-194.296	-263.596	-12.794	56.506	-247.145	-327.995	-35.394	45.456	56.506	-327.995
		4	57.610	13.080	-135.860	-30.340	90.060	115.837	182.315	-12.139	-78.617	145.444	223.001	-3.862	-81.419	223.001	-81.419
		8	-115.320	-26.130	290.940	48.720	-180.192	-226.190	-378.788	18.614	171.212	-284.465	-462.497	1.139	179.170	179.170	-462.497
	837	0	-115.160	-26.100	162.210	52.350	-179.952	-194.556	-263.768	-12.732	56.480	-247.535	-328.283	-35.408	45.339	56.480	-328.283
		4	57.640	13.040	-135.940	-30.290	90.032	115.841	182.400	-12.089	-78.648	145.417	223.069	-3.835	-81.487	223.069	-81.487
		8	-115.160	-26.100	290.770	48.650	-179.952	-225.937	-378.473	18.649	171.185	-284.147	-462.105	1.203	179.162	179.162	-462.105
10	908	0	-91.340	-10.380	138.430	20.440	-126.216	-137.978	-212.312	-26.434	47.900	-169.149	-255.871	-39.014	47.709	47.900	-255.871
		4	46.440	5.230	-97.280	-12.080	64.096	78.934	132.610	4.658	-49.018	96.208	158.830	9.553	-53.069	158.830	-53.069
		8	-92.860	-10.460	185.830	20.030	-128.168	-151.775	-256.229	-15.373	89.081	-185.308	-307.171	-26.172	95.691	95.691	-307.171
	909	0	-92.350	-10.430	138.730	20.410	-127.508	-138.941	-213.483	-27.289	47.253	-170.312	-257.277	-40.051	46.915	47.253	-257.277
		4	46.190	5.220	-97.350	-12.170	63.780	78.809	132.472	4.334	-49.330	96.054	158.661	9.166	-53.441	158.661	-53.441
		8	-92.350	-10.430	185.410	19.900	-127.508	-151.086	-255.357	-15.144	89.127	-184.480	-306.130	-25.882	95.768	95.768	-306.130

Tabel 5.45 Momen rencana balok pada portal as-II untuk bentang 8m untuk pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin	
								Ykl+ 0,3.Xkl	0,3.Ykl + Xkl	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Ykl+ 0,3.Xkl	0,3.Ykl + Xkl	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka			
1	260	0	-115.140	-26.080	-81.640	54.740	-179.896	-130.849	-44.930	-76.403	-162.322	-152.657	-52.418	-89.137	-189.376	-44.930	-189.376	
		4	57.620	13.050	-136.140	-30.300	90.024	90.024	115.886	182.565	-12.170	-78.849	135.200	212.993	-14.198	-91.991	212.993	-91.991
		8	-115.230	-26.110	534.190	46.230	-180.052	-180.052	-289.545	-596.960	82.131	389.546	-337.803	-696.453	95.820	454.470	454.470	-696.453
	261	0	-115.200	-26.090	-80.460	54.760	-179.984	-179.984	-131.240	-46.051	-76.120	-161.309	-173.659	-74.272	-109.353	-208.739	-46.051	-208.739
		4	57.600	13.050	-136.030	-30.290	90.000	90.000	115.829	182.445	-12.149	-78.765	145.411	223.130	-3.897	-81.616	223.130	-81.616
		8	-115.200	-26.090	533.250	46.220	-179.984	-179.984	-289.256	-596.084	81.896	388.724	-358.011	-715.978	74.999	432.966	432.966	-715.978
2	332	0	-114.770	-26.010	-82.110	53.400	-179.340	-129.183	-43.812	-77.403	-162.774	-150.714	-51.114	-90.303	-189.903	-43.812	-189.903	
		4	57.660	13.060	-136.240	-30.320	90.088	90.088	115.967	182.696	-12.179	-78.908	135.295	213.146	-14.209	-92.060	213.146	-92.060
		8	-115.510	-26.160	534.480	47.530	-180.468	-180.468	-291.046	-597.824	83.128	389.906	-339.553	-697.461	96.982	454.890	454.890	-697.461
	333	0	-115.130	-26.080	-80.310	53.560	-179.884	-179.884	-130.137	-45.799	-77.097	-161.435	-172.365	-73.970	-110.484	-208.879	-45.799	-208.879
		4	57.670	13.060	-136.150	-30.320	90.100	90.100	115.952	182.624	-12.146	-78.818	145.562	223.347	-3.885	-81.670	223.347	-81.670
		8	-115.130	-26.080	532.850	47.360	-179.884	-179.884	-290.111	-595.969	82.877	388.735	-359.000	-715.835	76.151	432.986	432.986	-715.835
3	404	0	-115.180	-26.100	-65.360	53.400	-179.976	-134.075	-59.256	-73.249	-148.068	-156.421	-69.132	-85.457	-172.746	-59.256	-179.976	
		4	57.600	13.050	-136.040	-30.300	90.000	90.000	115.841	182.457	-12.161	-78.777	135.148	212.867	-14.188	-91.907	212.867	-91.907
		8	-115.220	-26.090	518.110	47.580	-180.008	-180.008	-286.410	-582.844	79.014	375.448	-334.145	-679.984	92.183	438.022	438.022	-679.984
	405	0	-115.190	-26.090	-64.510	53.420	-179.972	-179.972	-134.331	-60.035	-73.011	-147.307	-177.266	-90.587	-105.725	-192.404	-60.035	-192.404
		4	57.610	13.050	-136.040	-30.300	90.012	90.012	115.850	182.466	-12.152	-78.768	145.435	223.154	-3.900	-81.619	223.154	-81.619
		8	-115.190	-26.090	517.290	47.550	-179.972	-179.972	-286.134	-582.071	78.792	374.729	-354.369	-699.628	71.378	416.637	416.637	-699.628
4	476	0	-115.180	-26.110	-42.090	53.370	-179.992	-140.331	-80.191	-66.993	-127.133	-163.719	-93.556	-78.159	-148.322	-66.993	-179.992	
		4	57.600	13.050	-136.050	-30.300	90.000	90.000	115.844	182.466	-12.164	-78.786	135.151	212.877	-14.191	-91.917	212.877	-91.917
		8	-115.220	-26.090	494.830	47.600	-180.008	-180.008	-280.142	-561.897	72.746	354.501	-326.832	-655.547	84.870	413.585	413.585	-655.547
	477	0	-115.190	-26.090	-41.190	53.400	-179.972	-179.972	-140.610	-81.018	-66.732	-126.324	-184.591	-115.067	-98.400	-167.924	-66.732	-184.591
		4	57.610	13.050	-136.040	-30.300	90.012	90.012	115.850	182.466	-12.152	-78.768	145.435	223.154	-3.900	-81.619	223.154	-81.619
		8	-115.190	-26.090	493.960	47.570	-179.972	-179.972	-279.853	-561.079	72.511	353.737	-347.041	-675.138	64.051	392.147	392.147	-675.138
5	548	0	-115.260	-26.120	-13.020	53.340	-180.104	-148.225	-106.418	-59.243	-101.050	-172.929	-124.154	-69.117	-117.892	-59.243	-180.104	
		4	57.580	13.040	-136.010	-30.290	89.960	89.960	115.806	182.409	-12.162	-78.765	135.107	212.811	-14.189	-91.893	212.811	-91.893
		8	-115.170	-26.080	465.850	47.650	-179.932	-179.932	-272.318	-535.784	65.012	328.478	-317.704	-625.081	75.847	383.224	383.224	-625.081
	549	0	-115.200	-26.100	-12.350	53.340	-180.000	-180.000	-148.352	-106.967	-59.009	-100.393	-193.631	-145.348	-89.397	-137.679	-59.009	-193.631
		4	57.600	13.050	-136.010	-30.290	90.000	90.000	115.824	182.427	-12.144	-78.747	145.405	223.109	-3.891	-81.595	223.109	-81.595
		8	-115.200	-26.100	465.190	47.650	-180.000	-180.000	-272.166	-535.217	64.806	327.857	-338.081	-644.973	55.054	361.946	361.946	-644.973
6	620	0	-115.380	-26.140	24.180	53.250	-180.280	-158.296	-139.982	-49.388	-67.703	-184.678	-163.312	-57.620	-78.986	-49.388	-184.678	
		4	57.560	13.040	-135.940	-30.280	89.936	89.936	115.760	182.326	-12.152	-78.718	135.053	212.713	-14.177	-91.837	212.713	-91.837
		8	-115.090	-26.070	428.800	47.760	-179.820	-179.820	-262.341	-502.396	55.179	295.234	-306.065	-586.129	64.376	344.440	344.440	-586.129
	621	0	-115.210	-26.100	24.520	53.200	-180.012	-180.012	-158.189	-140.121	-49.189	-67.257	-205.108	-184.028	-77.940	-99.020	-49.189	-205.108
		4	57.590	13.050	-135.970	-30.290	89.988	89.988	115.804	182.382	-12.142	-78.720	145.381	223.056	-3.889	-81.563	223.056	-81.563
		8	-115.210	-26.100	428.380	47.800	-180.012	-180.012	-262.372	-502.137	54.994	294.759	-326.654	-606.380	43.605	323.332	323.332	-606.380
7	692	0	-114.950	-26.080	62.320	52.820	-179.668	-167.819	-173.804	-39.091	-33.106	-195.789	-202.772	-45.606	-38.623	-33.106	-202.772	
		4	57.620	13.050	-136.110	-30.310	90.024	90.024	115.887	182.541	-12.171	-78.825	135.201	212.964	-14.199	-91.962	212.964	-91.962
		8	-115.400	-26.110	390.300	48.120	-180.256	-180.256	-252.549	-468.122	44.829	260.402	-294.641	-546.143	52.301	303.803	303.803	-546.143
	693	0	-115.150	-26.090	63.670	52.970	-179.924	-179.924	-168.499	-175.240	-38.771	-32.030	-217.128	-224.992	-65.779	-57.914	-32.030	-224.992
		4	57.650	13.060	-136.130	-30.320	90.076	90.076	115.928	182.588	-12.158	-78.818	145.534	223.305	-3.900	-81.670	223.305	-81.670
		8	-115.150	-26.090	388.920	47.960	-179.924	-179.924	-251.807	-466.612	44.537	259.342	-314.321	-564.927	31.414	282.020	282.020	-564.927

Tabel 5.45 Momen rencana balok pada portal as-II untuk bentang 8m untuk pembebanan papan catur

Lnt	Elm	SECT (m)	MD (kN/m)	ML (kN/m)	Mex (kN/m)	Mey (kN/m)	1.2MD+1.6ML	0.9(MD+ME)				1.05(MD+0.75ML+ME)				Mmax	Mmin
								Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka	Yki+ 0,3.Xki	0,3.Yki + Xki	Yka+ 0,3.Xka	0,3.Yka + Xka		
8	764	0	-115.080	-26.070	104.700	52.500	-179.808	-179.091	-211.977	-28.053	4.833	-208.940	-247.307	-32.729	5.639	5.639	-247.307
		4	57.600	13.050	-136.020	-30.300	90.000	115.835	182.439	-12.155	-78.759	135.141	212.846	-14.181	-91.886	212.846	-91.886
		8	-115.310	-26.120	348.110	48.470	-180.164	-241.392	-430.165	33.834	-222.607	-281.624	-501.859	39.473	259.708	259.708	-501.859
	765	0	-115.160	-26.090	105.570	52.590	-179.936	-179.479	-212.856	-27.809	5.568	-229.938	-268.878	-52.990	-14.050	5.568	-268.878
		4	57.640	13.060	-136.070	-30.320	90.064	115.903	182.525	-12.151	-78.773	145.505	223.231	-3.891	-81.618	223.231	-81.618
		8	-115.160	-26.090	347.140	48.340	-179.936	-240.878	-429.122	33.590	221.834	-301.570	-521.188	18.642	238.260	238.260	-521.188
9	836	0	-115.050	-25.990	162.180	52.180	-179.644	-194.296	-263.596	-12.794	56.506	-226.678	-307.528	-14.927	65.923	65.923	-307.528
		4	57.610	13.080	-135.860	-30.340	90.060	115.837	182.315	-12.139	-78.617	135.143	212.701	-14.162	-91.720	212.701	-91.720
		8	-115.320	-26.130	290.940	48.720	-180.192	-226.190	-378.788	18.614	171.212	-263.888	-441.920	21.716	199.748	199.748	-441.920
	837	0	-115.160	-26.100	162.210	52.350	-179.952	-194.555	-263.768	-12.732	56.480	-247.535	-328.283	-35.408	45.339	56.480	-328.283
		4	57.640	13.040	-135.940	-30.290	90.032	115.841	182.400	-12.089	-78.648	145.417	223.069	-3.835	-81.487	223.069	-81.487
		8	-115.160	-26.100	290.770	48.650	-179.952	-225.937	-378.473	18.649	171.185	-284.147	-462.105	1.203	179.162	179.162	-462.105
10	908	0	-91.340	-10.380	138.430	20.440	-126.216	-137.978	-212.312	-26.434	47.900	-160.974	-247.697	-30.840	55.883	55.883	-247.697
		4	46.440	5.230	-97.280	-12.080	54.096	78.934	132.610	4.658	-49.018	92.089	154.711	5.435	-57.187	154.711	-57.187
		8	-92.860	-10.460	185.830	20.030	-128.168	-151.775	-256.229	-15.373	89.081	-77.071	-298.934	-17.935	103.928	103.928	-298.934
	909	0	-92.350	-10.430	138.730	20.410	-127.508	-138.941	-213.483	-27.289	47.253	-170.312	-257.277	-40.051	46.915	47.253	-257.277
		4	46.190	5.220	-97.350	-12.170	53.780	78.809	132.472	4.334	-49.330	96.054	158.661	9.166	-53.441	158.661	-53.441
		8	-92.350	-10.430	185.410	19.900	-127.508	-151.086	-255.357	-15.144	89.127	-184.480	-306.130	-25.882	95.768	95.768	-306.130

BAB VI

DESAIN STRUKTUR BETON BERTULANG

6.1 Desain Struktur 10 Lantai

6.1.1 Desain Balok

1. Momen Rencana Balok di muka Kolom

Momen rencana balok diambil pada ujung balok atau as kolom yang dikurangi setengah dari dimensi kolom merupakan superposisi dari kombinasi antara beban mati, beban hidup, serta gaya gempa. Momen hasil dari perhitungan *SAP90* merupakan momen pada as kolom elemen struktur. Karena gaya gempa yang bekerja pada sisi kanan maupun sisi kiri dari sebuah bangunan adalah sama dan memiliki dimensi yang sama antara balok kanan dan kiri, maka perencanaan balok pada struktur sepuluh lantai cukup direncanakan satu kali yaitu sebelah kiri atau kanan.

	6 0 2	6 1 0
	5 6 5	5 7 3
	5 2 8	5 3 6
	4 9 1	4 9 9
	4 5 4	4 6 2
	4 1 7	4 2 5
	3 8 0	3 8 8
	3 4 3	3 5 1
	3 0 6	3 1 4
	2 6 9	2 7 7
I		III

Gambar 6.1 Portal arah Y (portal as-A)

Lantai	Elemen	Posisi	Momen balok untuk bentang 4m	
			as kolom	tepi kolom
1	269	tump.kiri	174.74	183.21
		tump.kanan	-433.74	-369.31
2	306	tump.kiri	192.06	198.72
		tump.kanan	-455.81	-389.57
3	343	tump.kiri	181.68	189.31
		tump.kanan	-445.24	-379.97
4	380	tump.kiri	157.82	167.58
		tump.kanan	-422.79	-359.64
5	417	tump.kiri	134.63	146.77
		tump.kanan	-394.28	-333.5
6	454	tump.kiri	96.33	108.86
		tump.kanan	-347.51	-304.37
7	491	tump.kiri	45.07	60.96
		tump.kanan	-301.64	-261.85
8	528	tump.kiri	-1.43	17.71
		tump.kanan	-253.74	-217.2
9	565	tump.kiri	-57.34	-42.03
		tump.kanan	-198.83	-177.02
10	602	tump.kiri	-40.69	-31.06
		tump.kanan	-101.33	-88.92

Tabel 6.1 Momen balok untuk bentang 4m di as kolom dan muka kolom

Contoh hitungan momen rencana balok dengan menggunakan redistribusi momen di muka kolom pada elemen 269. redistribusi maksimum yang diizinkan sebesar 30 % dari momen maksimum pada satu bentang.

$$M = \frac{(174,74 + 183,21)}{2} = 178,975 \text{ kN-m}$$

$$183,21 - 178,975 = 4,235 \text{ kN-m}$$

$$183,21 \cdot 30\% = 54,963 \text{ kN-m} > 15,255 \text{ kN-m}$$

maka dipakai redistribusi sebesar 20 % dari momen as kolom

2. Hitungan Tulangan Longitudinal

Perhitungan tulangan *longitudinal* balok berdasarkan pada momen perlu maksimum $M_{u,maks}$ yang bekerja pada balok yang ditinjau. Sebagai contoh hitungan

$$= 1401,094 \text{ mm}^2$$

$$- 0,00625 \cdot 350 \cdot 640,5$$

$$A_s = p \cdot b \cdot d$$

dari Tabel Gideon didapat $p = 0,00625$

$$K_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{267,530}{0,8 \cdot 0,35 \cdot 0,6405^2} = 2329,0359$$

$$p/p' = 0,5 \text{ (persyaratan gempa)}$$

Tulangan tumpuan negatif

Diketahui bahwa $b = 350 \text{ mm}$ · $h = 700 \text{ mm}$ · $d = 640,5 \text{ mm}$

$$M^+ \text{ tumpuan} = 249,620 \text{ kNm}$$

$$M^- \text{ tumpuan} = 267,530 \text{ kNm}$$

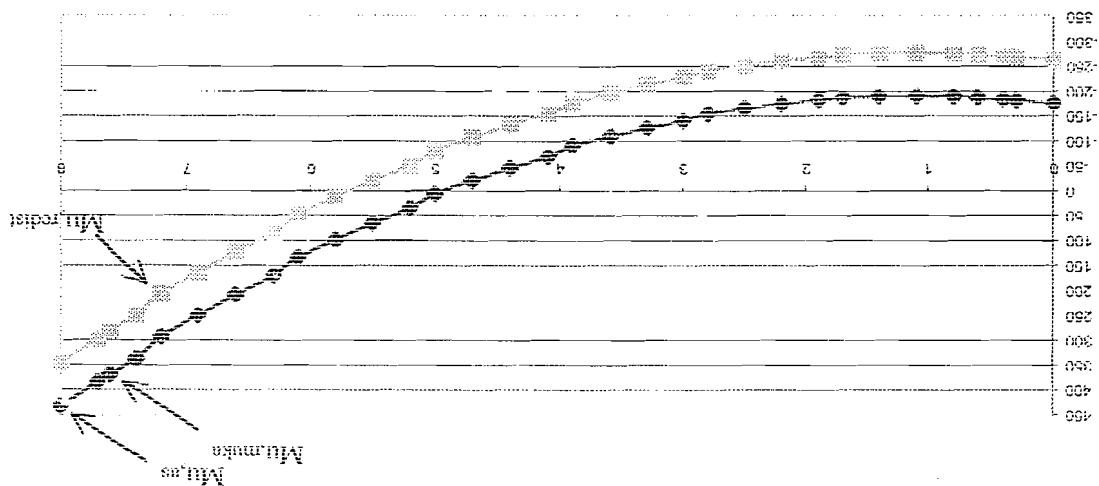
1. Balok lantai 1

perhitungan tulangan lentur menurut SKSNI-T-15-1991-03 (8).

Penulangan lentur balok-balok portal A untuk bentang 4m dihitung dengan

a. Tulangan Tumpuan

(gambar 6.2 Momen distribusi)



$$\begin{aligned} A_s' &= 0,5 \cdot A_s \\ &= 0,5 \cdot 1401,094 \\ &= 700,547 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi digunakan untuk tulangan tarik 5D19, $A_s = 1417,644 \text{ mm}^2$ sedangkan untuk tulangan tekan 3D19 dengan $A_s' = 850,586 \text{ mm}^2$.

Tulangan tumpuan positif

$$R_n = \frac{M_n}{b_w \cdot d^2} = \frac{249,620}{0,8 \cdot 0,35 \cdot 0,6405^2} = 2173,117$$

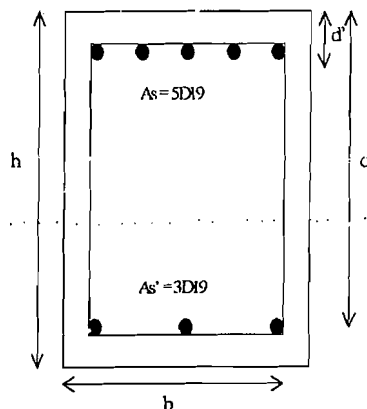
dari Tabel Gideon didapat $\rho = 0,0059$

$$\begin{aligned} A_s' &= 0,0059 \cdot 350 \cdot 640,5 \\ &= 1317,028 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s' &= 0,5 \cdot A_s \\ &= 0,5 \cdot 1317,028 \\ &= 658,514 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

jadi digunakan untuk tulangan tarik 5D19, $A_s = 1417,644 \text{ mm}^2$ sedangkan untuk tulangan tekan 3D19 dengan $A_s' = 850,586 \text{ mm}^2$.

Perhitungan kapasitas momen tahanan (momen nominal aktual)



a. Momen nominal aktual negatif

Diketahui : $h = 700 \text{ mm}$ $b = 350 \text{ mm}$ $d = 640,5 \text{ mm}$ $d' = 59,5 \text{ mm}$

Asumsikan tulangan baja desak telah mencapai leleh

$$a = \frac{(A_s - A_s')f_y}{(0,85 \cdot f_c')b} = \frac{A_s \cdot f_y}{(0,85 \cdot f_c')b} = \frac{567,058.400}{0,85.25.350} = 30,497 \text{ mm}$$

letak garis netral

$$a = \beta_1 \cdot c \Rightarrow \beta_1 = 0,85$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{30,497}{0,85} = 35,879 \text{ mm}$$

pemeriksaan regangan tulangan

pada tulangan tekan

$$\epsilon_s' = \frac{c - d'}{c} \cdot 0,003 = \frac{35,879 - 59,5}{35,879} \cdot 0,003 = -0,0002 < \epsilon_y = 0,002$$

karena $\epsilon_y > \epsilon_s'$, maka tulangan baja tarik telah luluh tetapi baja tekan belum. Dengan demikian, ternyata anggapan-anggapan pada langkah awal tidak benar, maka diperlukan mencari letak garis netral terlebih dahulu.

$$N_T = N_{D1} + N_{D2}$$

$$A_s \cdot f_y = (0,85 \cdot f_c') \cdot b \cdot a + f_s' \cdot A_s'$$

Sedangkan, $a = \beta_1 \cdot c$ dan $f_s' = \epsilon_s' \cdot E = \frac{c - d'}{c} \cdot 0,003 \cdot E_s$

Dengan melakukan beberapa substitusi didapatkan

$$A_s \cdot f_y = (0,85 \cdot f_c') \cdot b \cdot \beta_1 \cdot c + 0,003 \cdot \frac{c - d'}{c} \cdot E_s \cdot A_s'$$

$$A_s \cdot f_y = (0,85 \cdot f_c') \cdot b \cdot \beta_1 \cdot c + c \cdot 0,003 \cdot E_s \cdot A_s' - d' \cdot 0,003 \cdot E_s \cdot A_s' = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot \beta_1) \cdot c^2 + (0,003 \cdot E_s \cdot A_s' - A_s \cdot f_y) \cdot c - d' \cdot 0,003 \cdot E_s \cdot A_s' = 0$$

dengan memasukkan nilai $E = 200000 \text{ MPa}$, persamaan menjadi

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot \beta_1) \cdot c^2 + (600 \cdot A_s' - A_s \cdot f_y) \cdot c - 600 \cdot d' \cdot A_s' = 0$$

$$\text{dimana } A_s = 1417,644 \text{ mm}^2 \quad A_s' = 850,586 \text{ mm}^2$$

$$f_y = 400 \text{ MPa} \quad f_c' = 25 \text{ Mpa}$$

$$b = 350 \text{ mm} \quad d' = 59,5 \text{ mm}$$

$$(0,85 \cdot 25 \cdot 350 \cdot 0,85) \cdot c + (600 \cdot 850,586 - 1417,644 \cdot 400) \cdot c - 600 \cdot 59,5 \cdot 850,586 = 0$$

$$6321,875 c^2 - 56706 \cdot c - 30365920,2 = 0$$

$$c^2 - 8,97 \cdot c = 4803,309$$

$$c^2 - 8,97 \cdot c + (\frac{1}{2}(-8,97))^2 = 4803,309 + (\frac{1}{2}(-8,97))^2$$

$$c^2 - 8,97 \cdot c + 20,115 = 4823,424$$

$$(c - 4,485)^2 = 4823,424$$

$$c - 4,485 = 69,451$$

$$c = 73,936 \text{ mm}$$

$$f_s' = \frac{c - d'}{c} \cdot 600 = \frac{73,936 - 59,5}{73,936} \cdot 600 = 117,15 \text{ MPa} < 400 \text{ MPa}$$

dengan demikian berarti anggapan yang digunakan benar

$$a = \beta_1 \cdot c = 0,85 \cdot 73,936 = 62,846 \text{ mm}$$

$$N_{D1} = (0,85 \cdot f_c') \cdot a \cdot b = 0,85 \cdot 25 \cdot 62,846 \cdot 350 \cdot 10^{-3} = 467,414 \text{ kN}$$

$$N_{D2} = A_s' \cdot f_s' = 850,586 \cdot 117,15 \cdot 10^{-3} = 99,646 \text{ kN}$$

$$N_D = N_{D1} + N_{D2} = 467,414 + 99,646 = 567,06 \text{ kN}$$

$$N_T = A_s \cdot f_y = 1417,644 \cdot 400 \cdot 10^{-3} = 567,06 \text{ kN}$$

$$M_{n1} = N_{D1} (Z_1) = N_{D1} (d - \frac{1}{2} a)$$

$$= 467,414 (640,5 - \frac{1}{2} \cdot 62,846) \cdot 10^{-3} = 284,691 \text{ kNm}$$

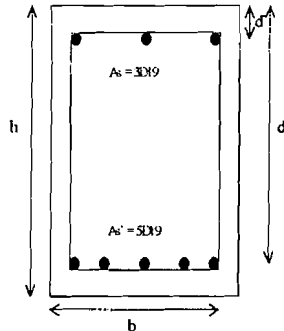
$$M_{n2} = N_{D2} (Z_2) = N_{D2} (d - d')$$

$$= 99,646 (640,5 - 59,5) \cdot 10^{-3} = 57,894 \text{ kNm}$$

$$M_n = M_{n1} + M_{n2} = 284,691 + 57,894 = 342,585 \text{ kNm}$$

$$M_R = \phi \cdot M_n = 0,8 \cdot 342,585 = 272,791 \text{ kNm}$$

b. Momen nominal aktual positif



$$A_s = 1417,644 \text{ mm}^2$$

$$A_{s'} = 850,586 \text{ mm}^2$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$f_c' = 25 \text{ Mpa}$$

$$b = 350 \text{ mm}$$

$$d' = 59,5 \text{ mm}$$

$$(0,85 \cdot 25 \cdot 350 \cdot 0,85) \cdot c + (600 \cdot 7850,586 - 1417,644 \cdot 400) \cdot c - 600 \cdot 59,5 \cdot 850,586 = 0$$

$$6321,875 c^2 - 56706 \cdot c - 30365920,2 = 0$$

$$c^2 - 8,97 \cdot c = 4803,309$$

$$c^2 - 8,97 \cdot c + (\frac{1}{2}(-8,97))^2 = 4803,309 + (\frac{1}{2}(-8,97))^2$$

$$c^2 - 8,97 \cdot c + 20,115 = 4823,424$$

$$(c - 4,485)^2 = 4823,424$$

$$c - 4,485 = 69,45$$

$$c = 73,936 \text{ mm}$$

$$f_s' = \frac{c - d'}{c} \cdot 600 = \frac{73,936 - 59,5}{73,936} \cdot 600 = 117,15 \text{ MPa} < 400 \text{ MPa}$$

dengan demikian berarti anggapan yang digunakan benar

$$a = \beta_1 \cdot c = 0,85 \cdot 73,936 = 62,846 \text{ mm}$$

$$N_{D1} = (0,85 \cdot f_c') \cdot a \cdot b = 0,85 \cdot 25 \cdot 62,846 \cdot 350 \cdot 10^{-3} = 467,414 \text{ kN}$$

$$N_{D2} = A_s' \cdot f_s' = 850,586 \cdot 117,15 \cdot 10^{-3} = 99,646 \text{ kN}$$

$$N_D = N_{D1} + N_{D2} = 467,414 + 99,646 = 567,06 \text{ kN}$$

$$N_T = A_s \cdot f_y = 1417,644 \cdot 400 \cdot 10^{-3} = 567,06 \text{ kN}$$

$$M_{n1} = N_{D1} (Z_1) = N_{D1} (d - \frac{1}{2} a)$$

$$= 467,414 (640,5 - \frac{1}{2} \cdot 62,846) \cdot 10^{-3} = 284,691 \text{ kNm}$$

$$M_{n2} = N_{D2} (Z_2) = N_{D2} (d - d')$$

$$= 99,646 (640,5 - 59,5) \cdot 10^{-3} = 57,894 \text{ kNm}$$

$$M_n = M_{n1} + M_{n2} = 284,691 + 57,894 = 341,31 \text{ kNm}$$

$$M_R = \phi \cdot M_n = 0,8 \cdot 341,31 = 273,048 \text{ kNm}$$

b. Tulangan Lapangan

$$M^+_{\text{lapangan}} = 260,460 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_{ub}}{b \cdot d^2} = \frac{260,460}{0,8 \cdot 0,35 \cdot 0,6405^2} = 2267,487$$

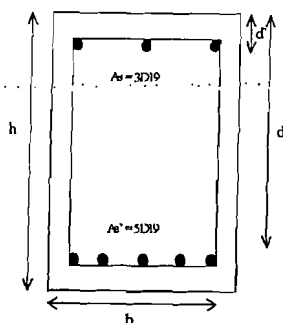
Dari Tabel Gideon $\rho'/\rho = 0,5$ didapat $\rho = 0,00613$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,00613 \cdot 350 \cdot 640,5 = 1373,072 \text{ mm}^2$$

digunakan $A_s = 5D19 = 1417,644 \text{ mm}^2$, $A_s' = 3D19 = 850,856 \text{ mm}^2$

Menentukan momen nominal maksimum balok



dimana $h = 700 \text{ mm}$ $b = 350 \text{ mm}$ $d' = 59,5 \text{ mm}$ $d = 640,5 \text{ mm}$

Diasumsikan tulangan baja desak belum luluh

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot \beta_1) c^2 + (600 \cdot A_s' - A_s \cdot f_y) \cdot c - 600 \cdot d' \cdot A_s' = 0$$

$$A_s = 1417,644 \text{ mm}^2 \quad A_s' = 850,586 \text{ mm}^2$$

$$f_y = 400 \text{ MPa} \quad f_c' = 25 \text{ Mpa}$$

$$b = 350 \text{ mm} \quad d' = 59,5 \text{ mm}$$

$$(0,85 \cdot 25 \cdot 350 \cdot 0,85) \cdot c + (600 \cdot 850,586 - 1417,644 \cdot 400) \cdot c - 600 \cdot 59,5 \cdot 850,586 = 0$$

$$6321,875 c^2 - 56706 \cdot c - 30365920,2 = 0$$

$$c^2 - 8,97 \cdot c = 4803,309$$

$$c^2 - 8,97 \cdot c + (\frac{1}{2}(-8,97))^2 = 4803,309 + (\frac{1}{2}(-8,97))^2$$

$$c^2 - 8,97 \cdot c + 20,115 = 4823,424$$

$$(c - 4,485)^2 = 4823,424$$

$$c - 4,485 = 69,151$$

$$c = 73,936 \text{ mm}$$

$$f_s' = \frac{c - d'}{c} \cdot 600 = \frac{73,936 - 59,5}{73,936} \cdot 600 = 117,15 \text{ MPa} < 400 \text{ MPa}$$

dengan demikian berarti anggapan yang digunakan benar

$$a = \beta_1 \cdot c = 0,85 \cdot 73,936 = 62,846 \text{ mm}$$

$$N_{D1} = (0,85 \cdot f_c') \cdot a \cdot b = 0,85 \cdot 25 \cdot 62,846 \cdot 350 \cdot 10^{-3} = 467,414 \text{ kN}$$

$$N_{D2} = A_s' \cdot f_s' = 850,586 \cdot 117,15 \cdot 10^{-3} = 99,646 \text{ kN}$$

$$N_D = N_{D1} + N_{D2} = 467,414 + 99,646 = 567,06 \text{ kN}$$

$$N_T = A_s \cdot f_y = 1417,644 \cdot 400 \cdot 10^{-3} = 567,06 \text{ kN}$$

$$M_{n1} = N_{D1} (Z_1) = N_{D1} (d - \frac{1}{2} a)$$

$$= 467,414 (640,5 - \frac{1}{2} \cdot 62,846) \cdot 10^{-3} = 284,691 \text{ kNm}$$

$$M_{u2} = N_{D2}(Z_2) = N_{D2}(d - d')$$

$$= 99,646 (640,5 - 59,5) \cdot 10^{-3} = 57,894 \text{ kNm}$$

$$M_u = M_{u1} + M_{u2} = 284,691 + 57,894 = 341,0963 \text{ kNm}$$

$$M_R = \phi \cdot M_u = 0,8 \cdot 341,0963 = 219,658 \text{ kNm}$$

Tabel 6.2 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang 4m pada portal as-A dengan menggunakan beban penuh

Lantai	Dimensi Balok (mm)	Posisi	Momen Perlu (kNm)		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan (kNm)	
			M_u^-	M_u^+	A_{sperlu}	Terpasang	A_{sperlu}	Terpasang	M_R^-	M_R^+
1	350x700	Tump.	267.530	249.620	1401.094	5D19	1317.028	5D19	272.791	273.048
		Lap.		260.460			1373.072	5D19		272.877
2	350x700	Tump.	281.180	267.373	1485.159	6D19	1401.094	5D19	327.042	272.791
		Lap.		274.790			1429.116	6D19		327.247
3	350x700	Tump.	270.050	258.870	1401.094	5D19	1345.050	5D19	272.791	272.962
		Lap.		268.270			1401.094	5D19		272.791
4	350x700	Tump.	255.110	232.663	1345.050	5D19	1204.941	5D19	272.962	273.390
		Lap.		247.600			1289.006	5D19		273.133
5	350x700	Tump.	236.270	206.423	1232.963	5D19	1092.853	4D19	273.304	218.985
		Lap.		228.720			1204.941	5D19		273.390
6	350x700	Tump.	212.780	185.970	1120.875	4D19	868.678	4D19	218.917	219.532
		Lap.		207.070			1092.853	4D19		218.985
7	350x700	Tump.	182.660	109.630	952.744	4D19	588.459	3D19	219.327	165.162
		Lap.		174.150			924.722	4D19		219.395
8	350x700	Tump.	151.380	57.870	784.613	3D19	392.306	2D19	164.803	110.347
		Lap.		149.390			784.613	3D19		164.803
9	350x700	Tump.	128.800	-	672.525	3D19	336.263	2D19	165.008	110.416
		Lap.		123.110			644.503	3D19		165.059
10	350x700	Tump.	69.828	-	364.284	2D19	196.152	2D19	110.361	110.586
		Lap.		66.802			364.284	2D19		110.361

Tabel 6.3 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang 4m pada

portal as-D dengan menggunakan beban penuh

Dimensi Lantai	Salok (mm)	Posisi	Momen Perlu (kNm)			Tulangan Atas			Tulangan Bawah			Momen Tahanan (kNm)	
			M _u	M _v	M _u	As _{perlu}	As _{pasang}	As _{perlu}	As _{pasang}	M _r	M _r		
1	350x700	Tump.	289.800	231.573	1513.181	6D19	1204.941	5D19	326.939	273.390	326.939	273.390	327.042
		Lap.	285.210		1485.159	6D19	1485.159		326.734	273.133	326.734	273.133	327.042
2	350x700	Tump.	300.380	246.813	1559.225	6D19	1289.006	5D19	326.734	273.133	326.734	273.133	326.837
		Lap.	294.630		1541.203	6D19	1541.203		326.939	273.304	326.939	273.304	326.837
3	350x700	Tump.	290.360	235.030	1513.181	6D19	1232.963	5D19	326.939	273.304	326.939	273.304	326.839
		Lap.	287.540		1513.181	6D19	1513.181		327.247	218.985	327.247	218.985	326.839
4	350x700	Tump.	275.220	207.083	1429.116	6D19	1092.853	4D19	327.247	218.985	327.247	218.985	272.791
		Lap.	270.310		1401.094	5D19	1401.094		272.962	219.395	272.962	219.395	272.791
5	350x700	Tump.	258.720	179.237	1345.050	5D19	924.722	4D19	272.962	219.395	272.962	219.395	273.048
		Lap.	253.990		1317.028	5D19	1317.028		273.219	164.957	273.219	164.957	273.048
6	350x700	Tump.	241.590	134.890	1260.984	5D19	700.547	3D19	273.219	164.957	273.219	164.957	273.304
		Lap.	238.000		1120.875	4D19	1232.963	5D19	218.917	110.142	218.917	110.142	273.304
7	350x700	Tump.	214.080	73.750	1120.875	4D19	560.438	2D19	218.917	110.142	218.917	110.142	218.985
		Lap.	207.030		1092.853	4D19	1092.853		219.259	110.210	219.259	110.210	218.985
8	350x700	Tump.	187.940	18.330	980.766	4D19	504.394	2D19	219.259	110.210	219.259	110.210	219.327
		Lap.	182.650		952.744	4D19	952.744		219.532	110.279	219.532	110.279	219.327
9	350x700	Tump.	166.680	-	868.678	4D19	448.350	2D19	219.532	110.279	219.532	110.279	164.700
		Lap.	162.060		840.656	3D19	840.656		110.142	110.484	110.142	110.484	164.700
10	350x700	Tump.	107.710	-	660.438	2D19	280.219	2D19	110.142	110.484	110.142	110.484	110.176
		Lap.	101.940		532.416	2D19	532.416						110.176

Tabel 6.4 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang 4m pada

portal as-I dengan menggunakan beban penuh

Lantai	Dimensi Balok (mm)	Posisi	Momen Perlu (kNm)			Tulangan Atas			Tulangan Bawah			Momen Tahanan (kNm)
			M _u ⁺	M _u ⁻	M _u [*]	As _{perlu}	As _{pasang}	As _{perlu}	As _{pasang}	M _u ⁻	M _u ⁺	
1	300x450	Tump.	75.310	70.780	661.900	4D16	617.400	4D16	602.700	4D16	92.086	92.175
		Lap.		68.780				602.700	4D16			92.205
2	300x450	Tump.	73.857	69.863	646.800	4D16	617.400	4D16	602.700	4D16	92.116	92.175
		Lap.		67.963				602.700	4D16			92.205
3	300x450	Tump.	69.845	64.435	617.400	4D16	573.300	3D16	558.600	3D16	92.175	69.198
		Lap.		62.905				558.600	3D16			69.220
4	300x450	Tump.	64.005	56.845	558.600	3D16	499.800	3D16	499.800	3D16	69.220	69.309
		Lap.		55.865				465.100	3D16			69.332
5	300x450	Tump.	57.571	48.139	514.900	3D16	426.300	3D16	426.300	3D16	69.287	69.421
		Lap.		47.759				426.300	3D16			69.421
6	300x450	Tump.	47.470	38.740	411.600	3D16	338.100	2D16	352.800	2D16	69.443	46.369
		Lap.		39.220				352.800	2D16			46.355
7	300x450	Tump.	37.528	27.412	338.100	2D16	249.900	2D16	249.900	2D16	46.369	46.458
		Lap.		30.502				264.600	2D16			46.444
8	300x450	Tump.	29.760	15.610	264.600	2D16	147.000	2D16	147.000	2D16	46.444	46.462
		Lap.		23.270				205.800	2D16			46.503
9	300x450	Tump.	17.286	-	161.700	2D16	88.200	2D16	88.200	2D16	46.548	46.621
		Lap.		15.844				147.000	2D16			46.562
10	300x450	Tump.	10.550	-	102.900	2D16	58.800	2D16	58.800	2D16	46.607	46.651
		Lap.		8.500				73.900	2D16			46.636

Tabel 6.5 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang 4m pada

portal as-II dengan menggunakan beban penuh

Lantai	Dimensi	Balok	Posisi	Momen Perdu		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan	
				M _u ⁺	M _u ⁻	As _{perlu}	As _{pasang}	As _{perlu}	As _{pasang}	M _r ⁺	M _r ⁻
1	300x450		Tump.	66.256	63.094	588.000	3D16	558.600	3D16	69.176	69.220
			Lap.			62.664		558.600	3D16		69.220
2	300x450		Tump.	64.149	60.911	558.600	3D16	543.900	3D16	69.220	69.243
			Lap.			60.671		529.200	3D16		69.265
3	300x450		Tump.	58.296	56.084	514.500	3D16	499.800	3D16	69.287	69.309
			Lap.			56.304		499.800	3D16		69.309
4	300x450		Tump.	52.528	47.732	470.400	3D16	426.300	3D16	69.354	69.421
			Lap.			48.932		428.300	3D16		69.421
5	300x450		Tump.	45.178	39.682	396.900	2D16	352.800	2D16	46.310	46.355
			Lap.			42.872		382.200	2D16		46.325
6	300x450		Tump.	43.551	27.519	382.200	2D16	249.900	2D16	46.325	46.458
			Lap.			37.368		336.100	2D16		46.369
7	300x450		Tump.	36.053	13.407	308.700	2D16	161.700	2D16	46.399	46.548
			Lap.			30.017		284.800	2D16		46.444
8	300x450		Tump.	27.888	0.762	249.900	2D16	132.300	2D16	46.458	46.577
			Lap.			24.732		220.900	2D16		46.488
9	300x450		Tump.	20.350	-	176.400	2D16	88.200	2D16	46.532	46.622
			Lap.			17.490		161.700	2D16		46.548
10	300x450		Tump.	19.303	0.317	176.400	2D16	88.200	2D16	46.533	46.622
			Lap.			18.127		101.700	2D16		46.548

Tabel 6.6 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang 4m pada portal as-A dengan menggunakan beban papan catur

Lantai	Dimensi Balok (mm)	Posisi	Momen Portal (kNm)		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan (kNm)
			M _u ⁺	M _u ⁻	As _{perlu}	As _{pasang}	As _{perlu}	As _{pasang}	
1	350x700	Tump.	253.650	1373.072	5D19	1317.028	5D19	1345.050	273.048
		Lap.	257.890				5D19	272.962	
2	350x700	Tump.	272.057	1457.138	6D19	1429.116	6D19	327.145	327.247
		Lap.	274.200			1429.116	6D19	327.247	
3	350x700	Tump.	260.453	1401.094	5D19	1373.072	5D19	272.791	272.877
		Lap.	263.000			1373.072	5D19	272.877	
4	350x700	Tump.	238.340	1317.028	5D19	1232.963	5D19	273.048	273.304
		Lap.	245.300			1289.006	5D19	273.133	
5	350x700	Tump.	215.270	1204.941	5D19	1120.875	4D19	273.390	218.917
		Lap.	227.770			1204.941	5D19	273.390	
6	350x700	Tump.	172.100	1092.853	4D19	898.700	4D19	218.985	219.464
		Lap.	200.140			1036.809	4D19	219.122	
7	350x700	Tump.	118.950	924.722	4D19	616.481	3D19	219.395	165.111
		Lap.	167.660			868.678	4D19	219.532	
8	350x700	Tump.	64.960	756.591	3D19	110.347	2D19	164.854	110.347
		Lap.	139.300			728.569	3D19	164.905	
9	350x700	Tump.	-	616.481	3D19	308.241	2D19	165.111	110.450
		Lap.	115.270			616.481	3D19	165.111	
10	350x700	Tump.	67.091	364.284	2D19	196.153	2D19	110.381	110.586
		Lap.	63.029			336.263	2D19	110.416	

Tabel 6.7 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang 4m pada

portal as-D dengan menggunakan beban papan catur

Lantai	Dimensi Balok (mm)	Posisi	Momen Perlu (kNm)		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan (kNm)
			M _u ⁺	M _u ⁻	As _{perlu}	As _{pasang}	As _{perlu}	As _{pasang}	
1	350x700	Tump.	284.800	234.733	1485.159	6D19	1232.963	5D19	273.304
		Lap.	276.620		1457.138	6D19			327.145
2	350x700	Tump.	293.080	1541.203	1345.050	5D19	326.837	5D19	272.962
		Lap.	290.430		1513.181	6D19			326.939
3	350x700	Tump.	285.250	241.160	1485.159	6D19	1260.984	6D19	273.219
		Lap.	281.570		1465.159	6D19			327.042
4	350x700	Tump.	270.190	213.630	1401.094	5D19	1120.875	4D19	218.917
		Lap.	263.170		1373.072	5D19			272.877
5	350x700	Tump.	251.810	187.493	1317.028	5D19	980.766	4D19	219.259
		Lap.	248.300		1289.006	5D19			273.133
6	350x700	Tump.	233.960	143.250	1232.963	5D19	756.591	3D19	164.854
		Lap.	230.580		1204.941	5D19			273.390
7	350x700	Tump.	203.740	85.370	1064.831	4D19	532.416	2D19	110.176
		Lap.	201.190		1064.831	4D19			219.054
8	350x700	Tump.	177.770	29.440	924.722	4D19	476.372	2D19	110.245
		Lap.	175.550		924.722	4D19			219.395
9	350x700	Tump.	157.850	-	812.634	3D19	420.328	2D19	110.319
		Lap.	152.640		812.634	3D19			164.752
10	350x700	Tump.	103.360	-	532.416	2D19	280.219	2D19	110.484
		Lap.	99.360		532.416	2D19			110.170

Tabel 6.8 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang 4m pada

portal as-1 dengan menggunakan bahan papan catur

Lantai	Dimensi Balok (mm)	Posisi	Momen Perlu (kNm)		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan (kNm)	
			M _u	M _v	As _{perlu}	Terpasang	As _{perlu}	Terpasang	M _u	M _v
1	300x450	Tump.	72.862	71.318	644.800	4D16	632.100	4D16	92.116	92.146
		Lap.		69.396	617.400	4D16		92.175		
2	300x450	Tump.	75.246	72.764	661.500	4D16	646.800	4D16	92.086	92.116
		Lap.		70.254	617.400	4D16		92.175		
3	300x450	Tump.	71.944	70.126	632.100	4D16	617.400	4D16	92.146	92.175
		Lap.		68.296	602.700	3D16		69.154		
4	300x450	Tump.	67.407	64.343	588.000	3D16	573.300	3D16	69.176	69.198
		Lap.		62.483	543.400	3D16		69.243		
5	300x450	Tump.	61.846	56.524	543.400	3D16	499.800	3D16	69.243	69.309
		Lap.		55.634	485.100	3D16		69.332		
6	300x450	Tump.	51.578	49.112	455.700	3D16	426.300	3D16	69.376	69.421
		Lap.		48.502	426.300	3D16		69.421		
7	300x450	Tump.	43.680	38.480	362.200	2D16	338.100	2D16	46.325	46.359
		Lap.		39.290	352.800	2D16		46.355		
8	300x450	Tump.	33.657	28.453	294.000	2D16	249.900	2D16	46.414	46.458
		Lap.		30.443	264.600	2D16		46.444		
9	300x450	Tump.	23.462	10.238	205.800	2D16	102.900	2D16	46.503	46.507
		Lap.		21.278	181.100	2D16		46.518		
10	300x450	Tump.	11.604	0.956	102.400	2D16	58.800	2D16	46.607	46.651
		Lap.		10.726	102.400	2D16		46.607		

Tabel 6.9 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang 4m pada portal as-II dengan menggunakan beban papan catur

Dimensi	Balok	Posisi	Momen Perlu (kNm)			Tulangan Atas			Tulangan Bawah			Momen Tahanan (kNm)
			M ₊	M ₋	M ₀	As _{perlu}	Terpasang	As _{perlu}	Terpasang	M ₊	M ₋	
1	300x450	Tump.	73,632	70,548	646,800	4D16	617,400	4D16	92,116	92,175	92,175	46,577
		Lap.		70,448		617,400	4D16					
2	300x450	Tump.	76,070	71,940	676,200	4D16	632,100	4D16	92,057	92,146	92,146	46,577
		Lap.				617,400	4D16					
3	300x450	Tump.	72,752	68,318	646,800	4D16	617,400	4D16	92,116	92,175	92,175	46,577
		Lap.		69,298		617,400	4D16					
4	300x450	Tump.	66,840	64,910	588,000	3D16	573,300	3D16	69,176	69,198	69,198	46,577
		Lap.		64,430		573,300	3D16					
5	300x450	Tump.	60,861	57,609	529,200	3D16	499,800	3D16	69,265	69,308	69,308	46,577
		Lap.		58,899		514,500	3D16					
6	300x450	Tump.	52,452	48,248	455,700	3D16	426,300	3D16	69,376	69,421	69,421	46,577
		Lap.		49,358		441,000	3D16					
7	300x450	Tump.	46,847	35,313	411,000	3D16	308,700	2D16	69,443	46,399	46,325	46,577
		Lap.		42,513		382,200	2D16					
8	300x450	Tump.	37,745	24,365	338,100	2D16	220,500	2D16	46,369	46,488	46,429	46,577
		Lap.		32,195		279,300	2D16					
9	300x450	Tump.	28,880	4,820	249,900	2D16	132,300	2D16	46,458	46,577	46,473	46,577
		Lap.		26,760		235,200	2D16					
10	300x450	Tump.	16,504	-	147,000	2D16	73,500	2D16	46,562	46,637	46,637	46,577
		Lap.		14,756		132,300	2D16					

Tabel 6.10 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang 6m

pada portal as-A dengan menggunakan beban penuh

Lantai	Dimensi Balok (mm)	Posisi	Momen Perdu (kNm)			Tulangan Atas			Tulangan Bawah			Momen Tahanan (kNm)
			M ₊	M ₋	M ₀	As _{perdu}	Terpasang	As _{perdu}	Terpasang	M _r	M _r	
1	350x700	Tump.	331.670	294.211	1733.290	5D22	1537.590	5D22	363.010	363.810		
		Lap.		214.087			1118.250	3D22		219.315		
2	350x700	Tump.	357.510	321.073	1873.070	5D22	1677.380	5D22	362.439	363.239		
		Lap.		221.490			1174.160	4D22		292.237		
3	350x700	Tump.	356.580	319.581	1873.070	5D22	1677.380	5D22	362.439	363.239		
		Lap.		221.091			1174.160	4D22		292.237		
4	350x700	Tump.	344.860	301.456	1817.160	6D22	1593.510	5D22	362.667	363.582		
		Lap.		217.275			1146.210	4D22		292.328		
5	350x700	Tump.	313.040	282.493	1649.420	5D22	1481.680	4D22	363.353	291.231		
		Lap.		225.632			1174.160	4D22		292.237		
6	350x700	Tump.	279.910	233.956	1481.680	4D22	1230.080	4D22	291.231	292.054		
		Lap.		226.835			1202.120	4D22		292.146		
7	350x700	Tump.	249.330	185.454	1313.940	4D22	978.469	3D22	291.780	219.658		
		Lap.		213.234			1118.250	3D22		219.315		
8	350x700	Tump.	212.290	127.406	1118.250	3D22	670.950	2D22	219.315	146.942		
		Lap.		190.900			1034.380	3D22		219.521		
9	350x700	Tump.	183.290	44.015	950.513	3D22	476.253	2D22	219.726	147.262		
		Lap.		171.792			894.600	3D22		219.864		
10	350x700	Tump.	91.380	20.110	475.256	2D22	251.606	2D22	147.262	147.627		
		Lap.		76.053			419.353	2D22		147.353		

Tabel 6.11 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang 6m pada portal as-D dengan menggunakan beban penuh

Lantai	Dimensi Balok (mm)	Posisi	Momen Perlu (kNm)		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan (kNm)	
			M _u ⁺	M _u ⁻	As _{perlu}	Terpasang	As _{perlu}	Terpasang	M _u ⁺	M _u ⁻
1	350x700	Tump.	327.060	302.802	1733.290	5D22	1593.510	5D22	363.010	363.582
		Lap.		240.220		1258.030	4D22	1258.030	291.963	291.963
2	350x700	Tump.	352.730	332.027	1845.110	5D22	1733.290	5D22	362.553	363.010
		Lap.		248.889		1313.940	4D22	1313.940	291.780	291.780
3	350x700	Tump.	352.410	329.514	1845.110	5D22	1733.290	5D22	362.553	363.010
		Lap.		248.769		1313.940	4D22	1313.940	291.780	291.780
4	350x700	Tump.	341.690	311.861	1789.200	5D22	1649.420	5D22	362.781	363.353
		Lap.		244.578		1285.990	4D22	1285.990	291.871	291.871
5	350x700	Tump.	323.790	279.572	1705.330	5D22	1481.680	4D22	363.124	291.231
		Lap.		239.300		1258.030	4D22	1258.030	291.963	291.963
6	350x700	Tump.	290.620	235.221	1537.590	5D22	1230.080	4D22	363.810	292.054
		Lap.		241.101		1258.030	4D22	1258.030	291.963	291.963
7	350x700	Tump.	268.010	180.274	1397.810	4D22	960.513	3D22	291.505	219.726
		Lap.		220.240		1146.210	4D22	1146.210	292.326	292.326
8	350x700	Tump.	229.760	123.411	1202.120	4D22	642.994	2D22	292.146	146.987
		Lap.		207.144		1080.280	3D22	1080.280	219.304	219.304
9	350x700	Tump.	197.200	47.071	1034.300	3D22	531.169	2D22	219.521	147.170
		Lap.		185.705		978.469	3D22	978.469	218.658	218.658
10	350x700	Tump.	112.620	3.856	587.081	2D22	307.519	2D22	147.079	147.536
		Lap.		110.301		587.081	2D22	587.081	147.079	147.079

Tabel 6.13 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang 6m

pada portal as-II dengan menggunakan beban penuh

Dimensi	Balok	Lantai	Posisi	Momen Perlu		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan	
				M _u (kNm)	M _u (kNm)	As _{perlu}	Tersasang	As _{perlu}	Tersasang	M _r (kNm)	M _r (kNm)
300x600	1		Tump.	450.610	442.171	2902.500	6D25	2842.031	6D25	455.674	456.121
				Lap.	262.798		1672.969	4D25	309.842		
300x600	2		Tump.	441.020	430.119	2821.875	6D25	2761.406	6D25	456.270	456.717
				Lap.	261.784		1652.813	4D25	309.941		
300x600	3		Tump.	427.830	414.293	2741.250	6D25	2660.625	6D25	458.866	457.462
				Lap.	260.142		1652.813	4D25	309.941		
300x600	4		Tump.	411.570	394.349	2640.469	6D25	2519.531	6D25	457.611	458.505
				Lap.	258.363		1632.656	4D25	310.041		
300x600	5		Tump.	390.810	369.013	2499.375	6D25	2358.281	5D25	458.654	383.081
				Lap.	256.001		1612.500	4D25	310.140		
300x600	6		Tump.	373.360	341.021	2378.438	5D25	2176.875	5D25	382.957	384.198
				Lap.	253.966		1612.500	4D25	310.140		
300x600	7		Tump.	345.180	306.060	2197.031	5D25	1955.156	4D25	384.074	309.451
				Lap.	251.115		1592.344	4D25	310.239		
300x600	8		Tump.	304.850	272.316	1935.000	4D25	1733.438	4D25	308.551	309.544
				Lap.	254.165		1612.500	4D25	310.140		
300x600	9		Tump.	267.330	217.949	1693.125	4D25	1370.625	3D25	309.743	233.489
				Lap.	248.868		1572.188	4D25	310.339		
300x600	10		Tump.	186.270	87.158	1169.063	3D25	624.844	2D25	234.244	157.504
				Lap.	143.139		807.031	2D25	156.808		

Tabel 6.14 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang 6m pada portal as-A dengan menggunakan beban papan catur

Lantai	Dimensi Balok (mm)	Posisi	Momen Perlu (kNm)		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan (kNm)	
			M_u^-	M_u^+	As _{perlu}	Terpasang	As _{perlu}	Terpasang	M_R^-	M_R^+
1	350x700	Tump.	442,233	196,535	2342,810	5D25	1171,410	3D25	463,778	281,978
		Lap.		103,524			557,813	2D25		189,281
2	350x700	Tump.	476,676	213,239	2538,050	6D25	1256,080	3D25	555,296	281,713
		Lap.		102,324			529,922	2D25		189,340
3	350x700	Tump.	475,435	202,300	2510,160	6D25	1255,080	3D25	555,473	281,713
		Lap.		102,336			557,813	2D25		189,281
4	350x700	Tump.	459,811	192,141	2426,480	5D25	1199,300	3D25	463,336	281,889
		Lap.		102,324			529,922	2D25		189,340
5	350x700	Tump.	454,776	165,009	2314,920	5D25	1143,520	3D25	463,925	262,066
		Lap.		103,896			557,813	2D25		189,281
6	350x700	Tump.	399,877	117,217	2119,690	5D25	1059,840	3D25	464,956	282,331
		Lap.		106,868			557,813	2D25		109,201
7	350x700	Tump.	356,188	78,596	1868,670	4D25	946,281	2D25	373,025	188,456
		Lap.		106,376			557,813	2D25		189,281
8	350x700	Tump.	303,274	36,422	1589,770	4D25	808,828	2D25	374,203	188,751
		Lap.		107,996			585,703	2D25		189,222
9	350x700	Tump.	244,386	36,472	1282,970	3D25	641,484	2D25	201,024	189,104
		Lap.		110,696			585,703	2D25		189,222
10	350x700	Tump.	114,225	-	613,594	2D25	306,797	2D25	189,163	189,811
		Lap.		53,208			278,906	2D25		189,870

Tabel 6.15 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang 6m

pada portal as-D dengan menggunakan beban papan catur

Lantai	Dimensi Balok (mm)	Posisi	Momen Perlu (kNm)		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan (kNm)	
			M ₊	M ₋	As _{perlu}	As _{pasang}	As _{perlu}	As _{pasang}		
1	350x700	Tump.	444,874	184,987	2342,810	5D25	1171,410	3D25	463,778	281,978
			Lap.	113,036		613,594	2D25			189,163
2	350x700	Tump.	480,089	204,668	2538,050	6D25	1255,080	3D25	555,296	281,713
			Lap.	111,720		585,703	2D25			189,222
3	350x700	Tump.	479,476	202,029	2538,050	6D25	1255,080	3D25	555,296	281,713
			Lap.	111,716		585,703	2D25			189,222
4	350x700	Tump.	464,431	188,387	2454,380	6D25	1227,190	3D25	555,826	281,801
			Lap.	111,692		585,703	2D25			189,222
5	350x700	Tump.	439,723	163,083	2314,920	6D25	1171,410	3D25	463,925	281,978
			Lap.	113,384		613,594	2D25			189,163
6	350x700	Tump.	405,324	117,816	2147,580	5D25	1059,840	3D25	464,808	282,331
			Lap.	116,552		613,594	2D25			189,163
7	350x700	Tump.	362,174	77,624	1924,450	4D25	948,261	2D25	372,789	188,456
			Lap.	116,020		613,594	2D25			189,163
8	350x700	Tump.	309,263	34,063	1617,660	4D25	808,828	2D25	374,085	188,781
			Lap.	117,796		613,594	2D25			189,163
9	350x700	Tump.	263,331	-	1338,750	3D25	669,375	2D25	281,447	189,046
			Lap.	119,972		641,484	2D25			189,104
10	350x700	Tump.	136,992	-	725,156	2D25	362,578	2D25	188,928	189,693
			Lap.	82,092		446,250	2D25			189,517

Tabel 6.16 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang 6m

pada portal as-1 dengan menggunakan bahan papan catur

Dimensi Lantai	Balok (mm)	Posisi	Momen Perlu		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan (kNm)
			M _u ⁺ (kNm)	M _u ⁻ (kNm)	As _{perlu} Terpasang	As _{perlu} Terpasang	M _u ⁻ Terpasang	M _u ⁺ Terpasang	
1	300x600	Tump.	320,577	2539,688	6D25	2035,781	5D25	458,356	385,067
		Lap.	114,339	709,406	3D19	709,406	3D19	137,505	137,505
2	300x600	Tump.	309,435	2459,063	6D25	1975,313	5D25	458,952	385,440
		Lap.	114,415	709,406	3D19	709,406	3D19	137,505	137,505
3	300x600	Tump.	371,024	2578,438	6D25	1874,531	4D25	382,957	308,849
		Lap.	114,328	709,406	3D19	709,406	3D19	137,505	137,505
4	300x600	Tump.	277,045	2257,500	5D25	1753,594	4D25	383,702	309,445
		Lap.	114,339	709,406	3D19	709,406	3D19	137,505	137,505
5	300x600	Tump.	254,044	2096,250	6D25	1612,500	4D25	384,696	310,140
		Lap.	114,318	709,406	3D19	709,406	3D19	137,505	137,505
6	300x600	Tump.	229,145	1975,313	5D25	1451,250	3D25	285,440	233,201
		Lap.	114,273	709,406	3D19	709,406	3D19	137,505	137,505
7	300x600	Tump.	197,045	1753,594	4D25	1249,688	3D25	309,445	233,946
		Lap.	114,405	709,406	3D19	709,406	3D19	137,505	137,505
8	300x600	Tump.	160,149	1531,875	4D25	1007,813	3D25	310,537	234,840
		Lap.	114,349	709,406	3D19	709,406	3D19	137,505	137,505
9	300x600	Tump.	112,109	1249,688	3D25	705,469	2D25	233,946	157,305
		Lap.	114,210	709,406	3D19	709,406	3D19	137,505	137,505
10	300x600	Tump.	53,341	725,625	2D25	362,813	2D25	157,255	158,149
		Lap.	76,832	567,058	2D19	567,058	2D19	91,968	91,968

Tabel 6.17 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang 6m

pada portal as-II dengan menggunakan beban papan catur

Dimensi Balok (mm)	Posisi	Momen Perlu (kNm)		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan (kNm)	
		M _u ⁺	M _u ⁻	As _{perlu}	Terpasang	As _{perlu}	Terpasang	M _r ⁺	M _r ⁻
300x600	Tump.	399.056	3225.000	7D25	2559.844	6D25	528.839	458.207	233.573
	Lap.	212.546				3D25		233.573	
300x600	Tump.	388.095	3144.375	7D25	2479.219	6D25	529.534	458.803	233.573
	Lap.	212.546				3D25		233.573	
300x600	Tump.	373.708	3063.750	7D25	2378.438	5D25	530.229	382.957	233.573
	Lap.	212.679				3D25		233.573	
300x600	Tump.	474.609	373.708	7D25	2378.438	5D25	530.229	382.957	233.573
	Lap.	212.546				3D25		233.573	
300x600	Tump.	456.348	355.581	7D25	2277.656	5D25	531.272	383.578	233.573
	Lap.	212.546				3D25		233.573	
300x600	Tump.	433.433	332.548	6D25	2116.406	5D25	456.868	384.571	233.573
	Lap.	212.515				3D25		233.573	
300x600	Tump.	306.922	2660.625	6D25	1955.156	4D25	457.462	308.451	233.573
	Lap.	212.459				3D25		233.573	
300x600	Tump.	381.699	270.131	5D25	1753.594	4D25	382.584	309.445	233.573
	Lap.	212.668				3D25		233.573	
300x600	Tump.	345.019	238.151	5D25	1511.719	4D25	384.074	310.537	233.573
	Lap.	212.595				3D25		233.573	
300x600	Tump.	303.268	189.328	4D25	1189.219	3D25	308.551	234.169	233.573
	Lap.	212.409				3D25		233.573	
300x600	Tump.	185.768	100.567	3D25	645.000	2D25	234.244	157.454	233.573
	Lap.	143.139				2D25		156.808	

Tabel 6.18 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang gm

pada portal as-A dengan menggunakan beban penuh

Dimensi	Lantai	Balok	Posisi	Momen Perlu		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan (kNm)	
				M _u ⁺	M _u ⁻	As _{perlu}	Terpasang	As _{perlu}	Terpasang		
350x700	1		Tump.	378.890	342.878	2008.130	5D25	1812.890	4D25	465.545	373.260
			Lap.			184.563		978.469	3D22		219.658
350x700	2		Tump.	408.750	374.299	2175.470	5D25	1980.230	5D25	464.661	465.692
			Lap.			190.950		1004.060	3D25		282.508
350x700	3		Tump.	406.570	363.644	2147.580	5D25	1924.450	4D25	464.608	372.789
			Lap.			190.420		1004.060	3D25		282.508
350x700	4		Tump.	376.550	358.839	1980.230	5D25	1896.560	4D25	465.692	372.907
			Lap.			201.237		1059.840	3D25		282.331
350x700	5		Tump.	403.500	373.231	2147.580	5D25	1980.230	5D25	464.608	465.692
			Lap.			247.838		1310.860	3D25		281.536
350x700	6		Tump.	302.180	289.012	1589.770	4D25	1533.980	4D25	374.203	374.439
			Lap.			210.141		1115.630	3D25		282.154
350x700	7		Tump.	264.830	220.042	1394.630	3D25	1171.410	3D25	281.271	281.976
			Lap.			105.184		1031.950	3D25		282.419
350x700	8		Tump.	214.940	155.469	1143.620	3D25	808.828	2D25	282.066	188.751
			Lap.			185.719		978.172	2D25		188.397
350x700	9		Tump.	172.960	70.867	920.391	2D25	447.300	2D22	188.515	147.307
			Lap.			162.730		864.608	3D25		188.633
350x700	10		Tump.	97.060	18.712	603.213	2D22	251.606	2D22	147.216	147.627
			Lap.					447.300	2D22		147.307

Tabel 6.19 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang 8m pada portal as-D dengan menggunakan beban penuh

Lantai	Dimensi Balok (mm)	Posisi	Momen Perlu (kNm)		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan (kNm)	
			M_u^+	M_u^-	As _{perlu}	Terpasang	As _{perlu}	Terpasang	M_k^+	M_k^-
1	350x700	Tump.	375.730	350.965	1980.230	5D25	1840.780	4D25	465.692	373.143
		Lap.		277.198			1450.310	3D25		281.094
2	350x700	Tump.	404.660	395.370	2147.580	5D25	2036.020	5D25	484.898	485.397
		Lap.		286.890			1506.090	4D25		374.556
3	350x700	Tump.	403.710	376.603	2147.580	5D25	1980.230	5D25	464.808	465.692
		Lap.		286.527			1506.090	4D25		374.556
4	350x700	Tump.	390.810	355.270	2063.910	5D25	1868.670	4D25	465.250	373.025
		Lap.		281.450			1478.200	4D25		374.674
5	350x700	Tump.	359.520	327.552	1696.560	4D25	1729.220	4D25	372.907	373.614
		Lap.		295.433			1506.090	4D25		374.556
6	350x700	Tump.	331.080	275.380	1757.110	4D25	1450.310	3D25	373.496	281.094
		Lap.		276.815			1450.310	3D25		281.094
7	350x700	Tump.	295.760	212.621	1561.860	4D25	1115.630	3D25	374.321	262.154
		Lap.		261.097			1366.640	3D25		281.359
8	350x700	Tump.	259.670	138.095	1366.640	3D25	725.156	2D25	281.359	188.928
		Lap.		237.272			1255.080	3D25		261.713
9	350x700	Tump.	227.380	43.788	1199.300	3D25	613.584	2D25	261.889	189.163
		Lap.		206.596			1087.730	3D25		282.243
10	350x700	Tump.	146.580	-	780.938	2D25	390.469	2D25	188.810	189.634
		Lap.		123.560			641.464	2D25		189.104

Tabel 6.20 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang gm

pada portal as-I dengan menggunakan beban penuh

Lantai	Dimensi Balok (mm)	Posisi	Momen Perlu		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan (kNm)
			M _u ⁺ (kNm)	M _u ⁻ (kNm)	As _{perlu}	Terpasang	As _{perlu}	Terpasang	
1	350x700	Tump.	424,590	2314,920	5D25	2259,140	5D25	463,925	464,219
		Lap.	203,485			1059,840	3D25	282,331	
2	350x700	Tump.	422,627	2314,920	5D25	2231,250	5D25	463,925	464,367
		Lap.	203,377			1059,840	3D25	282,331	
3	350x700	Tump.	408,226	2259,140	5D25	2147,580	5D25	464,219	464,808
		Lap.	200,853			1059,840	3D25	282,331	
4	350x700	Tump.	379,773	2147,580	5D25	2008,130	5D25	464,808	465,545
		Lap.	197,540			1031,950	3D25	282,419	
5	350x700	Tump.	356,712	1980,230	5D25	1896,560	4D25	465,692	372,907
		Lap.	202,280			1059,840	3D25	282,331	
6	350x700	Tump.	319,723	1868,670	4D25	1673,440	4D25	373,025	373,850
		Lap.	197,936			1031,950	3D25	282,419	
7	350x700	Tump.	273,662	1673,440	4D25	1450,310	3D25	373,850	281,094
		Lap.	191,474			1004,060	3D25	282,508	
8	350x700	Tump.	233,353	1450,310	3D25	1227,190	3D25	281,094	281,801
		Lap.	194,033			1031,950	3D25	282,419	
9	350x700	Tump.	178,051	1143,620	3D25	948,281	2D25	282,066	188,456
		Lap.	198,250			1031,950	3D25	282,419	
10	350x700	Tump.	08,928	725,156	2D25	471,141	2D25	188,928	189,458
		Lap.	126,758			669,375	2D25	189,045	

Tabel 6.21 Tulangan *longitudinal* dan tahanan di muka kolom untuk bentang 8m

pada portal as-II dengan menggunakan beban penuh

Jantai	Dimensi Balok (mm)	Posisi	Momen Perlu		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan	
			M _u (kNm)	M _u (kNm)	As _{perlu}	Terpasang	As _{perlu}	Terpasang	M _r (kNm)	M _r (kNm)
1	350x700	Tump.	510,870	2956,410	7D25	2705,390	6D25	644,753	554,236	373,732
			321,294		4D25	1701,330				
2	350x700	Tump.	511,364	2956,410	7D25	2705,390	6D25	644,753	554,236	373,732
			321,591		4D25	1701,330				
3	350x700	Tump.	506,613	2816,960	6D25	2677,600	6D25	663,629	554,413	373,496
			331,724		4D25	1757,110				
4	350x700	Tump.	480,880	2705,390	6D25	2538,050	6D25	554,236	555,296	373,614
			327,984		4D25	1729,220				
5	350x700	Tump.	454,766	2565,940	6D25	2398,690	6D25	555,119	463,483	373,614
			329,166		4D25	1729,220				
6	350x700	Tump.	418,450	2454,380	6D25	2203,360	5D25	555,826	464,514	373,614
			329,375		4D25	1729,220				
7	350x700	Tump.	364,811	2231,250	5D25	2036,020	5D25	464,367	465,397	373,614
			329,375		4D25	1729,220				
8	350x700	Tump.	427,838	2370,700	5D25	2259,140	5D25	463,630	464,219	373,614
			262,381		3D25	1394,630				
9	350x700	Tump.	270,055	1968,670	4D25	1422,420	3D25	373,026	281,162	373,967
			311,759		4D25	1645,550				
10	350x700	Tump.	157,813	1255,080	3D25	836,719	2D25	281,713	160,692	373,967
			217,730		3D25	1143,620				

Tabel 6.22 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang 8m pada portal as-A dengan menggunakan beban payan catur

Lantai	Dimensi Balok (mm)	Posisi	Momen Perlu (kNm)		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan (kNm)	
			M_u^-	M_u^+	As _{perlu}	Terpasang	As _{perlu}	Terpasang	M_k^-	M_k^+
1	350x700	Tump.	461.716	259.851	2A54.375	6D25	1366.641	3D25	555.826	281.359
		Lap.		89.836			474.141	2D25		189.458
2	350x700	Tump.	498.598	294.513	2B49.609	6D25	1506.094	4D25	554.589	374.556
		Lap.		88.768			474.141	2D25		189.458
3	350x700	Tump.	495.601	276.427	2B21.719	6D25	1450.313	3D25	554.766	281.094
		Lap.		66.760			474.141	2D25		169.458
4	350x700	Tump.	476.316	258.733	2538.047	6D25	1366.641	3D25	555.296	281.359
		Lap.		88.756			474.141	2D25		189.458
5	350x700	Tump.	447.951	228.662	1370.703	5D25	1199.297	3D25	463.630	281.889
		Lap.		90.092			474.141	2D25		189.458
6	350x700	Tump.	407.459	183.744	2147.578	5D25	1067.734	3D25	464.809	282.243
		Lap.		92.628			502.031	2D25		189.399
7	350x700	Tump.	355.341	129.859	1868.672	4D25	948.281	2D25	373.025	188.456
		Lap.		92.188			502.031	2D25		189.399
8	350x700	Tump.	284.866	72.747	1561.875	4D25	780.938	2D25	374.321	188.810
		Lap.		93.608			502.031	2D25		189.399
9	350x700	Tump.	228.383	3.601	1199.297	3D25	613.593	2D25	281.889	189.163
		Lap.		95.464			502.031	2D25		189.399
10	350x700	Tump.	116.522	-	613.594	2D25	306.797	2D25	189.163	189.011
		Lap.		60.948			334.668	2D25		169.752

Tabel 6.23 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang sim

pada portal as-D dengan menggunakan beban payan catur

Dimensi	Posisi	Momen Perlu		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan (kNm)		
		M ₁ ⁺	M ₁ ⁻	As _{perlu}	Terpasang	As _{perlu}	Terpasang			
1	350x700	Tump.	509.991	216.704	2705.391	6D25	1338.750	3D25	554.236	281.447
		Lap.	131.060				697.266	2D25		188.986
2	350x700	Tump.	649.695	240.337	2928.516	6D25	1450.313	3D25	552.822	281.094
		Lap.	129.524				697.266	2D25		188.986
3	350x700	Tump.	648.232	232.158	2900.625	6D25	1450.313	3D25	552.999	281.094
		Lap.	129.524				697.266	2D25		188.986
4	350x700	Tump.	530.168	215.719	2816.953	6D25	1394.531	3D25	553.529	281.271
		Lap.	129.472				697.266	2D25		188.986
5	350x700	Tump.	601.225	165.976	2649.609	6D25	1310.859	3D25	554.589	281.536
		Lap.	131.360				697.266	2D25		188.986
6	350x700	Tump.	460.828	141.908	2454.375	6D25	1227.188	3D25	555.826	281.801
		Lap.	134.924				725.156	2D25		188.928
7	350x700	Tump.	410.181	66.054	2175.469	5D25	1067.734	3D25	464.661	263.243
		Lap.	134.300				697.266	2D25		158.986
8	350x700	Tump.	348.568	37.119	1840.781	4D25	920.391	2D25	373.143	188.515
		Lap.	136.298				725.156	2D25		188.928
9	350x700	Tump.	283.577	-	1606.094	4D25	763.047	2D25	374.556	188.669
		Lap.	138.672				725.156	2D25		188.928
10	350x700	Tump.	167.372	-	692.500	2D25	446.760	2D25	188.574	189.517
		Lap.	97.692				529.922	2D25		169.340

Tabel 6.24 Tulangan longitudinal dan tahanan di muka kolom untuk bentang 8m

pada portal as-1 dengan menggunakan beban papan cat

Dimensi Lantai Balok (mm)	Posisi	Momen Perlu (kNm)		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan (kNm)
		M _u ⁺	M _u ⁻	As _{perlu}	Terpasang	As _{perlu}	Terpasang	
350x700	Tump.	515,265	355,920	2733,281	6D25	1868,672	4D25	554,059
	Lap.	125,927		669,375	2D25	669,375	2D25	189,045
350x700	Tump.	613,320	354,174	2733,281	6D25	1868,672	4D25	554,059
	Lap.	125,927		669,375	2D25	669,375	2D25	189,045
350x700	Tump.	498,565	339,076	2649,609	5D25	1785,000	4D25	554,589
	Lap.	126,064		669,375	2D25	669,375	2D25	189,045
350x700	Tump.	476,410	316,945	2538,047	6D25	1673,438	4D25	555,296
	Lap.	126,937		669,375	2D25	669,375	2D25	189,045
350x700	Tump.	448,666	289,087	2370,703	5D25	1533,984	4D25	374,439
	Lap.	125,906		669,375	2D25	669,375	2D25	189,045
350x700	Tump.	423,524	256,793	2231,250	5D25	1366,641	3D25	464,367
	Lap.	125,871		669,375	2D25	669,375	2D25	189,045
350x700	Tump.	383,685	217,356	2036,016	5D25	1143,516	3D25	465,398
	Lap.	126,022		669,375	2D25	669,375	2D25	189,045
350x700	Tump.	340,755	174,165	1785,000	4D25	920,391	2D25	373,378
	Lap.	125,969		669,375	2D25	669,375	2D25	189,045
350x700	Tump.	289,443	115,094	1633,984	4D25	753,047	2D25	374,439
	Lap.	125,839		669,375	2D25	669,375	2D25	189,045
350x700	Tump.	177,609	63,207	948,281	2D25	306,797	2D25	188,456
	Lap.	87,604		474,141	2D25	474,141	2D25	189,458

Tabel 6.25 Tulangan *longitudinal* dan tahanan di muka kolom untuk bentang 8m pada portal as-II dengan menggunakan beban papan catur

Lantai	Dimensi Balok (mm)	Posisi	Momen Perlu (kNm)		Tulangan Atas		Tulangan Bawah		Momen Tahanan (kNm)	
			M_u^-	M_u^+	A_{Sperlu}	Terpasang	A_{Sperlu}	Terpasang	M_R^-	M_R^+
1	350x700	Tump.	652.542	430.322	3503.194	6D29	2279.856	4D29	735.173	497.069
		Lap.		223.130			1195.534	2D29		251.616
2	350x700	Tump.	652.419	430.716	3503.194	6D29	2279.856	4D29	735.173	497.069
		Lap.		223.347			1195.534	2D29		251.616
3	350x700	Tump.	637.827	415.507	3419.784	6D29	2196.447	4D29	735.885	497.543
		Lap.		223.154			1195.534	2D29		251.616
4	350x700	Tump.	615.786	393.514	3308.572	6D29	2085.234	4D29	736.833	498.175
		Lap.		223.154			1195.534	2D29		251.616
5	350x700	Tump.	588.635	366.183	3141.753	5D29	1946.219	3D29	615.212	374.224
		Lap.		223.109			1195.534	2D29		251.616
6	350x700	Tump.	567.019	334.560	3030.541	5D29	1779.400	3D29	616.003	374.935
		Lap.		223.056			1195.534	2D29		251.616
7	350x700	Tump.	528.683	296.990	2835.919	5D29	1584.778	3D29	617.385	375.765
		Lap.		223.305			1195.534	2D29		251.616
8	350x700	Tump.	488.220	256.193	2613.494	4D29	1362.353	3D29	495.172	376.713
		Lap.		223.231			1195.534	2D29		251.616
9	350x700	Tump.	443.074	200.396	2363.266	4D29	1167.731	2D29	496.595	251.695
		Lap.		223.069			1195.534	2D29		251.616
10	350x700	Tump.	293.496	106.467	1556.975	3D29	778.488	2D29	375.883	252.801
		Lap.		158.661			834.094	2D29		252.643

6.1.2 Desain Sengkang Balok

1. Momen Kapasitas Balok

Momen kapasitas balok adalah kuat momen nominal aktual balok yang dihitung terhadap luas tulangan yang sebenarnya ada pada penampang balok yang ditinjau yang dikalikan dengan nilai tertentu. Nilai momen kapasitas didapat dari rumusan berikut :

$$M_{kap} = \phi \cdot M_{nak} \quad (\text{Pers. 3-36})$$

Dimana $\phi = 1,25$ untuk $f_y \leq 400$ Mpa.

Sebagai contoh hitungan ditinjau pada elemen balok lantai 2, di bawah ini :

$$M_{nak}^- = 327,042 \text{ kNm} ; M_{kap}^- = 1,25 \cdot 327,042 = 408,8025 \text{ kNm}$$

$$M_{nak}^+ = 327,25 \text{ kNm} ; M_{kap}^+ = 1,25 \cdot 327,25 = 409,0625 \text{ kNm}$$

1. Gaya Geser Rencana Balok.

Gaya geser rencana balok didapatkan dari nilai terkecil dari persamaan berikut:

$$V_{u,b} = 0,70 \cdot \frac{M_{kap} + M_{kap}'}{ln} + 1,05 \cdot V_g \quad (\text{Pers. 3-39})$$

$$V_{u,b} = 1,05 \cdot (V_{D,b} + V_{L,b} + \frac{4,0}{K} \cdot V_{E,b}) \quad (\text{Pers. 3-40})$$

Sebagai contoh ditinjau pada lantai 2, di bawah ini :

$$M_{kap}^- = 408,8025 \text{ kNm} ; M_{kap}^+ = 409,0625 \text{ kNm}$$

$$V_D = 97,17 \text{ kN} ; V_L = -0,01 \text{ kN} ; V_E = 66,04 \text{ kN}$$

$$ln = 7,2 \text{ m}$$

$$V_{u,b,1} = 0,70 \cdot \frac{408,8025 + 409,0625}{7,2} + 1,05 \cdot 97,16 = 181,533 \text{ kN}$$

$$V_{u,b,2} = 1,05 \cdot (97,17 - 0,01 + \frac{4}{1} \cdot 66,04) = 379,386 \text{ kN}$$

dipakai

$$V_{u,b} = \left[1,05 \cdot V_g - 0,7 \cdot \phi_0 \left[\frac{M_{nak,b} + M_{nak,b'}}{ln} \right] \right] + \frac{ln - d}{ln} \times \left[V_{u,b} - \left[1,05 \cdot V_g - 0,7 \cdot \phi_0 \left[\frac{M_{nak} + M_{nak,b'}}{ln} \right] \right] \right]$$

$$V_{u,b} = \left[102 - 0,7 \cdot \left[\frac{408,803 + 409,063}{7,2} \right] \right] + \frac{7,2 - 0,641}{7,2} \times \left[181,5 - \left[102 - 0,7 \cdot \left[\frac{408,803 + 409,063}{7,2} \right] \right] \right]$$

$$V_{u,b} \text{ terpakai} = 167,386 \text{ kN}$$

2. Penulangan Geser Balok.

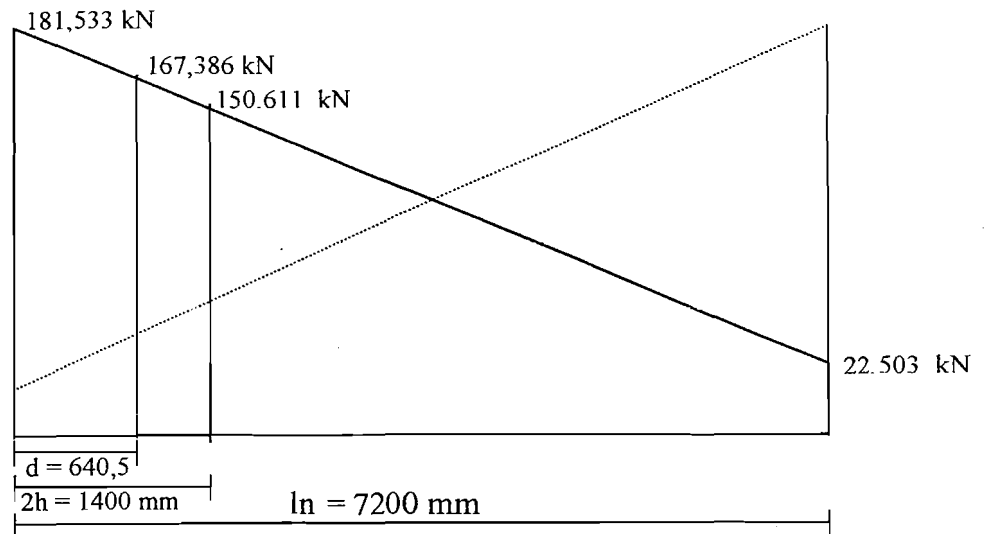
Ditinjau pada balok portal I pada lantai 1

a. Sepanjang daerah sendi plastis.

$$V_{u,b} \text{ terpakai} = 167,386 \text{ kN}$$

$$V_c = 0$$

$$V_s = \frac{V_{u,b}}{0,6} = \frac{167,386}{0,6} = 278,977 \text{ kN}$$



Gambar 6.3 Gaya geser pada penampang kritis dan daerah sendi plastis

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \Pi \cdot 10^2 \cdot 240 \cdot 640,5}{278,977 \cdot 10^3} = 86,553 \text{ mm}$$

syarat :

$$S \leq \frac{1}{4} \cdot d = \frac{1}{4} \cdot 640,5 = 160,125 \text{ mm}$$

Dipakai $\emptyset 10 - 85$

a. Diluar daerah sendi plastis

$$V_{u,b} \text{ terpakai} = 150,611 \text{ kN}$$

$$V_c = \left(\sqrt{f'_c / 6} \right) b \cdot d = \left(\sqrt{25 / 6} \right) 350 \cdot 640,5 = 186,8125 \text{ kN}$$

$$V_s = \frac{V_{u,b}}{0,6} - V_c = \frac{150,611}{0,6} - 186,8125 = 64,205 \text{ kN}$$

$$S = \frac{2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \Pi \cdot 10^2 \cdot 240 \cdot 640,5}{64,205 \cdot 10^3} = 376,0841 \text{ mm}$$

syarat :

$$S < \frac{1}{2}.d = \frac{1}{2}.640,5 = 320,25 \text{ mm}$$

Dipakai $\emptyset 10 - 320 \text{ mm}$

Tabel 6.26 Tulangan geser di muka kolom untuk bentang 4m pada portal as A

Ltn	Elm	Mn-	Mn+	Vmaks	1.05Vg	Vplastis	Vluar	Splastis	Sluar
1	269	272.791	273.05	403.05	101.70	169.86	152.37	$\phi 10 - 85$	$\phi 10 - 320$
	277	272.79	273.05	404.13	103.08	171.24	153.75	$\phi 10 - 80$	$\phi 10 - 320$
2	306	327.042	327.25	430.92	103.32	185.03	164.06	$\phi 10 - 75$	$\phi 10 - 275$
	314	327.042	327.25	428.82	101.47	183.18	162.21	$\phi 10 - 75$	$\phi 10 - 285$
3	343	272.791	272.96	424.86	104.19	172.34	154.85	$\phi 10 - 80$	$\phi 10 - 320$
	351	272.791	272.96	421.05	100.59	167.29	150.73	$\phi 10 - 85$	$\phi 10 - 320$
4	380	272.962	273.39	405.65	104.97	171.75	155.17	$\phi 10 - 80$	$\phi 10 - 320$
	388	272.962	273.39	400.23	99.80	166.58	150.00	$\phi 10 - 85$	$\phi 10 - 320$
5	417	273.304	273.39	379.10	104.84	170.25	154.53	$\phi 10 - 85$	$\phi 10 - 320$
	425	273.304	273.39	374.00	99.95	165.37	149.64	$\phi 10 - 85$	$\phi 10 - 320$
6	454	218.917	219.53	332.58	104.06	156.52	143.91	$\phi 10 - 90$	$\phi 10 - 320$
	462	218.917	219.53	329.08	100.73	153.19	140.58	$\phi 10 - 90$	$\phi 10 - 320$
7	491	219.327	219.4	288.11	104.86	157.36	144.74	$\phi 10 - 90$	$\phi 10 - 320$
	499	219.327	219.4	282.95	99.91	152.41	139.79	$\phi 10 - 95$	$\phi 10 - 320$
8	528	164.803	164.8	238.71	104.44	143.87	134.39	$\phi 10 - 100$	$\phi 10 - 320$
	536	164.803	164.8	234.41	100.35	139.79	130.31	$\phi 10 - 100$	$\phi 10 - 320$
9	565	165.008	165.06	179.82	103.76	143.26	133.76	$\phi 10 - 100$	$\phi 10 - 320$
	573	165.008	165.06	177.33	101.01	140.51	131.02	$\phi 10 - 100$	$\phi 10 - 320$
10	602	110.381	110.59	92.56	61.44	87.26	80.97	$\phi 10 - 160$	$\phi 10 - 320$
	610	110.381	110.59	92.61	61.03	87.27	80.94	$\phi 10 - 160$	$\phi 10 - 320$

Tabel 6.27 Tulangan geser di muka kolom untuk bentang 4m pada portal as D

Ltn	Elm	Mn-	Mn+	V _{umaks}	1.05V _g	V _{plastis}	V _{luar}	S _{plastis}	S _{luar}
1	272	326.939	327.04	444.07	142.72	224.39	203.43	φ10 – 60	φ10 – 155
	280	326.939	324.04	446.52	145.46	226.76	205.90	φ10 – 60	φ10 – 150
2	309	326.734	326.84	472.32	144.72	226.34	205.39	φ10 – 60	φ10 – 155
	317	326.734	326.84	470.80	143.45	225.07	204.12	φ10 – 60	φ10 – 155
3	346	326.939	326.94	466.39	145.72	227.38	206.43	φ10 – 60	φ10 – 150
	354	326.939	326.94	462.91	142.45	222.37	202.53	φ10 – 65	φ10 – 160
4	383	327.247	272.79	447.30	146.62	219.96	201.75	φ10 – 65	φ10 – 160
	391	327.247	272.79	441.98	141.55	214.89	196.68	φ10 – 65	φ10 – 170
5	420	272.962	273.05	420.56	146.30	211.63	195.93	φ10 – 65	φ10 – 170
	428	272.962	273.05	415.93	141.88	207.22	191.51	φ10 – 65	φ10 – 180
6	457	273.219	273.3	373.62	145.10	210.49	194.77	φ10 – 65	φ10 – 175
	465	273.219	273.3	371.42	143.07	208.47	192.75	φ10 – 65	φ10 – 175
7	491	218.917	218.99	329.34	146.09	198.49	185.90	φ10 – 70	φ10 – 195
	502	218.917	218.99	325.11	142.08	194.47	181.88	φ10 – 70	φ10 – 205
8	531	219.259	219.33	279.70	145.43	197.91	185.29	φ10 – 70	φ10 – 195
	538	219.259	219.33	276.82	142.75	195.23	182.62	φ10 – 70	φ10 – 205
9	568	219.532	164.7	220.70	144.63	190.61	179.56	φ10 – 75	φ10 – 210
	576	219.532	164.7	219.85	143.54	189.51	178.46	φ10 – 75	φ10 – 215
10	605	110.142	110.48	126.85	95.73	121.56	115.27	φ10 – 115	φ10 – 320
	613	110.142	110.48	131.49	99.91	126.16	119.83	φ10 – 110	φ10 – 320

Tabel 6.28 Tulangan geser di muka kolom untuk bentang 4m pada portal as I

Ltn	Elm	Mn-	Mn+	V _{umaks}	1.05V _g	V _{plastis}	V _{luar}	S _{plastis}	S _{luar}
1	250	92.086	92.205	727.94	51.53	74.55	68.64	φ10 – 160	φ10 – 320
	251	92.086	92.205	726.29	51.56	74.58	68.67	φ10 – 160	φ10 – 320
2	287	92.116	92.205	682.41	51.49	74.50	68.60	φ10 – 160	φ10 – 320
	288	92.116	92.205	681.60	51.56	74.58	68.67	φ10 – 160	φ10 – 320
3	324	92.175	69.22	647.76	51.53	71.68	66.51	φ10 – 160	φ10 – 320
	325	92.175	69.22	647.16	51.56	71.29	66.39	φ10 – 160	φ10 – 320
4	361	69.22	69.332	605.28	51.51	68.44	64.24	φ10 – 160	φ10 – 320
	362	69.22	69.332	604.66	51.56	68.49	64.29	φ10 – 160	φ10 – 320
5	398	69.287	69.421	548.58	51.51	68.10	64.11	φ10 – 160	φ10 – 320
	399	69.287	69.421	548.00	51.56	68.16	64.17	φ10 – 160	φ10 – 320
6	435	69.443	46.369	477.32	51.53	65.39	62.05	φ10 – 160	φ10 – 320
	436	69.443	46.369	476.69	51.56	65.42	62.09	φ10 – 160	φ10 – 320
7	472	46.359	46.458	402.52	51.44	62.55	59.88	φ10 – 160	φ10 – 320
	473	46.369	46.458	401.55	51.56	62.67	60.00	φ10 – 160	φ10 – 320
8	509	46.444	46.462	309.77	51.47	62.59	59.92	φ10 – 160	φ10 – 320
	510	46.444	46.462	308.39	51.56	62.68	60.01	φ10 – 160	φ10 – 320
9	546	46.548	46.621	194.28	51.52	62.67	59.99	φ10 – 160	φ10 – 320
	547	46.548	46.621	193.23	51.56	62.71	60.03	φ10 – 160	φ10 – 320
10	583	46.607	46.651	89.48	38.78	49.94	47.26	φ10 – 160	φ10 – 320
	584	46.607	46.651	89.33	38.84	50.00	47.32	φ10 – 160	φ10 – 320

Tabel 6.29 Tulangan geser di muka kolom untuk bentang 4m pada portal as II

Ltn	Elm	Mn-	Mn+	Vmaks	1.05Vg	Vplastis	Vluar	Splastis	Sluar
1	257	69.176	69.22	758.29	81.88	99.16	94.73	φ10 - 145	φ10 - 320
	258	69.176	69.22	756.67	81.94	99.23	94.79	φ10 - 145	φ10 - 320
2	294	69.22	69.265	712.74	81.81	99.11	94.67	φ10 - 145	φ10 - 320
	295	69.22	69.265	711.99	81.94	99.24	94.80	φ10 - 145	φ10 - 320
3	331	69.287	69.309	678.09	81.86	99.17	94.73	φ10 - 145	φ10 - 320
	332	69.287	69.309	677.55	81.94	98.88	94.68	φ10 - 145	φ10 - 320
4	368	69.354	69.421	635.60	81.83	98.80	94.59	φ10 - 145	φ10 - 320
	369	69.354	69.421	635.04	81.94	98.90	94.69	φ10 - 145	φ10 - 320
5	405	46.31	46.355	578.90	81.83	92.92	90.26	φ10 - 155	φ10 - 320
	406	46.31	46.355	578.38	81.94	93.03	90.37	φ10 - 155	φ10 - 320
6	442	46.325	46.458	507.67	81.87	92.97	90.31	φ10 - 155	φ10 - 320
	443	46.325	46.458	507.07	81.94	93.05	90.38	φ10 - 155	φ10 - 320
7	479	46.399	46.548	432.88	81.80	92.92	90.25	φ10 - 155	φ10 - 320
	480	46.399	46.548	431.93	81.94	93.07	90.39	φ10 - 155	φ10 - 320
8	516	46.458	46.577	340.17	81.87	93.01	90.33	φ10 - 155	φ10 - 320
	517	46.458	46.577	336.77	81.94	93.08	90.40	φ10 - 155	φ10 - 320
9	553	46.533	46.622	224.73	81.97	93.12	90.44	φ10 - 155	φ10 - 320
	554	46.533	46.622	223.61	81.94	93.09	90.41	φ10 - 155	φ10 - 320
10	590	46.533	46.622	116.23	65.53	76.68	74.00	φ10 - 160	φ10 - 320
	591	46.533	46.622	115.99	65.51	76.66	73.98	φ10 - 160	φ10 - 320

Tabel 6.30 Tulangan geser di muka kolom untuk bentang 6m pada portal as A

Ltn	Elm	Mn-	Mn+	Vmaks	1.05Vg	Vplastis	Vluar	Splastis	Sluar
1	283	363.01	363.81	450.80	115.51	206.28	182.98	φ10 - 70	φ10 - 200
	298	363.01	363.81	453.22	116.63	207.40	184.11	φ10 - 65	φ10 - 200
2	355	362.439	363.24	481.95	117.47	208.09	184.84	φ10 - 65	φ10 - 195
	370	362.439	363.24	481.50	114.67	205.30	182.04	φ10 - 70	φ10 - 205
3	427	362.439	363.24	475.49	118.58	209.20	185.94	φ10 - 65	φ10 - 195
	442	362.439	363.24	473.76	113.57	202.26	180.24	φ10 - 70	φ10 - 210
4	499	362.667	363.58	454.58	119.54	208.31	186.27	φ10 - 65	φ10 - 195
	514	362.667	363.58	451.66	112.60	201.36	179.32	φ10 - 70	φ10 - 215
5	571	363.353	292.24	425.59	119.45	197.90	179.04	φ10 - 70	φ10 - 215
	586	363.353	292.24	423.41	112.69	191.14	172.28	φ10 - 75	φ10 - 240
6	643	291.231	292.15	374.78	118.62	188.43	171.65	φ10 - 75	φ10 - 240
	658	291.231	292.15	374.76	113.52	183.33	166.54	φ10 - 75	φ10 - 265
7	715	291.78	219.66	326.06	119.59	180.78	166.07	φ10 - 80	φ10 - 265
	730	291.78	219.66	324.61	112.56	173.75	159.04	φ10 - 80	φ10 - 305
8	787	219.315	219.52	271.84	119.13	171.64	159.01	φ10 - 80	φ10 - 305
	802	219.315	219.52	271.48	113.02	165.53	152.90	φ10 - 85	φ10 - 320
9	859	219.726	219.86	206.34	118.06	170.66	158.02	φ10 - 80	φ10 - 315
	874	219.726	219.86	208.71	114.08	166.68	154.04	φ10 - 85	φ10 - 320
10	931	147.262	147.63	92.16	55.74	85.51	77.63	φ10 - 160	φ10 - 320
	946	147.262	147.63	92.46	50.58	85.35	76.93	φ10 - 160	φ10 - 320

Tabel 6.31 Tulangan geser di muka kolom untuk bentang 6m pada portal as D

Ltn	Elm	Mn-	Mn+	Vmaks	1.05Vg	Vplastis	Vluar	Splastis	Sluar
1	289	363.01	363.58	459.33	124.80	215.54	192.25	φ10 - 65	φ10 - 180
	304	363.01	363.58	463.85	126.50	217.24	193.95	φ10 - 65	φ10 - 175
2	361	362.553	363.01	489.99	126.77	217.38	194.13	φ10 - 65	φ10 - 175
	376	362.553	363.01	492.62	124.54	215.15	191.89	φ10 - 65	φ10 - 180
3	433	362.553	363.01	483.11	127.84	218.45	195.19	φ10 - 65	φ10 - 170
	448	362.553	363.01	485.30	123.47	212.15	190.14	φ10 - 65	φ10 - 185
4	505	362.781	363.35	461.79	128.78	217.52	195.49	φ10 - 65	φ10 - 170
	520	362.781	363.35	463.60	122.52	211.27	189.24	φ10 - 65	φ10 - 185
5	577	363.124	291.96	432.48	128.61	207.00	188.16	φ10 - 65	φ10 - 190
	592	363.124	291.96	435.68	122.70	201.08	182.24	φ10 - 70	φ10 - 205
6	649	363.81	292.05	381.36	127.68	206.16	187.29	φ10 - 70	φ10 - 190
	664	363.81	292.05	387.35	123.64	202.11	183.25	φ10 - 70	φ10 - 200
7	721	291.505	292.33	332.44	128.66	198.52	181.73	φ10 - 70	φ10 - 205
	736	291.505	292.33	337.44	122.65	192.51	175.72	φ10 - 75	φ10 - 225
8	793	292.146	219.38	278.03	128.13	189.34	174.62	φ10 - 75	φ10 - 230
	808	292.146	219.38	284.45	123.17	184.38	169.66	φ10 - 75	φ10 - 250
9	865	219.521	219.66	212.79	127.44	179.99	167.36	φ10 - 80	φ10 - 260
	879	219.521	219.66	221.43	123.87	176.42	163.78	φ10 - 80	φ10 - 280
10	937	147.079	147.54	115.32	81.38	108.88	101.25	φ10 - 130	φ10 - 320
	952	147.079	147.54	126.28	81.93	117.18	108.71	φ10 - 120	φ10 - 320

Tabel 6.32 Tulangan geser di muka kolom untuk bentang 6m pada portal as I

Ltn	Elm	Mn-	Mn+	Vmaks	1.05Vg	Vplastis	Vluar	Splastis	Sluar
1	246	382.708	384.45	686.11	49.06	144.86	120.28	φ10 - 100	φ10 - 320
	247	382.708	384.45	684.78	49.07	144.87	120.29	φ10 - 100	φ10 - 320
2	318	383.205	384.82	669.09	49.00	144.91	120.30	φ10 - 95	φ10 - 320
	319	383.205	384.82	667.56	49.07	144.96	120.37	φ10 - 95	φ10 - 320
3	390	383.702	385.44	647.00	49.05	145.10	120.45	φ10 - 95	φ10 - 320
	391	383.702	385.44	645.97	49.07	143.07	119.74	φ10 - 100	φ10 - 320
4	462	384.447	308.95	619.10	49.04	133.78	112.74	φ10 - 105	φ10 - 320
	463	384.447	308.95	617.92	49.07	133.81	112.78	φ10 - 105	φ10 - 320
5	534	385.316	309.74	583.67	49.05	132.22	112.22	φ10 - 105	φ10 - 320
	535	385.316	309.74	582.59	49.07	132.24	112.24	φ10 - 105	φ10 - 320
6	606	309.147	310.24	538.62	49.07	123.18	105.37	φ10 - 115	φ10 - 320
	607	309.147	310.24	537.74	49.07	123.18	105.37	φ10 - 115	φ10 - 320
7	678	233.499	234.47	491.35	48.97	104.96	91.50	φ10 - 135	φ10 - 320
	679	233.499	234.47	489.73	49.07	105.06	91.60	φ10 - 135	φ10 - 320
8	750	233.499	234.32	436.58	49.00	104.98	91.52	φ10 - 135	φ10 - 320
	751	233.499	234.32	435.30	49.07	105.05	91.59	φ10 - 135	φ10 - 320
9	822	234.467	157.01	365.13	49.04	95.88	84.62	φ10 - 150	φ10 - 320
	823	234.467	157.01	364.78	49.07	95.91	84.65	φ10 - 150	φ10 - 320
10	894	157.355	158.15	219.16	33.86	71.61	62.53	φ10 - 160	φ10 - 320
	895	157.355	158.15	219.74	33.93	71.68	62.61	φ10 - 160	φ10 - 320

Tabel 6.33 Tulangan geser di muka kolom untuk bentang 6m pada portal as II

Ltn	Elm	Mn-	Mn+	Vmaks	1.05Vg	Vplastis	Vluar	Splastis	Sluar
1	260	455.67	456.1	928.03	66.06	179.93	150.71	φ10 - 80	φ10 - 320
	261	455.67	456.1	926.63	66.09	179.96	150.74	φ10 - 80	φ10 - 320
2	332	456.27	456.7	911.29	65.99	180.01	150.75	φ10 - 80	φ10 - 320
	333	456.27	456.7	859.72	66.09	180.11	150.85	φ10 - 80	φ10 - 320
3	404	456.87	457.5	888.93	66.06	180.25	150.94	φ10 - 80	φ10 - 320
	405	456.87	457.5	887.82	66.09	177.84	150.10	φ10 - 80	φ10 - 320
4	476	457.61	458.5	861.06	66.04	178.01	150.21	φ10 - 80	φ10 - 320
	477	457.61	458.5	779.55	66.09	178.06	150.26	φ10 - 80	φ10 - 320
5	548	458.65	383.1	825.59	66.06	166.78	142.57	φ10 - 85	φ10 - 320
	549	458.65	383.1	824.44	66.09	166.81	142.60	φ10 - 85	φ10 - 320
6	620	382.96	384.2	780.43	66.09	157.89	135.82	φ10 - 90	φ10 - 320
	621	382.96	384.2	677.11	66.09	157.89	135.82	φ10 - 90	φ10 - 320
7	692	384.07	310.2	733.73	65.97	149.05	129.08	φ10 - 95	φ10 - 320
	693	384.07	310.2	731.54	66.09	149.17	129.20	φ10 - 95	φ10 - 320
8	764	308.55	310.1	678.75	66.01	140.04	122.25	φ10 - 100	φ10 - 320
	765	308.55	310.1	677.11	66.09	140.12	122.33	φ10 - 100	φ10 - 320
9	836	309.74	310.3	607.10	66.05	140.25	122.41	φ10 - 100	φ10 - 320
	837	309.74	310.3	606.63	66.09	140.29	122.45	φ10 - 100	φ10 - 320
10	908	234.24	157.5	386.56	48.29	95.17	83.90	φ10 - 150	φ10 - 320
	909	234.24	157.5	386.92	48.40	95.27	84.00	φ10 - 150	φ10 - 320

Tabel 6.34 Tulangan geser di muka kolom untuk bentang 8m pada portal as A

Ltn	Elm	Mn-	Mn+	Vmaks	1.05Vg	Vplastis	Vluar	Splastis	Sluar
1	283	465.545	373.26	487.84	101.65	206.41	179.52	φ10 - 70	φ10 - 210
	298	465.55	373.26	491.53	103.07	207.82	180.94	φ10 - 65	φ10 - 210
2	355	464.661	465.692	522.75	103.21	219.39	189.58	φ10 - 65	φ10 - 185
	370	464.661	465.692	524.96	101.40	217.06	187.84	φ10 - 65	φ10 - 190
3	427	464.808	372.789	514.61	104.06	208.66	181.82	φ10 - 65	φ10 - 205
	442	464.81	372.789	516.55	100.62	202.99	177.58	φ10 - 70	φ10 - 220
4	499	465.692	372.907	489.84	104.82	207.31	181.87	φ10 - 65	φ10 - 205
	514	465.692	372.907	491.51	99.86	202.36	176.91	φ10 - 70	φ10 - 220
5	571	464.808	465.692	456.08	104.67	216.01	189.24	φ10 - 65	φ10 - 185
	586	464.808	465.692	458.94	100.01	211.35	184.59	φ10 - 65	φ10 - 195
6	643	374.203	374.439	397.31	103.89	193.47	171.94	φ10 - 70	φ10 - 240
	658	374.203	374.439	402.45	100.80	190.38	168.85	φ10 - 75	φ10 - 255
7	715	281.271	281.978	340.22	104.68	172.08	155.88	φ10 - 80	φ10 - 320
	730	281.271	281.978	344.56	100.00	167.39	151.19	φ10 - 85	φ10 - 320
8	787	282.066	188.751	277.29	104.25	160.59	147.04	φ10 - 90	φ10 - 320
	802	282.066	188.751	282.80	100.44	156.78	143.23	φ10 - 90	φ10 - 320
9	859	188.515	188.633	201.68	103.57	148.70	137.85	φ10 - 95	φ10 - 320
	874	188.515	188.633	209.36	101.12	146.25	135.40	φ10 - 95	φ10 - 320
10	931	147.216	147.627	100.43	61.33	93.56	85.42	φ10 - 150	φ10 - 320
	946	147.216	147.627	108.93	61.05	96.33	87.85	φ10 - 150	φ10 - 320

Tabel 6.35 Tulangan geser di muka kolom untuk bentang 8m pada portal as D

Ltn	Elm	Mn-	Mn+	Vmaks	1.05Vg	Vplastis	Vluar	Splastis	Sluar
1	289	465.692	373.143	527.93	142.46	247.21	220.33	φ10 - 55	φ10 - 130
	304	465.692	373.143	534.31	145.18	249.93	223.05	φ10 - 55	φ10 - 130
2	361	464.808	465.397	562.82	144.46	260.63	230.81	φ10 - 55	φ10 - 120
	376	464.808	465.397	567.83	143.16	259.33	229.52	φ10 - 55	φ10 - 120
3	433	464.808	465.692	554.46	145.47	261.67	231.85	φ10 - 55	φ10 - 120
	448	464.808	465.692	559.65	142.17	255.89	227.66	φ10 - 55	φ10 - 125
4	505	465.25	374.674	529.53	146.36	249.02	223.53	φ10 - 55	φ10 - 125
	520	465.25	374.674	534.76	141.26	243.92	218.43	φ10 - 55	φ10 - 135
5	577	372.907	374.556	495.40	146.04	235.48	213.98	φ10 - 60	φ10 - 140
	592	372.907	374.556	502.62	141.58	231.02	209.52	φ10 - 60	φ10 - 145
6	649	373.496	281.094	435.96	144.85	223.18	204.35	φ10 - 60	φ10 - 155
	664	373.496	281.094	446.68	142.77	221.10	202.27	φ10 - 65	φ10 - 160
7	721	374.321	282.154	378.87	145.85	224.40	205.52	φ10 - 60	φ10 - 155
	736	374.321	282.154	388.91	141.78	220.33	201.45	φ10 - 65	φ10 - 160
8	793	281.359	281.713	315.58	145.19	212.57	196.37	φ10 - 65	φ10 - 170
	808	281.359	281.713	327.41	142.44	209.82	193.62	φ10 - 65	φ10 - 175
9	865	281.889	282.243	239.73	144.39	211.90	195.67	φ10 - 65	φ10 - 170
	879	281.889	282.243	254.23	143.23	210.73	194.50	φ10 - 65	φ10 - 175
10	937	188.81	189.634	132.33	95.54	124.64	115.52	φ10 - 115	φ10 - 320
	952	188.81	189.634	149.82	99.63	141.00	130.54	φ10 - 100	φ10 - 320

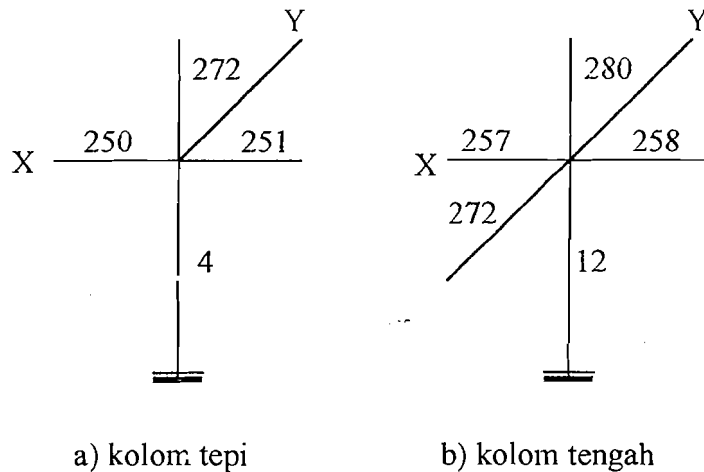
Tabel 6.36 Tulangan geser di muka kolom untuk bentang 8m pada portal as I

Ltn	Elm	Mn-	Mn+	Vmaks	1.05Vg	Vplastis	Vluar	Splastis	Sluar
1	246	463.925	464.219	607.62	72.96	188.87	159.12	φ10 - 75	φ10 - 305
	247	463.925	464.219	606.58	72.97	188.88	159.13	φ10 - 75	φ10 - 305
2	318	463.925	464.367	605.66	72.89	188.82	159.07	φ10 - 75	φ10 - 305
	319	463.925	464.367	604.27	72.97	188.90	159.15	φ10 - 75	φ10 - 305
3	390	464.219	464.808	588.55	72.96	188.98	159.21	φ10 - 75	φ10 - 305
	391	464.219	464.808	587.72	72.97	186.51	158.33	φ10 - 75	φ10 - 310
4	462	464.808	465.545	563.98	72.96	186.67	158.44	φ10 - 75	φ10 - 310
	463	464.808	465.545	563.11	72.97	186.68	158.45	φ10 - 75	φ10 - 310
5	534	465.692	372.907	533.01	72.98	173.33	149.20	φ10 - 80	φ10 - 320
	535	465.692	372.907	532.28	72.97	173.32	149.19	φ10 - 80	φ10 - 320
6	606	373.025	373.85	493.01	73.01	162.38	140.89	φ10 - 85	φ10 - 320
	607	373.025	373.85	492.42	72.97	162.34	140.86	φ10 - 85	φ10 - 320
7	678	373.85	282.508	450.67	72.92	151.46	132.58	φ10 - 95	φ10 - 320
	679	373.85	282.508	449.58	72.97	151.51	132.63	φ10 - 95	φ10 - 320
8	750	281.094	282.419	403.90	72.94	140.37	124.16	φ10 - 100	φ10 - 320
	751	281.094	282.419	403.17	72.97	140.40	124.19	φ10 - 100	φ10 - 320
9	822	282.066	282.419	340.14	72.93	140.48	124.24	φ10 - 100	φ10 - 320
	823	282.066	282.419	340.22	72.97	140.52	124.28	φ10 - 100	φ10 - 320
10	894	188.928	189.458	215.66	51.11	96.38	85.50	φ10 - 150	φ10 - 320
	895	188.928	189.458	215.91	51.23	96.51	85.62	φ10 - 150	φ10 - 320

Tabel 6.37 Tulangan geser di muka kolom untuk bentang 8m pada portal as II

Ltn	Elm	Mn-	Mn+	Vmaks	1.05Vg	Vplastis	Vluar	Splastis	Sluar
1	260	644.753	554.236	806.87	103.04	252.77	214.35	φ10 - 55	φ10 - 140
	261	644.753	554.236	805.79	103.05	252.78	214.36	φ10 - 55	φ10 - 140
2	332	644.753	554.236	807.20	102.94	252.67	214.25	φ10 - 55	φ10 - 140
	333	644.753	554.236	805.50	103.05	252.78	214.36	φ10 - 55	φ10 - 140
3	404	553.529	554.413	789.91	103.04	241.40	205.89	φ10 - 60	φ10 - 150
	405	553.529	554.413	789.04	103.05	238.46	204.84	φ10 - 60	φ10 - 155
4	476	554.236	555.296	765.46	103.04	238.64	204.98	φ10 - 60	φ10 - 155
	477	554.236	555.296	764.55	103.05	238.65	204.99	φ10 - 60	φ10 - 155
5	548	555.119	463.483	735.04	103.07	224.95	195.65	φ10 - 60	φ10 - 170
	549	555.119	463.483	734.31	103.05	224.93	195.63	φ10 - 60	φ10 - 170
6	620	555.826	464.514	696.05	103.10	225.19	195.84	φ10 - 60	φ10 - 170
	621	555.826	464.514	695.63	103.05	225.14	195.79	φ10 - 60	φ10 - 170
7	692	464.367	465.397	655.71	102.99	214.24	187.50	φ10 - 65	φ10 - 190
	693	464.367	465.397	654.34	103.05	214.30	187.56	φ10 - 65	φ10 - 190
8	764	463.63	464.219	611.34	103.02	214.04	187.35	φ10 - 65	φ10 - 190
	765	463.63	464.219	610.41	103.05	214.07	187.38	φ10 - 65	φ10 - 190
9	836	373.025	373.967	669.63	103.01	192.39	170.91	φ10 - 75	φ10 - 245
	837	373.025	373.967	669.80	103.05	192.43	170.95	φ10 - 75	φ10 - 245
10	908	281.713	282.066	506.53	77.46	144.92	128.70	φ10 - 95	φ10 - 320
	909	281.713	282.066	507.12	77.67	145.13	128.91	φ10 - 95	φ10 - 320

6.1.3 Desain Penulangan Kolom akibat Beban Lentur dan Aksial



Momen rencana kolom dihitung berdasarkan pada anggapan bahwa sendi plastis terjadi pada muka ujung-ujung balok pertemuan antara balok dan kolom. Dalam hal ini momen kapasitas balok diperhitungkan sebagai momen rencana yang bekerja pada kolom setelah sebelumnya dikalikan dengan beberapa faktor.

Dalam tugas akhir ini, karena gempa arah X maupun arah Y ditahan oleh struktur portal rangka terbuka, maka menurut Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung 1987, gaya aksial dan momen rencana untuk kolom harus diperhitungkan pula 30 % arah tegak lurus nya. Oleh karena itu, untuk menyederhanakan perhitungan pada tugas akhir ini, 30 % arah tegak lurus dari sumbu utama yang ditinjau dijumlahkan secara aljabar agar tetap dapat digunakan rumus-rumus uniaksial yang ada.

1. Momen rencana kolom

a. Momen rencana kolom lantai 1 portal as-A untuk bentang 4m (elemen 1)

$$\phi_0 = 1,25 \text{ untuk } f_y \leq 400 \text{ Mpa}$$

$$K = 1$$

$$\omega_d = 1$$

$$l_{bx} = 4,00 \text{ m}$$

$$l_{nbx} = 3,40 \text{ m}$$

$$l_{bx}/l_{nbx} = 4,0/3,4 = 1,1765$$

$$l_{by} = 8,0 \text{ m}$$

$$l_{nby} = 7,2 \text{ m}$$

$$l_{by}/l_{nby} = 8/7,2 = 1,1111$$

$$h_{kolom} = 5,0 \text{ m}$$

$$h_n \text{ kolom} = 4,65 \text{ m}$$

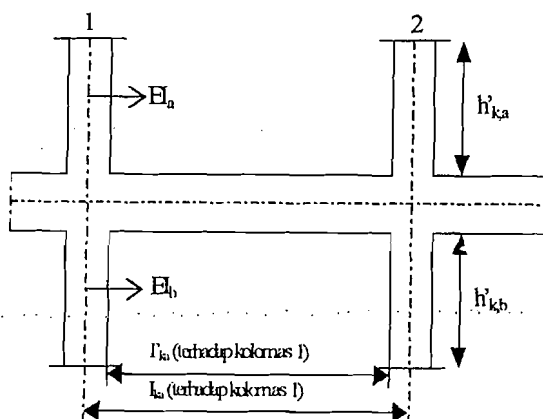
$$h_{nk}/h_k = 4,65/5,0 = 0,93$$

$$K_a = \frac{EI_a}{h'_a} = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot \frac{1}{12} \cdot 0,6 \cdot 0,8^3}{2,8} = 1828,571$$

$$K_b = \frac{EI_b}{h'_b} = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot \frac{1}{12} \cdot 0,6 \cdot 0,8^3}{4,65} = 1101,075$$

Nilai distribusi momen kolom portal α_k , adalah sebagai berikut :

$$\alpha_a = \frac{K_a}{K_a + K_b} = \frac{1828,571}{1828,571 + 1101,075} = 0,624$$



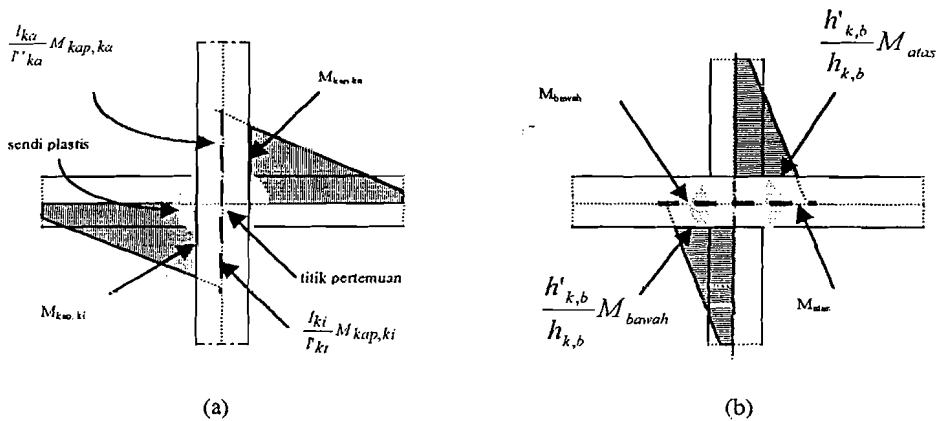
$$K_a = \frac{EI_a}{h_{ka}}$$

$$K_b = \frac{EI_b}{h_{kb}}$$

$$\alpha_a = \frac{K_a}{K_a + K_b}$$

$$\alpha_b = \frac{K_b}{K_a + K_b}$$

karena momen kapasitas pada hitungan ini didesain pada as kolom, maka momen perlu kolom dihitung dengan cara berikut :



$$M_{u,k} = \frac{h_u}{h} \cdot 0,7 \cdot \omega_d \cdot \phi_0 \cdot \alpha_k \cdot \left[\frac{I_{kx}}{I_{nkx}} \cdot M_{nak,bk} + \frac{I_{ky}}{I_{nky}} \cdot M_{nak,by} \cdot 30\% \right]$$

$$M_{u, kx \text{ ltl, atas}} = 0,93 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 25 \cdot 0,387 \cdot [1,176 \cdot 78,989 + 1,1111 \cdot 0,3 \cdot 272,877]$$

$$= 59,140 \text{ kN-m}$$

$$M_{u, ky \text{ ltl atas}} = 0,93 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 25 \cdot 0,387 \cdot [1,176 \cdot 0,3 \cdot 78,989 + 1,1111 \cdot 272,877]$$

$$= 104,167 \text{ kN-m}$$

Khusus untuk kolom lantai 1 bawah (dasar) dimana sendi plastis dimungkinkan terjadi, maka $\alpha_{k \text{ bawah}} = 0$. Untuk itu momen rencana kolom lantai 1 bawah hanya dihitung berdasarkan besar gaya gempa yang diperoleh dari hasil analisis struktur dengan program bantu SAP90, yang besarnya,

$$M_{u, k \text{ ltl bawah } x} = M_{E, kx} + 0,3 \cdot M_{E, ky} \quad (6.1)$$

$$M_{u, k \text{ ltl bawah } x} = 429,79 + 0,3 \cdot 527,91 = 588,163 \text{ kN-m}$$

$$M_{u, k \text{ ltl bawah } y} = 429,79 \cdot 0,3 + 527,91 = 656,847 \text{ kN-m}$$

2. Momen maksimum kolom

a. Momen maksimum kolom atas 1 atas dan bawah arah x

$$M_{u,k1}^{maks} = 1,05 [5,2 + 1,1 + 4 (429,79 + 0,3,527,91)] - 2476,9 \text{ KN-m}$$

$$M_{u,k1}^{min} = 1,05 [5,2 - 1,1 - 4 (429,79 + 0,3,527,91)] - 2463,67 \text{ KN-m}$$

b. Momen maksimum kolom 1 atas dan bawah arah y

$$M_{u,k1}^{maks} = 1,05 [24,19 + 0,01 + 4 (0,3,429,79 + 527,91)] = 2784,17 \text{ KN-m}$$

$$M_{u,k1}^{min} = 1,05 [24,19 + 0,01 - 4 (0,3,429,79 + 527,91)] = -2733,347 \text{ KN-m}$$

Perhitungan momen maksimal kolom yang lainnya dilakukan dengan cara

ditabelkan.

Tabel 6.38 Momen rencana kolom A-1 dan A-2 untuk bentang 4m

Klm	Posisi	αka	αkb	Mmak,b-x (kN-m)		Mmak,b-y (kN-m)		Mu, k-x (kN-m)		Mu, k-y (kN-m)	
				Pos	Neg	Pos	Neg	Atas	Bawah	Atas	Bawah
1	Tepi	0,387	-	92,116	272,877	273,048	64,107	588,163	105,626	656,847	
	Tengah	0,287	-	92,116	272,877	273,048	64,107	602,710	105,626	705,337	
2	Tepi	0,5	0,624	92,086	327,145	327,247	81,465	101,734	138,471	172,876	
	Tengah	0,5	0,624	92,057	327,145	327,247	81,473	101,734	138,468	172,876	
3	Tepi	0,5	0,5	92,146	272,791	272,877	74,719	74,730	117,362	117,399	
	Tengah	0,5	0,5	92,116	272,791	272,877	74,706	74,730	117,359	117,399	
4	Tepi	0,5	0,5	69,176	273,048	273,304	64,623	64,667	114,625	114,732	
	Tengah	0,5	0,5	69,176	273,048	273,304	64,623	64,647	114,625	114,727	
5	Tepi	0,703	0,5	69,243	273,39	273,39	90,962	64,717	161,361	114,777	
	Tengah	0,703	0,5	69,265	273,39	273,39	90,976	64,707	161,365	114,774	
6	Tepi	0,5	0,297	69,376	218,985	219,464	57,966	34,466	93,646	55,739	
	Tengah	0,5	0,297	69,376	218,985	219,464	57,966	34,466	93,646	55,739	
7	Tepi	0,5	0,5	46,325	219,395	219,532	47,843	47,864	90,965	91,016	
	Tengah	0,5	0,5	46,443	219,395	219,532	47,836	47,877	93,813	91,020	
8	Tepi	0,6	0,6	46,414	164,854	164,905	49,260	41,062	83,735	69,805	
	Tengah	0,6	0,6	46,369	164,854	164,905	49,256	41,096	83,729	69,808	
9	Tepi	0,5	0,4	46,503	165,111	165,111	41,138	32,939	69,890	55,922	
	Tengah	0,5	0,4	46,458	165,111	165,111	41,118	32,928	69,885	55,920	
10	Tepi	1	0,5	46,607	110,381	110,381	68,688	34,386	97,281	48,726	
	Tengah	1	0,5	46,562	110,381	110,381	68,649	34,379	97,270	48,724	

Ket : - * = $M_{u,k-x} = M_{u,b-x} + (0,3 M_{u,b-y})$
 $\sqrt{\quad} = M_{u,k-y} = 0,3 M_{u,b-x} + M_{u,b-y}$

Km	Ltm	Posisi	aka	okd	Mnak,b-x		Mnak,b-y		Mu, k-x		Mu, k-y	
					Neg	Pos	Neg	Pos	Atas	Bawah	Atas	Bawah
1	Tepi	0,387	-	458,356	385,067	463,778	281,978	213,35	612,28*	210,19	719,128*	773,902*
1	Tengah	0,387	-	528,839	458,207	463,778	281,978	238,52	630,21*	217,58	773,902*	192,652
2	Tepi	0,5	0,624	458,952	385,44	555,296	281,713	260,34	244,09	269,22	192,652	203,328
2	Tengah	0,5	0,624	529,634	458,803	555,296	281,713	289,71	282,2	277,45	203,328	154,442
3	Tepi	0,5	0,5	382,957	308,849	555,473	281,713	228,73	194,55	277,6	154,442	145,58
3	Tengah	0,5	0,5	530,229	382,957	555,473	281,713	290,02	194,55	277,6	154,442	145,58
4	Tepi	0,5	0,5	383,702	309,445	463,336	281,889	217,54	163,98	224,73	145,58	154,22
4	Tengah	0,5	0,5	531,272	383,578	463,336	281,889	278,95	194,83	241,93	154,22	145,58
5	Tepi	0,703	0,5	384,695	310,14	463,925	282,066	306,54	164,29	316,45	145,729	154,404
5	Tengah	0,703	0,5	456,568	384,571	463,925	282,066	348,6	195,27	328,23	154,404	81,2979
6	Tepi	0,5	0,297	265,44	233,201	464,956	282,331	176,65	78,589	213,9	81,2979	88,6075
6	Tengah	0,5	0,297	457,462	308,451	464,956	282,331	248,44	97,191	233,95	88,6075	100,802
7	Tepi	0,5	0,5	309,445	233,946	373,025	189,281	175,36	121	180,99	100,802	109,601
7	Tengah	0,5	0,5	382,562	309,445	373,025	189,281	205,8	152,42	189,51	109,601	100,883
8	Tepi	0,6	0,5	310,537	234,84	374,203	189,222	211,15	121,36	217,89	100,883	109,717
8	Tengah	0,6	0,5	384,074	310,637	374,203	189,222	247,88	152,91	228,17	109,717	73,4773
9	Tepi	0,5	0,4	233,946	157,305	281,624	189,222	132,53	71,274	136,68	73,4773	80,6441
9	Tengah	0,5	0,4	308,551	234,169	281,624	189,222	160,57	96,865	145,37	80,6441	92,1158
10	Tepi	1	0,5	157,255	158,149	189,163	189,87	178,13	89,525	183,64	92,1158	92,1158
10	Tengah	1	0,5	234,244	157,454	189,163	189,87	242,21	89,235	201,58	92,1158	92,1158

Tabel 6.40 Momen rencana kolom A-1 dan A-2 untuk bentang 6m

Km	Ltm	Posisi	aka	okd	Mnak,b-x		Mnak,b-y		Mu, k-x		Mu, k-y	
					Neg	Pos	Neg	Pos	Atas	Bawah	Atas	Bawah
1	Tepi	0,387	-	92,116	92,175	327,042	327,145	69,914	637,253*	124,560	671,574*	720,664*
1	Tengah	0,387	-	92,116	92,175	327,042	327,145	69,914	651,500*	124,560	720,664*	172,726
2	Tepi	0,5	0,624	92,086	92,175	326,837	326,939	81,447	101,686	138,352	172,726	172,726
2	Tengah	0,5	0,624	92,057	92,175	326,837	326,939	81,434	101,686	138,348	172,726	138,435
3	Tepi	0,5	0,5	92,146	92,175	327,042	327,042	81,499	81,492	138,439	138,442	138,442
3	Tengah	0,5	0,5	92,116	92,175	327,042	327,042	81,486	81,492	138,435	138,442	114,566
4	Tepi	0,5	0,5	69,176	69,243	272,791	272,877	64,591	64,614	114,525	114,566	114,566
4	Tengah	0,5	0,5	69,176	69,198	272,791	272,877	64,591	64,594	114,525	114,566	114,566
5	Tepi	0,703	0,5	69,243	69,332	273,048	273,133	90,902	64,685	161,174	114,577	114,577
5	Tengah	0,703	0,5	69,265	69,309	273,048	273,133	90,916	64,675	161,178	114,674	114,674
6	Tepi	0,5	0,297	69,376	69,421	273,304	273,390	64,744	38,465	114,749	68,184	68,184
6	Tengah	0,5	0,297	69,376	69,421	273,304	273,390	64,744	38,465	114,749	68,184	68,184
7	Tepi	0,5	0,5	46,325	46,369	219,054	219,054	47,800	47,804	90,825	90,831	90,831
7	Tengah	0,5	0,5	46,399	46,399	219,054	219,054	47,994	47,817	93,681	90,834	90,834
8	Tepi	0,6	0,5	46,414	46,458	219,395	219,395	57,459	47,886	109,162	90,974	90,974
8	Tengah	0,6	0,5	46,359	46,428	219,395	219,395	57,435	47,899	109,156	90,978	90,978
9	Tepi	0,5	0,4	46,503	46,507	164,752	164,752	41,093	32,903	69,751	55,811	55,811
9	Tengah	0,5	0,4	46,458	46,577	164,752	164,752	41,448	32,893	70,911	55,808	55,808
10	Tepi	1	0,5	46,607	46,651	110,176	110,176	68,637	34,373	97,122	48,686	48,686
10	Tengah	1	0,5	46,562	46,637	110,176	110,484	68,597	34,367	97,111	48,684	48,684

Tabel 6.39 Momen rencana kolom D-1 dan D-2 untuk bentang 4m

Tabel 6.41 Momen rencana kolom D-1 dan D-2 untuk bentang 6m

Klm	Posisi	Momen rencana kolom (kNm)	Momen rencana kolom (kNm)		Momen rencana kolom (kNm)		Momen rencana kolom (kNm)		Momen rencana kolom (kNm)
			Pos	Neg	Pos	Neg	Pos	Neg	
1	Tepi	0.387	-	458.356	385.067	463.778	281.978	213.352	640.21
1	Tengah	0.387	-	528.839	458.207	463.778	281.978	238.52	640.13
2	Tepi	0.5	0.624	458.952	385.44	555.296	281.713	260.338	244.09
2	Tengah	0.5	0.624	529.524	458.802	555.296	281.713	289.713	282.2
3	Tepi	0.5	0.5	362.957	308.849	555.296	281.713	228.71	163.71
3	Tengah	0.5	0.5	530.229	382.957	555.296	281.713	290.002	194.55
4	Tepi	0.5	0.5	383.702	309.446	555.226	281.801	229.087	163.97
4	Tengah	0.5	0.5	531.272	383.578	555.226	281.801	290.502	194.82
5	Tepi	0.703	0.5	384.695	310.14	463.925	281.978	306.544	164.28
5	Tengah	0.703	0.5	456.568	384.571	463.925	281.978	348.6	195.26
6	Tepi	0.5	0.297	285.44	233.211	464.808	282.331	176.828	78.589
6	Tengah	0.5	0.297	457.452	308.451	464.808	282.331	248.42	97.191
7	Tepi	0.5	0.5	309.445	233.946	372.789	189.163	175.329	120.98
7	Tengah	0.5	0.5	382.582	309.445	372.789	189.163	205.767	152.4
8	Tepi	0.6	0.6	310.537	234.84	374.085	189.163	211.135	121.35
8	Tengah	0.6	0.5	384.074	310.637	374.085	189.163	247.86	152.9
9	Tepi	0.5	0.4	233.946	157.305	281.447	189.104	132.504	71.262
9	Tengah	0.5	0.4	308.551	234.169	281.447	189.104	163.553	96.854
10	Tepi	1	0.5	157.255	158.149	188.928	189.693	178.07	89.503
10	Tengah	1	0.5	234.244	157.454	188.928	189.693	242.153	89.213

Tabel 6.42 Momen rencana kolom A-1 dan A-2 untuk bentang 8m

Klm	Posisi	Momen rencana kolom (kNm)	Momen rencana kolom (kNm)		Momen rencana kolom (kNm)		Momen rencana kolom (kNm)		Momen rencana kolom (kNm)
			Pos	Neg	Pos	Neg	Pos	Neg	
1	Tepi	0.387	-	554.059	373.025	555.826	281.359	252.217	743.790
1	Tengah	0.387	-	735.173	497.069	555.826	281.359	315.199	759.834
2	Tepi	0.5	0.624	554.059	373.025	554.589	374.556	293.807	247.047
2	Tengah	0.5	0.624	735.173	497.069	554.589	374.556	367.214	309.792
3	Tepi	0.5	0.5	554.589	373.878	554.766	281.094	294.044	186.429
3	Tengah	0.5	0.5	735.885	497.543	554.766	281.094	367.525	236.754
4	Tepi	0.5	0.5	555.206	373.850	555.296	281.359	294.387	188.653
4	Tengah	0.5	0.5	736.033	498.175	555.296	281.359	367.975	237.043
5	Tepi	0.703	0.5	453.630	374.439	453.630	281.889	345.693	189.958
5	Tengah	0.703	0.5	615.212	374.224	453.630	281.889	431.974	188.871
6	Tepi	0.5	0.297	464.367	281.359	464.809	282.243	246.245	88.670
6	Tengah	0.5	0.297	616.003	374.935	464.809	282.243	307.704	111.189
7	Tepi	0.5	0.5	465.398	282.066	373.025	189.399	235.203	137.971
7	Tengah	0.5	0.5	617.385	375.765	373.025	189.399	296.804	175.948
8	Tepi	0.6	0.6	373.378	189.045	374.321	189.399	237.682	100.269
8	Tengah	0.6	0.5	495.172	376.713	374.321	189.399	296.919	176.332
9	Tepi	0.5	0.4	374.439	189.045	281.889	189.399	186.958	80.215
9	Tengah	0.5	0.4	496.595	251.695	281.889	189.399	236.469	100.529
10	Tepi	1	0.5	158.456	189.811	189.163	189.811	200.001	100.631
10	Tengah	1	0.5	234.863	189.811	189.163	189.811	351.932	126.161

Tabel 6.43 Momen rencana kolom D-1 dan D-2 untuk bentang 8m

Lmt Kim	Posisi	aka	akb	Mnak,b-x (kN-m)		Mnak,b-y (kN-m)		Mu, k-x (kN-m)	Mu, k-y (kN-m)
				Neg	Pos	Pos	Neg		
1	Tepi	0.387	-	554.059	373.025	281.447	252.047	766.663	241.895
	Tengah	0.387	-	735.173	497.069	281.447	316.029	751.444	260.858
2	Tepi	0.5	0.624	554.059	373.025	281.094	293.686	232.484	268.318
	Tengah	0.5	0.624	735.173	497.069	281.094	366.993	295.229	289.427
3	Tepi	0.5	0.5	554.589	373.378	281.094	293.823	186.429	268.445
	Tengah	0.5	0.5	735.885	497.543	281.094	367.304	236.754	289.575
4	Tepi	0.5	0.5	553.296	373.860	281.271	294.176	186.642	268.723
	Tengah	0.5	0.5	736.833	498.175	281.271	367.754	237.032	289.881
5	Tepi	0.703	0.5	463.630	374.439	281.536	361.561	186.914	363.352
	Tengah	0.703	0.5	615.212	374.224	281.536	447.941	186.827	388.192
6	Tepi	0.5	0.297	464.367	281.359	281.801	257.609	88.637	258.972
	Tengah	0.5	0.297	616.003	374.935	281.801	319.068	111.166	276.645
7	Tepi	0.5	0.5	465.398	282.066	283.243	246.644	149.668	225.493
	Tengah	0.5	0.5	617.385	375.765	283.243	308.246	187.664	243.207
8	Tepi	0.6	0.5	373.378	189.045	188.928	237.508	100.210	217.247
	Tengah	0.6	0.5	495.172	376.713	188.928	296.742	176.273	234.281
9	Tepi	0.5	0.4	374.439	189.045	188.928	196.526	80.168	181.683
	Tengah	0.5	0.4	496.595	251.695	188.928	248.039	100.482	195.921
10	Tepi	1	0.5	188.456	189.811	188.574	189.517	199.854	182.927
	Tengah	1	0.5	376.883	252.801	188.574	189.517	351.785	126.124

Tabel 6.44 Momen maksimum kolom A-1 dan A-2 untuk bentang 4m

Lmt Kim	Posisi	Mokx (kN-m)	Moky (kN-m)	Mlkx (kN-m)	Mlky (kN-m)	Mmx (kN-m)	Mmy (kN-m)	Mkx (kN-m)	Mky (kN-m)	Atas		Bawah	
										Mokx (kN-m)	Moky (kN-m)	Mlkx (kN-m)	Mlky (kN-m)
1	Tepi	5.2	24.19	1.1	0.01	429.79	527.91	2470.9	-2400.07	2704.167	-2733.35	-2962.42	-2962.42
	Tengah	7.31	0	2.14	0	429.79	576.4	2541.305	-2521.46	2962.415	-2962.42	-2962.42	-2962.42
2	Tepi	15.23	68.04	-0.39	0.08	166.59	199.26	966.3276	-935.164	1118.321	-975.269	-1750.72	-1750.72
	Tengah	21.52	0	-0.77	0	166.59	366.86	1183.709	-1140.42	1750.715	-1750.72	-1750.72	-1750.72
3	Tepi	14.38	61.66	1.59	0.12	157.17	172.84	894.6609	-861.124	988.8312	-859.093	-859.093	-859.093
	Tengah	19.49	0	3.08	0	157.17	320.29	1087.378	-1039.98	1543.252	-1543.25	-1543.25	-1543.25
4	Tepi	15.1	62.56	-1.24	0.18	145.51	175.45	846.762	-817.656	986.1096	-854.356	-854.356	-854.356
	Tengah	19.92	0	-2.38	0	145.51	310.78	1021.142	-964.308	1488.619	-1488.62	-1488.62	-1488.62
5	Tepi	15.73	64.78	2	0.22	124.62	153.86	735.8841	-698.651	871.4832	-734.983	-734.983	-734.983
	Tengah	20.33	0	3.9	0	124.62	309.2	938.4376	-887.555	1455.661	-1455.66	-1455.66	-1455.66
6	Tepi	14.54	50.06	-0.77	0.15	116.23	143.58	683.6353	-654.618	802.2063	-696.765	-696.765	-696.765
	Tengah	18.36	0	-1.42	0	116.23	242.02	810.9982	-775.324	1162.934	-1162.93	-1162.93	-1162.93
7	Tepi	15.66	62.87	2.18	0.16	96.56	122.95	579.432	-541.506	704.2581	-571.653	-571.653	-571.653
	Tengah	19.73	0	4.26	0	96.56	207.51	692.2041	-641.825	993.2076	-993.208	-993.208	-993.208
8	Tepi	16.63	63.54	-1.02	0.21	59.33	97.16	367.9881	-365.217	649.7663	-415.89	-415.89	-415.89
	Tengah	20.54	0	-1.82	0.21	59.33	167.93	480.4338	-441.122	828.1728	-731.961	-731.961	-731.961
9	Tepi	9.29	54.03	1.35	0.1	55.31	69.89	331.5354	-309.191	420.0551	-306.392	-306.392	-306.392
	Tengah	11.21	0	2.6	0	55.31	105.2	379.3545	-350.384	511.5306	-511.531	-511.531	-511.531
10	Tepi	11.84	61.33	0.88	0.3	11.24	31.76	100.5816	-73.8696	212.2659	-82.8429	-82.8429	-82.8429
	Tengah	14.59	0	1.77	0	11.24	55.32	134.0892	-99.7332	246.5064	-246.506	-246.506	-246.506

Tabel 6.45 Momen maksimum kolom D-1 dan D-2 untuk bentang 4m

Lnt Klm	Mok _x (kN-m)	Mok _y (kN-m)	Mok _x (kN-m)	Mok _y (kN-m)	Mok _x (kN-m)	Mok _y (kN-m)	Mok _x (kN-m)		Mok _y (kN-m)	
							Atas	Bawah	Atas	Bawah
1	0.12	62.5	6.85	6.85	478.88	527.91	2683.78	-2669.14	2893.428	-2747.79
	0.14	0	4.94	0	478.88	576.4	2742.89	-2732.23	3024.269	-3024.27
2	0.15	90.93	2.17	9.92	299.48	199.26	1511.32	-1506.45	1320.129	-1108.34
	0.23	0	4.22	0	299.48	366.86	1724.73	-1715.39	1918.157	-1918.16
3	0.02	82.04	2.04	8.84	287.89	172.84	1429.5	-1425.17	1184.219	-993.371
	0.06	0	4	0	287.89	320.29	1617.39	-1608.86	1709.085	-1708.09
4	0.01	82.92	2.16	8.84	269.49	175.45	1355.2	-1350.65	1172.795	-980.099
	0.06	0	4.19	0	269.49	310.78	1527.9	-1518.98	1644.833	-1644.83
5	0.07	100.12	2.3	10.57	261.39	153.88	1294.19	-1289.21	1091.786	-859.339
	0.14	0	4.5	0	261.39	309.2	1492.3	-1482.56	1627.991	-1627.99
6	0.02	77.33	1.99	8.1	226.73	143.58	1135.29	-1131.07	978.4173	-759.014
	0.06	0	3.85	0	226.73	242.02	1261.32	-1253.11	1302.164	-1302.16
7	0.02	82.41	1.89	8.6	194.22	122.95	972.647	-968.636	856.6677	-665.547
	0.09	0	3.68	0	194.22	207.51	1081.15	-1073.23	1116.259	-1116.26
8	0.19	89.73	2.55	9.25	159.18	97.16	793.855	-788.101	712.5678	-504.71
	0.25	0	4.69	0	159.18	167.93	885.545	-874.751	905.6728	-905.673
9	0.06	74.61	0.94	8.2	92.86	69.89	479.123	-477.023	497.4921	-323.591
	0.04	0	1.81	0	92.86	105.2	524.507	-520.622	558.8436	-558.844
10	0.11	95.35	1.16	7.51	47.68	31.95	241.847	-239.18	302.2698	-86.2638
	0.13	0	2.24	0	47.68	55.32	272.448	-267.471	292.4208	-292.421

Tabel 6.46 Momen maksimum kolom A-1 dan A-2 untuk bentang 6m

Lnt Klm	Mok _x (kN-m)	Mok _y (kN-m)	Mok _x (kN-m)	Mok _y (kN-m)	Mok _x (kN-m)	Mok _y (kN-m)	Mok _x (kN-m)		Mok _y (kN-m)	
							Atas	Bawah	Atas	Bawah
1	16.34	52.17	37.2	0.22	435.76	586.4	2627.793	-2515.36	3075.347	-2865.33
	20.73	0	50.57	0	437.44	642.57	2721.751	-2572.02	3249.968	-3249.97
2	23.93	76.08	37.87	0.7	123.49	222.41	863.7846	-734.005	1170.338	-1009.1
	30.37	0	51.21	0	117.27	337.03	1002.851	-831.533	1563.286	-1563.29
3	23.2	69.36	40.41	0.87	152.97	191.95	951.1341	-817.553	1072.716	-925.233
	29.13	0	55.08	0	149.98	357.13	1168.32	-991.479	1688.921	-1688.92
4	24.25	70.35	40.94	1.2	123.02	195.02	830.8587	-693.96	1049.217	-898.992
	30.26	0	55.9	0	119.2	347.07	1028.416	-847.48	1607.886	-1607.89
5	26.42	85.45	46.89	1.75	126.64	171.15	824.5125	-670.362	939.5564	-736.835
	32.81	0	64.13	0	123.85	346.32	1058.32	-854.746	1610.595	-1610.6
6	24.84	66.28	36.47	1.59	93.53	160.84	659.8599	-531.109	864.6393	-722.112
	30.65	0	49.96	0	86.76	272.6	792.5095	-623.228	1254.238	-1254.24
7	25.49	70.78	43.27	1.87	99.17	138.3	682.97	-518.574	782.0757	-629.553
	31.35	0	59.25	0	94.64	235.15	788.307	-598.647	1106.876	-1106.88
8	31.45	77.03	40.4	2.28	40.62	109.88	385.3353	-234.45	596.2047	-429.654
	38.5	0	55.43	0	38.29	192.21	501.6291	-304.376	855.5274	-855.527
9	18.7	66.69	26.84	2.07	51.91	80.64	367.4454	-271.811	476.1876	-332.002
	22.67	0	34.98	0	44.44	123.17	402.2697	-281.415	573.3084	-573.308
10	19.88	66.24	39.69	3.77	18.97	39	191.3625	-66.2655	261.2127	-114.192
	26.44	0	66.25	0	18.3	68.91	261.0111	-66.3621	312.48	-312.48

Tabel 6.47 Momen maksimum kolom D-1 dan D-2 untuk bentang 6m

Lnt Klm	Mok-x (kN-m)	Mok-y (kN-m)	Mik-x (kN-m)	Mik-y (kN-m)	Mik-x (kN-m)	Mik-y (kN-m)	Mak-x (kN-m)		Mak-y (kN-m)	
							Atas	Bawah	Atas	Bawah
1	0.28	56.67	37.23	9.84	463.7	696.32	2728.19	-2649.46	3123.992	-2996.42
	0.32	0	51.49	0	447.36	642.57	2742.95	-2634.15	3262.468	-3262.47
2	0.29	81.12	31.65	14.49	258.81	222.15	1400.44	-1333.38	1359.521	-1159.74
	0.35	0	43.72	0	352.59	409.58	2043.22	-1950.68	2164.499	-2164.5
3	0.04	73.66	31.04	13.78	297.54	191.56	1523.67	-1458.4	1271.264	-1087.64
	0.05	0	42.87	0	324.27	357.13	1856.98	-1766.85	1908.526	-1908.53
4	0.01	74.61	31.61	14.25	296.67	194.54	1524.34	-1457.93	1284.175	-1097.57
	0.01	0	43.63	0	324.81	347.07	1847.33	-1755.69	1866.955	-1866.95
5	0.1	90.48	35.76	17.66	253.04	170.46	1315.2	-1239.89	1148.257	-921.266
	0.12	0	49.3	0	279.28	346.32	1661.23	-1557.45	1806.437	-1806.44
6	0.05	70.03	29.73	13.93	243.39	160.25	1255.42	-1192.88	1067.879	-891.563
	0.06	0	40.91	0	269.54	272.6	1518.56	-1432.53	1484.54	-1484.54
7	0.04	74.73	30.28	15.01	187.38	137.62	992.233	-928.561	908.3298	-719.876
	0.06	0	41.59	0	211.03	295.15	1226.35	-1136.88	1253.528	-1253.53
8	0.33	81.52	38.39	16.6	187.82	109.07	967.978	-894.566	787.7732	-591.721
	0.38	0	53.71	0	222.56	192.21	1233.82	-1120.23	1087.733	-1087.73
9	0.14	68.05	12.94	14.84	89.7	79.95	491.211	-463.743	536.8465	-361.778
	0.17	0	19.5	0	97.5	123.17	582.198	-547.191	640.164	-640.164
10	0.22	84.51	30.89	14.1	20.98	37.78	168.384	-103.053	286.6513	-81.5703
	0.26	0	47.99	0	16.15	68.91	205.319	-103.994	309.771	-309.771

Tabel 6.48 Momen maksimum kolom A-1 dan A-2 untuk bentang 8m

Lnt Klm	Mok-x (kN-m)	Mok-y (kN-m)	Mik-x (kN-m)	Mik-y (kN-m)	Mik-x (kN-m)	Mik-y (kN-m)	Mak-x (kN-m)		Mak-y (kN-m)	
							Atas	Bawah	Atas	Bawah
1	31.85	46.56	62.34	0.55	540.27	678.4	3222.818	-3025.02	3579.486	-3480.55
	42.26	0	90.94	0	537.57	740.86	3331.163	-3051.44	3789.094	-3789.03
2	44.35	67.83	55.07	1	157.04	256.27	1086.859	-878.077	1346.476	-1201.93
	58.92	0	79.63	0	182.12	472.15	1379.291	-1088.34	2174.701	-2174.7
3	41.15	61.54	59.39	1.42	187.85	221.24	1173.299	-982.165	1332.007	-1099.79
	54.18	0	86.21	0	186.74	411.77	1450.548	-1155.73	1864.726	-1964.73
4	41.7	62.32	59.45	1.73	148.94	224.71	1014.89	-802.475	1198.699	-1084.19
	54.5	0	86.31	0	146.87	400.09	1268.818	-873.117	1665.434	-1865.43
5	44.89	75.54	67.63	2.53	163.67	197.07	1053.553	-817.891	1115.882	-951.945
	57.87	0	97.84	0	164.9	399.1	1358.942	-1031.95	1863.994	-1883.99
6	41.45	58.55	50.92	2.24	112.93	136.14	804.5709	-610.594	983.7993	-856.05
	53.42	0	73.84	0	106.41	313.94	976.1094	-708.863	1452.626	-1452.62
7	42.09	62.48	61.11	2.66	131.87	159.95	862.491	-645.771	902.1432	-765.349
	54.09	0	86.18	0	130.31	270.4	1037.39	-738.623	1299.871	-1299.87
8	51.72	68.09	55.77	3.25	54.49	125.96	500.3943	-274.665	672.4704	-522.656
	66.19	0	79.98	0	77.87	220.41	758.1441	-451.397	1023.898	-1023.84
9	32.08	57.6	37.25	2.91	67.14	91.98	470.6793	-325.086	534.4479	-407.377
	40.38	0	50.77	0	58.33	140.31	517.4841	-326.069	662.7878	-662.798
10	37.23	66.62	60.45	6.52	33.5	42.83	297.2298	-92.1016	297.843	-146.349
	49.26	0	105.08	0	39.07	76.62	422.6922	-98.5782	371.0322	-371.032

Tabel 6.49 Momen maksimum kolom D-1 dan D-2 untuk bentang 8m

Lmt	Kim	Mokx (kN-m)		Mokx (kN-m)		Mokx (kN-m)		Mokx (kN-m)		Mokx (kN-m)		Mokx (kN-m)		Mokx (kN-m)	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
1	1	0.5	62.4	0.65	0	78.41	0	529.18	740.88	3279.09	-3160.88	3631.923	-3485.07	-3778.46	-3485.07
1	2	0.53	90.8	0.69	0	77.36	0	415.37	472.15	2421.42	-2257.51	2506.396	-2506.4	-1448.28	-1448.28
2	1	0.07	81.94	0.09	0	72.68	0	365.48	411.77	2214.25	-2061.44	2215.139	-2215.14	-1275.46	-1275.46
2	2	0.04	82.81	0.06	0	76.87	0	390.96	362.67	2179.77	-2018.22	2015.824	-2015.82	-1254.84	-1254.84
3	1	0.12	80.73	0.11	100	58.15	13.96	297.56	196.31	1558.28	-1435.93	1319.086	-1079.77	-2090.47	-2090.47
3	2	0.11	77.25	0.12	0	80.73	0	328.77	399.1	1968.59	-1798.81	2090.47	-2090.47	-1064.4	-1064.4
4	1	0.15	73.44	0.15	0	73.44	0	327.48	313.94	1848.25	-1693.71	1731.173	-1731.17	-842.596	-842.596
4	2	0.13	62.32	0.13	49.94	49.94	11.98	220.01	158.19	1176.93	-1070.79	1040.626	-1449.62	-1449.62	-1449.62
5	1	0.4	69.64	0.47	0	98.62	0	262.61	220.41	1568.72	-1360.63	1281.811	-1281.81	-712.53	-712.53
5	2	0.25	74.54	0.31	0	27.59	0	110.9	140.31	671.866	-613.276	729.036	-729.036	-422.419	-422.419
6	1	0.37	95.24	0.37	52.76	52.76	12.39	13.93	41.36	166.406	-54.8331	304.2753	-78.2523	-78.2523	-366.484
6	2	0.5	0	0.37	84.4	84.4	0	35.46	76.62	334.618	-156.328	366.4836	-366.484	-366.484	-366.484

6.1.4 Gaya aksial rencana dan gaya aksial maksimum kolom

Gaya aksial kolom dihitung dengan cara yang sama seperti pada perhitungan momen rencana kolom diatas, dengan tetap menggunakan rumus uniaxial yang ada

(100 % sumbu utama + 30 % arah tegak lurus sumbu utama)

Gaya aksial rencana merupakan fungsi dari gaya aksial akibat beban gravitasi dan momen kapasitas balok setelah sebelumnya dikalikan dengan faktor reduksi, Rn. Gaya aksial maksimum merupakan fungsi dari gaya gravitasi ditambah gaya aksial akibat beban gempa

1. Gaya aksial rencana kolom

Persamaan yang digunakan adalah

$$N_{ur} = 1,05 N_{gr} + 0,7 R_n \left(0,3 \sum M_{maks} + \sum M_{min} \right)$$

dimana,

$$\phi_0 = 1,25 \text{ untuk } f_y \leq 400 \text{ Mpa}$$

$$l_{bk-x} = 4,00 \text{ m}$$

$$l_{bk-y} = 8,00 \text{ m}$$

$$R_v = 1,1 - 0,025.9 = 1,1 - 0,025.9 = 0,875$$

a. Gaya aksial rencana kolom tengah lantai 10 arah x

$$\begin{aligned} N_{g, k} &= N_{D,k} + N_{L,k} + \Sigma \text{ berat sendiri kolom} \\ &= 32,67 + 2,99 + 237,300 = 272,96 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{u,kl-x-maks} &= (1,05.272,96) + 0,7.0,875.1,25. (110,381 + 110,586)/0,8.0,3 \\ &= 292,952 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{u,kl-x-min} &= (1,05.272,96) - 0,7.0,875.1,25. (110,381 + 110,586)/0,8.0,3 \\ &= 280,264 \text{ kN} \end{aligned}$$

b. Gaya aksial rencana kolom tengah lantai 10 arah y

$$\begin{aligned} N_{u,kl-y-maks} &= (1,05.272,960) + 0,7.0,875.1,25. (110,381 + 110,580)/0,8 \\ &= 307,755 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{u,kl-y-min} &= (1,05.272,960) - 0,7.0,875.0,1,25. (110,381 + 110,580)/0,8 \\ &= 265,461 \text{ kN} \end{aligned}$$

2. Gaya aksial maksimum kolom

a. Gaya aksial maksimum kolom tengah lantai 10 arah x

$$N_{u, kl-x \text{ atas}} = 1,05.(272,960 + 4.(1,69 + 0,3.7,41)) = 303,043 \text{ kN}$$

$$N_{u, kl-x \text{ bawah}} = 1,05.(272,960 - 4.(1,69 + 0,3.7,41)) = 270,173 \text{ kN}$$

b. Gaya aksial maksimum kolom tengah lantai 10 arah y

$$N_{u, kl-y \text{ atas}} = 1,05.(272,960 + 4.(1,69.0,3 + 7,41)) = 319,859 \text{ kN}$$

$$N_{u, kl-y \text{ bawah}} = 1,05.(272,960 - 4.(1,69.0,3 + 7,41)) = 253,357 \text{ kN}$$

Tabel 6.50 Gaya aksial rencana kolom A-1 dan A-2 untuk bentang 4m

Lmt	Lmt Kim	Ngk	Mnak,b-x (kN-m)		Mnak,b-y (kN-m)		Nuk-x (kN)		Nuk-y (kN)	
			Neg	Pos	Neg	Pos	Max	Min	Max	Min
1	1	1734.600	92.116	92.175	272.877	273.048	1644.824	2261.319	1485.916	1485.916
			2371.660	92.116	272.877	273.048	2490.243	2490.243	2490.243	2490.243
2	1	1640.980	92.086	92.175	327.145	327.247	1606.706	2110.772	1439.943	1439.943
			2209.420	92.057	327.175	327.247	2319.891	2319.891	2319.891	2319.891
3	1	1545.780	92.146	92.175	272.791	272.877	1525.534	1948.184	1381.875	1381.875
			2040.030	92.116	272.791	272.877	2142.032	2142.032	2142.032	2142.032
4	1	1461.130	69.176	69.243	273.048	273.304	1452.319	1807.080	1345.307	1345.307
			1893.900	69.176	273.048	273.304	1988.595	1988.595	1988.595	1988.595
5	1	1366.350	69.243	69.332	273.39	273.39	1368.486	1655.273	1277.180	1277.180
			1729.570	69.265	273.39	273.39	1816.049	1816.049	1816.049	1816.049
6	1	1049.990	69.376	69.421	219.985	219.464	1052.006	1270.767	997.419	997.419
			1353.560	69.376	219.985	219.464	1421.238	1421.238	1421.238	1421.238
7	1	966.690	46.325	46.369	219.395	219.532	1052.814	977.025	930.698	930.698
			1198.190	69.443	46.399	219.395	1258.100	1258.100	1258.100	1258.100
8	1	893.370	46.414	46.458	164.654	164.905	912.746	1022.348	853.729	853.729
			1065.490	46.369	46.488	164.654	1118.754	1118.754	1118.754	1118.754
9	1	576.430	46.503	46.607	165.111	165.111	621.077	589.426	552.501	552.501
			677.320	46.458	46.577	165.111	711.166	711.166	711.166	711.166
10	1	272.960	46.607	46.651	110.381	110.586	292.952	260.264	307.755	265.461
			310.820	46.562	46.637	110.381	170.586	326.361	326.361	326.361

Tabel 6.51 Gaya aksial rencana kolom D-1 dan D-2 untuk bentang 4m

Lmt	Lmt Kim	Ngk	Mnak,b-x (kN-m)		Mnak,b-y (kN-m)		Nuk-x (kN)		Nuk-y (kN)	
			Neg	Pos	Neg	Pos	Max	Min	Max	Min
1	1	1635.220	92.116	92.175	327.042	327.145	1661.330	1528.285	1340.263	1340.263
			2359.870	92.116	327.042	327.145	2477.864	2477.864	2477.864	2477.864
2	1	1550.230	92.066	92.175	326.837	326.939	1753.308	1502.175	1313.730	1313.730
			2192.520	92.057	326.837	326.939	2302.146	2302.146	2302.146	2302.146
3	1	1471.890	92.146	92.175	327.042	327.042	1652.280	1438.689	1294.139	1294.139
			2037.440	92.116	327.042	327.042	2139.312	2139.312	2139.312	2139.312
4	1	1392.570	69.176	69.243	272.791	272.877	1550.215	1374.182	1252.667	1252.667
			1884.240	69.176	69.198	272.791	1978.452	1978.452	1978.452	1978.452
5	1	1312.410	69.243	69.332	273.048	273.133	1450.380	1305.681	1220.852	1220.852
			1732.750	69.265	69.309	273.048	1819.388	1819.388	1819.388	1819.388
6	1	1000.210	69.376	69.421	273.304	273.390	1106.889	993.552	924.395	924.395
			1348.310	69.376	69.421	273.304	1415.726	1415.726	1415.726	1415.726
7	1	931.340	46.325	46.369	219.054	219.054	1018.879	936.935	883.568	883.568
			1203.870	69.443	46.399	219.054	1264.064	1264.064	1264.064	1264.064
8	1	861.610	46.414	46.458	219.395	219.395	933.084	876.297	810.045	810.045
			1061.340	46.369	46.488	219.395	1114.407	1114.407	1114.407	1114.407
9	1	559.990	46.503	46.607	164.752	164.752	603.785	572.194	535.337	535.337
			685.000	46.458	46.577	164.752	719.250	719.250	719.250	719.250
10	1	264.080	46.607	46.651	110.176	110.176	283.619	270.949	256.166	256.166
			312.180	46.562	46.637	110.176	327.789	327.789	327.789	327.789

Tabel 6.52 Gaya aksial rencana kolom A-1 dan A-2 untuk bentang 6m

Lmt	Klm	Ngk	Mnak,b-x (kN-m)		Mnak,b-y (kN-m)		Nuk,x (kN)		Nuk,y (kN)		
			Neg	Pos	Neg	Pos	Max	Min	Max	Min	
1	1	2	2106,300	458,356	385,067	463,778	281,978	2402,085	1944,968	2846,516	1719,355
			2965,210	528,839	458,207	463,778	281,978	2212,884	1874,766	2607,354	3113,471
2	1	1	1946,500	458,952	385,44	555,296	281,713	2212,884	1874,766	2607,354	1623,083
			2697,320	529,534	458,803	555,296	281,713	2832,186	2832,186	2832,186	2832,186
3	1	1	1856,040	382,957	308,849	555,473	281,713	2093,870	1803,814	2432,267	1608,452
			2530,010	530,229	382,957	555,473	281,713	2656,511	2656,511	2656,511	2656,511
4	1	1	1701,640	383,702	309,445	463,336	281,889	1907,713	1665,731	2190,026	1491,047
			2275,560	531,272	383,578	463,336	281,889	2389,338	2389,338	2389,338	2389,338
5	1	1	1609,160	384,695	310,14	463,925	282,066	1789,213	1590,023	2021,601	1465,478
			2111,820	458,568	384,571	463,925	282,066	2217,411	2217,411	2217,411	2217,411
6	1	2	1221,290	285,44	233,201	464,866	282,331	1360,531	1204,178	1542,944	1111,888
			1626,350	457,462	308,451	464,866	282,331	1707,668	1707,668	1707,668	1707,668
7	1	1	1139,420	309,445	233,946	373,025	189,281	1253,113	1139,669	1385,463	1079,868
			1471,100	382,582	309,445	373,025	189,281	1544,655	1544,655	1544,655	1544,655
8	1	1	993,350	310,537	234,84	374,203	189,222	1083,595	1002,440	1178,275	907,760
			1228,060	384,074	310,637	374,203	189,222	1289,463	1289,463	1289,463	1289,463
9	1	2	678,430	233,946	157,305	281,624	189,222	736,752	687,951	793,688	631,015
			841,650	308,551	234,169	281,624	189,222	883,733	883,733	883,733	883,733
10	1	2	305,830	157,255	158,149	189,163	189,87	332,004	310,239	357,396	284,847
			369,020	234,244	157,454	189,163	189,87	387,471	387,471	387,471	387,471

Tabel 6.53 Gaya aksial rencana kolom D-1 dan D-2 untuk bentang 6m

Lmt	Klm	Ngk	Mnak,b-x (kN-m)		Mnak,b-y (kN-m)		Nuk,x (kN)		Nuk,y (kN)		
			Neg	Pos	Neg	Pos	Max	Min	Max	Min	
1	1	2	2119,460	458,356	385,067	463,778	281,978	2418,498	1956,253	2009,008	1742,164
			3129,870	528,839	458,207	463,778	281,978	3286,364	3286,364	3286,364	3286,364
2	1	1	1985,720	458,952	385,44	555,296	281,713	2256,670	1913,342	2657,221	1655,562
			2882,020	529,534	458,803	555,296	281,713	3026,121	3026,121	3026,121	3026,121
3	1	1	1856,200	382,957	308,849	555,296	281,713	2098,743	1803,477	2443,220	1602,007
			2647,040	530,229	382,957	555,296	281,713	2779,392	2779,392	2779,392	2779,392
4	1	1	1729,400	383,702	309,445	555,826	281,801	1939,472	1692,268	2227,876	1511,425
			2414,730	531,272	383,578	555,826	281,801	2535,467	2535,467	2535,467	2535,467
5	1	1	1599,400	384,695	310,14	463,925	281,978	1778,923	1579,817	2011,212	1458,337
			2184,640	458,568	384,571	463,925	281,978	2293,872	2293,872	2293,872	2293,872
6	1	2	1237,110	285,44	233,201	464,808	282,331	1277,103	1220,828	1559,423	1128,575
			1722,230	457,462	308,451	464,808	282,331	1808,342	1808,342	1808,342	1808,342
7	1	1	1117,790	309,445	233,946	372,789	189,163	1230,366	1116,993	1362,633	1057,196
			1500,390	382,582	309,445	372,789	189,163	1575,410	1575,410	1575,410	1575,410
8	1	2	997,420	310,537	234,84	374,085	189,163	1087,843	1006,739	1182,464	912,118
			1280,930	384,074	310,637	374,085	189,163	1344,977	1344,977	1344,977	1344,977
9	1	1	644,940	233,946	157,305	281,447	189,104	701,568	652,806	758,455	695,919
			828,070	308,551	234,169	281,447	189,104	869,474	869,474	869,474	869,474
10	1	2	298,210	157,255	158,149	188,928	189,693	323,981	302,250	349,356	276,885
			379,030	234,244	157,454	188,928	189,693	397,982	397,982	397,982	397,982

Lmt	Klm	Ng,k	Mnak,b-x (kN-m)		Mnak,b-y (kN-m)		Nuk-x (kN)		Nuk-y (kN)	
			Neg	Pos	Neg	Pos	Min	Max	Min	Max
1	1	1818,080	554,059	373,025	554,236	281,447	2115,413	1622,325	2607,031	1371,481
	2	2759,160	735,173	497,069	554,236	281,447	2897,118	2697,118	2897,118	2897,118
2	1	4732,880	554,059	373,025	552,822	281,094	2004,081	1634,967	2434,714	1364,373
	2	2578,020	735,173	497,069	552,822	281,094	2706,921	2706,921	2706,921	2706,921
3	1	1611,900	554,589	373,378	552,999	281,094	1853,110	1531,880	2227,877	1317,440
	2	2346,650	735,885	497,543	552,999	281,094	2463,983	2463,983	2463,983	2463,983
4	1	1533,530	555,296	373,850	553,529	281,271	1746,873	1473,540	2066,763	1297,803
	2	2180,400	736,833	498,175	553,529	281,271	2289,420	2289,420	2289,420	2289,420
5	1	1409,930	463,630	374,439	554,589	281,536	1593,126	1367,727	1866,090	1212,347
	2	1953,170	615,212	374,224	554,589	281,536	2050,829	2050,829	2050,829	2050,829
6	1	1097,960	464,367	281,359	555,826	281,801	1241,561	1064,166	1448,502	965,068
	2	1556,060	616,003	374,935	555,826	281,801	1633,863	1633,863	1633,863	1633,863
7	1	985,030	465,398	282,066	464,661	283,243	1098,926	969,637	1249,762	891,170
	2	1336,060	617,385	375,765	464,661	283,243	1402,863	1402,863	1402,863	1402,863
8	1	914,810	373,378	189,045	373,143	188,928	1003,722	917,379	1104,454	816,647
	2	1180,930	495,172	376,713	373,143	188,928	1239,977	1239,977	1239,977	1239,977
9	1	568,600	374,439	189,045	374,566	188,928	623,669	569,891	687,037	506,813
	2	729,040	496,595	251,695	374,566	188,928	765,492	765,492	765,492	765,492
10	1	271,430	189,456	189,811	189,574	189,517	295,857	274,146	321,186	248,817
	2	343,220	375,883	252,801	189,574	189,517	360,381	360,381	360,381	360,381

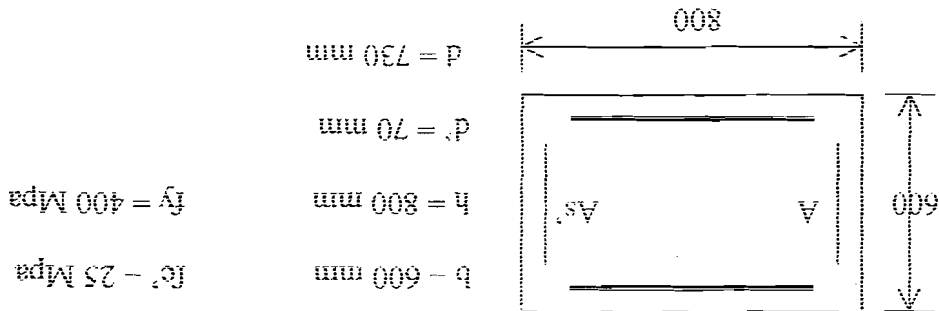
Tabel 6.55 Gaya aksial rencana kolom D-1 dan D-2 untuk bentang 8m

Lmt	Klm	Ng,k	Mnak,b-x (kN-m)		Mnak,b-y (kN-m)		Nuk-x (kN)		Nuk-y (kN)	
			Neg	Pos	Neg	Pos	Min	Max	Min	Max
1	1	1930,860	554,059	373,025	555,826	281,359	2225,733	1752,908	2688,503	1526,444
	2	2691,290	735,173	497,069	555,826	281,359	2825,855	2825,855	2825,855	2825,855
2	1	1776,240	554,059	373,025	554,589	374,556	2039,346	1690,758	2446,031	1426,770
	2	2432,820	735,173	497,069	554,589	374,556	2654,461	2654,461	2654,461	2654,461
3	1	1723,910	554,589	373,378	554,766	281,094	1957,723	1662,488	2302,162	1461,039
	2	2328,170	735,885	497,543	554,766	281,094	2444,579	2444,579	2444,579	2444,579
4	1	1675,970	555,296	373,850	555,296	281,359	1778,387	1531,150	2066,831	1350,358
	2	2084,060	736,833	498,175	555,296	281,359	2188,263	2188,263	2188,263	2188,263
5	1	1622,270	463,630	374,439	463,630	281,889	1697,981	1498,786	1930,376	1374,291
	2	1983,270	615,212	374,224	463,630	281,889	2082,434	2082,434	2082,434	2082,434
6	1	1141,160	464,367	281,359	464,809	282,243	1276,411	1120,025	1458,661	1027,762
	2	1508,380	616,003	374,935	464,809	282,243	1583,799	1583,799	1583,799	1583,799
7	1	1097,970	465,398	282,066	373,025	189,399	1209,613	1096,124	1342,017	1036,258
	2	1416,480	617,385	375,765	373,025	189,399	1487,304	1487,304	1487,304	1487,304
8	1	958,720	373,378	189,045	374,321	189,399	1047,253	966,059	1141,978	871,334
	2	1184,440	495,172	376,713	374,321	189,399	1243,662	1243,662	1243,662	1243,662
9	1	682,090	374,439	189,045	281,889	189,399	740,606	691,783	797,667	634,822
	2	861,080	496,595	251,695	281,889	189,399	904,134	904,134	904,134	904,134
10	1	315,190	188,456	189,811	189,163	189,811	341,830	320,069	367,218	294,681
	2	399,740	375,883	252,801	189,163	189,811	419,727	419,727	419,727	419,727

Tabel 6.54 Gaya aksial rencana kolom A-1 dan A-2 untuk bentang 8m

6.1.5 Grafik interaksi kolom dan contoh perhitungan

Mutu bahan dan dimensi kolom tengah adalah



Luas tulangan total yang digunakan disebat ke 4 sisi kolom sesuai dengan persyaratan ketahanan gempa. Karena kolom menahan beban gempa secara siklis yang arahnya merupakan kombinasi dari arah x dan y, sehingga $A_s = A_s' = 0,25 A_{st}$. Dicoeba luas tulangan minimum 1% dari luas bruto, A_g .

$$A_{st} - 1\% \cdot 600 \cdot 800 = 4800 \text{ mm}^2$$

1. Kondisi beban sentris

Gaya desak, P berimpit dengan sumbu memanjang kolom sehingga tegangan desak terjadi diseluruh penampang kolom yang mengakibatkan seluruh tulangan mengalami gaya desak. Karena itu, luas tulangan yang digunakan adalah tulangan total (A_{st}).

$$P_o = 0,85 \cdot f_c' \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_s$$

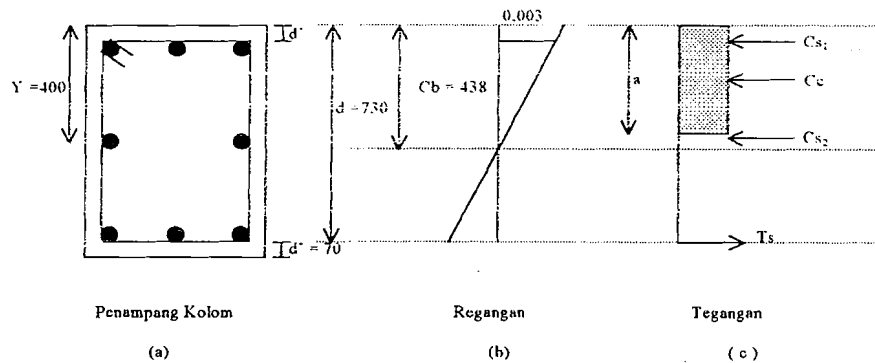
$$= 0,85 \cdot 25 \cdot (480000 - 4800) \cdot 10^{-3} + 400 \cdot 4800 \cdot 10^{-3} = 12018 \text{ kN}$$

$$P_n (\text{max}) = 0,8 \cdot (0,85 \cdot f_c' \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_s)$$

$$= 0,8 \cdot (12018) = 9614,4 \text{ kN}$$

$$\phi P_n = 0,65 \cdot 9614,4 = 6249,36 \text{ kN}$$

2. Kondisi balance



Gambar 6.4 Diagram tegangan dan regangan

Letak garis netral dalam kondisi seimbang adalah,

$$c_b = \frac{600 \cdot d}{600 + f_y} = \frac{600 \cdot 730}{600 + 400} = 438 \text{ mm}$$

$$a_b = \beta_1 \cdot c_b = 0,85 \cdot 438 = 372,3 \text{ mm}$$

Cek regangan yang terjadi,

Untuk baja mutu $f_y = 400$ Mpa, regangan lelehnya adalah,

$$\varepsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{400}{200000} = 0,0020$$

$$\varepsilon_{s1} = \frac{c_b - a''}{c_b} \cdot 0,003 = \frac{438 - 70}{438} \cdot 0,003 = 0,00252 > \varepsilon_y = 0,0020, \text{ baja desak leleh}$$

$$\varepsilon_{s2} = \frac{c_b - y}{c_b} \cdot 0,003 = \frac{438 - 400}{438} \cdot 0,003 = 0,00026 < \varepsilon_y = 0,0020, \text{ baja desak belum}$$

leleh

$$\varepsilon_s = \frac{d - c_b}{c_b} \cdot 0,003 = \frac{730 - 438}{438} \cdot 0,003 = 0,002 = \varepsilon_y = 0,0020; \text{ baja tarik leleh}$$

Tegangan pada bagian baja desak yang belum leleh adalah,

$$f_{s2}' = E_s \cdot \frac{c_b - y}{c_b} \cdot 0,003 = E_s \cdot \varepsilon_{s2} = 200000 \cdot 0,00026 = 52 \text{ Mpa}$$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a_b \cdot b \cdot 10^{-3} = 0,85 \cdot 25 \cdot 372 \cdot 3 \cdot 600 \cdot 10^{-3} = 4746,825 \text{ kN}$$

Tulangan yang berada dekat garis netral mempunyai tegangan-tegangan yang lebih kecil dari tegangan luluh baja, sehingga dari sumbu netral C dapat dicari regangan baja yang terjadi pada penampang kolom tersebut. Berdasarkan gambar diatas, maka luas tulangan $A_s = A_s'$

$$A_s = A_s' = 0,25 + (0,25/2) \cdot A_{st} = 0,375 \cdot 4800 = 1800 \text{ mm}^2$$

$$\text{Pada sisi } A_{s_{ki}} = A_{s_{ka}} = 0,25 \cdot 4800 = 1200 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tegangan desak baja, } C_{s1} = A_s' \cdot f_y = 1800 \cdot 400 \cdot 10^{-3} = 720 \text{ kN}$$

$$C_{s2} = A_{s_{ki}} = A_{s_{ka}} \cdot f_s' \cdot 2 = 1200 \cdot 52 \cdot 10^{-3} = 62,4 \text{ kN}$$

$$T_s = A_s \cdot f_y = 1800 \cdot 400 \cdot 10^{-3} = 720 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} P_{nb} &= C_c + C_{s1} + C_{s2} - T_s \\ &= 4746,825 + 720 + 62,4 - 720 = 4809,225 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nb} &= C_c \cdot (y - a_b/2) + C_{s1} \cdot (y - d') + C_{s2} \cdot (0) + T_s \cdot (d - y) \\ &= \{4746,825 \cdot (400 - 372 \cdot 3/2) + 720 \cdot (400 - 70) + 62,4 \cdot (0) + 720 \cdot (730 - 400)\} \\ &= 1490,309 \text{ kN-m} \end{aligned}$$

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} = \frac{1490,309}{4809,225} = 0,30989 \text{ m} = 309,9 \text{ mm}$$

$$\phi P_{nb} = 0,65 \cdot 4809,225 = 3125,996 \text{ kN}$$

$$\phi M_{nb} = 0,65 \cdot 1490,309 = 968,701 \text{ kN-m}$$

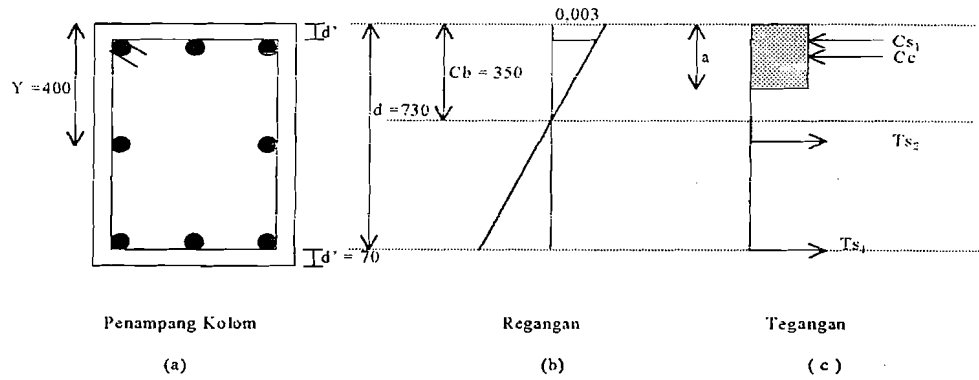
3. Kondisi patah tarik (keruntuhan tarik)

Syarat keruntuhan tarik, $e > e_b$ atau $P_n < P_{nb}$

$$\text{a. Diambil } c = 350 \text{ mm} < c_b = 438 \text{ mm}$$

$$a = \beta_1 \cdot c = 0,85 \cdot 350 = 297,5 \text{ mm}$$

Cek regangan yang terjadi



Gambar 6.5 Diagram tegangan dan regangan

$$\varepsilon_{s1}' = \frac{c - d'}{c} \cdot 0,003 = \frac{350 - 70}{350} \cdot 0,003 = 0,0024 > \varepsilon_y = 0,0020$$

$$\varepsilon_{s1} = \frac{d - c}{c} \cdot 0,003 = \frac{730 - 350}{350} \cdot 0,003 = 0,0033 > \varepsilon_y = 0,002$$

$$\varepsilon_{s2} = \frac{y - c}{c} \cdot 0,003 = \frac{400 - 350}{350} \cdot 0,003 = 0,00043 < \varepsilon_y = 0,002$$

$$f_{s2} = \varepsilon_{s2} \cdot E_s = 0,00043 \cdot 200000 = 86 \text{ Mpa}$$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b$$

$$= 0,85 \cdot 25 \cdot 297,5 \cdot 400 \cdot 10^{-3} = 2528,75 \text{ kN}$$

$$C_{s1} = A_s' \cdot f_y = 1800 \cdot 400 \cdot 10^{-3} = 720 \text{ kN}$$

$$T_{s2} = A_{sk_i} = A_{s_{ka}} \cdot f_{s2} = 1200 \cdot 86 \cdot 10^{-3} = 103,2 \text{ kN}$$

$$T_{s1} = A_s \cdot f_y = 1800 \cdot 400 \cdot 10^{-3} = 720 \text{ kN}$$

$$P_n = C_c + C_{s1} - T_{s1} - T_{s2}$$

$$= 2528,75 + 720 - 103,2 - 720 = 2425,55 \text{ kN} < P_{n_t} = 4809,225 \text{ kN}$$

$$M_n = C_c \cdot (y - a/2) + C_{s1} \cdot (y - d') + T_{s1} \cdot (0) + T_{s2} \cdot (y - d')$$

$$= 2528,75 \cdot (400 - 297,5/2) + 720 \cdot (400 - 70) + 103,2 \cdot (0) + 720 \cdot (400 - 70)$$

$$= 1110,55 \text{ kN-m}$$

$$e = \frac{Mn}{Pn} = \frac{1110,55}{2425,55} = 0,458 = 458 \text{ mm} > e_b = 309,9 \text{ mm}$$

Cek

Faktor reduksi yang digunakan dengan persamaan ($0,1.Ag.fc'$), sehingga apabila ($0,1.Ag.fc'$) $> Pn$, maka faktor reduksi (ϕ) yang digunakan $> 0,65$.

$$0,1.480000.25.10^{-3} = 1200 \text{ kN}$$

$$\phi Pn = 0,65.2425,55 = 1576,61 \text{ kN} > 0,1.Ag.fc', \text{ sehingga faktor } \phi \text{ tetap} = 0,65$$

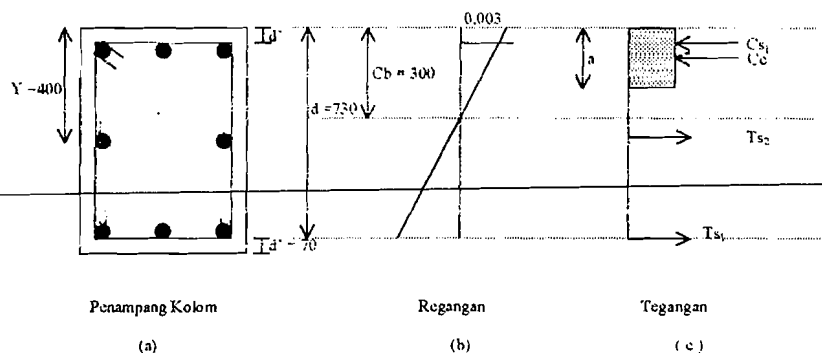
$$\phi Mn = 0,65.1110,55 = 721,86 \text{ kN-m}$$

b. Diambil $c = 300 \text{ mm} < c_b = 438 \text{ mm}$

$$a = \beta_1.c = 0,85.300 = 255 \text{ mm}$$

Cek regangan yang terjadi,

$$\varepsilon_{s1}' = \frac{c - d'}{c} \cdot 0,003 = \frac{300 - 70}{300} \cdot 0,003 = 0,0023 > \varepsilon_y = 0,0020$$



Gambar 6.6 Diagram tegangan dan regangan

$$\varepsilon_{s1} = \frac{d - c}{c} \cdot 0,003 = \frac{730 - 300}{300} \cdot 0,003 = 0,0043 > \varepsilon_y = 0,0020$$

$$\varepsilon_{s2} = \frac{y - c}{c} \cdot 0,003 = \frac{400 - 300}{300} \cdot 0,003 = 0,001 < \varepsilon_y, \text{ baja tarik belum luluh}$$

$$f_s = \varepsilon_{s2} \cdot E_s = 0,001.200000 = 200 \text{ Mpa}$$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = 0,85 \cdot 25 \cdot 225 \cdot 600 \cdot 10^{-3} = 2868,75 \text{ kN}$$

$$C_{s1} = A_{s1} \cdot f_y = 1800 \cdot 400 \cdot 10^{-3} = 720 \text{ kN}$$

$$T_{s2} = A_{sk2} \cdot f_{s2} = 1200 \cdot 250 \cdot 10^{-3} = 300 \text{ kN}$$

$$T_{s1} = A_s \cdot f_y = 1800 \cdot 400 \cdot 10^{-3} = 720 \text{ kN}$$

$$P_n = C_c + C_{s1} - T_{s1} - T_{s2} = 2868,75 + 720 - 720 - 300 = 2568,75 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} M_n &= C_c \cdot (y - a/2) + C_{s1} \cdot (y - d') + T_{s2} \cdot (0) + T_{s1} \cdot (y - d') \\ &= 2868,75 \cdot (400 - 225/2) + 720 \cdot (400 - 70) + 300 \cdot (0) + 720 \cdot (400 - 70) \\ &= 1299,97 \text{ kN-m} \end{aligned}$$

$$e = \frac{M_n}{P_n} = \frac{1299,97}{2568,75} = 0,506 \text{ m} = 506 \text{ mm} > e_b = 309,9 \text{ mm}$$

$$\phi P_n = 0,65 \cdot 2568,75 = 1669,69 \text{ kN} > 0,1 \cdot A_g \cdot f_c' = 1200 \text{ kN}$$

$$\phi M_n = 0,65 \cdot 1299,97 = 844,98 \text{ kN-m}$$

4. Kondisi patah tekan (keruntuhan tekan)

Syarat keruntuhan tekan, $e < e_b$ atau $P_n > P_{nb}$

a. Diambil $c = 500 \text{ mm} > c_b = 438 \text{ mm}$

$$a = \beta_1 \cdot c = 0,85 \cdot 500 = 425 \text{ mm}$$

Cek regangan yang terjadi,

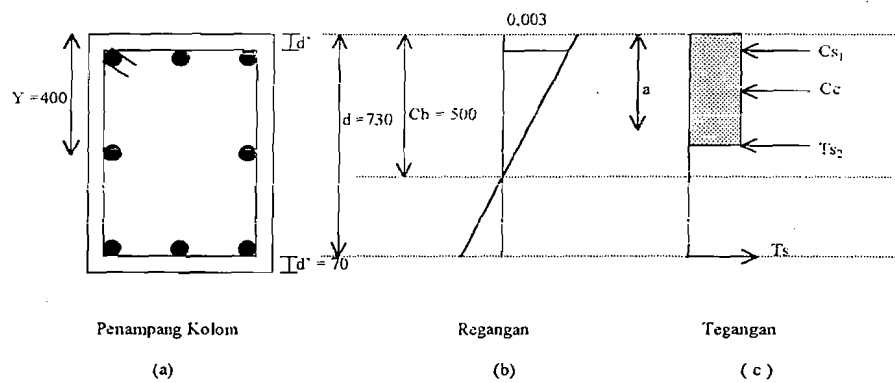
$$\epsilon_{s1} = \frac{c - d'}{c} \cdot 0,003 = \frac{500 - 70}{500} \cdot 0,003 = 0,00258 > \epsilon_y = 0,0020$$

$$\epsilon_{s2} = \frac{c - y}{c} \cdot 0,003 = \frac{500 - 400}{500} \cdot 0,003 = 0,0006 < \epsilon_y = 0,0020$$

$$\epsilon_s = \frac{d - c}{c} \cdot 0,003 = \frac{730 - 500}{500} \cdot 0,003 = 0,00138 < \epsilon_y = 0,0020$$

$$f_s' = \epsilon_{s2} \cdot E_s = 0,0006 \cdot 200000 = 120 \text{ Mpa}$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s = 0,00138 \cdot 200000 = 276 \text{ Mpa}$$



Gambar 6.7 Diagram tegangan dan regangan

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = 0,85 \cdot 25 \cdot 425 \cdot 600 \cdot 10^{-3} = 5418,75 \text{ kN}$$

$$C_{s1} = A_s \cdot f_y = 1800 \cdot 400 \cdot 10^{-3} = 720 \text{ kN}$$

$$C_{s2} = 0,25 \cdot A_{st} \cdot f_s' = 1200 \cdot 120 \cdot 10^{-3} = 144 \text{ kN}$$

$$T_s = A_s \cdot f_s = 1800 \cdot 276 \cdot 10^{-3} = 496,8 \text{ kN}$$

Tabel 6.56 Hasil perhitungan grafik interaksi kolom untuk ukuran 600/800

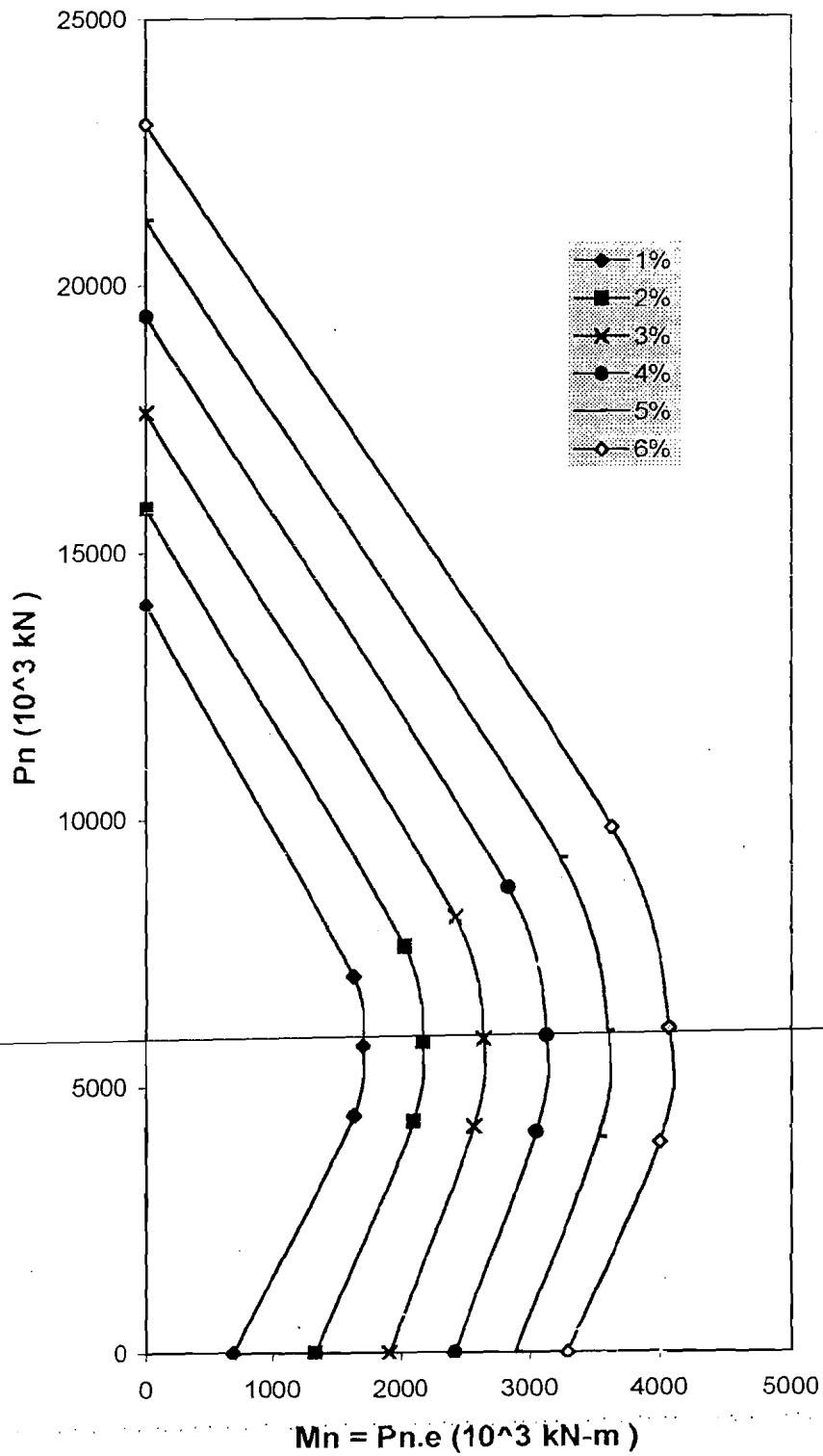
R (%)	P _o (kN)	P _u (maks) (kN)	P _u (min) (kN)	M _u (min) (kNm)	M _u (tarik) (kN)	M _u (tarik) (kNm)	P _u (tekan) (kN)	M _u (tekan) (kNm)	M _o (kNm)
1	14037,6	11230,08	5758,66	1693,33	4448,89	1618,83	7056,9	1620,76	689,365
2	15835,2	12668,16	5821,12	2168,53	4346,04	2094,03	7611,3	2022,31	1322,26
3	17632,8	14106,24	5883,59	2643,73	4243,18	2569,23	8165,7	2423,85	1898,68
4	19430,4	15544,32	5946,05	3118,93	4140,32	3044,43	8720,1	2825,40	2418,64
5	21228	16982,4	6008,52	3594,13	4037,46	3519,63	9274,5	3226,94	2882,12
6	23025,6	18420,48	6070,99	4069,33	3934,61	3994,83	9828,9	3628,48	3289,13

Tabel 6.57 Hasil perhitungan grafik interaksi kolom untuk ukuran 600/600

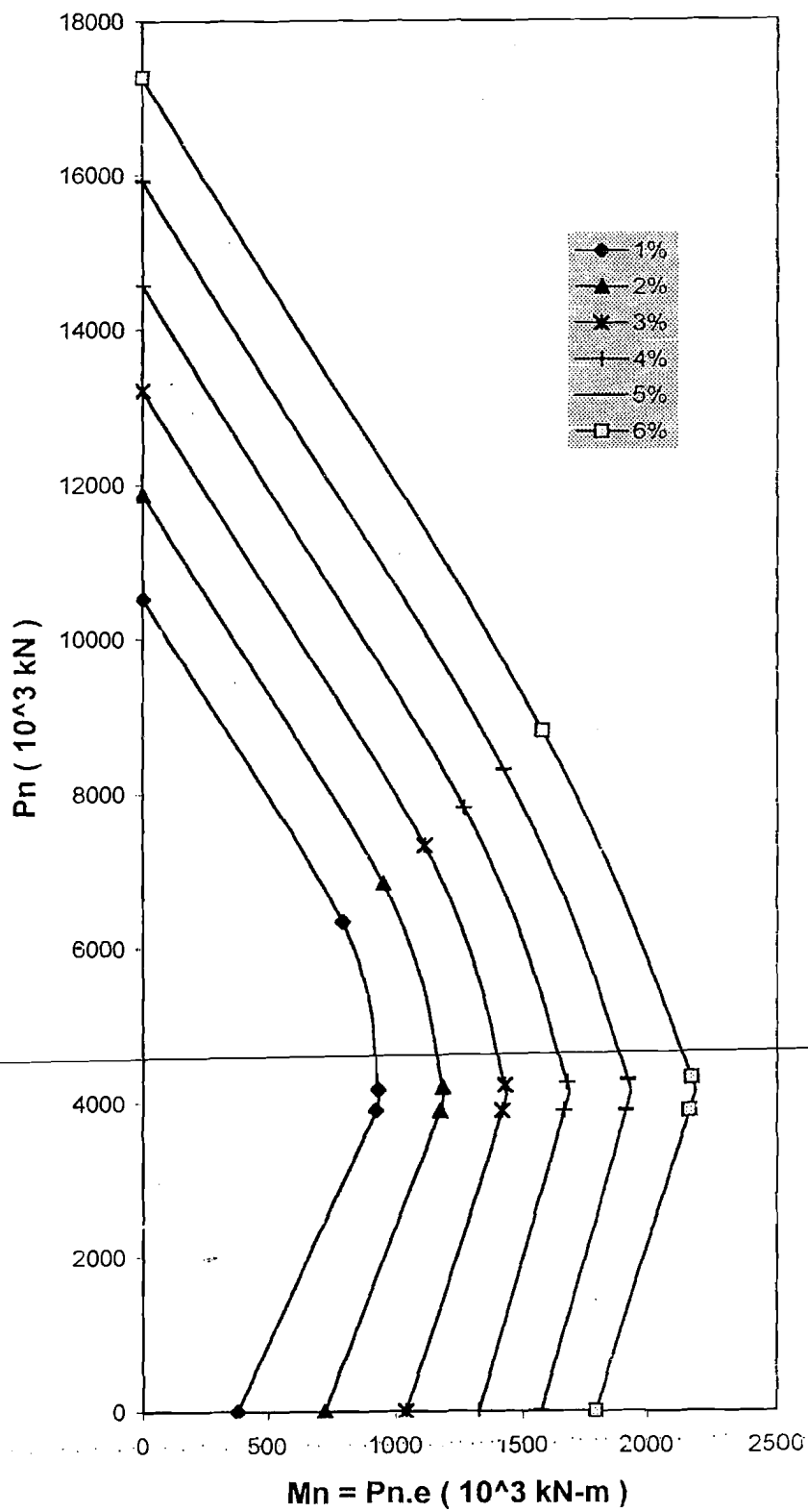
R (%)	Po (kN)	Pn (maks) (kN)	Pnb (kN)	Mnb (kNm)	Pntarik (kN)	Mntarik (kNm)	Pntekan (kN)	Mntekan (kNm)	Mo (kNm)
1	10528,2	8422,56	4166,16	930,152	3901,5	921,41	6344,25	793,32	378,32
2	11876,4	9501,12	4196,72	1178,55	3901,5	1169,81	6836,25	951,07	724,87
3	13224,6	10579,68	4227,29	1426,95	3901,5	1418,21	7328,25	1108,39	1039,66
4	14572,8	11658,24	4257,85	1675,35	3901,5	1666,61	7820,25	1265,71	1322,68
5	15921	12736,8	4288,42	1923,75	3901,5	1915,01	8312,25	1423,03	1573,94
6	17269,2	13815,36	4318,36	2172,15	3901,5	2163,41	8804,25	1580,35	1793,44

Tabel 6.58 Hasil perhitungan grafik interaksi kolom untuk ukuran 600/400

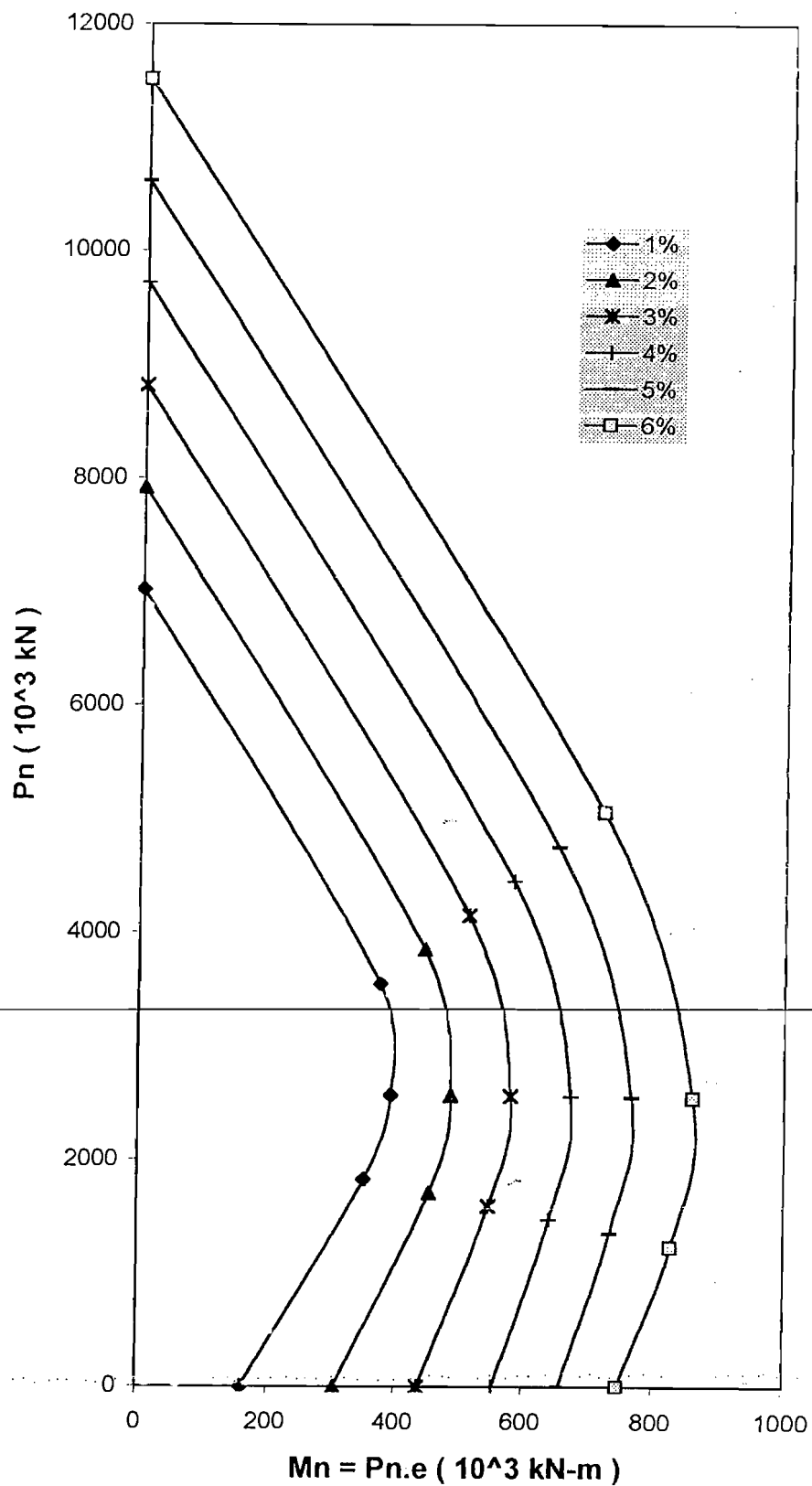
R (%)	Po (kN)	Pn (maks) (kN)	Pnb (kN)	Mnb (kNm)	Pntarik (kN)	Mntarik (kNm)	Pntekan (kN)	Mntekan (kNm)	Mo (kNm)
1	7018,8	5615,04	2571,35	391,91	1830,75	350,39	3553,65	374,07	159,74
2	7917,6	6334,08	2567,72	485,51	1710,75	452,99	3856,05	443,33	305,36
3	8816,4	7053,12	2564,08	579,11	1590,75	546,59	4158,45	512,60	436,87
4	9715,5	7772,16	2560,45	672,71	1470,75	640,19	4460,85	581,86	554,26
5	10614	8491,2	2556,81	766,31	1350,75	733,79	4763,25	651,12	657,53
6	11512,8	9210,24	2553,17	859,91	1230,75	827,39	5065,65	720,39	746,68



Gambar 6.8 Grafik interaksi kolom untuk ukuran 600/800



Gambar 6.9 Grafik interaksi kolom untuk ukuran 600/600



Gambar 6.10 Grafik interaksi kolom untuk ukuran 600/400

6.1.6 Penulangan kolom biaksial

6.1.6.1 Penulangan kolom tepi

1. Metode *Bresler*

$$M_{ux} = 637,253 \text{ kN-m}$$

$$M_{uy} = 671,574 \text{ kN-m}$$

$$P_u = 2198,143 \text{ kN}$$

$$M_{nx} = \frac{M_{ux}}{0,7} = \frac{637,253}{0,7} = 910,361 \text{ kN-m}$$

$$M_{ny} = \frac{M_{uy}}{0,7} = \frac{671,574}{0,7} = 959,391 \text{ kN-m}$$

$$P_n = \frac{P_u}{0,7} = \frac{2198,143}{0,7} = 3140,204 \text{ kN}$$

$$\beta = 0,65$$

Mencentukan persamaan momen uniaksial yang digunakan

$$\frac{M_{ny}}{M_{nx}} = \frac{959,391}{910,361} = 1,05 > \frac{b}{h} = \frac{60}{80} = 0,75 \text{ maka persamaan yang digunakan}$$

adalah

$$\begin{aligned} M_{noy} &= M_{ny} + M_{nx} \left(\frac{b}{h} \right) \left(\frac{1-\beta}{\beta} \right) \\ &= 959,391 + 910,361 \left(\frac{60}{80} \right) \left(\frac{1-0,65}{0,65} \right) = 1327,037 \text{ kN-m} \end{aligned}$$

$$\text{hitung } \frac{P_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f_c'} = \frac{2198,143}{0,65 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 25 \cdot 10^3} = 0,33$$

$$\frac{M_{oy}}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f_c' \cdot h} = \frac{1327,037 \cdot 0,7}{0,65 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 25 \cdot 10^3 \cdot 0,6} = 0,23$$

dari tabel Gideon dengan dan $d'/h' = 0,1$ (Lampiran) didapat bahwa $p = 0,026$

maka,

$$A_{st} = p \cdot b \cdot h$$

$$= 0,026 \cdot 600 \cdot 800$$

$$= 12480 \text{ mm}^2$$

Jadi tulangan yang dipakai adalah 26D25, $A_s = 12762,720 \text{ mm}^2$

Dicari gaya aksial yang terjadi dengan menggunakan metode Bresler

$$\text{Chek } P_n \geq 0,1 \cdot f_c' \cdot A_g$$

$$3140,204 > 0,1 \cdot 25 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \cdot 10^3 = 1200 \text{ kN}$$

$$\text{dicari } P_o = 0,85 \cdot f_c' \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y$$

$$= 0,85 \cdot 25 \cdot 10^3 \cdot (0,48 - 0,01276272) + 0,01276272 \cdot 400 \cdot 10^3$$

$$= 15019,301 \text{ kN}$$

= Untuk arah X (Px)

$$P_u - 2198,143 \text{ kN} \quad M_u - 637,253 \text{ kN-m}$$

$$e_x = \frac{M_u}{P_u} = \frac{637,253}{2198,143} = 0,29 \text{ m}, \quad \frac{e_x}{h} = \frac{0,29}{0,8} = 0,36$$

dari tabel Gideon (Lampiran) dengan $e_y/h = 0,36$ dan $p = 0,026$ didapat

$$\frac{P_{ox}}{e_y} \left(\frac{h}{e_y} \right) = 0,30$$

$$P_{ox} - 0,30 \cdot 0,65 \cdot 480000 \cdot 0,85 \cdot 25 \cdot 10^3 / (0,36 \cdot 0,7) = 7892,857 \text{ kN}$$

= Untuk arah Y (Py)

$$P_u - 2198,143 \text{ kN} \quad M_u - 671,574 \text{ kN-m}$$

$$e_x = \frac{M_u}{P_u} = \frac{671,574}{2198,143} = 0,31 \text{ m}, \quad \frac{e_x}{h} = \frac{0,31}{0,6} = 0,51$$

dari tabel Gideon (Lampiran) untuk $e_y/h = 0,51$ dan $p = 0,026$ didapat

$$\frac{F_{oy}}{e_x} \left(\frac{A_{gr}}{b} \right) = 0,32$$

$$F_{oy} = 0,32 \cdot 0,65 \cdot 480000 \cdot 0,85 \cdot 25 \cdot 10^{-3} / (0,51 \cdot 0,7) = 5942,857 \text{ KN}$$

Maka untuk mencari gaya aksialnya menggunakan rumus Bresler

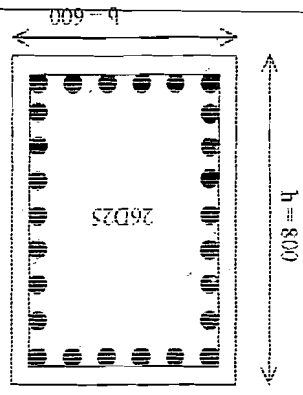
$$\frac{P_n}{F_o} = \frac{F_{ox}}{F_o} + \frac{F_{oy}}{F_o}$$

$$\frac{P_n}{1} = \frac{7892,857}{1} + \frac{5942,857}{1} = 15033,88$$

$$P_n = 4377,332 \text{ KN}$$

$$\phi P_n = 0,7 \cdot 4377,857 = 3064,133 \text{ KN} > P_u = 2189,143 \text{ KN} \quad \text{OK!!!}$$

Dipakai 26D25, $A_s = 12762,720 \text{ mm}^2$ disebarkan merata pada keempat sisi



6.1.6.2 Penulangan kolom tengah

1. Metode Bresler

$$M_{ux} = 651,800 \text{ KN-m}$$

$$M_{uy} = 720,064 \text{ KN-m}$$

$$P_u = 2477,879 \text{ KN}$$

$$M_{ux} = \frac{M_{ux}}{0,7} = \frac{651,800}{0,7} = 931,143 \text{ KN-m}$$

$$M_{uy} = \frac{M_{iy}}{0,7} = \frac{720,064}{0,7} = 1028,663 \text{ kN-m}$$

$$P_n = \frac{P_u}{0,7} = \frac{2477,879}{0,7} = 3539,827 \text{ kN}$$

$$\beta = 0,65$$

Menentukan persamaan momen uniaksial yang digunakan

$$\frac{M_{ny}}{M_{nx}} = \frac{1028,663}{931,43} = 1,10 > \frac{b}{h} = \frac{60}{80} = 0,75 \text{ maka persamaan yang digunakan}$$

adalah

$$\begin{aligned} M_{noy} &= M_{ny} + M_{nx} \cdot \left(\frac{b}{h}\right) \cdot \left(\frac{1-\beta}{\beta}\right) \\ &= 1028,663 + 931,43 \cdot \left(\frac{60}{80}\right) \cdot \left(\frac{1-0,65}{0,65}\right) = 1404,817 \text{ kN-m} \end{aligned}$$

$$\text{hitung } \frac{P_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f_c'} = \frac{2477,879}{0,65 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 25 \cdot 10^3} = 0,37$$

$$\frac{M_{oy}}{\phi \cdot A_g \cdot 0,85 \cdot f_c' \cdot h} = \frac{1404,817}{0,65 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 25 \cdot 10^3 \cdot 0,6} = 0,35$$

dari tabel Gideon dengan dan $d'/h' = 0,1$ (Lampiran) didapat bahwa $\rho = 0,026 \%$

maka,

$$A_{st} = \rho \cdot b \cdot h$$

$$= 0,026 \cdot 600 \cdot 800$$

$$= 12480 \text{ mm}^2$$

Jadi tulangan yang dipakai adalah 26D25, $A_s = 12762,720 \text{ mm}^2$

Dicari gaya aksial yang terjadi dengan menggunakan metode Bresler

$$\text{Chek } P_n \geq 0,1 \cdot f_c' \cdot A_g$$

$$3539,827 > 0,1 \cdot 25 \cdot 0,6 \cdot 0,8 \cdot 10^3 = 1200 \text{ kN}$$

dicari $P_o = 0,85 \cdot f_c' \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y$

$$= 0,85 \cdot 25 \cdot 10^3 \cdot (0,48 - 0,000,01276272) + 0,01276272 \cdot 400 \cdot 10^3$$

$$= 15033,8802 \text{ kN}$$

- Untuk arah X (Px)

$$P_u = 2477,879 \text{ kN}$$

$$M_{ux} = 651,800 \text{ kN-m}$$

$$e_y = \frac{M_{ux}}{P_u} = \frac{651,800}{2477,879} = 0,26 \text{ m}, \quad \frac{e_y}{h} = \frac{0,26}{0,8} = 0,33$$

dari tabel Gideon (Lampiran) dengan $e_y/h = 0,33$ dan $\rho = 0,026$ didapat

$$\frac{P_{ox}}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f_c' \cdot \left(\frac{e}{h}\right)} = 0,3$$

$$P_{ox} = 0,3 \cdot 0,65 \cdot 480000 \cdot 0,85 \cdot 25 \cdot 10^{-3} / (0,33 \cdot 0,7) = 8642 \text{ kN}$$

- Untuk arah Y (Py)

$$P_n = 2477,879 \text{ kN}$$

$$M_{uy} = 720,084 \text{ kN-m}$$

$$e_x = \frac{M_{uy}}{P_u} = \frac{720,084}{2477,084} = 0,29 \text{ m}, \quad \frac{e_x}{h} = \frac{0,29}{0,6} = 0,48$$

dari tabel Gideon (lampiran) untuk $e_y/h = 0,48$ dan $\rho = 0,026$ didapat

$$\frac{P_{oy}}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f_c' \cdot \left(\frac{e}{h}\right)} = 0,32$$

$$P_{oy} = 0,32 \cdot 0,65 \cdot 480000 \cdot 0,85 \cdot 25 \cdot 10^{-3} / (0,48 \cdot 0,7) = 6257,86 \text{ kN}$$

Maka untuk mencari gaya aksialnya menggunakan rumus Bresler

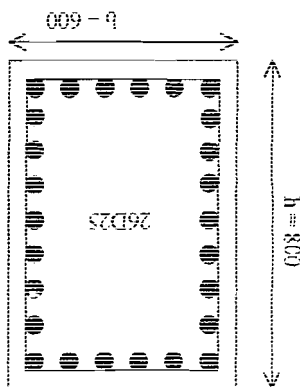
$$\frac{1}{P_n} = \frac{1}{P_{ox}} + \frac{1}{P_{oy}} - \frac{1}{P_o}$$

$$\frac{1}{P_n} = \frac{1}{8642} + \frac{1}{6257,86} - \frac{1}{15033,8802}$$

$$P_n = 4784,634 \text{ kN}$$

$$\phi \cdot P_n = 0,7 \cdot 4784,634 = 3349,2438 \text{ kN} > P_u = 2508,335 \text{ kN} \quad \text{OK!!!}$$

Dipakai 26D25, $A_s = 12762,72 \text{ mm}^2$ disebarkan merata pada keempat sisi



Tabel 6.59 Penulangan kolom biaskial D-1 dan D-2 untuk bentang 4m dengan

metode Bresler

Ln	Kim	Dimensi	P_u terpakai (kN)	M_{ux} (kN-m)	$e_{y/h}$	M_{uy} (kN-m)	$e_{x/b}$	ρ (%)	A_{stotal} (mm ²)	Tulangan terpasang
1	1	800 x 600	2198,143	637,253	0,36	671,574	0,51	2,6	12480	26D25
	2	800 x 600	2477,864	651,800	0,33	720,064	0,46	2,6	12480	26D25
2	1	800 x 600	2046,296	94,441	0,06	170,697	0,14	2,2	10560	22D25
	2	800 x 600	2302,146	94,441	0,05	170,697	0,12	2	9600	20D25
3	1	800 x 600	1901,470	76,698	0,06	136,820	0,12	2	9600	20D25
	2	800 x 600	2139,312	76,698	0,04	136,817	0,11	1,8	8640	18D25
4	1	800 x 600	1756,686	68,958	0,05	116,783	0,11	1,8	8640	18D25
	2	800 x 600	1978,462	68,947	0,04	116,780	0,10	1,6	7680	16D25
5	1	800 x 600	1619,196	97,007	0,07	162,884	0,17	1,8	8640	18D25
	2	800 x 600	1819,388	97,022	0,07	162,889	0,16	1,4	6720	14D25
6	1	600 x 600	1239,115	69,071	0,09	116,961	0,16	1,6	5760	12D25
	2	600 x 600	1416,726	69,071	0,08	116,961	0,14	1,6	5760	12D25
7	1	600 x 600	1114,401	50,675	0,08	91,635	0,14	1,8	6780	12D25
	2	600 x 600	1264,064	50,689	0,07	91,639	0,12	1,4	5040	11D25
8	1	600 x 600	889,336	60,896	0,10	110,125	0,18	1,8	6480	14D25
	2	600 x 600	1114,407	60,887	0,09	110,123	0,16	1,8	6480	14D25
9	1	600 x 400	640,642	43,947	0,11	70,551	0,28	1	2400	6D25
	2	600 x 400	719,250	44,308	0,10	71,712	0,25	1	2400	6D25
10	1	600 x 400	298,402	74,329	0,42	98,716	0,83	0,8	1920	4D25
	2	600 x 400	327,789	74,300	0,38	98,708	0,75	0,8	1920	4D25

Tabel 6.60 Penulangan kolom biaksial D-1 dan D-2 untuk bentang 6m dengan metode Bresler

Ltm	Klm	Dimensi	Fu terpakai (kN)	Mux (kN-m)	ey/h	Muy (kN-m)	ex/b	p (%)	As _{total} (mm ²)	Tulangan terpasang
1	1	800 x 600	2869.008	640.200	0.28	727.430	0.42	3	14400	30D25
	2	800 x 600	3286.364	640.130	0.24	776.778	0.39	3	14400	30D25
2	1	800 x 600	2657.221	260.338	0.12	269.220	0.17	2.6	12480	26D25
	2	800 x 600	3026.121	289.713	0.12	277.450	0.15	2.4	11520	24D25
3	1	800 x 600	2443.220	228.710	0.12	260.370	0.18	2.4	11520	24D25
	2	800 x 600	2779.392	290.002	0.13	277.530	0.17	2.2	10560	22D25
4	1	800 x 600	2227.876	229.087	0.13	260.660	0.19	2.4	11520	24D25
	2	800 x 600	2535.467	290.502	0.14	277.860	0.18	2.2	10560	22D25
5	1	800 x 600	2011.212	306.544	0.19	316.450	0.26	2.4	11520	24D25
	2	800 x 600	2293.872	348.600	0.19	328.230	0.24	2.2	10560	22D25
6	1	600 x 600	1559.423	176.828	0.19	213.350	0.23	2.8	10080	22D25
	2	600 x 600	1808.342	248.420	0.23	233.900	0.22	2.8	10080	22D25
7	1	600 x 600	1362.633	175.329	0.21	180.890	0.22	2.6	9360	20D25
	2	600 x 600	1575.410	205.767	0.22	189.420	0.20	2.6	9360	20D25
8	1	600 x 600	1182.464	211.135	0.30	217.630	0.31	2.4	8640	18D25
	2	600 x 600	1344.977	247.860	0.31	228.120	0.28	2.4	8640	18D25
9	1	600 x 400	758.455	132.504	0.29	136.610	0.45	1.4	3360	8D25
	2	600 x 400	869.474	163.553	0.31	146.300	0.42	1.4	3360	8D25
10	1	600 x 400	349.358	178.070	0.85	183.450	1.31	1.2	2880	6D25
	2	600 x 400	397.982	242.153	1.01	201.400	1.27	1.2	2880	6D25

Tabel 6.61 Penulangan kolom biaksial D-1 dan D-2 untuk bentang 8m dengan metode Bresler

Ltm	Klm	Dimensi	Fu terpakai (kN)	Mux (kN-m)	ey/h	Muy (kN-m)	ex/b	p (%)	As _{total} (mm ²)	Tulangan terpasang
1	1	800 x 600	2602.031	766.663	0.37	847.261	0.54	3.4	16320	34D25
	2	800 x 600	2897.118	751.444	0.32	899.634	0.52	3.4	16320	34D25
2	1	800 x 600	2434.714	293.588	0.15	268.318	0.16	3	14400	30D25
	2	800 x 600	2706.921	366.993	0.17	289.427	0.18	3	14400	30D25
3	1	600 x 600	2227.977	260.823	0.16	268.445	0.20	2.8	13440	28D25
	2	600 x 600	2483.963	367.304	0.19	289.575	0.20	2.8	13440	28D25
4	1	800 x 600	2065.763	294.178	0.18	268.723	0.22	2.6	12480	26D25
	2	800 x 600	2289.420	367.754	0.20	289.881	0.21	2.6	12480	26D25
5	1	600 x 600	1856.090	361.561	0.24	363.352	0.33	2.4	11520	24D25
	2	600 x 600	2050.829	447.941	0.27	388.192	0.32	2.4	11520	24D25
6	1	600 x 600	1448.502	257.608	0.30	258.972	0.30	1.8	6480	14D25
	2	600 x 600	1633.863	319.068	0.33	276.645	0.28	1.8	6480	14D25
7	1	600 x 600	1249.762	246.644	0.33	225.493	0.30	1.8	6480	14D25
	2	600 x 600	1402.863	308.246	0.37	243.207	0.29	1.8	6480	14D25
8	1	600 x 600	1104.454	237.506	0.36	217.247	0.33	1.8	6480	14D25
	2	600 x 600	1239.977	296.742	0.40	234.281	0.31	1.8	6480	14D25
9	1	600 x 400	687.037	196.528	0.48	181.683	0.66	1.8	4320	10D25
	2	600 x 400	765.492	248.039	0.54	195.921	0.64	1.8	4320	10D25
10	1	600 x 400	321.186	199.854	1.04	182.927	1.42	1	2400	8D25
	2	600 x 400	360.381	351.785	1.63	226.616	1.57	1	2400	8D25

6.1.7 Gaya geser dan tulangan geser kolom

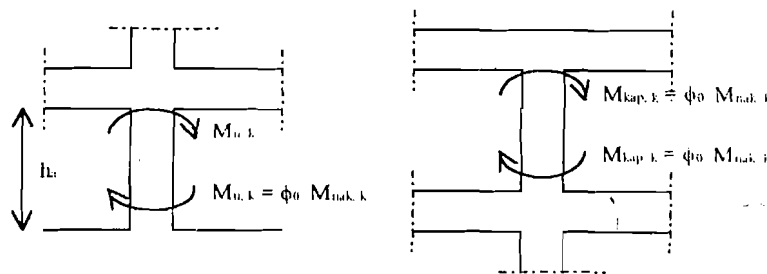
Gaya geser kolom diperoleh dari persamaan,

$$V_{u,k} = (M_{u,k \text{ atas}} + M_{u,k \text{ bawah}})/l_n$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari

$$V_{u,k} = 1,05.(V_{D,k} + V_{L,k} + 4/K.V_{E,k}), \text{ dengan harga } K = 1$$

Akan tetapi pada lantai dasar dan paling atas yang memperbolehkan terjadinya sendi plastis pada kolom, gaya geser rencana kolom dihitung berdasarkan momen kapasitas dari kolom yaitu momen nominal aktual dari kolom yang dikalikan dengan faktor penambah kekuatan (*over strength factor*), ϕ_o sebesar 1,25.



Gambar 6.11 Momen kapasitas kolom lantai dasar dan lantai paling atas

$$V_{u,k \text{ lantai } 1} = (M_{u,k \text{ atas } l_1} + \phi_o M_{nak,k \text{ l } 1})/h_n$$

$$V_{u,k \text{ lantai } 10} = (\phi_o \cdot 2 \cdot M_{nak,k \text{ l } 10})/l_n$$

Besar gaya geser yang disumbangkan oleh beton (V_c), dihitung dengan persamaan,

$$V_c = (1 + N_u/14.A_g) \cdot (\sqrt{f_c}/6) \cdot b \cdot d$$

Dengan,

N_u = gaya aksial minimum yang terjadi pada kolom yang ditinjau

Tulangan geser kolom harus dipasang pada seluruh tinggi kolom dengan jarak maksimal sebagai berikut (SK-SNI 1991)

1. $1/4$ dimensi komponen struktur terkecil,

2. 8 kali diameter tulangan longitudinal, diambil ukuran terkecil.

3. ≤ 100 mm

Khusus untuk daerah ujung kolom yang diharapkan akan terjadi sendi plastis, kemampuan geser oleh beton diabaikan sehingga semua gaya geser yang dipikul oleh tulangan geser ($V_c = 0$), sedangkan pada daerah-daerah lain V_c tetap diperhitungkan dalam menahan gaya geser ($V_c \neq 0$) (SK-SNI 1991)

Pada setiap muka join dan pada kedua sisi setiap penampang yang berpotensi mengalami sendi plastis akibat terjadinya perpindahan lateral *inelastis* dari struktur, harus dipasang tulang transversal (sengkang) sepanjang l_0 dari muka yang ditinjau, dimana panjang l_0 tidak boleh kurang dari,

1. tinggi komponen dimensi struktur, h , untuk $Nu < 0,3 \cdot Ag \cdot f_c'$ (kN)

2. $1,5 \cdot h$ untuk $Nu > 0,3 \cdot Ag \cdot f_c'$ (kN),

3. 1/6 bentang bersih komponen struktur,

4. lebih besar dari 450 mm.

6.1.7.1 Gaya geser rencana dan geser maksimum kolom

a. Momen kapasitas kolom

Untuk mencari momen kapasitas kolom dilakukan interpolasi linier berdasarkan las tulangan aktual yang terpasang pada kolom. Setelah momen kapasitas kolom diperoleh, maka momen nominal aktual kolom dikalikan dengan faktor penambah kekuatan atau dengan kata lain,

$$M_{\text{kapasitas kolom}} = \phi_c \cdot M_{\text{nominal kolom}}$$

1. Kolom lantai I tengah,

Tulangan yang digunakan 26D25 dengan luas, $A_{\text{stabil}} = 12762,720$ mm²

$$\text{Rasio tulangan, } \rho = A_{\text{stabil}} / Ag = 12762,720 / (600 \cdot 800) = 2,66 \%$$

P_n yang dianggap bekerja = $P_n / \phi = 2198,143 / 0,65 = 3381,758$ kN

Dari grafik interaksi kolom diperoleh nilai batas untuk rasio penulangan dan momen adalah sebagai berikut,

= rasio 2% - 2168,53 kN-m

= rasio 3% - 2643,73 kN-m

= dengan interpolasi didapat rasio 2,66% = 2482,162 kN-m

Nominal kolom = 2482,162 kN-m > $M_n / \phi = 366,969 / 0,65 = 564,568$ kN-m

Kapasitas kolom = 1,25.2482,162 = 3102,703 kN-m

b. Gaya geser rencana kolom

Untuk kolom lantai atas,

$$V_{n,k} = \frac{M_{n,katas} + M_{n,kbawah}}{h_c}$$

untuk lantai bawah,

$$V_{n,k} = \frac{M_{n,katas} + M_{n,kapastuskolom}}{h_c}$$

$$V_{n,k} \text{ kolom lantai 1 tengah} = \frac{124,560 + 3102,703}{4,65} = 645,4526 \text{ kN}$$

c. Gaya geser maksimum kolom

Gaya geser maksimum yang dihitung merupakan penjumlahan dari gaya geser

akibat beban mati, gaya geser akibat beban hidup dan gaya geser akibat

beban gempa yang dikalikan dengan faktor daktilitas yang direncanakan.

1. Gaya geser maksimum kolom lantai tengah arah X

$$V_{n,k} = 1,05(0,05 + 0,75 + 4)(164,51 + 0,3.124,4) = 848,526 \text{ kN}$$

2. Gaya geser maksimum kolom lantai 1 tengah arah Y

$$V_{n,k} = 1,05(0,05 + 0,75 + 4)(0,3.164,51 + 124,4) = 730,603 \text{ kN}$$

Gaya geser rencana kolom yang lain untuk arah X dan arah Y dihitung dengan cara

yang sama dan hasilnya disusun dalam bentuk tabel

Tabel 6.62 Gaya geser rencana kolom D-1 dan D-2 untuk bentang 4m

Lint. Klm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Muk atas (kN-m)	124.560	138.352	138.439	114.525	161.178	114.749	90.825	109.162	109.156	70.911
Muk bawah (kN-m)	3102.703*	172.726	138.442	114.566	114.674	68.184	90.831	90.974	90.978	48.684
Vok (kN)	0.050	0.080	0.000	0.000	0.070	0.030	0.000	0.110	0.140	0.070
Vlk (kN)	0.750	0.120	0.000	0.050	0.170	0.140	0.020	0.280	0.510	0.580
Vekx (kN)	164.510	174.790	167.390	157.470	144.730	125.180	106.370	85.230	85.230	25.990
Veky (kN)	124.400	100.310	96.540	89.430	160.680	126.710	58.530	44.100	85.170	25.310
Vuk (kN)	645.453	88.878	79.109	65.455	78.815	52.267	51.902	57.182	57.181	41.656
Vukx maks (kN)	848.526	860.719	824.678	774.108	810.575	620.926	520.523	413.942	465.963	121.991
Vuky maks (kN)	730.603	641.747	616.379	574.071	505.371	466.694	379.873	293.019	465.786	77.761
Vuk-y maks (kN)			1023.884	908.034	857.468	690.213	379.873	293.019	465.786	139.278

Ket : - * = Mkapasitas kolom = $\phi_c M_{nuk}$ kolom

Tabel 6.63 Gaya geser rencana kolom D-1 dan D-2 untuk bentang 6m

Lmt	Klm	Muk atas (kN-m)		Muk bawah (kN-m)		Vdk (kN)	Vlk (kN)	Vekx (kN)	Veky (kN)	Vuk (kN)	Vukx maks (kN)	Vuky maks (kN)
		1	2	1	2							
1	1	213,352	3304,663*	0,100	2,990	146,540	138,510	703,603	793,235	789,963	789,963	893,628
	2	289,713	282,200	0,170	2,040	168,040	213,320	163,404	976,872	841,691	680,049	1109,995
3	1	260,370	163,710	0,000	0,310	157,400	107,390	121,166	796,717	914,561	649,688	1045,991
	2	290,002	194,550	0,000	0,430	157,150	201,650	138,443	914,561	604,981	604,981	604,981
4	1	260,660	163,970	0,000	0,360	147,910	99,580	121,323	747,071	931,521	629,876	931,521
	2	290,502	194,820	0,000	0,490	148,210	159,110	138,663	861,275	629,876	629,876	629,876
5	1	316,544	164,280	0,050	1,870	133,270	85,700	137,378	669,732	826,827	529,876	826,827
	2	348,600	195,260	0,050	2,560	131,760	180,490	155,389	783,560	649,032	649,032	649,032
6	1	213,850	81,298	0,020	1,850	118,880	82,280	84,328	604,932	497,328	497,328	497,328
	2	248,420	97,191	0,030	2,510	120,400	143,090	98,746	688,640	755,349	755,349	755,349
7	1	160,890	120,980	0,000	1,050	97,880	65,830	66,249	495,564	401,043	401,043	401,043
	2	205,767	152,400	0,010	1,400	97,130	125,040	102,333	566,977	649,032	649,032	649,032
8	1	217,830	121,350	0,180	4,190	82,830	49,910	96,909	415,361	318,576	318,576	318,576
	2	247,660	152,900	0,210	5,580	86,630	97,980	114,503	493,380	526,749	526,749	526,749
9	1	136,610	73,441	0,080	1,090	48,030	35,000	60,014	247,055	208,746	208,746	208,746
	2	163,553	96,854	0,090	0,998	47,020	61,560	74,402	275,247	317,995	317,995	317,995
10	1	183,450	92,128	0,120	7,660	8,900	13,180	78,737	62,156	74,739	74,739	74,739
	2	242,163	92,047	0,140	0,000	6,360	31,970	95,486	62,899	141,162	141,162	141,162

Tabel 6.64 Gaya geser rencana kolom D-1 dan D-2 untuk bentang 8m

Lmt	Klm	Muk atas (kN-m)		Muk bawah (kN-m)		Vdk (kN)	Vlk (kN)	Vekx (kN)	Veky (kN)	Vuk (kN)	Vukx maks (kN)	Vuky maks (kN)
		1	2	1	2							
1	1	252,047	3542,263	0,200	2,290	166,230	159,700	758,862	902,003	882,804	882,804	882,804
	2	315,029	3542,263	0,260	0,000	146,810	198,070	1102,083	866,443	1017,148	1017,148	1017,148
2	1	230,586	233,184	0,250	1,960	192,980	128,570	150,205	974,825	785,469	785,469	785,469
	2	366,993	295,229	0,330	5,170	190,560	245,940	189,206	1115,969	1278,816	1278,816	1278,816
3	1	293,823	186,429	0,000	0,960	182,170	123,740	137,215	922,034	750,250	750,250	750,250
	2	367,304	236,754	0,000	1,020	176,900	232,440	172,588	1036,925	1200,213	1200,213	1200,213
4	1	294,178	186,642	0,020	0,180	171,010	114,670	137,377	862,936	697,297	697,297	697,297
	2	367,754	237,032	0,030	2,650	166,490	217,930	172,796	976,664	1127,897	1127,897	1127,897
5	1	263,352	186,914	0,050	3,520	152,610	98,600	157,219	768,947	610,157	610,157	610,157
	2	447,941	186,327	0,060	2,710	145,210	207,900	181,362	874,745	1059,053	1059,053	1059,053
6	1	258,972	88,637	0,060	2,900	137,710	94,630	99,317	700,724	574,069	574,069	574,069
	2	319,068	111,166	0,080	6,360	136,590	164,700	122,924	783,762	869,335	869,335	869,335
7	1	246,644	149,688	0,030	2,090	111,500	75,500	113,238	565,656	459,816	459,816	459,816
	2	308,248	167,664	0,050	0,910	105,790	143,660	141,689	626,338	737,675	737,675	737,675
8	1	237,606	100,210	0,220	7,650	96,160	57,000	96,490	483,656	368,825	368,825	368,825
	2	296,742	176,273	0,260	12,530	98,810	112,180	135,147	569,778	609,086	609,086	609,086
9	1	198,528	80,168	0,140	2,210	53,710	39,660	79,627	278,021	236,714	236,714	236,714
	2	248,039	100,482	0,180	1,000	49,430	69,930	99,577	296,957	357,227	357,227	357,227
10	1	199,654	100,694	0,210	6,930	0,410	14,040	85,842	26,909	66,982	66,982	66,982
	2	351,785	126,124	0,280	0,000	25,840	35,360	136,545	153,376	181,364	181,364	181,364

Kel : - * Mkapasitas kolom $\phi_c M_{maks}$ kolom

6.1.7.2 Gaya geser dan tulangan geser kolom

Pada tugas akhir ini tulangan geser yang digunakan untuk kolom adalah sengkang *deform* sehingga kemampuan sengkang sebagai tulangan geser dalam menahan gaya geser yang terjadi sangat dipengaruhi oleh,

1. luas sengkang yang digunakan,
2. mutu baja sengkang yang digunakan,
3. besarnya gaya geser yang terjadi,
4. tinggi efektif dari penampang kolom yang digunakan,
5. spasi atau tingkat kerapatan sengkang yang digunakan dalam menahan gaya geser.

Kolom sebagai bagian dari suatu elemen struktur yang memikul beban kombinasi berupa momen dan gaya aksial yang besar akibat dari pengaruh beban gempa siklis, kemampuan beton dalam menahan geser akibat sifat pembebanan seperti diatas tidak dapat diharapkan (V_c berkurang secara *signifikan*). Untuk menghindari keruntuhan getas akibat beban geser yang besar, pada seluruh tinggi kolom harus dipasang sengkang dengan jarak spasi yang tidak terlalu besar.

Jarak spasi yang diperlukan dapat dihitung dengan persamaan berikut,

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{(V_{uk} \cdot \phi)}$$

sedangkan gaya geser yang dapat disumbangkan oleh sengkang adalah,

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S}$$

dengan,

S = jarak spasi sengkang yang dibutuhkan (mm),

A_v = luas sengkang yang digunakan (mm²),

f_y = mutu baja sengkang yang digunakan (Mpa),

d = tinggi efektif penampang kolom,

$V_{u,k}$ = gaya geser ultimit rencana (kN),

ϕ = faktor reduksi kekuatan untuk beban geser = 0,60,

V_s = gaya geser yang mampu ditahan oleh sengkang (kN).

a. Tulangan sengkang kolom tengah lantai 1

Digunakan sengkang *deform* D₁₂ dengan mutu baja, $f_y = 400$ Mpa, dengan luas 1 sengkang (A_v) menurut SK-SNI 1991 adalah 2 kali luas dari diameter tulangan sengkang yang digunakan, sehingga

$$A_v = 2.(0,25.\pi.d^2) = 2.(0,25.\pi.12^2) = 226,2 \text{ mm}^2$$

Pada lantai 1_{bawah}, $V_c = 0$, sehingga seluruh gaya geser yang terjadi ditahan oleh tulangan sengkang yang berarti $V_{u,k}$ desain tidak direduksi dengan nilai V_c .

$$V_{u,k} \text{ desain} = V_{u,k}/\phi$$

$$V_{u,k} = 472,891/0.6 = 788,152 \text{ kN}$$

Jarak sengkang perlu adalah,

$$S = \frac{226,2.240.735,5}{788,152.10^3} = 50,661 \text{ mm} \approx 50 \text{ mm}$$

digunakan jarak spasi sengkang, $S = 50$ mm, sehingga gaya geser yang mampu ditahan oleh sengkang adalah,

$$V = \frac{226,2.240.735,5}{50} = 798,576 \text{ kN} > V_{u,k}/\phi = 788,152 \text{ kN}$$

jarak spasi antar sengkang yang digunakan, $S = 50$ mm telah memenuhi persyaratan yang ditentukan oleh SK-SNI 1991.

b. Tulangan geser kolom lantai I_{lantai}

Pada kolom lantai I_{lantai} konstitusi V_c diperhitungkan dalam memberikan tahanan geser. Kemampuan beton dalam menahan geser, V_c dihitung dengan persamaan,

$$V_c = (1 + N_u / 14 A_g) (\sqrt{f_c} / 6) b_d$$

Gaya aksial (N_u) yang digunakan diambil nilai terkecil dari Tabel diperoleh

$$\text{nilai terkecil } N_u = 1716,992 \text{ kN}$$

$$V_c = \{ 1 + ((1716,992 / (14.600.800)) (\sqrt{25/6}) . 600.735,5.10^3) \} = 367,84 \text{ kN}$$

Gaya geser yang digunakan dalam perhitungan adalah gaya geser yang didapat dari pengurangan gaya geser rencana (V_{uR}) dengan gaya geser yang

mampu disumbangkan oleh beton (V_c), sehingga,

$$V_{uR} = (645,453 / 0,6) - 367,84 = 707,915 \text{ kN}$$

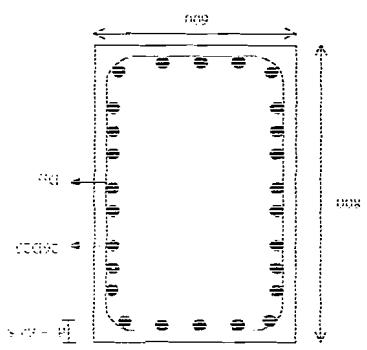
Jarak sengkang perlu adalah,

$$S = \frac{226,2240,735,5}{707,915.10^3} = 56,403 \approx 55 \text{ mm}$$

gaya geser yang mampu ditahan,

$$V_u = \frac{226,2240,735,5}{55} = 725,979 \text{ kN}$$

sehingga gaya geser aktual yang mampu ditahan oleh sengkang dan beton adalah,



$$V_o + V_s > V_{uk} / \phi$$

$$367,84 + 725,979 = 1093,823 \text{ kN} > V_{uk} / \phi = 1075,754 \text{ kN}$$

Dengan cara yang sama tulangan geser dan jarak spasi yang digunakan untuk kolom

yang lain diperoleh dan hasilnya disusun dalam tabel dibawah ini.

Tabel 6.65 Gaya geser rencana dan tulangan geser kolom D-1 dan D-2 untuk

bentang 4m

Lantai	Kolom	V _{uk} (kN)	N _{uk} (kN)	V _c (kN)	Tul Geser	V _s (kN)	Cek
1	1a	645,453	1716,992	367,844	D12-55	725,979	1093,823 > 1075,754
	1b	472,891	1716,992	0,000	D12-50	798,576	798,576 > 788,151
	2a	922,075	2477,879	367,8856	D12-30	1330,961	1698,846 > 1536,762
	2b	674,226	2477,879	0,000	D12-35	1140,824	1140,824 > 1123,713
2	1	88,879	1627,757	367,8391	D12-350	114,082	481,921 > 148,132
	2	88,878	2302,161	367,876	D12-350	114,082	481,958 > 148,130
3	1	79,109	1545,494	367,8346	D12-350	114,082	481,917 > 131,848
	2	79,108	2139,317	367,8671	D12-350	114,082	481,949 > 131,846
4	1	65,455	1462,213	367,83	D12-350	114,082	481,912 > 109,091
	2	65,453	1978,462	367,8563	D12-350	114,082	481,941 > 109,089
5	1	78,815	1378,050	367,8254	D12-350	114,082	481,908 > 131,358
	2	78,815	1819,397	367,8496	D12-350	114,082	481,932 > 131,358
6	1	52,267	1055,265	267,8061	D12-250	159,715	427,521 > 87,111
	2	52,267	1420,767	267,8256	D12-250	159,715	427,541 > 87,111
7	1	51,902	977,913	267,802	D12-250	159,715	427,517 > 86,503
	2	52,719	1264,079	267,8172	D12-250	159,715	427,532 > 87,864
8	1	57,182	904,697	267,7981	D12-250	159,715	427,513 > 95,303
	2	57,181	1114,423	267,8092	D12-250	159,715	427,524 > 95,302
9	1	35,875	588,006	167,7794	D12-250	159,715	433,972 > 59,791
	2	36,205	719,534	167,7859	D12-250	159,715	433,972 > 60,342
10	1	41,659	277,314	167,7638	D12-250	159,715	700,148 > 69,432
	2	41,656	327,816	167,7664	D12-250	159,715	700,151 > 69,426

Tabel 6.66 (Taya geser rencana dan tulangan geser kolom D-1 dan D-2 untuk

bentang 6m

Lantai	Kolom	Vu,k (kN)	Nu,k (kN)	Vc (kN)	Tul Geser	Vs (kN)	Cek Vc + Vs > Vu,k / f
1	1a	703,603	2249,890	367,873	D12-45	887,307	1255,180 > 1172,672
	1b	471,716	2249,890	0,000	D12-50	798,576	798,576 > 786,191
	2a	1012,338	3310,322	367,931	D12-30	1330,961	1698,892 > 1687,230
	2b	673,975	3310,322	0,000	D12-35	1140,824	1174,377 > 1123,125
2	1	146,623	2114,766	367,666	D12-350	114,082	653,070 > 333,405
	2	163,404	3055,369	367,917	D12-350	114,082	653,121 > 367,552
3	1	121,166	1981,004	367,858	D12-350	114,082	653,063 > 325,467
	2	136,443	2623,290	367,905	D12-350	114,082	653,108 > 367,764
4	1	121,328	1845,818	367,851	D12-350	114,082	653,055 > 298,853
	2	138,663	2579,471	367,891	D12-350	114,082	653,095 > 333,114
5	1	137,378	1704,088	367,843	D12-350	114,082	653,048 > 248,151
	2	155,389	2318,100	367,877	D12-350	114,082	653,061 > 290,105
6	1	84,328	1319,443	267,820	D12-250	159,715	667,107 > 268,605
	2	98,746	1847,341	267,848	D12-250	159,715	667,134 > 305,504
7	1	86,249	1198,675	267,814	D12-250	159,715	667,100 > 226,933
	2	102,333	1599,953	267,835	D12-250	159,715	667,122 > 263,580
8	1	96,909	1072,398	267,807	D12-250	159,715	667,094 > 153,483
	2	114,503	1369,651	267,823	D12-250	159,715	667,110 > 203,716
9	1	60,014	697,159	167,765	D12-150	266,192	833,264 > 175,042
	2	74,402	889,013	167,794	D12-150	266,192	833,274 > 228,540
10	1	78,737	312,906	167,766	D12-150	266,192	833,246 > 645,025
	2	96,486	412,636	167,771	D12-150	266,192	833,250 > 643,881

Titik buhul diantara batang-batang seperti panel pertemuan balok dan kolom sangat poka terhadap corcakan awal dibandingkan dengan bidang yang didukungnya akibat kerusakan pada semua titik buhulnya. Untuk menghindari hal itu, maka perencanaan titik buhul dilakukan dengan konsep desain kapasitas dengan 2 mekanisme yang terjadi yakni mekanisme *start* beton diagonal yang melewati daerah tukan ujung titik buhul dan mekanisme panel rangka yang terdiri dari sengkang horizontal dan *start* diagonal beton daerah tarik titik buhul.

6.1.8 Pertemuan balok kolom

Lantai	Kolom	Vuk (kN)	Nuk (kN)	Vc (kN)	Tul Geser	Vs (kN)	Cek $Vc + Vs > Vuk / f$
1	1a	758,862	1957,178	367,857	D12-40	998,221	1366,078 > 1264,770
	1b	478,997	1957,178	0,000	D12-50	798,576	798,576 > 794,986
	2a	1102,083	2958,357	367,912	D12-25	1597,153	1965,065 > 1836,805
2	2b	681,427	2958,357	0,000	D12-35	1140,824	1174,377 > 1135,712
	1	150,306	1869,778	367,852	D12-350	114,082	653,055 > 333,300
3	1	107,215	1742,793	367,845	D12-350	114,082	653,049 > 333,564
	2	189,208	2768,099	367,901	D12-350	114,082	653,104 > 419,205
4	1	137,377	1660,570	367,841	D12-350	114,082	653,044 > 333,957
	2	172,796	2350,734	367,879	D12-350	114,082	653,081 > 420,060
5	1	157,219	1513,177	367,833	D12-350	114,082	653,037 > 297,132
	2	181,352	2112,534	367,866	D12-350	114,082	653,068 > 314,330
6	1	99,317	1203,622	267,814	D12-250	159,715	667,099 > 288,780
	2	122,924	1695,740	267,840	D12-250	159,715	667,125 > 349,700
7	1	113,238	1079,790	267,807	D12-250	159,715	667,093 > 273,814
	2	141,689	1459,528	267,828	D12-250	159,715	667,112 > 342,745
8	1	96,490	1006,411	267,803	D12-250	159,715	667,089 > 152,242
	2	135,147	1273,228	267,818	D12-250	159,715	667,104 > 254,083
9	1	79,627	643,070	167,782	D12-150	266,192	833,260 > 200,896
	2	99,577	823,027	167,791	D12-150	266,192	833,269 > 251,550
10	1	85,842	285,315	167,764	D12-150	266,192	833,245 > 630,001
	2	136,545	383,886	167,769	D12-150	266,192	833,248 > 248

benang 8m

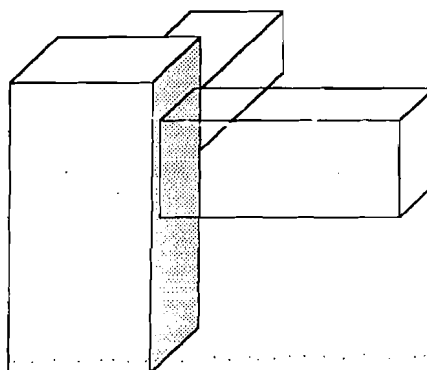
Tabel 6.67 Gaya geser rencana dan tulangan geser kolom D-1 dan D-2 untuk

Secara singkat kriteria perencanaan titik buhul balok kolom untuk struktur beton bertulang portal terbuka harus memenuhi ketentuan SK-SNI 1991 sebagai berikut ini,

1. Kekuatan titik buhul tidak boleh lebih kecil dari kekuatan komponen struktur yang dihubungkan,
2. Titik buhul harus tetap dalam keadaan elastis karena kesulitan dalam perbaikan dan penurunan kemampuan memancarkan energi pada mekanisme keruntuhan titik buhul,
3. Kekuatan kolom tidak boleh diperlemah oleh perilaku titik buhul yang berdekatan,
4. Deformasi titik buhul tidak boleh memperbesar simpangan antar tingkat.

a. Titik buhul 1 luar (tipe a)

Data-data umum meliputi lebar kolom, $b_k = 600$ mm, tinggi kolom, $h_k = 800$ mm, lebar balok, $b_b = 350$ mm, tinggi balok, $h_b = 700$ mm dengan mutu baja sengkang, $f_y = 240$ Mpa.



Gambar 6.12 Titik buhul kolom luar tipe a

Lebar titik buhul yang digunakan harus memenuhi persamaan dibawah ini dan diambil nilai yang minimum

$$b_{\text{titik buhul}} = b_k = 600 \text{ mm}$$

$$b_{\text{titik buhul}} = b_b + \frac{1}{2} \cdot h_k = 350 + \frac{1}{2} \cdot 800 = 750 \text{ mm}$$

$$\text{lebar titik buhul, } b_j = 600 \text{ mm} = 0,6 \text{ m}$$

1. Perhitungan gaya-gaya dalam titik buhul (arah sumbu X)

Gaya geser kolom pada titik buhul diperoleh dari persamaan,

$$V_{kol} = \frac{0,7 \left(\frac{l_{ki}}{l_{nki}} \cdot M_{kap,ki} + \frac{l_{ka}}{l_{nka}} \cdot M_{kap,ka} \right)}{\frac{1}{2} \cdot (H_{k,a} + H_{k,b})}$$

dengan,

l_{ki} dan l_{ka} = bentang as ke as balok kiri dan kanan titik buhul,

l_{nki} dan l_{nka} = bentang bersih balok kiri dan kanan titik buhul,

$H_{k,a}$ dan $H_{k,b}$ = bentang bersih as ke as kolom diatas dan dibawah titik buhul

$$l_{ki} = 8,00 \text{ m}$$

$$l_{nki} = 7,40 \text{ m}$$

$$H_{kb} = 5,00 \text{ m}$$

$$H_{ka} = 3,50 \text{ m}$$

Karena pertemuan dengan kolom luar, maka $M_{nak,ki} = 0$

$$M_{nak,ka} = 463,925 \text{ kN-m}$$

$$M_{kap,ka} = \phi_0 \cdot M_{nak,ka} = 1,25 \cdot 463,925 = 579,906 \text{ kN-m}$$

$$V_{kol} = \frac{0,7 \cdot \left(\frac{8}{7,4} \cdot 579,906 + 0 \right)}{\frac{1}{2} \cdot (5 + 3,5)} = 103,258 \text{ kN}$$

$$T_{ka} = \frac{0,7.M_{kop}.ka}{Z_{ka}}$$

dengan Z_{ka} = jarak dari titik berat tulangan ke resultan bagian desak beton,

$$Z_{ka} = d - a/2 = 639 - 73,516 = 565,484 \text{ mm} = 0,5655 \text{ m}$$

$$T_{ka} = \frac{0,7.579,906}{0,5655} = 717,832 \text{ kN}$$

$$V_{j,h} = T_{ka} - V_{kol} = 717,832 - 103,258 = 614,574 \text{ kN}$$

$$V_{j,v} = (b_j / h_k) \cdot V_{j,h} = (0,6/0,8) \cdot 614,574 = 460,931 \text{ kN}$$

2. Kontrol tegangan geser horisontal minimum

$$v_{j,h} = \frac{V_{j,h}}{b_j \cdot h_k} < 1,5 \cdot \sqrt{f'_c}$$

Dengan lebar efektif pertemuan (b_j) diambil sebagai berikut,

a. bila $b_c > b_b$, maka diambil nilai terkecil diantara,

$$b_j = b_c \text{ atau } b_j = b_b + 0,5 \cdot h_k$$

b. bila $b_b > b_c$, maka diambil nilai terkecil diantara,

$$b_j = b_b \text{ atau } b_j = b_c + 0,5 \cdot h_k$$

sehingga $b_k = 600 \text{ mm}$ dan $b_b = 350 \text{ mm}$, berarti $b_c > b_b$, maka

$$b_j = b_c = 600 \text{ mm} \text{ atau } b_j = 350 + 0,5 \cdot 800 = 750 \text{ mm}$$

dipakai $b_j = 600 \text{ mm}$

$$v_{j,h} = \frac{614,574 \cdot 10^3}{600 \cdot 800} = 1,28 < 1,5 \cdot \sqrt{25} = 7,5 \text{ Mpa}$$

3. Penulangan geser horisontal

Nilai tahanan geser beton, (V_c, h) yang dipikul oleh strat beton harus diperhitungkan sama dengan nol, kecuali apabila tegangan desak pada penampang

bruto kolom akibat beban aksial eksterna; lebih besar dari tegangan desak rata-rata minimum yang disumbangkan oleh mutu beton $0,1 \cdot f_c'$

Gaya aksial, N_u yang bekerja diambil yang maksimum = 2077,814 kN

$$v_{c,h} = \frac{N_u}{A_g} = \frac{2077,814 \cdot 10^3}{600.800} = 4,33 \text{ Mpa} > 0,1 \cdot f_c' = 0,1 \cdot 25 = 2,5 \text{ Mpa}$$

Tahanan geser yang disumbangkan oleh beton dihitung kembali dengan persamaan

$$V_{c,h} = \frac{2}{3} \sqrt{\left(\frac{2077,814 \cdot 10^3}{600.800} - 0,1 \cdot 25 \right)} \cdot 600.800 \cdot 10^{-3} = 432,888 \text{ kN}$$

Keseimbangan gaya-gaya di dalam titik buhul harus dipenuhi, sehingga,

$$V_{j,h} = V_{s,h} + V_{c,h}$$

$$V_{s,h} = V_{j,h} - V_{c,h}$$

$$= 614,574 - 432,888$$

$$= 181,686 \text{ kN}$$

Luas tulangan geser yang dibutuhkan adalah,

$$A_{s,h} = \frac{V_{s,h}}{f_y} = \frac{181,686 \cdot 10^3}{400} = 454,215 \text{ mm}^2$$

Digunakan 2 sengkang ikat *deform* dengan luas 1 sengkang $D_{10} = 78,5398 \text{ mm}^2$,

Sehingga $A_v = (2) \cdot 78,5398 = 157,0796 \text{ mm}^2$

$$\text{Jumlah lapis sengkang dalam titik buhul (n)} = \frac{454,215}{157,0796} = 2,89 \approx 3 \text{ lapis}$$

Lapis sengkang dalam titik buhul didistribusikan secara merata diantara tulangan atas balok dan tulangan bawah balok.

Jarak bersih yang tersedia, $y = b'_j - \phi_{\text{tulangan utama bawah}} - \phi_{\text{tulangan utama atas}}$

Dengan, $b'_j = b_j - \text{jarak penutup ke tulangan utama}$

$$= 600 - (2 \cdot 40) = 520 \text{ mm}$$

$$y = 520 - 29 - (2.22) = 454 \text{ mm}$$

$$\text{Spasi antar sengkang dalam titik buhul, } S = y / (n + 1) = 454 / 3 = 151,33 \text{ mm}$$

Dari perhitungan diatas, maka sengkang yang digunakan sebagai tulangan geser adalah sengkang 2D10 dengan spasi 150 mm.

4. Penulangan geser vertikal

$$V_{c,v} = V_{j,v} \left(0,6 + \frac{Nu}{Ag \cdot f'_c} \right)$$

$$V_{c,v} = 460,931 \cdot 10^3 \cdot \left(0,6 + \frac{2077,814 \cdot 10^3}{600 \cdot 800 \cdot 25} \right) \cdot 10^{-3} = 356,369 \text{ kN}$$

$$V_{s,v} = V_{s,v} - V_{c,v} = 460,931 - 356,369 = 104,562 \text{ kN}$$

$$A_{j,v} = V_{s,v} / f_y = 104,562 \cdot 10^3 / 400 = 261,405 \text{ mm}^2$$

Tulangan terpasang kolom pada 1 sisi $3D_{25} = 1147,662 \text{ mm}^2 > A_{j,v}$, sehingga telah memenuhi persyaratan 1 tulangan antara pada muka kolom.

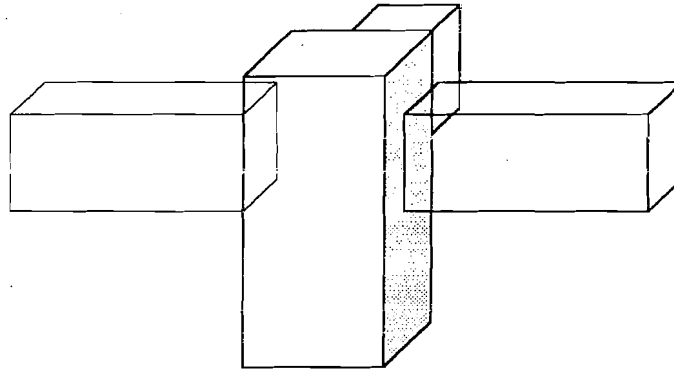
5. Kontrol jarak tulangan vertikal

$$3s = 600 - 2 \cdot (40 + 14 + 2.25) = 592$$

$$\text{jadi jarak tulangan } 592 / 3 = 197,3 < 200 \text{ mm}$$

Perhitungan gaya-gaya pada titik buhul I untuk arah Y dilakukan dengan cara yang sama.

b. Titik buhul bagian luar (tipe b)



Gambar 6.13 Titik buhul kolom luar tipe b

1. Perhitungan gaya-gaya dalam titik buhul (arah sumbu X)

Gaya geser kolom pada titik buhul diperoleh dari persamaan,

$$V_{kol} = \frac{0,7 \left(\frac{I_{ki}}{I_{nki}} \cdot M_{kap,ki} + \frac{I_{ka}}{I_{nka}} \cdot M_{kap,ka} \right)}{\frac{1}{2} \cdot (H_{k,a} + H_{k,b})}$$

dengan,

l_{ki} dan l_{ka} = bentang as ke as balok kiri dan kanan titik buhul,

l_{nki} dan l_{nka} = bentang bersih balok kiri dan kanan titik buhul,

$H_{k,a}$ dan $H_{k,b}$ = bentang bersih as ke as kolom diatas dan dibawah titik buhul

$$l_{ki} = 8,00 \text{ m}$$

$$l_{nki} = 7,40 \text{ m}$$

$$H_{kb} = 5,00 \text{ m}$$

$$H_{ka} = 3,50 \text{ m}$$

$$M_{nak, bki} = 465,545 \text{ kN-m}$$

$$M_{kap, bki} = \phi_0 \cdot M_{nak, bka} = 1,25 \cdot 465,545 = 581,931 \text{ kN-m}$$

$$M_{nak, b_{ka}} = 644,753 \text{ kN-m}$$

$$M_{kap, b_{ka}} = \phi_0 \cdot M_{nak, b_{ka}} = 1,25 \cdot 644,753 = 805,941 \text{ kN-m}$$

$$V_{kol} = \frac{0,7 \cdot \left(\frac{8}{7,4} \cdot 581,931 + \frac{8}{7,4} \cdot 805,941 \right)}{\frac{1}{2} \cdot (5 + 3,5)} = 247,125 \text{ kN}$$

$$T_{ka} = \frac{0,7 \cdot M_{kap, ka}}{Z_{ka}}$$

dengan Z_{ka} = jarak dari titik berat tulangan ke resultan bagian desak beton,

$$Z_{ka} = d - a/2 = 565,484 \text{ mm} = 0,5655 \text{ m}$$

$$C_{ki} = \frac{0,7 \cdot 581,931}{0,5655} = 720,339 \text{ kN}$$

$$T_{ka} = \frac{0,7 \cdot 805,941}{0,3995} = 997,628 \text{ kN}$$

$$V_{j, h} = C_{ki} + T_{ka} - V_{kol} = 720,339 + 997,628 - 247,125 = 1470,842 \text{ kN}$$

$$V_{j, v} = (b_j / h_k) \cdot V_{j, h} = (0,6/0,8) \cdot 1470,842 = 1103,132 \text{ kN}$$

2. Kontrol tegangan geser horisontal minimum

$$v_{j, h} = \frac{V_{j, h}}{b_j \cdot h_k} < 1,5 \cdot \sqrt{f'c}$$

Dengan lebar efektif pertemuan (b_j) diambil sebagai berikut,

1. bila $b_c > b_b$, maka diambil nilai terkecil diantara,

$$b_j = b_c \text{ atau } b_j = b_b = 0,5 \cdot h_k$$

2. bila $b_b > b_c$, maka diambil nilai terkecil diantara,

$$b_j = b_b \text{ atau } b_j = b_c + 0,5 \cdot h_k$$

sehingga $b_c = 600 \text{ mm}$ dan $b_b = 350 \text{ mm}$, berarti $b_c > b_b$, maka

$$b_j = b_c = 600 \text{ mm} \text{ atau } b_j = 350 + 0,5 \cdot 800 = 750 \text{ mm}$$

dipakai $b_j = 600 \text{ mm}$

$$v_{j,h} = \frac{1470,842 \cdot 10^3}{600 \cdot 800} = 3,06 < 1,5 \cdot \sqrt{25} = 7,5 \text{ Mpa}$$

3. Penulangan geser horisontal

Nilai tahanan geser beton, ($V_{c,h}$) yang dipikul oleh strat beton harus diperhitungkan sama dengan nol, kecuali apabila tegangan desak pada penampang bruto kolom akibat beban aksial eksternal; lebih besar dari tegangan desak rata-rata minimum yang disumbangkan oleh mutu beton $0,1 \cdot f_c'$

Gaya aksial, N_u yang bekerja diambil yang maksimum = 2887,19 kN

$$v_{c,h} = \frac{N_u}{A_g} = \frac{2887,19 \cdot 10^3}{600 \cdot 800} = 6,02 \text{ Mpa} > 0,1 \cdot f_c' = 0,1 \cdot 25 = 2,5 \text{ Mpa}$$

Tahanan geser yang disumbangkan oleh beton dihitung kembali dengan persamaan

$$V_{c,h} = \frac{2}{3} \sqrt{\left(\frac{2887,19 \cdot 10^3}{600 \cdot 800} - 0,1 \cdot 25 \right)} \cdot 600 \cdot 800 \cdot 10^{-3} = 599,947 \text{ kN}$$

Keseimbangan gaya-gaya di dalam titik buhul harus dipenuhi, sehingga,

$$V_{j,h} = V_{s,h} + V_{c,h}$$

$$V_{s,h} = V_{j,h} - V_{c,h}$$

$$= 1470,842 - 599,847$$

$$= 870,895 \text{ kN}$$

Luas tulangan geser yang dibutuhkan adalah,

$$A_{s,h} = \frac{V_{s,h}}{f_y} = \frac{870,895 \cdot 10^3}{400} = 2177,238 \text{ mm}^2$$

Digunakan 2 sengkang ikat *deform* dengan luas 1 sengkang $D_{10} = 78,5398 \text{ mm}^2$,

Sehingga $A_v = (2) \cdot 78,5398 = 314,1593 \text{ mm}^2$

$$\text{Jumlah lapis sengkang dalam titik buhul (n)} = \frac{2177,238}{314,1593} = 6,9 \approx 7 \text{ lapis}$$

Lapis sengkang dalam titik buhul didistribusikan secara merata diantara tulangan atas balok dan tulangan bawah balok.

Jarak bersih yang tersedia, $y = b'_j - \phi_{\text{tulangan utama bawah}} - \phi_{\text{tulangan utama atas}}$

Dengan, $b'_j = b_j - \text{jarak penutup ke tulangan utama}$

$$= 600 - (2 \cdot 40) = 520 \text{ mm}$$

$$y = 520 - 22 - (2 \cdot 22) = 454 \text{ mm}$$

Spasi antar sengkang dalam titik buhul, $S = y / (n + 1) = 454 / 8 = 56,75 \text{ mm}$

Dari perhitungan diatas, maka sengkang yang digunakan sebagai tulangan geser adalah sengkang 3D10 dengan spasi 55 mm.

4. Penulangan geser vertikal

$$V_{c,v} = V_{j,v} \left(0,6 + \frac{N_u}{A_g \cdot f'_c} \right)$$

$$V_{c,v} = 1103,132 \cdot 10^3 \cdot \left(0,6 + \frac{2887,19 \cdot 10^3}{600 \cdot 800 \cdot 25} \right) \cdot 10^{-3} = 927,292 \text{ kN}$$

$$V_{s,v} = V_{j,v} - V_{c,v} = 1103,132 - 927,292 = 175,84 \text{ kN}$$

$$A_{j,v} = V_{s,v} / f_y = 175,84 \cdot 10^3 / 400 = 439,6 \text{ mm}^2$$

Tulangan terpasang kolom pada 1 sisi 3D₂₅ = 1.147,622 mm² > A_{j,v}, sehingga telah memenuhi persyaratan 1 tulangan antara pada muka kolom.

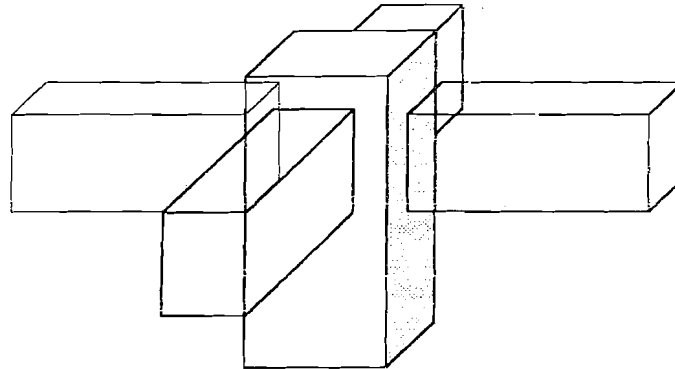
5. Kontrol jarak tulangan vertikal

$$3s = 600 - 2 \cdot (40 + 10 + 2 \cdot 25) = 400$$

$$\text{jadi jarak tulangan } 400 / 3 = 133 < 200 \text{ mm}$$

Perhitungan gaya-gaya pada titik buhul I untuk arah Y dilakukan dengan cara yang sama.

c. Titik buhul bagian luar (tipe c)



Gambar 6.14 Titik buhul kolom luar tipe c

1. Perhitungan gaya-gaya dalam titik buhul (arah sumbu X)

Gaya geser kolom pada titik buhul diperoleh dari persamaan,

$$V_{kol} = \frac{0,7 \left(\frac{l_{ki}}{l_{nki}} \cdot M_{kap.ki} + \frac{l_{ka}}{l_{nka}} \cdot M_{kap.ka} \right)}{\frac{1}{2} (H_{k,a} + H_{k,b})}$$

dengan,

l_{ki} dan l_{ka} = bentang as ke as balok kiri dan kanan titik buhul,

l_{nki} dan l_{nka} = bentang bersih balok kiri dan kanan titik buhul,

$H_{k,a}$ dan $H_{k,b}$ = bentang bersih as ke as kolom diatas dan dibawah titik buhul

$$l_{ki} = 8,00 \text{ m}$$

$$l_{nki} = 7,40 \text{ m}$$

$$H_{kb} = 5,00 \text{ m}$$

$$H_{ka} = 3,50 \text{ m}$$

$$M_{nak, bki} = 465,692 \text{ kN-m}$$

$$M_{kap, bki} = \phi_0 \cdot M_{nak, bki} = 1,25 \cdot 465,692 = 582,115 \text{ kN-m}$$

$$M_{nak, b_{ka}} = 644,753 \text{ kN-m}$$

$$M_{kap, b_{ka}} = \phi_0 \cdot M_{nak, b_{ka}} = 1,25 \cdot 644,753 = 805,941 \text{ kN-m}$$

$$V_{kol} = \frac{0,7 \cdot \left(\frac{8}{7,4} \cdot 582,115 + \frac{8}{7,4} \cdot 805,941 \right)}{\frac{1}{2} \cdot (5 + 3,5)} = 247,158 \text{ kN}$$

$$T_{ka} = \frac{0,7 \cdot M_{kap, ka}}{Z_{ka}}$$

dengan Z_{ka} = jarak dari titik berat tulangan ke resultan bagian desak beton,

$$Z_{ka} = d - a/2 = 565,484 \text{ mm} = 0,5655 \text{ m}$$

$$C_{ki} = \frac{0,7 \cdot 582,115}{0,5655} = 720,567 \text{ kN}$$

$$T_{ka} = \frac{0,7 \cdot 805,941}{0,5655} = 997,628 \text{ kN}$$

$$V_{j, h} = C_{ki} + T_{ka} - V_{kol} = 720,567 + 997,628 - 247,158 = 1471,037 \text{ kN}$$

$$V_{j, v} = (b_j / h_k) \cdot V_{j, h} = (0,6 / 0,8) \cdot 1471,037 = 1103,278 \text{ kN}$$

2. Kontrol tegangan geser horisontal minimum

$$v_{j, h} = \frac{V_{j, h}}{b_j \cdot h_k} < 1,5 \cdot \sqrt{f'c}$$

Dengan lebar efektif pertemuan (b_j) diambil sebagai berikut,

1. bila $b_c > b_b$, maka diambil nilai terkecil diantara,

$$b_j = b_c \text{ atau } b_j = b_b = 0,5 \cdot h_k$$

2. bila $b_b > b_c$, maka diambil nilai terkecil diantara,

$$b_j = b_b \text{ atau } b_j = b_c + 0,5 \cdot h_k$$

sehingga $b_k = 600 \text{ mm}$ dan $b_b = 350 \text{ mm}$, berarti $b_c > b_b$, maka

$$b_j = b_c - 600 \text{ mm} \text{ atau } b_j = 350 + 0,5 \cdot 800 = 750 \text{ mm}$$

dipakai $b_j = 600$ mm

$$v_{j,h} = \frac{1471,037 \cdot 10^3}{600 \cdot 800} = 3,06 < 1,5 \cdot \sqrt{25} = 7,5 \text{ Mpa}$$

3. Penulangan geser horisontal

Nilai tahanan geser beton, ($V_{c,h}$) yang dipikul oleh strat beton harus diperhitungkan sama dengan nol, kecuali apabila tegangan desak pada penampang bruto kolom akibat beban aksial eksterna; lebih besar dari tegangan desak rata-rata minimum yang disumbangkan oleh mutu beton $0,1 \cdot f_c'$

Gaya aksial, N_u yang bekerja diambil yang maksimum = 2958,357 kN

$$v_{c,h} = \frac{N_u}{A_g} = \frac{2958,357 \cdot 10^3}{600 \cdot 800} = 6,16 \text{ Mpa} > 0,1 \cdot f_c' = 0,1 \cdot 25 = 2,5 \text{ Mpa}$$

Tahanan geser yang disumbangkan oleh beton dihitung kembali dengan persamaan

$$V_{c,h} = \frac{2}{3} \sqrt{\left(\frac{2958,357 \cdot 10^3}{600 \cdot 800} - 0,1 \cdot 25 \right) \cdot 600 \cdot 800 \cdot 10^{-3}} = 612,196 \text{ kN}$$

Keseimbangan gaya-gaya di dalam titik buhul harus dipenuhi, sehingga,

$$V_{j,h} = V_{s,h} + V_{c,h}$$

$$V_{s,h} = V_{j,h} - V_{c,h}$$

$$= 1471,037 - 612,196$$

$$= 858,841 \text{ kN}$$

Luas tulangan geser yang dibutuhkan adalah,

$$A_{s,h} = \frac{V_{s,h}}{f_y} = \frac{858,841 \cdot 10^3}{400} = 2147,103 \text{ mm}^2$$

Digunakan 2 sengkang ikat *deform* dengan luas 1 sengkang $D_{10} = 78,5398 \text{ mm}^2$,

$$\text{Sehingga } A_v = (2) \cdot 78,5398 = 157,0796 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah lapis sengkang dalam titik buhul (n)} = \frac{2147,103}{314,1593} = 6,8 \approx 7 \text{ lapis}$$

Lapis sengkang dalam titik buhul didistribusikan secara merata diantara tulangan atas balok dan tulangan bawah balok.

Jarak bersih yang tersedia, $y = b'_j - \phi_{\text{tulangan utama bawah}} - \phi_{\text{tulangan utama atas}}$

Dengan, $b'_j = b_j - \text{jarak penutup ke tulangan utama}$

$$= 600 - (2.40) = 520 \text{ mm}$$

$$y = 520 - 22 - (2.22) = 454 \text{ mm}$$

$$\text{Spasi antar sengkang dalam titik buhul, } S = y / (n + 1) = 454 / 8 = 56,75 \text{ mm}$$

Dari perhitungan diatas, maka sengkang yang digunakan sebagai tulangan geser adalah sengkang 4D10 dengan spasi 55 mm.

4. Penulangan geser vertikal

$$V_{c,v} = V_{j,v} \left(0,6 + \frac{Nu}{Ag \cdot f'c} \right)$$

$$V_{c,v} = 1103,278 \cdot 10^3 \cdot \left(0,6 + \frac{2958,357 \cdot 10^3}{600 \cdot 800 \cdot 25} \right) \cdot 10^{-3} = 662,239 \text{ kN}$$

$$V_{s,v} = V_{s,v} - V_{c,v} = 1103,278 - 662,239 = 441,039 \text{ kN}$$

$$A_{j,v} = V_{s,v} / f_y = 441,039 \cdot 10^3 / 400 = 1102,598 \text{ mm}^2$$

Tulangan terpasang kolom pada 1 sisi $3D_{25} = 1147,662 \text{ mm}^2 \geq A_{j,v}$, sehingga telah memenuhi persyaratan 1 tulangan antara pada muka kolom.

5. Kontrol jarak tulangan vertikal

$$3s = 600 - 2 \cdot (40 + 10 + 2 \cdot 25) = 400$$

$$\text{jadi jarak tulangan } 400 / 3 = 133 < 200 \text{ mm}$$

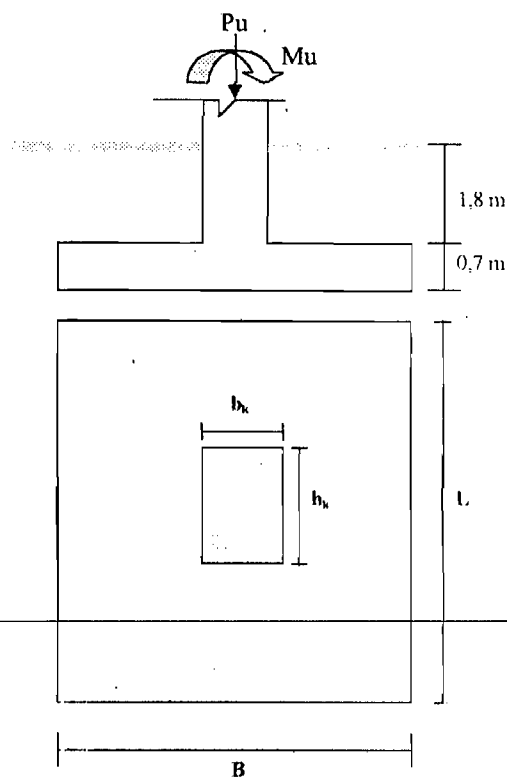
Perhitungan gaya-gaya pada titik buhul 1 untuk arah Y dilakukan dengan cara yang sama.

6.2 Perencanaan Pondasi

6.2.1 Perencanaan Penempatan Pondasi

Pada perencanaan gedung ini pondasi yang digunakan adalah pondasi telapak setempat (*footplate*). Penempatan pondasi dapat dilihat pada Gambar 6.24. adapun data-data tanah meliputi tegangan ijin tanah σ dan berat ijin tanah yang ditentukan berdasarkan data yang telah ada.

6.2.2 Menentukan Dimensi Pondasi



Gambar 6.15 Bentuk dan dimensi pondasi

Data-data yang digunakan untuk perencanaan ini adalah sebagai berikut :

a. Gaya aksial pada kolom 12, $P_{n,k,perlu} = 1965,468 \text{ kN}$

Momen kolom 12, $M_{u,k \text{-}x} = 848,640 \text{ kNm}$

Momen kolom 12, $M_{u,k \text{-}y} = 636,480 \text{ kNm}$

b. Tegangan ijin tanah $\sigma_t = 3,0 \text{ kg/cm}^2 = 300 \text{ kN/m}^2$

c. Berat jenis tanah $\tau_t = 18 \text{ kN/m}^3$

1.a. Menentukan ukuran pondasi

Berat tanah di atas pondasi

$$q_t = (h - t) \cdot \tau_t = (2,5 - 0,7) \cdot 18 = 32,4 \text{ kN/m}^2$$

Berat poer

$$q_p = t \cdot \tau_c = 0,7 \cdot 23 = 16,1 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat total } q_t = q_t + q_p = 32,4 + 16,1 = 48,5 \text{ kN/m}^2$$

Karena ukuran pondasi panjang = $\frac{4}{3}$ lebar, maka :

$$\sigma = \frac{Pu}{B.L} + \frac{M_u k - x}{\frac{1}{6} B y^2 \cdot B x} + \frac{M_u k - y}{\frac{1}{6} B x^2 \cdot B y} + q_t \leq \sigma_t$$

$$\sigma = \frac{1965,468}{\frac{4}{3} B^2} + \frac{848,640}{\frac{1}{6} \cdot \frac{16}{9} B^3} + \frac{636,480}{\frac{1}{6} \cdot \frac{4}{3} B^3} + 48,5 \leq 300 \text{ kN/m}^2$$

sehingga didapat $B = 3,6 \text{ m}$, maka $L = \frac{4}{3} \cdot 3,6 = 4,8 \text{ m}$

tegangan yang terjadi pada pondasi

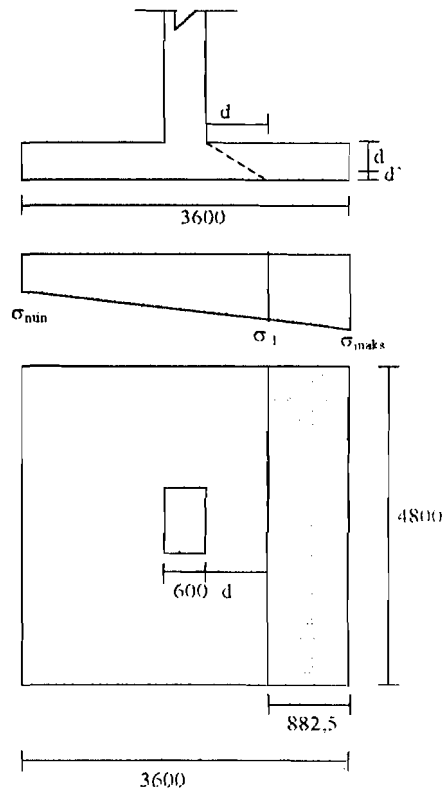
$$\sigma_{\max} = \frac{1965,468}{3,6 \cdot 4,8} + \frac{848,640}{\frac{1}{6} \cdot 3,6 \cdot 4,8^2} + \frac{636,480}{\frac{1}{6} \cdot 4,8^2 \cdot 3,6} + 48,5 = 285,020 \text{ kN/m}^2 < 300 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{\min} = \frac{1965,468}{3,6 \cdot 4,8} - \frac{848,640}{\frac{1}{6} \cdot 3,6 \cdot 4,8^2} - \frac{636,480}{\frac{1}{6} \cdot 4,8^2 \cdot 3,6} + 48,5 = 39,465 \text{ kN/m}^2$$

1.b Kontrol kuat geser satu arah

$$d = t - pb - \frac{1}{2} d_{tul} = 700 - 70 - \frac{1}{2} \cdot 25 = 617,5 \text{ mm}$$

$$a = \frac{1}{2} \cdot B - \frac{1}{2} \cdot h_k - d = \frac{1}{2} \cdot 3600 - \frac{1}{2} \cdot 600 - 617,5 = 882,5 \text{ mm}$$



Gambar 6.16 Kuat geser satu arah

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= \sigma_{\min} + (\sigma_{\max} - \sigma_{\min}) \left(\frac{B - a}{B} \right) \\ &= 39,465 + (285,020 - 39,465) \left(\frac{3,6 - 0,8825}{3,6} \right) = 224,825 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$V_u = a \cdot B \cdot \sigma_1 = 0,8825 \cdot 3,6 \cdot 224,825 = 716,292 \text{ kN}$$

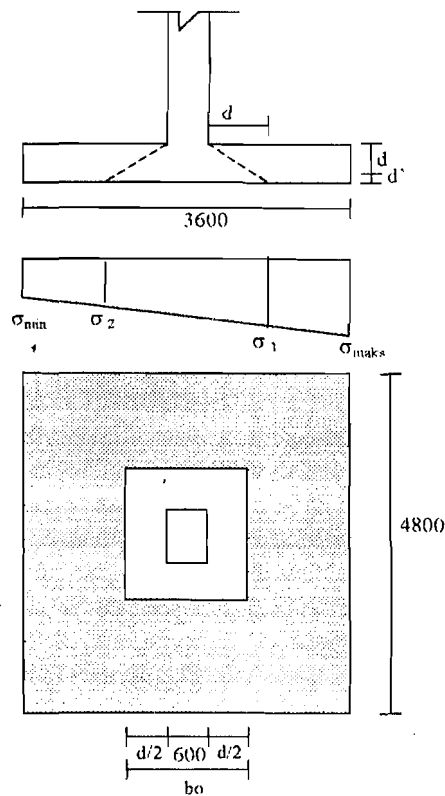
$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot B \cdot d = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{25} \cdot 3600 \cdot 617,5 \cdot 10^{-3} = 2647,5 \text{ kN}$$

$$\phi \cdot V_c = 0,6 \cdot 2647,5 = 1588,5 \text{ kN} > V_u \quad \text{aman!!!!}$$

1.c Kontrol kuat geser dua arah

$$\begin{aligned}\sigma_2 &= \sigma_{\min} + (\sigma_{\max} - \sigma_{\min}) \left(\frac{a}{B} \right) \\ &= 39,465 + (285,020 - 39,465) \cdot \left(\frac{0,8825}{3,6} \right) = 99,66 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\sigma_T = \frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_2) = \frac{1}{2}(224,825 + 99,66) = 162,243 \text{ kN/m}^2$$



Gambar 6.17 Kuat geser dua arah

$$V_u = \sigma_1 \cdot (B \cdot L - b_o^2) = 162,243 \cdot (3,6 \cdot 4,8 - 1,2175^2) = 2563,065 \text{ kN}$$

$$\beta_c = \frac{L}{B} = \frac{4,8}{3,6} = 1,33$$

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) 2 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d$$

$$= \left(1 + \frac{2}{1,33}\right) 2 \cdot \sqrt{25} \cdot 1217,5 \cdot 617,5 \cdot 10^{-3} = 18823,42 \text{ kN}$$

$$V_{c,max} = 4 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_o \cdot d = 4 \cdot \sqrt{25} \cdot 1217,5 \cdot 617,5 \cdot 10^{-3} = 15036,125 \text{ kN}$$

dipakai $V_{c,mzx} = 15036,125 \text{ kN}$

$$\phi \cdot V_c = 0,6 \cdot 15036,125 = 9021,675 \text{ kN} > V_u \text{ aman!!!!}$$

1.d Hitungan tulangan

$$x_1 = (3600 - 600) / 2 = 1500 \text{ mm}$$

$$M_u = \frac{1}{2} \cdot \sigma_{\max} \cdot x^2 \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 285,020 \cdot 1,5^2 \cdot 4,8 = 1539,108 \text{ kNm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{400}{0,85 \cdot 25} = 18,824$$

$$R_n = \frac{M}{\phi \cdot L \cdot d^2} = \frac{1539,108 \cdot 10^6}{0,7 \cdot 4800 \cdot 617,5^2} = 1,2$$

$$\rho = \frac{1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}}}{m} = \frac{1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,824 \cdot 1,2}{400}}}{18,824} = 0,0031$$

$$A_s = \rho \cdot B \cdot d = 0,0031 \cdot 4800 \cdot 617,5 = 9188,4 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan } s = \frac{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 25^2 \cdot 4800}{9188,4} = 256,431 \text{ mm dipakai } \emptyset_{125-250}$$

$$A_s \text{ 1D25} = 491 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{9188,4}{491} = 18,7 \longrightarrow \text{dipakai 19D}_{25}$$

$$A_s \text{ ada} = 19 \cdot 491 = 9329 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{9329 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 175,605 \text{ mm}$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) \cdot 10^{-6} = 9359 \cdot 400 \cdot \left(617,5 - \frac{175,605}{2} \right) \cdot 10^{-6} = 1976,619 \text{ kNm}$$

$$M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{1539,108}{0,8} = 1923,885 \text{ kNm}$$

$$x_1 = (4800 - 800) / 2 = 2000 \text{ mm}$$

$$M_u = \frac{1}{2} \cdot \sigma_{\max} \cdot x^2 \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 285,020 \cdot 2^2 \cdot 3,6 = 2052,144 \text{ kNm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{400}{0,85 \cdot 25} = 18,824$$

$$R_n = \frac{M}{\phi \cdot L \cdot d^2} = \frac{2052,144 \cdot 10^6}{0,7 \cdot 3600 \cdot 617,5^2} = 2,14$$

$$\rho = \frac{1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}}}{m} = \frac{1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,824 \cdot 2,14}{400}}}{18,824} = 0,0057$$

$$A_s = \rho \cdot B \cdot d = 0,0057 \cdot 3600 \cdot 617,5 = 12561,081 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan } s = \frac{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 25^2 \cdot 3600}{12561,081} = 140,684 \text{ mm dipakai } \emptyset_{125-140}$$

$$A_s \text{ 1D25} = 491 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{12561,081}{491} = 25,58 \longrightarrow \text{dipakai 27D}_{25}$$

$$A_s \text{ ada} = 27 \cdot 491 = 13257 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{13257 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 249,544 \text{ mm}$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) \cdot 10^{-6} = 13257 \cdot 400 \cdot \left(617,5 - \frac{249,544}{2} \right) \cdot 10^{-6} = 2612,838 \text{ kNm}$$

$$M_n > \frac{M_u}{\phi} = \frac{2052,144}{0,8} = 2565,18 \text{ kNm}$$

dipakai tulangan susut P10-200

6.2.3 Kontrol Kuat Dukung

Untuk mengetahui kuat dukung rencana yang mampu ditahan oleh kolom, maka perlu dikontrol dengan ca berikut :

Gaya aksial yang diijinkan $P_u \geq P_{u\text{terjadi}}$

$$P_u = 0,8 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot A_s$$

$$= 0,85 \cdot 0,7 \cdot 25 \cdot (600 \cdot 800) = 7140000 \text{ N} = 7140 \text{ kN}$$

$$P_{u\text{terjadi}} = 1965,468 \text{ kN} < P_u = 7140 \text{ kN}$$

BAB VII

HASIL DAN PEMBAHASAN

7.1 Hasil Desain Struktur

7.1.1 Desain Balok

Momen rencana yang digunakan dalam desain balok adalah momen dari hasil analisa struktur (output SAP90) pada pembebanan papan catur, dengan tinjauan pada pada masing-masing bentang yaitu bentang 4m, 6m dan 8m dan momen yang ditinjau hanya momen pada muka kolom dengan redistribusi. Dari tinjauan tersebut masing-masing diambil momen rencana yang maksimum dari hasil kombinasi-kombinasi pembebanan baik beban mati, beban hidup dan beban gempa. Hasil keseluruhan momen rencana dan desain elemen balok untuk tinjauan masing-masing bentang dengan momen pada muka kolom akibat redistribusi ditabelkan dan digambarkan dengan grafik sebagai berikut,

Tabel 7.1a Momen rencana balok untuk bentang 4m

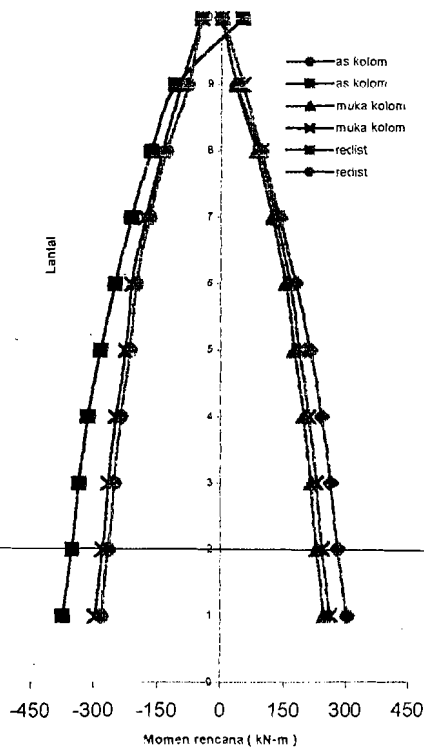
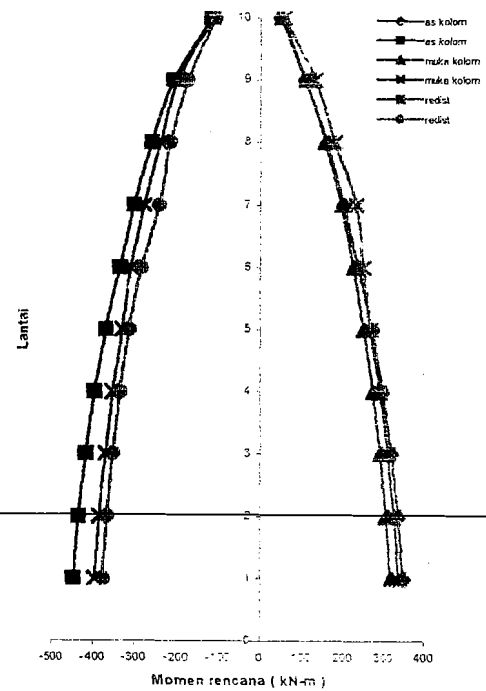
Lantai	Momen rencana pada bentang 4 m					
	Momen pada as kolom (kN-m)		Momen pada muka kolom (kN-m)		Momen redistribusi (kN-m)	
	Pos	Neg	Pos	neg	pos	neg
1	303.219	-373.863	247.085	-296.551	261.916	-281.723
2	280.505	-350.965	228.910	-278.221	242.821	-264.310
3	263.078	-333.743	214.963	-264.447	228.190	-251.225
4	241.962	-312.522	198.073	-247.481	210.444	-235.107
5	213.644	-284.225	175.415	-224.853	186.658	-213.610
6	178.030	-248.690	154.696	-209.501	165.167	-199.026
7	140.986	-211.268	122.426	-177.701	131.307	-168.816
8	94.597	-165.068	83.779	-138.446	93.475	-128.755
9	36.698	-107.405	35.272	-95.425	52.448	-78.249
10	1.539	52.075	2.968	-45.868	2.968	-45.868

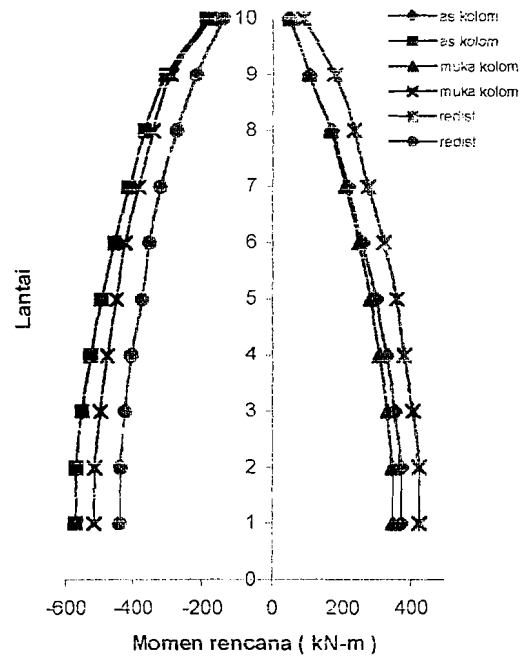
Tabel 7.1b Momen rencana balok untuk bentang 6m

Lantai	Momen rencana pada bentang 6 m					
	Momen pada as kolom (kN-m)		Momen pada muka kolom (kN-m)		Momen redistribusi (kN-m)	
	Pos	Neg	Pos	neg	pos	neg
1	348.271	-448.210	317.100	-397.052	336.953	-377.199
2	335.395	-435.639	305.944	-386.155	325.252	-366.847
3	319.018	-418.999	291.733	-371.714	310.319	-353.128
4	298.045	-398.105	273.561	-353.615	291.242	-335.934
5	271.520	-371.522	250.567	-330.574	267.096	-314.045
6	237.798	-337.716	225.450	-310.382	250.281	-285.551
7	202.097	-302.508	197.045	-278.702	233.276	-242.471
8	161.112	-261.398	156.439	-240.590	180.498	-216.531
9	107.760	-207.862	108.189	-198.287	131.983	-174.493
10	49.475	-118.655	51.485	-113.522	57.161	-107.846

Tabel 7.1c momen rencana balok untuk bentang 8m

Lantai	Momen rencana pada bentang 8 m					
	Momen pada as kolom (kN-m)		Momen pada muka kolom (kN-m)		Momen redistribusi (kN-m)	
	Pos	Neg	Pos	neg	pos	neg
1	371.725	-570.505	347.158	-516.182	424.590	-438.755
2	369.759	-569.033	345.398	-514.859	422.627	-437.630
3	353.029	-551.794	330.321	-499.335	405.226	-424.435
4	328.438	-527.224	308.190	-477.223	379.773	-405.640
5	297.498	-496.184	280.338	-449.284	356.712	-372.906
6	257.536	-456.096	247.658	-423.925	319.723	-351.858
7	214.875	-414.012	208.210	-385.002	273.662	-319.552
8	168.187	-367.178	165.016	-341.677	233.353	-273.342
9	104.577	-303.452	105.640	-289.631	178.051	-217.223
10	47.783	-186.408	49.774	-177.994	88.928	-138.835

Gambar 7.1a Momen rencana balok
untuk bentang 4mGambar 7.1b Momen rencana
balok untuk bentang 6m



Gambar 7.1c Momen rencana balok untuk bentang 8m

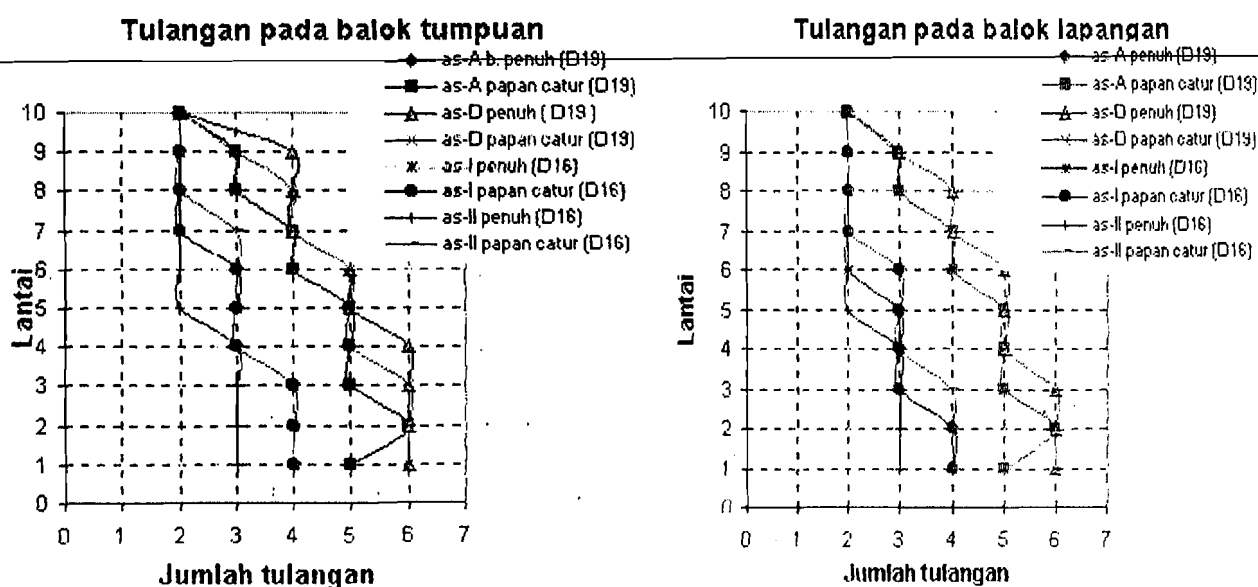
Dari tabel 7.1 dan Gambar 7.1 terlihat bahwa momen rencana negatif pada bentang 8m relatif lebih besar dibandingkan momen rencana pada bentang 4m dan 6m. Begitu juga hasil momen rencana positif dari ketiga bentang tersebut sama dengan hasil dari momen rencana negatif.

Gambaran besarnya momen rencana untuk ketiga bentang tersebut diatas akan menghasilkan jumlah tulangan longitudinal yang berbeda pula. Hal ini dapat kita lihat pada tabel 7.2 dan gambar grafik 7.2, dimana jumlah tulangan longitudinal akibat momen negatif dan momen positif di daerah tumpuan dengan tinjauan masing-masing bentang manunjukkan bahwa 8m membutuhkan jumlah tulangan longitudinal relatif lebih banyak dibandingkan dengan bentang 4m dan 6m.

Tabel 7.2a Tulangan pada balok untuk s = 4m

Lantai	Tulangan tumpuan pada balok untuk s = 4 m							
	Portal As-A		Portal As-D		Portal As-I		Portal As-II	
	Penuh	Papan Catur	Penuh	Papan Catur	Penuh	Papan Catur	Penuh	Papan Catur
1	5D19	5D19	6D19	6D19	4D16	4D16	3D16	4D16
2	6D19	6D19	6D19	6D19	4D16	4D16	3D16	4D16
3	5D19	5D19	6D19	6D19	4D16	4D16	3D16	4D16
4	5D19	5D19	6D19	5D19	3D16	3D16	3D16	3D16
5	5D19	5D19	5D19	5D19	3D16	3D16	2D16	3D16
6	4D19	4D19	5D19	5D19	3D16	3D16	2D16	3D16
7	4D19	4D19	4D19	4D19	2D16	2D16	2D16	3D16
8	3D19	3D19	4D19	4D19	2D16	2D16	2D16	2D16
9	3D19	3D19	4D19	3D19	2D16	2D16	2D16	2D16
10	2D19	2D19	2D19	2D19	2D16	2D16	2D16	2D16

Lantai	Tulangan lapangan pada balok untuk s = 4 m							
	Portal As-A		Portal As-D		Portal As-I		Portal As-II	
	Penuh	Papan Catur	Penuh	Papan Catur	Penuh	Papan Catur	Penuh	Papan Catur
1	5D19	5D19	6D19	6D19	4D16	4D16	3D16	4D16
2	6D19	6D19	6D19	6D19	4D16	4D16	3D16	4D16
3	5D19	5D19	6D19	6D19	3D16	3D16	3D16	4D16
4	5D19	5D19	5D19	5D19	3D16	3D16	3D16	3D16
5	5D19	5D19	5D19	5D19	3D16	3D16	2D16	3D16
6	4D19	4D19	5D19	5D19	2D16	3D16	2D16	3D16
7	4D19	4D19	4D19	4D19	2D16	2D16	2D16	2D16
8	3D19	3D19	4D19	4D19	2D16	2D16	2D16	2D16
9	3D19	3D19	3D19	3D19	2D16	2D16	2D16	2D16
10	2D19	2D19	2D19	2D19	2D16	2D16	2D16	2D16

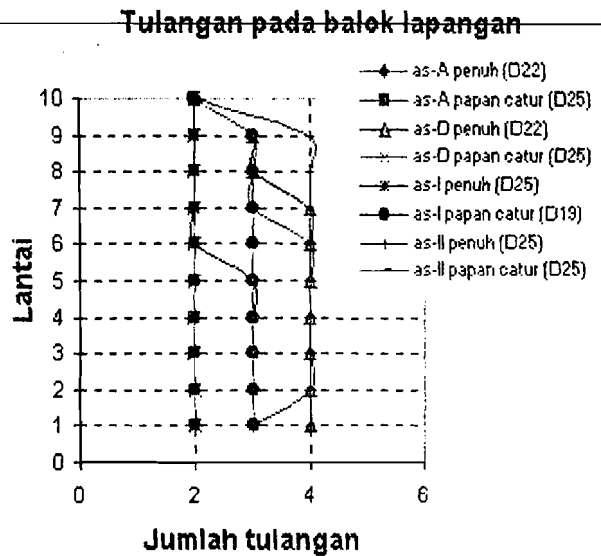
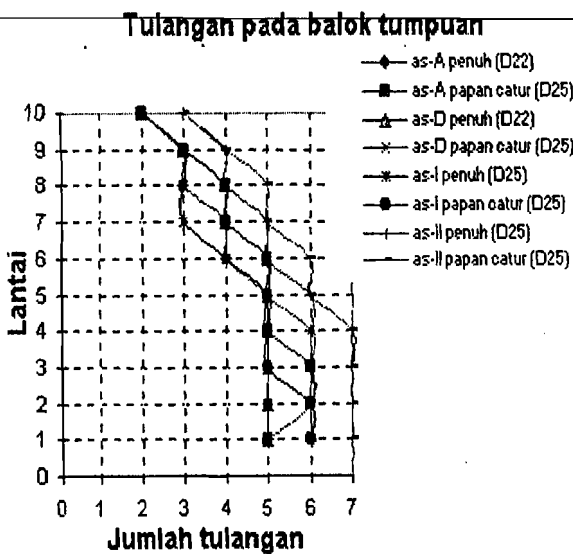


Gambar 7.2a Grafik Tulangan pada balok untuk s = 4m

Tabel 7.2b Tulangan pada balok untuk s = 6m

Lantai	Tulangan tumpuan pada balok untuk s = 6 m							
	Portal As-A		Portal As-D		Portal As-I		Portal As-II	
	Penuh	Papan Catur	Penuh	Papan Catur	Penuh	Papan Catur	Penuh	Papan Catur
1	5D22	5D25	5D22	5D25	5D25	6D25	6D25	7D25
2	5D22	6D25	5D22	6D25	5D25	6D25	6D25	7D25
3	5D22	6D25	5D22	6D25	5D25	5D25	6D25	7D25
4	5D22	5D25	5D22	6D25	5D25	5D25	6D25	7D25
5	5D22	5D25	5D22	5D25	5D25	5D25	6D25	6D25
6	4D22	5D25	5D22	5D25	4D25	5D25	5D25	6D25
7	4D22	4D25	4D22	4D25	3D25	4D25	5D25	5D25
8	3D22	4D25	4D22	4D25	3D25	4D25	4D25	5D25
9	3D22	3D25	3D22	3D25	3D25	3D25	4D25	4D25
10	2D22	2D25	2D22	2D25	2D25	2D25	3D25	3D25

Lantai	Tulangan lapangan pada balok untuk s = 6 m							
	Portal As-A		Portal As-D		Portal As-I		Portal As-II	
	Penuh	Papan Catur	Penuh	Papan Catur	Penuh	Papan Catur	Penuh	Papan Catur
1	3D22	2D25	4D22	2D25	3D25	3D19	4D25	3D25
2	4D22	2D25	4D22	2D25	3D25	3D19	4D25	3D25
3	4D22	2D25	4D22	2D25	3D25	3D19	4D25	3D25
4	4D22	2D25	4D22	2D25	3D25	3D19	4D25	3D25
5	4D22	2D25	4D22	2D25	3D25	3D19	4D25	3D25
6	4D22	2D25	4D22	2D25	2D25	3D19	4D25	3D25
7	3D22	2D25	4D22	2D25	2D25	3D19	4D25	3D25
8	3D22	2D25	3D22	2D25	2D25	3D19	4D25	3D25
9	3D22	2D25	3D22	2D25	2D25	3D19	4D25	3D25
10	2D22	2D25	2D22	2D25	2D25	2D19	2D25	2D25

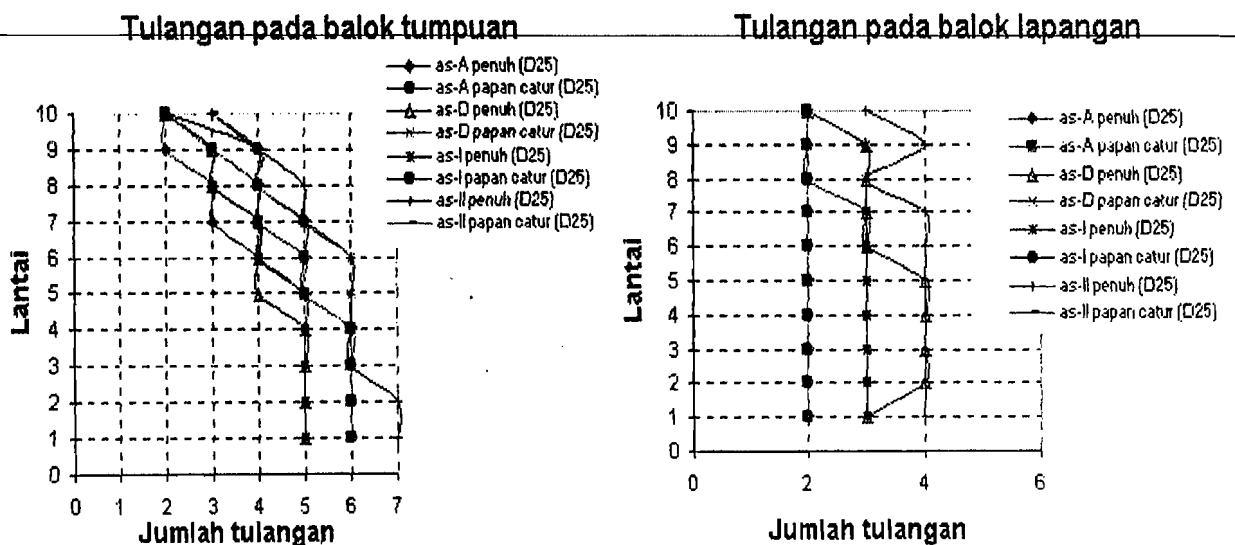


Gambar 7.2b Grafik Tulangan pada balok untuk s = 6m

Tabel 7.2c Tulangan pada balok untuk s = 8m

Lantai	Tulangan tumpuan pada balok untuk s = 8 m							
	Portal As-A		Portal As-D		Portal As-I		Portal As-II	
	Penuh	Papan Catur	Penuh	Papan Catur	Penuh	Papan Catur	Penuh	Papan Catur
1	5D25	6D25	5D25	6D25	5D25	6D25	7D25	6D29
2	5D25	6D25	5D25	6D25	5D25	6D25	7D25	6D29
3	5D25	6D25	5D25	6D25	5D25	6D25	6D25	6D29
4	5D25	6D25	5D25	6D25	5D25	6D25	6D25	6D29
5	5D25	5D25	4D25	6D25	5D25	5D25	6D25	5D29
6	4D25	5D25	4D25	6D25	4D25	5D25	6D25	5D29
7	3D25	4D25	4D25	5D25	4D25	5D25	5D25	5D29
8	3D25	4D25	3D25	4D25	3D25	4D25	5D25	4D29
9	2D25	3D25	3D25	4D25	3D25	4D25	4D25	4D29
10	2D22	2D25	2D25	2D25	2D25	2D25	3D25	3D29

Lantai	Tulangan lapangan pada balok untuk s = 8 m							
	Portal As-A		Portal As-D		Portal As-I		Portal As-II	
	Penuh	Papan Catur	Penuh	Papan Catur	Penuh	Papan Catur	Penuh	Papan Catur
1	3D25	2D25	3D25	2D25	3D25	2D25	4D25	2D29
2	3D25	2D25	4D25	2D25	3D25	2D25	4D25	2D29
3	3D25	2D25	4D25	2D25	3D25	2D25	4D25	2D29
4	3D25	2D25	4D25	2D25	3D25	2D25	4D25	2D29
5	3D25	2D25	4D25	2D25	3D25	2D25	4D25	2D29
6	3D25	2D25	3D25	2D25	3D25	2D25	4D25	2D29
7	3D25	2D25	3D25	2D25	3D25	2D25	4D25	2D29
8	2D25	2D25	3D25	2D25	3D25	2D25	3D25	2D29
9	2D25	2D25	3D25	2D25	3D25	2D25	4D25	2D29
10	2D22	2D25	2D25	2D25	2D25	2D25	3D25	2D29



Gambar 7.2c Grafik tulangan pada balok untuk s = 8m

Dari Gambar 7.2a, 7.2b, 7.2c dapat disimpulkan bahwa untuk daerah tumpuan pada balok untuk $s = 4$ hampir sama antara beban penuh beban papan catur sedangkan untuk $s = 6m$ dan $s = 8m$ beban papan catur lebih banyak tulangnya dari pada dengan menggunakan beban penuh ini terjadi karena perbedaan beban antara dua balok yang berseberangan, sedangkan untuk daerah lapangan pada $s = 4m$ tulangnya sama antara beban penuh dengan beban papan catur sedangkan untuk $s = 6m$ dan $s = 8m$ tulangan dengan menggunakan beban penuh lebih banyak daripada dengan menggunakan beban papan catur.

7.1.2 Tulangan Geser Balok

Desain tulangan geser balok dimaksudkan untuk menahan gaya geser yang bekerja pada elemen balok. Telah kita ketahui bersama bahwa beban gempa merupakan beban yang siklik (bolak-balik) maka pembentukan sendi plastis terjadi pada ujung-ujung elemen balok (masing berada pada daerah $2h$).

Pada tempat-tempat yang berpotensi terjadi sendi plastis baik didalam daerah $2h$ maupun diluar daerah $2h$ diperlukan pendetailan khusus yaitu dengan memberikan persyaratan-persyaratan jarak tulangan geser seperti pada sub Bab 3.4.2.

untuk lebih jelasnya hasil desain penulangan geser disajikan dalam tabel 7.3.

Tabel 7.3a Jarak tulangan geser balok pada $s = 4 \text{ m}$

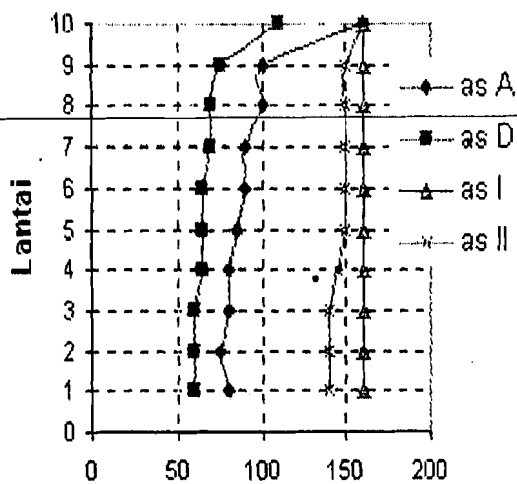
Posisi	Tulangan geser terpasang untuk $s = 4 \text{ m}$ (mm)			
	Portal as-A	Portal as-D	Portal as-I	Portal as-II
Dalam 2h	$\phi 10 - 80$	$\phi 10 - 60$	$\phi 10 - 160$	$\phi 10 - 140$
Luar 2h	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 155$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$
Dalam 2h	$\phi 10 - 75$	$\phi 10 - 60$	$\phi 10 - 160$	$\phi 10 - 140$
Luar 2h	$\phi 10 - 275$	$\phi 10 - 155$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$
Dalam 2h	$\phi 10 - 80$	$\phi 10 - 60$	$\phi 10 - 160$	$\phi 10 - 140$
Luar 2h	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 150$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$
Dalam 2h	$\phi 10 - 80$	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 160$	$\phi 10 - 145$
Luar 2h	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 160$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$
Dalam 2h	$\phi 10 - 85$	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 160$	$\phi 10 - 150$
Luar 2h	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 170$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$
Dalam 2h	$\phi 10 - 90$	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 160$	$\phi 10 - 150$
Luar 2h	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 175$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$
Dalam 2h	$\phi 10 - 90$	$\phi 10 - 70$	$\phi 10 - 160$	$\phi 10 - 150$
Luar 2h	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 195$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$
Dalam 2h	$\phi 10 - 100$	$\phi 10 - 70$	$\phi 10 - 160$	$\phi 10 - 150$
Luar 2h	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 195$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$
Dalam 2h	$\phi 10 - 100$	$\phi 10 - 75$	$\phi 10 - 160$	$\phi 10 - 150$
Luar 2h	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 210$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$
Dalam 2h	$\phi 10 - 160$	$\phi 10 - 110$	$\phi 10 - 160$	$\phi 10 - 160$
Luar 2h	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$

Tabel 7.3b Jarak tulangan geser balok pada $s = 6 \text{ m}$

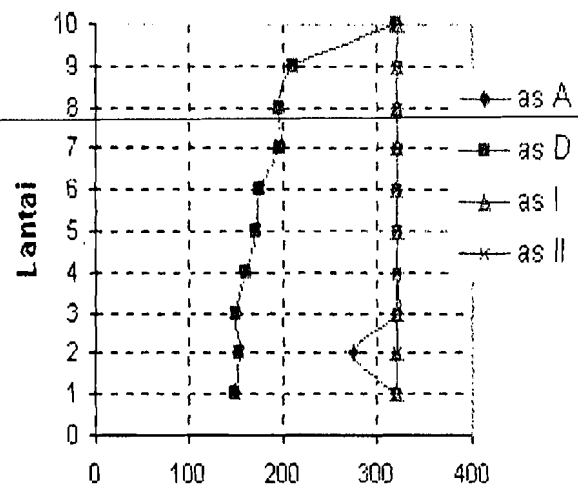
Lantai	Posisi	Tulangan geser terpasang untuk $s = 6 \text{ m}$ (mm)			
		Portal as-A	Portal as-D	Portal as-I	Portal as-II
1	Dalam 2h	$\phi 10 - 70$	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 90$	$\phi 10 - 75$
	Luar 2h	$\phi 10 - 200$	$\phi 10 - 180$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$
2	Dalam 2h	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 100$	$\phi 10 - 75$
	Luar 2h	$\phi 10 - 205$	$\phi 10 - 180$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$
3	Dalam 2h	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 100$	$\phi 10 - 75$
	Luar 2h	$\phi 10 - 210$	$\phi 10 - 185$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$
4	Dalam 2h	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 100$	$\phi 10 - 80$
	Luar 2h	$\phi 10 - 215$	$\phi 10 - 185$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$
5	Dalam 2h	$\phi 10 - 70$	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 110$	$\phi 10 - 85$
	Luar 2h	$\phi 10 - 215$	$\phi 10 - 205$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$
6	Dalam 2h	$\phi 10 - 75$	$\phi 10 - 70$	$\phi 10 - 120$	$\phi 10 - 85$
	Luar 2h	$\phi 10 - 265$	$\phi 10 - 200$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$
7	Dalam 2h	$\phi 10 - 80$	$\phi 10 - 70$	$\phi 10 - 115$	$\phi 10 - 90$
	Luar 2h	$\phi 10 - 305$	$\phi 10 - 225$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$
8	Dalam 2h	$\phi 10 - 80$	$\phi 10 - 75$	$\phi 10 - 130$	$\phi 10 - 105$
	Luar 2h	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 250$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$
9	Dalam 2h	$\phi 10 - 80$	$\phi 10 - 80$	$\phi 10 - 155$	$\phi 10 - 105$
	Luar 2h	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 260$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$
10	Dalam 2h	$\phi 10 - 160$	$\phi 10 - 130$	$\phi 10 - 160$	$\phi 10 - 150$
	Luar 2h	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$

Tabel 7.3c Jarak tulangan geser balok pada $s = 8m$

Lantai	Posisi	Tulangan geser terpasang untuk $s = 8m$ (mm)			
		Portal as-A	Portal as-D	Portal as-I	Portal as-II
1	Dalam 2h	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 55$	$\phi 10 - 75$	$\phi 10 - 55$
	Luar 2h	$\phi 10 - 210$	$\phi 10 - 130$	$\phi 10 - 305$	$\phi 10 - 140$
2	Dalam 2h	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 55$	$\phi 10 - 75$	$\phi 10 - 55$
	Luar 2h	$\phi 10 - 190$	$\phi 10 - 120$	$\phi 10 - 305$	$\phi 10 - 140$
3	Dalam 2h	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 55$	$\phi 10 - 75$	$\phi 10 - 60$
	Luar 2h	$\phi 10 - 220$	$\phi 10 - 125$	$\phi 10 - 310$	$\phi 10 - 150$
4	Dalam 2h	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 55$	$\phi 10 - 75$	$\phi 10 - 60$
	Luar 2h	$\phi 10 - 220$	$\phi 10 - 135$	$\phi 10 - 310$	$\phi 10 - 155$
5	Dalam 2h	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 60$	$\phi 10 - 80$	$\phi 10 - 60$
	Luar 2h	$\phi 10 - 195$	$\phi 10 - 145$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 170$
6	Dalam 2h	$\phi 10 - 75$	$\phi 10 - 60$	$\phi 10 - 85$	$\phi 10 - 60$
	Luar 2h	$\phi 10 - 255$	$\phi 10 - 160$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 170$
7	Dalam 2h	$\phi 10 - 85$	$\phi 10 - 60$	$\phi 10 - 95$	$\phi 10 - 65$
	Luar 2h	$\phi 10 - 322$	$\phi 10 - 160$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 190$
8	Dalam 2h	$\phi 10 - 90$	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 100$	$\phi 10 - 65$
	Luar 2h	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 175$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 190$
9	Dalam 2h	$\phi 10 - 95$	$\phi 10 - 65$	$\phi 10 - 100$	$\phi 10 - 75$
	Luar 2h	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 175$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 245$
10	Dalam 2h	$\phi 10 - 150$	$\phi 10 - 115$	$\phi 10 - 150$	$\phi 10 - 95$
	Luar 2h	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$	$\phi 10 - 320$

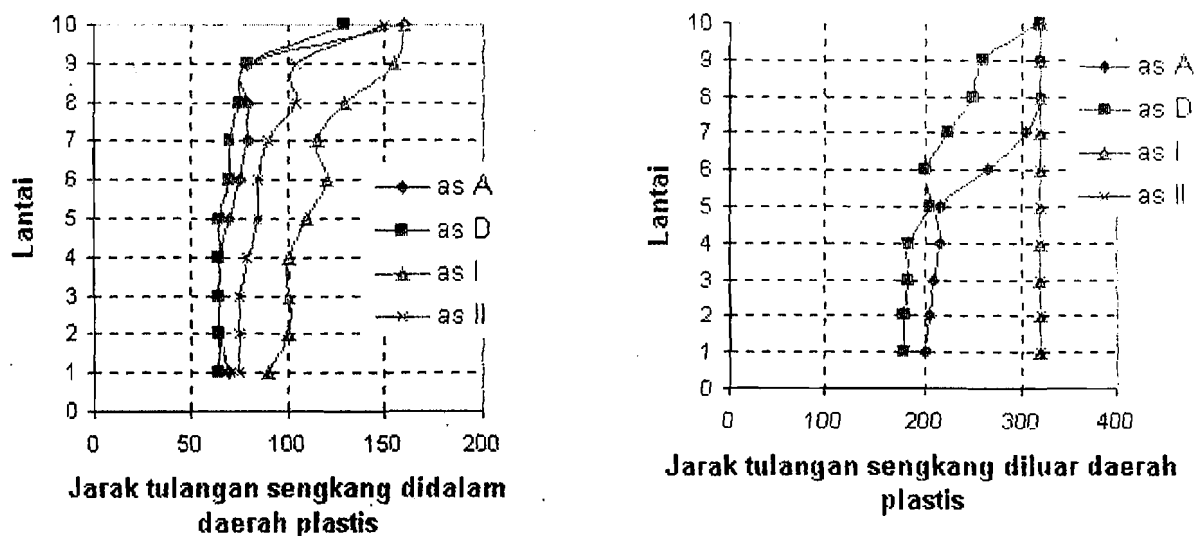


jarak spasi sengkang pada daerah plastis

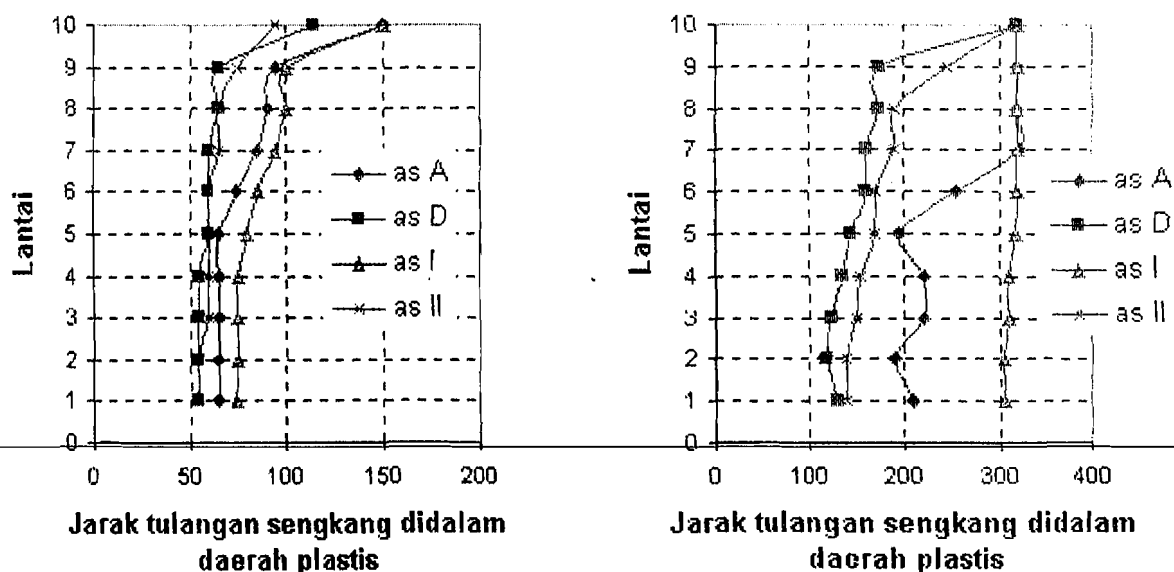


jarak spasi sengkang diluar daerah plastis

Gambar 7.3a Grafik jarak tulangan sengkang balok pada $s = 4m$



Gambar 7.3b Grafik jarak tulangan sengkang balok pada $s = 6m$



Gambar 7.3c Grafik jarak tulangan sengkang balok pada $s = 8m$

Dari tabel 7.3 dapat dilihat bahwa tulangan geser dengan bentang 8m didaerah $2h$ relatif lebih kecil dibandingkan dengan bentang 4m dan 6m. akan tetapi tulangan geser diluar daerah $2h$ membutuhkan jarak tulangan geser yang relatif sama besarnya. Hal tersebut dikarenakan desain gaya geser berdasarkan momen kapasitas balok pada tumpuan.

7.1.3 Desain Kolom

Momen rencana kolom diperoleh dari momen kapasitas balok agar kolom menjadi lebih kuat daripada balok (*strong coloumn weak beam*), hal ini dimaksudkan bila terjadi gaya gempa yang relatif besar keruntuhan struktur tidak terjadi pada kolom akan tetapi pada balok. Dalam mendesain suatu kolom direncanakan kolom biaksial.

Tabel 7.4a Tulangan kolom pada portal as-D untuk $s = 4\text{m}$

Lantai	Dimensi	Tulangan pada kolom untuk $s = 4\text{m}$			
		kolom tepi		kolom tengah	
		Uniaksial	Biaksial	Uniaksial	Biaksial
1	800 x 600	22D25	26D25	22D25	26D25
2	800 x 600	12D25	22D25	10D25	20D25
3	800 x 600	12D25	20D25	8D25	18D25
4	800 x 600	12D25	18D25	8D25	16D25
5	800 x 600	10D25	18D25	8D25	14D25
6	600 x 600	8D25	12D25	10D25	12D25
7	600 x 600	10D25	12D25	8D25	11D25
8	600 x 600	8D25	14D25	8D25	14D25
9	600 x 400	6D25	6D25	6D25	6D25
10	600 x 400	4D25	4D25	4D25	4D25

Tabel 7.4b Tulangan kolom pada portal as-D untuk $s = 6\text{m}$

Lantai	Dimensi	Tulangan pada kolom untuk $s = 6\text{m}$			
		kolom tepi		kolom tengah	
		Uniaksial	Biaksial	Uniaksial	Biaksial
1	800 x 600	22D25	30D25	14D25	30D25
2	800 x 600	22D25	26D25	12D25	24D25
3	800 x 600	22D25	24D25	12D25	22D25
4	800 x 600	22D25	24D25	12D25	22D25
5	800 x 600	12D25	24D25	12D25	22D25
6	600 x 600	10D25	22D25	8D25	22D25
7	600 x 600	10D25	20D25	8D25	20D25
8	600 x 600	10D25	18D25	6D25	18D25
9	600 x 400	6D25	8D25	6D25	8D25
10	600 x 400	4D25	6D25	4D25	6D25

Tabel 7.4c Tulangan kolom pada portal as-D untuk $s = 8m$

Lantai	Dimensi	Tulangan pada kolom untuk $s = 8m$			
		kolom tepi		kolom tengah	
		Uniaksial	Biaksial	Uniaksial	Biaksial
1	800 x 600	22D25	34D25	22D25	34D25
2	800 x 600	22D25	30D25	22D25	30D25
3	800 x 600	22D25	28D25	22D25	28D25
4	800 x 600	22D25	26D25	22D25	26D25
5	800 x 600	22D25	24D25	22D25	24D25
6	600 x 600	12D25	14D25	12D25	14D25
7	600 x 600	10D25	14D25	10D25	14D25
8	600 x 600	10D25	14D25	10D25	14D25
9	600 x 400	6D25	10D25	6D25	10D25
10	600 x 400	4D25	8D25	4D25	8D25

Tabel 7.5a Rasio tulangan pada kolom pada portal as-D untuk $s = 4m$

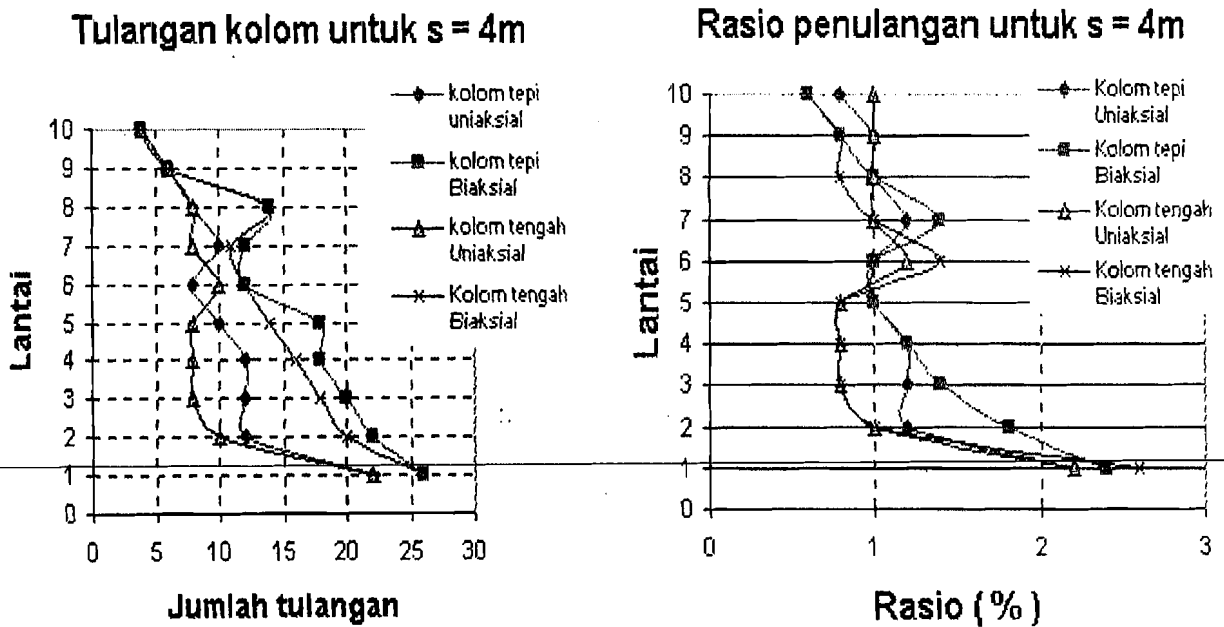
Lantai	Dimensi	Rasio tulangan kolom untuk $s = 4m$			
		kolom tepi (%)		kolom tengah (%)	
		Uniaksial	Biaksial	Uniaksial	Biaksial
1	800 x 600	2.2	2.4	2.2	2.6
2	800 x 600	1.2	1.8	1	1
3	800 x 600	1.2	1.4	0.8	0.8
4	800 x 600	1.2	1.2	0.8	0.8
5	800 x 600	1	1	0.8	0.8
6	600 x 600	1	1	1.2	1.4
7	600 x 600	1.2	1.4	1	1
8	600 x 600	1	1	1	0.8
9	600 x 400	1	0.8	1	0.8
10	600 x 400	0.8	0.6	1	0.6

Tabel 7.5b Rasio tulangan pada kolom pada portal as-D untuk $s = 6m$

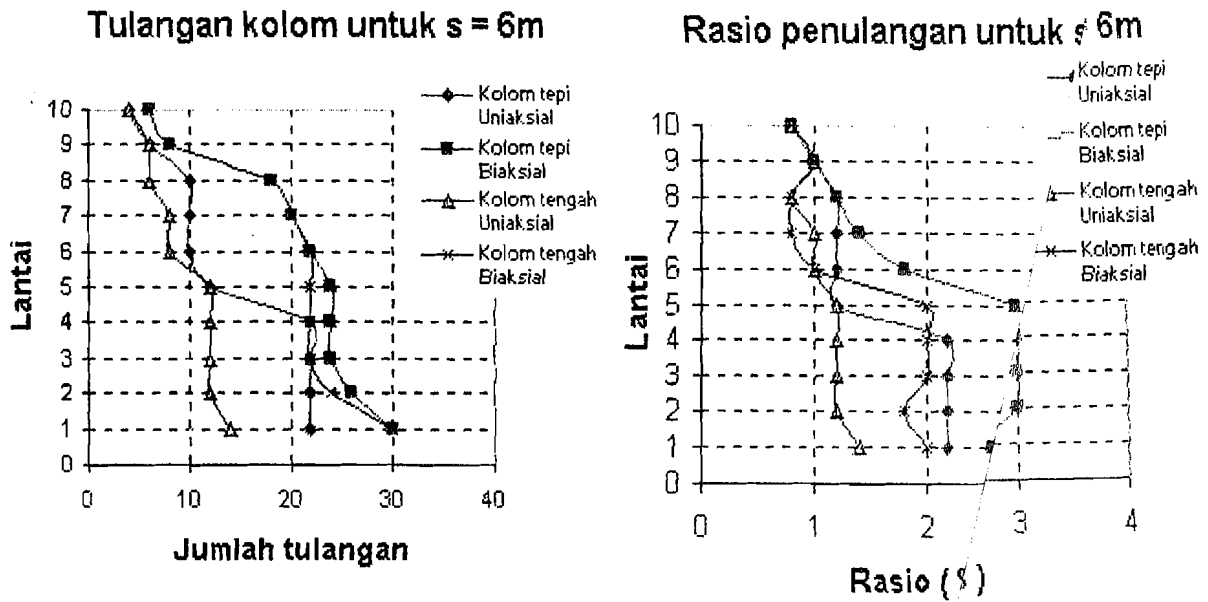
Lantai	Dimensi	Rasio tulangan kolom untuk $s = 6m$			
		kolom tepi (%)		kolom tengah (%)	
		Uniaksial	Biaksial	Uniaksial	Biaksial
1	800 x 600	2.2	2.6	1.4	2
2	800 x 600	2.2	3	1.2	1.8
3	800 x 600	2.2	3	1.2	2
4	800 x 600	2.2	3	1.2	2
5	800 x 600	1.2	2.8	1.2	2
6	600 x 600	1.2	1.8	1	1
7	600 x 600	1.2	1.4	1	0.8
8	600 x 600	1.2	1.2	0.8	0.8
9	600 x 400	1	1	1	1
10	600 x 400	0.8	0.8	0.8	0.8

Tabel 7.5c Rasio tulangan pada kolom pada portal as-D untuk s = 8m

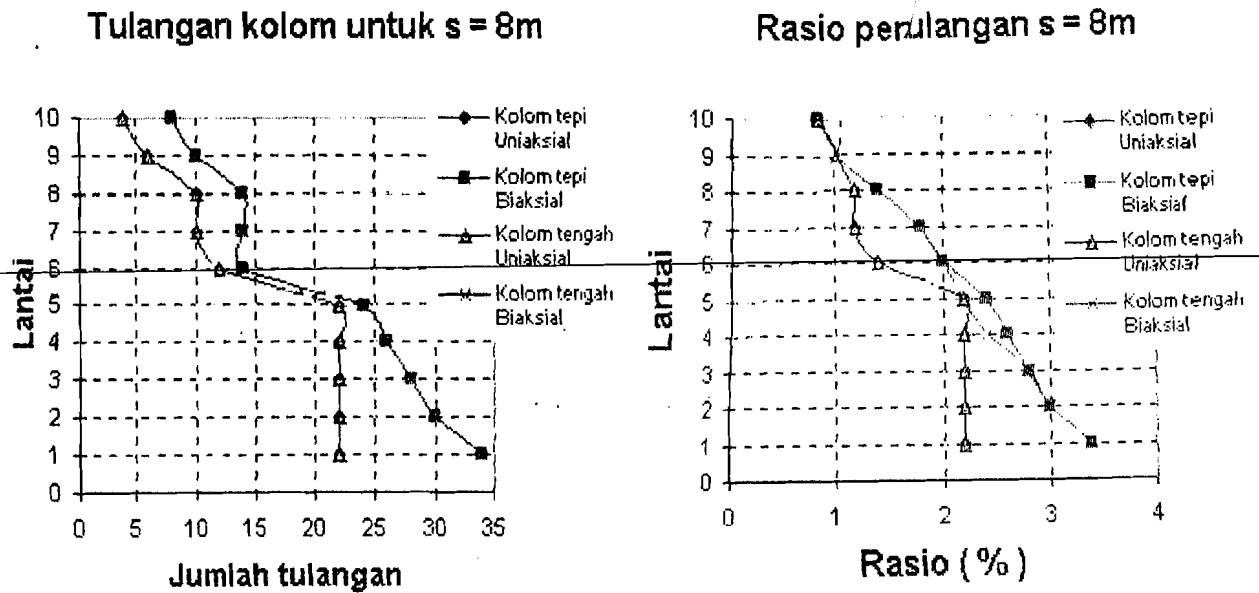
Lantai	Dimensi	rasio tulangan kolom untuk s = 8m			
		kolom tepi (%)		kolom tengah (%)	
		Uniaksial	Biaksial	Uniaksial	Biaksial
1	800 x 600	2.2	3.4	2.2	3.4
2	800 x 600	2.2	3	2.2	3
3	800 x 600	2.2	2.8	2.2	2.8
4	800 x 600	2.2	2.6	2.2	2.4
5	800 x 600	2.2	2.4	2.2	2.2
6	600 x 600	1.4	2	1.4	2
7	600 x 600	1.2	1.8	1.2	1.8
8	600 x 600	1.2	1.4	1.2 <td 1.4	
9	600 x 400	1	1	1	1
10	600 x 400	0.8	0.8	0.8	0.8



Gambar 7.4a Grafik tulangan dan rasio pada portal as-D untuk s = 4m



Gambar 7.4b Grafik tulangan dan rasio pada portal as-D untuk $s = 6m$



Gambar 7.4c Grafik tulangan dan rasio pada portal as-D untuk $s = 8m$

	4D25	4D25	600 x 400	600 x 400
	6D25	6D25	600 x 400	600 x 400
	14D25	14D25	600 x 600	600 x 600
	11D25	12D25	600 x 600	600 x 600
	12D25	12D25	600 x 600	600 x 600
	14D25	18D25	800 x 600	800 x 600
	16D25	18D25	800 x 600	800 x 600
	18D25	20D25	800 x 600	800 x 600
	20D25	22D25	800 x 600	800 x 600
	26D25	26D25	800 x 600	800 x 600

Gambar 7.5 Tulangan kolom portal pada as-D untuk $s = 4$ m

	6D25	6D25	600 x 400	600 x 400
	8D25	8D25	600 x 400	600 x 400
	18D25	18D25	600 x 600	600 x 600
	20D25	20D25	600 x 600	600 x 600
	22D25	22D25	600 x 600	600 x 600
	22D25	24D25	800 x 600	800 x 600
	22D25	24D25	800 x 600	800 x 600
	22D25	24D25	800 x 600	800 x 600
	24D25	26D25	800 x 600	800 x 600
	30D25	30D25	800 x 600	800 x 600

Gambar 7.6 Tulangan kolom portal pada as-D untuk $s = 6$ m

	8D25	8D25	600 x 400	600 x 400
	10D25	10D25	600 x 400	600 x 400
	14D25	14D25	600 x 600	600 x 600
	14D25	14D25	600 x 600	600 x 600
	14D25	14D25	600 x 600	600 x 600
	24D25	24D25	800 x 600	800 x 600
	26D25	26D25	800 x 600	800 x 600
	28D25	28D25	800 x 600	800 x 600
	30D25	30D25	800 x 600	800 x 600
	34D25	34D25	800 x 600	800 x 600

Gambar 7.7 Tulangan kolom portal pada as-D untuk $s = 8$ m

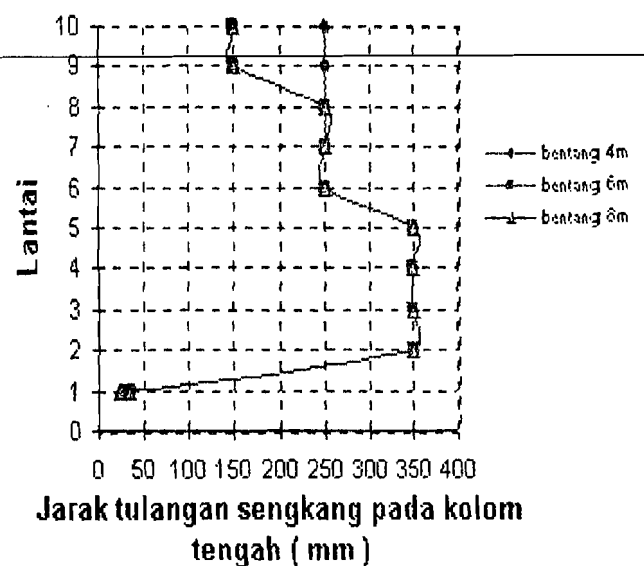
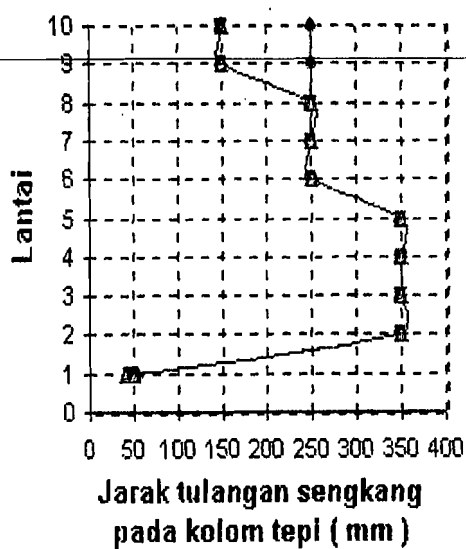
Dari Gambar 7.5, 7.6 dan 7.7 dapat dilihat bahwa pada $s = 4$ m, $s = 6$ m dan $s = 8$ m jumlah tulangan pada kolom yang mengalami momen biaksial semakin ke atas semakin sedikit.

7.1.4 Tulangan Geser kolom

Hasil perhitungan jarak tulangan geser pada kolom baik di dalam daerah lo maupun di luar daerah lo dengan pengambilan momen pada as kolom ditabelkan pada tabel 7.6 dan digrafikankan pada Gambar 7.8

Tabel 7.6 Jarak tulangan geser pada kolom

Lantai	Posisi	s = 4m	s = 6m	s = 8m
		as-D	as-D	as-D
1	Tepi-a	$\phi 12-55$	$\phi 12-45$	$\phi 12-40$
	Tepi-b	$\phi 12-50$	$\phi 12-50$	$\phi 12-50$
	Tengah-a	$\phi 12-30$	$\phi 12-30$	$\phi 12-25$
	Tengah-b	$\phi 12-35$	$\phi 12-35$	$\phi 12-35$
2	Tepi	$\phi 12-350$	$\phi 12-350$	$\phi 12-350$
	Tengah	$\phi 12-350$	$\phi 12-350$	$\phi 12-350$
3	Tepi	$\phi 12-350$	$\phi 12-350$	$\phi 12-350$
	Tengah	$\phi 12-350$	$\phi 12-350$	$\phi 12-350$
4	Tepi	$\phi 12-350$	$\phi 12-350$	$\phi 12-350$
	Tengah	$\phi 12-350$	$\phi 12-350$	$\phi 12-350$
5	Tepi	$\phi 12-350$	$\phi 12-350$	$\phi 12-350$
	Tengah	$\phi 12-350$	$\phi 12-350$	$\phi 12-350$
6	Tepi	$\phi 12-250$	$\phi 12-250$	$\phi 12-250$
	Tengah	$\phi 12-250$	$\phi 12-250$	$\phi 12-250$
7	Tepi	$\phi 12-250$	$\phi 12-250$	$\phi 12-250$
	Tengah	$\phi 12-250$	$\phi 12-250$	$\phi 12-250$
8	Tepi	$\phi 12-250$	$\phi 12-250$	$\phi 12-250$
	Tengah	$\phi 12-250$	$\phi 12-250$	$\phi 12-250$
9	Tepi	$\phi 12-250$	$\phi 12-150$	$\phi 12-150$
	Tengah	$\phi 12-250$	$\phi 12-150$	$\phi 12-150$
10	Tepi	$\phi 12-250$	$\phi 12-150$	$\phi 12-150$
	Tengah	$\phi 12-250$	$\phi 12-150$	$\phi 12-150$



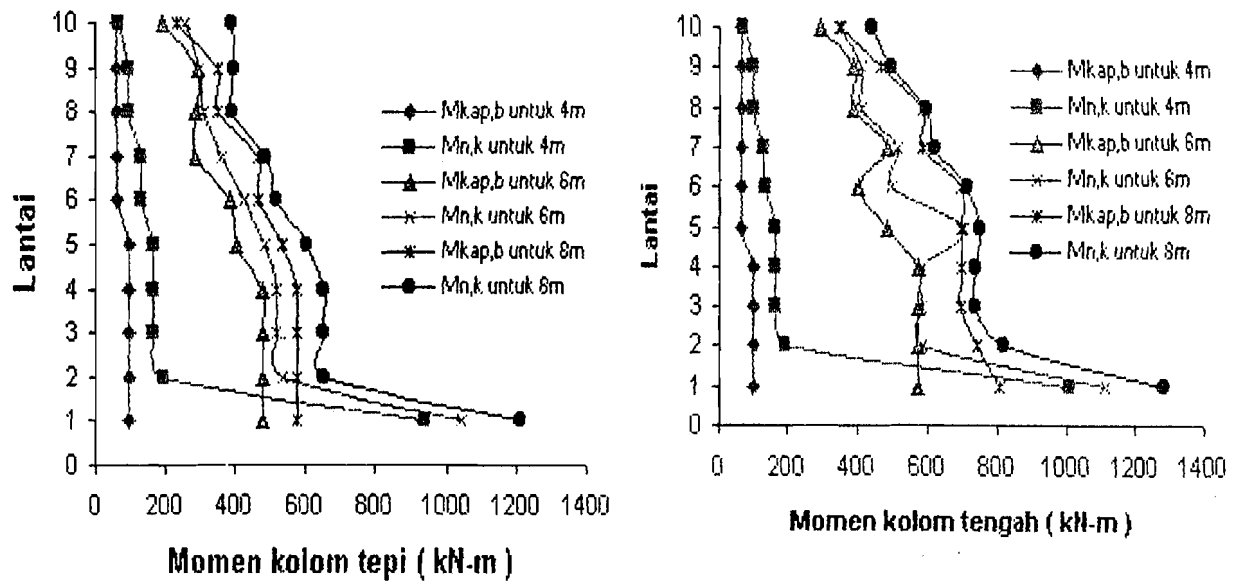
Gambar 7.8 Jarak tulangan geser pada kolom

7.1.5 Perbandingan Momen Kapasitas Balok Terhadap Momen Nominal Kolom

Pada desain struktur beton tahan gempa dalam Tugas Akhir ini mekanisme keruntuhan yang dipilih adalah mekanisme keruntuhan pada balok sehingga dalam perencanaan elemen kolom, momen rencana kolom yang digunakan harus lebih besar dari momen kapasitas balok (*strong column weak beam*).

Tabel 7.7 Perbandingan $M_{kap,b}$ dengan $M_{nom,kol}$

Lantai	posisi	s = 4m		s = 6m		s = 8m	
		Mkap,b	Mn,kol	Mkap,b	Mn,kol	Mkap,b	Mn,kol
1	Tepi	98.705	938.353	478.386	1039.186	579.906	1210.373
	Tengah	98.800	1007.624	569.593	1109.683	805.941	1285.191
2	Tepi	98.705	195.501	479.006	538.447	579.906	652.414
	Tengah	98.831	195.501	570.338	579.426	741.466	815.541
3	Tepi	98.768	165.339	479.627	520.732	580.274	652.941
	Tengah	98.925	165.339	571.083	580.004	691.911	734.608
4	Tepi	98.831	165.490	480.558	521.318	581.010	653.724
	Tengah	98.988	165.490	572.014	581.005	692.795	735.509
5	Tepi	98.925	165.702	404.582	486.846	535.546	605.587
	Tengah	66.055	165.698	481.587	697.201	693.899	746.569
6	Tepi	66.034	135.512	386.433	427.692	466.281	517.943
	Tengah	66.055	135.512	402.105	496.840	694.783	709.040
7	Tepi	66.118	131.172	291.874	361.789	467.313	493.288
	Tengah	66.138	131.178	480.093	514.419	580.459	616.491
8	Tepi	66.180	100.866	291.874	311.186	351.368	395.843
	Tengah	66.201	100.871	385.688	413.100	579.538	593.485
9	Tepi	66.285	100.986	293.084	303.575	352.583	397.056
	Tengah	66.264	100.980	387.178	408.882	466.281	496.077
10	Tepi	66.326	70.745	196.693	262.076	236.160	285.505
	Tengah	66.264	70.742	292.805	345.932	352.141	439.731



Gambar 7.9 Perbandingan $M_{kap,b}$ dengan $M_{nom,kol}$ kolom tepi dan kolom tengah

Pada Gambar 7.9 diatas dapat dilihat bahwa momen nominal rencana kolom lantai 1 sampai 10 lebih besar dibandingkan dengan momen kapasitas balok. Hal ini menunjukkan bahwa dalam pendesainan tulangan kolom lebih kuat dari balok, sehingga mekanisme keruntuhan di balok atau sendi-sendi plastik yang diharapkan terjadi di ujung-ujung balok terpenuhi (*strong coloumn weak beam*).

BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

8.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil serangkaian penelitian tentang mendesain kolom biaksial pada gedung bertingkat banyak dengan bentang balok yang beda, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada gedung bertingkat banyak tahan gempa dengan bentang arah memanjang 4 m jumlah tulangan yang diperlukan untuk kolom yang mengalami momen lentur dua arah atau momen lentur biaksial tidak terlalu lebih banyak daripada momen lentur satu arah atau momen uniaksial, maka untuk gedung dengan bentang 4 m dalam mendesain kolom bisa juga dengan hanya mengalami momen lentur uniaksial saja.
2. Untuk arah memanjang dengan bentang 6m dan bentang 8m pada gedung bertingkat banyak tahan gempa tulangan yang diperlukan untuk kolom yang mengalami momen lentur biaksial lebih banyak atau hampir dua kali lipatnya dari pada tulangan yang diperlukan untuk kolom yang mengalami momen lentur uniaksial, oleh karena itu pada gedung ini kolom yang mengalami momen lentur biaksial harus diperhitungkan.

3. Untuk bangunan gedung yang bertingkat banyak dengan perbandingan bentang arah memanjang dan arah melebar sangat jauh berbeda maka kolom cukup diperhitungkan dengan mengalami momen lentur uniaksial, sedangkan kalau hampir sama atau sama untuk arah memanjang dan arah melebar maka momen lentur biaksial harus diperhitungkan.
4. Secara umum tulangan yang diperlukan pada kolom yang mengalami momen lentur biaksial akan memerlukan tulangan yang lebih banyak dari pada kolom yang mengalami momen uniaksial.

8.2 Saran

Dengan mempertimbangkan hasil dari tugas akhir ini dan juga batasan-batasan yang digunakan dalam pengerjaannya, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut :

1. Agar terjadi momen biaksial pada kolom tengah atau tepi sebaiknya pembebanan yang digunakan adalah pembebanan papan catur.
2. Bentuk pembebanan yang penyusun gunakan semua lantai bentuknya sama, penyusun sarankan untuk tiap lantai bentuk pembebanan papan caturnya berbeda-beda.
3. Metode dalam mendesain kolom biaksial penyusun menggunakan satu metode yaitu metode Bresler, penyusun sarankan untuk menggunakan metode lainnya untuk membandingkan dengan metode Bresler.
4. Bentuk gedung penyusun desain yaitu bentuknya semetris, penyusun sarankan untuk merancang gedung yang ada *set back*-nya (turunan) baik untuk pembebanan penuh atau papan catur.

DAFTAR PUSTAKA

1. _____, 1983, **Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung**, Departemen Pekerjaan Umum.
2. _____, 1991, **Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung**, Departemen Pekerjaan Umum, diterjemahkan oleh Yayasan LPMB, Bandung.
3. ACI 318-89, 1990, **Building Code Requirements For Reinforced Concrete**, Fifty Edition, First Printing.
4. Bambang Bejo . S dan Muh . Arif . S, 1997, **Analisis Penampang Beton Bertulang Berongga pada Struktur Kolom**, Universitas Islam Indonesia.
5. Bambang Budino, Ir, M.E, 1989, **Perancangan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Beban Seismik Menurut Pedoman Beton 1989**, seminar nasional konsep pedoman beton 89, Yogyakarta.
6. Christian Meyer, 1996, **Design Of Concrete Structures**, by Prentice-Hall, Ind, New Jersey, Australia.
7. Chu-Kia Wang, Charles G. Salmon, 1987, **Desain Beton Bertulang**, diterjemahkan oleh Binsar Hariandja, Erlangga, Jakarta.
8. Eddi Wahyudi dan Hamdi, 1995, **Analisis Dinamik pada Struktur Gedung Bertingkat Banyak**, Universitas Islam Bandung.
9. George Winter dan Arthur H. Nilson, 1993, **Perencanaan Struktur Beton Bertulang**, diterjemahkan oleh Tim Editor dan penerjemah ITB.
10. Gideon Kusuma dan Takim Andriyono, 1993, **Desain Struktur Beton Bertulang di daerah Rawan Gempa**, Seri 3, Penerbit Erlangga, Jakarta.

11. Istimawan Dipohusudo, 1994, **Struktur Beton Bertulang, Berdsarkan SK-SNI T-15 1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI**, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
12. Kadir Aboe, 1999, **Sturktur Beton 1**, UII, Yogyakarta.
13. Lepti.S dan Robby.D.H, 200, **Desain Struktur *Frame-Well Ductile* dengan Memperhitungkan Kekakuan Balok Pondasi**, Universitas Islam Indonesia.
14. L. Wahyudi dan Syahril A. Rahim, 1997, **Struktur Beton Bertulang Standar Baru SNI T-15-1991-03**, PT . Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
15. Nawy, E.G, 1990, **Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar**, PT. Eresco, Bandung.
16. RF. Warner,dkk, 1976, **Reinforced Concrete**.
17. Sadarmadji.S dan Teddy Sitorus, 1994, **Analisis Penampang Kolom dengan Gaya Tekan dan Momen Biaksial**, Institut Teknologi Bandung.
18. W.C.Vis dan Gideon Kusuma, 1997, **Dasar-dasar Perencanaaan Beton Bertulang Berdasarkan SK-SNI T-15-1991-03**, Seri 1, Edisi 2,Penerbit Erlangga, Jakarta.
19. Widodo, 1998, **Diktat Perkulihan Teknik Gempa**, UII, Yogyakarta.
20. W.H.Mosley, J.H. Bungey, 1990, **Perencanaan Beton Bertulang**, diterjemahkan Elly Madyayanti, Edisi kedua, Erlangga, Jakarta.

Tabel Penulangan kolom akibat Puy dan Muy pada portas as-D1 dan as-D2 untuk

Bentang 4 m

Lantai	Kolom	Puy (kN)	Muy (kN-m)	Puy	e/b	$\rho = r \cdot \beta$	As total (mm ²)	Tulangan terpasang
				$\phi \cdot 0,85 \cdot f_c' \cdot A_g$				
1	1	2198.143	671.574	0.33	0.51	2.2	10560	22D25
	2	2477.864	720.064	0.37	0.48	2.2	10560	22D25
2	1	2046.296	170.697	0.31	0.14	1.2	5760	12D25
	2	2302.146	170.697	0.35	0.12	1	4800	10D25
3	1	1901.470	136.820	0.29	0.12	1.2	5760	12D25
	2	2139.312	136.817	0.32	0.11	0.8	3840	8D25
4	1	1755.586	115.783	0.26	0.11	1.2	5760	12D25
	2	1978.452	115.780	0.30	0.10	0.8	3840	8D25
5	1	1619.196	162.884	0.24	0.17	1	4800	10D25
	2	1819.388	162.889	0.27	0.15	0.8	3840	8D25
6	1	1239.115	115.961	0.25	0.16	1	3600	8D25
	2	1415.726	115.961	0.28	0.14	1.2	4320	10D25
7	1	1114.481	91.635	0.22	0.14	1.2	4320	10D25
	2	1264.064	91.639	0.25	0.12	1	3600	8D25
8	1	999.336	110.125	0.20	0.18	1	3600	8D25
	2	1114.407	110.123	0.22	0.16	1	3600	8D25
9	1	640.642	70.551	0.19	0.18	1	2400	6D25
	2	719.250	71.712	0.22	0.17	1	2400	6D25
10	1	298.402	98.716	0.09	0.55	0.8	1920	4D25
	2	327.789	98.708	0.10	0.50	0.8	1920	4D25

Tabel Penulangan kolom akibat Puy dan Muy pada portas as-D1 dan as-D2 untuk

Bentang 6 m

Lantai	Kolom	Puy (kN)	Muy (kN-m)	Puy	e/b	$\rho = r \cdot \beta$	As total (mm ²)	Tulangan terpasang
				$\phi \cdot 0.85 \cdot f_c' \cdot A_g$				
1	1	2869.008	727.430	0.43	0.42	2.2	10560	22D25
	2	3286.364	776.778	0.50	0.39	1.4	6720	14D25
2	1	2657.221	269.220	0.40	0.17	2.2	10560	22D25
	2	3026.121	277.450	0.46	0.15	1.2	5760	12D25
3	1	2443.220	260.370	0.37	0.18	2.2	10560	22D25
	2	2779.392	277.530	0.42	0.17	1.2	5760	12D25
4	1	2227.876	260.660	0.34	0.19	2.2	10560	22D25
	2	2535.467	277.860	0.38	0.18	1.2	5760	12D25
5	1	2011.212	316.450	0.30	0.26	1.2	5760	12D25
	2	2293.872	328.230	0.35	0.24	1.2	5760	12D25
6	1	1559.423	213.850	0.31	0.23	1.2	4320	10D25
	2	1808.342	233.900	0.36	0.22	1	3600	8D25
7	1	1362.633	180.890	0.27	0.22	1.2	4320	10D25
	2	1575.410	189.420	0.32	0.20	1	3600	8D25
8	1	1182.464	217.830	0.24	0.31	1.2	4320	10D25
	2	1344.977	228.120	0.27	0.28	0.8	2880	6D25
9	1	758.455	136.610	0.23	0.30	1	2400	6D25
	2	869.474	145.300	0.26	0.28	1	2400	6D25
10	1	349.356	183.450	0.11	0.88	0.8	1920	4D25
	2	397.982	201.400	0.12	0.84	0.3	1920	4D25

Tabel Penulangan kolom akibat Puy dan Muy pada portas as-D1 dan as-D2 untuk

Bentang 8 m

Lantai	Kolom	Puy (kN)	Muy (kN-m)	Puy	e/b	$\rho = r \cdot \beta$	As total (mm ²)	Tulangan terpasang
				$\phi 0,85 \cdot f_c \cdot A_g$				
1	1	2602.031	847.261	0.39	0.54	2.2	10560	22D25
	2	2897.118	899.634	0.44	0.52	2.2	10560	22D25
2	1	2434.714	268.318	0.37	0.18	2.2	10560	22D25
	2	2706.921	289.427	0.41	0.18	2.2	10560	22D25
3	1	2227.877	268.445	0.34	0.20	2.2	10560	22D25
	2	2463.983	289.575	0.37	0.20	2.2	10560	22D25
4	1	2065.763	268.723	0.31	0.22	2.2	10560	22D25
	2	2289.420	289.881	0.35	0.21	2.2	10560	22D25
5	1	1856.090	363.352	0.28	0.33	2.2	10560	22D25
	2	2050.829	388.192	0.31	0.32	2.2	10560	22D25
6	1	1448.502	258.977	0.29	0.30	1.4	5040	12D25
	2	1633.863	276.645	0.33	0.28	1.4	5040	12D25
7	1	1249.762	225.493	0.25	0.30	1.2	4320	10D25
	2	1402.863	243.207	0.28	0.29	1.2	4320	10D25
8	1	1104.454	217.247	0.22	0.33	1.2	4320	10D25
	2	1239.977	234.281	0.25	0.31	1.2	4320	10D25
9	1	687.037	181.683	0.21	0.44	1	2400	5D25
	2	765.492	195.921	0.23	0.43	1	2400	6D25
10	1	321.186	182.927	0.10	0.95	0.8	1920	4D25
	2	360.381	226.616	0.11	1.05	0.8	1920	4D25

PORTAL DENGAN BEBAN PENUH PADA BENTANG 4M

C DIBUAT OLEH :- NIP NIP NAZARUDIN HANIF

C - DIAN WIDIASTUTI

C TUGAS AKHIR : KN,M

SYSTEM

L=4 : BEBAN MATI, BEBAN HIDUP, GEMPA ARAH X, GEMPA ARAH Y

JOINTS

C LANTAI DASAR

1	X=0	Y=0	Z=0	
8	X=28	Y=0	Z=0	
17	X=0	Y=16	Z=0	
24	X=28	Y=16	Z=0	Q=1,8,17,24,1,8
25	X=0	Y=0	Z=5	
32	X=28	Y=0	Z=5	
41	X=0	Y=16	Z=5	
48	X=28	Y=16	Z=5	Q=25,32,41,48,1,8
49	X=0	Y=0	Z=8.5	
56	X=28	Y=0	Z=8.5	
65	X=0	Y=16	Z=8.5	
72	X=28	Y=16	Z=8.5	Q=49,56,65,72,1,8
73	X=0	Y=0	Z=12	
80	X=28	Y=0	Z=12	
89	X=0	Y=16	Z=12	
96	X=28	Y=16	Z=12	Q=73,80,89,96,1,8
97	X=0	Y=0	Z=15.5	
104	X=28	Y=0	Z=15.5	
113	X=0	Y=16	Z=15.5	
120	X=28	Y=16	Z=15.5	Q=97,104,113,120,1,8
121	X=0	Y=0	Z=19	
128	X=28	Y=0	Z=19	
137	X=0	Y=16	Z=19	
144	X=28	Y=16	Z=19	Q=121,128,137,144,1,8
145	X=0	Y=0	Z=22.5	
152	X=28	Y=0	Z=22.5	
161	X=0	Y=16	Z=22.5	
168	X=28	Y=16	Z=22.5	Q=145,152,161,168,1,8
169	X=0	Y=0	Z=26	
176	X=28	Y=0	Z=26	
185	X=0	Y=16	Z=26	
192	X=28	Y=16	Z=26	Q=169,176,185,192,1,8
193	X=0	Y=0	Z=29.5	
200	X=28	Y=0	Z=29.5	
209	X=0	Y=16	Z=29.5	
216	X=28	Y=16	Z=29.5	Q=193,200,209,216,1,8
217	X=0	Y=0	Z=33	
224	X=28	Y=0	Z=33	
233	X=0	Y=16	Z=33	
240	X=28	Y=16	Z=33	Q=217,224,233,240,1,8

241 X=0 Y=0 Z=36.5
 248 X=28 Y=0 Z=36.5
 257 X=0 Y=16 Z=36.5
 264 X=28 Y=16 Z=36.5 Q=241,248,257,264,1,8

RESTRAINS

1 24 1 R=1,1,1,1,1,1

FRAME

NM=5 NL=16 Nsec=3 X=0 Y=0 Z=-1

C MATERIAL PROPERTIES

1 SH=R T=0.8,0.6 E=2.574E7 W=0.8*0.6*2400*0.00981
 :KOLOM 1-5

2 SH=R T=0.6,0.6 E=2.574E7 W=0.6*0.6*2400*0.00981
 :KOLOM 6-8

3 SH=R T=0.6,0.4 E=2.574E7 W=0.6*0.4*2400*0.00981
 :KOLOM 9-10

4 SH=R T=0.5,0.35
 :BALOK ARAH X

5 SH=R T=0.7,0.35
 :BALOK ARAH Y

C DATA BEBAN

C BEBAN MATI

1 WL=0,-13.77,0 :ATAP PORTAL A
 2 WL=0,-22.354,0 :LANTAI PORTAL A
 3 WL=0,-21.670,0 :ATAP PORTAL D
 4 WL=0,-30.254,0 :LANTAI PORTAL D
 5 WL=0,-17.318,0 :ATAP PORTAL I
 6 WL=0,21.610,0 :LANTAI PORTAL I
 7 WL=0,-28.842,0 :ATAP PORTAL II
 8 WL=0,-33.134,0 :LANTAI PORTAL II

C BEBAN HIDUP

9 WL=0,-1.350,0 :ATAP PORTAL A
 10 WL=0,-3.374,0 :LANTAI PORTAL A
 11 WL=0,-2.702,0 :ATAP PORTAL D
 12 WL=0,-6.754,0 :LANTAI PORTAL D
 13 WL=0,-1.962,0 :ATAP PORTAL I
 14 WL=0,-4.906,0 :LANTAI PORTAL I
 15 WL=0,-3.924,0 :ATAP PORTAL II
 16 WL=0,-9.810,0 :LANTAI PORTAL II

C KOLOM TINGKAT 1

1 1 25 M=1 LP=3 G=7,1,1,1
 9 9 33 M=1 LP=3 G=7,1,1,1
 17 17 41 M=1 LP=3 G=7,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 2

25 25 49 M=1 LP=3 G=7,1,1,1
 33 33 57 M=1 LP=3 G=7,1,1,1
 41 41 65 M=1 LP=3 G=7,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 3

49 49 73 M=1 LP=3 G=7,1,1,1

57	57	81	M=1	LP=3	G=7,1,1,1	
65	65	89	M=1	LP=3	G=7,1,1,1	
C KOLOM TINGKAT 4						
73	73	97	M=1	LP=3	G=7,1,1,1	
81	81	105	M=1	LP=3	G=7,1,1,1	
89	89	113	M=1	LP=3	G=7,1,1,1	
C KOLOM TINGKAT 5						
97	97	121	M=1	LP=3	G=7,1,1,1	
105	105	129	M=1	LP=3	G=7,1,1,1	
113	113	137	M=1	LP=3	G=7,1,1,1	
C KOLOM TINGKAT 6						
121	121	145	M=2	LP=3	G=7,1,1,1	
129	129	153	M=2	LP=3	G=7,1,1,1	
137	137	161	M=2	LP=3	G=7,1,1,1	
C KOLOM TINGKAT 7						
145	145	169	M=2	LP=3	G=7,1,1,1	
153	153	177	M=2	LP=3	G=7,1,1,1	
161	161	185	M=2	LP=3	G=7,1,1,1	
C KOLOM TINGKAT 8						
169	169	193	M=2	LP=3	G=7,1,1,1	
177	177	201	M=2	LP=3	G=7,1,1,1	
185	185	209	M=2	LP=3	G=7,1,1,1	
C KOLOM TINGKAT 9						
193	193	217	M=3	LP=3	G=7,1,1,1	
201	201	225	M=3	LP=3	G=7,1,1,1	
209	209	233	M=3	LP=3	G=7,1,1,1	
C KOLOM TINGKAT 10						
217	217	241	M=3	LP=3	G=7,1,1,1	
225	225	249	M=3	LP=3	G=7,1,1,1	
233	233	257	M=3	LP=3	G=7,1,1,1	
C BALOK PORTAL A						
269	25	33	M=5	LP=3	NSL=2,10	G=4,74,48,48
277	33	41	M=5	LP=3	NSL=2,10	G=4,74,48,48
306	49	57	M=5	LP=3	NSL=2,10	G=3,74,48,48
314	57	65	M=5	LP=3	NSL=2,10	G=3,74,48,48
602	241	249	M=5	LP=3	NSL=1,9	
610	249	257	M=5	LP=3	NSL=1,9	
C BALOK PORTAL D						
272	28	36	M=5	LP=3	NSL=4,12	G=8,37,24,24
280	36	44	M=5	LP=3	NSL=4,12	G=8,37,24,24
605	244	252	M=5	LP=3	NSL=3,11	
613	252	260	M=5	LP=3	NSL=3,11	
C BALOK PORTAL I ARAH X LANTAI 1-9						
248	25	26	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
249	26	27	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
250	27	28	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
251	28	29	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
252	29	30	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
253	30	31	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14

254	31	32	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
285	49	50	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14
286	50	51	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14
287	51	52	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14
288	52	53	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14
289	53	54	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14
290	54	55	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14
291	55	56	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14

C BALOK PORTAL I ARAH X ATAP

581,241,242	M=4	LP=2	NSL=5,13
582,242,243	M=4	LP=2	NSL=5,13
583,243,244	M=4	LP=2	NSL=5,13
584,244,245	M=4	LP=2	NSL=5,13
585,245,246	M=4	LP=2	NSL=5,13
586,246,247	M=4	LP=2	NSL=5,13
587,247,248	M=4	LP=2	NSL=5,13

C BALOK PORTAL I ARAH X LANTAI 1-9

255	33	34	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=8,16
256	34	35	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=8,16
257	35	36	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=8,16
258	36	37	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=8,16
259	37	38	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=8,16
260	38	39	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=8,16
261	39	40	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=8,16
292	57	58	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=8,16
293	58	59	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=8,16
294	59	60	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=8,16
295	60	61	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=8,16
296	61	62	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=8,16
297	62	63	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=8,16
298	63	64	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=8,16

C BALOK PORTAL II ARAH X ATAP

588	249	250	M=4	LP=2	NSL=7,15
589	250	251	M=4	LP=2	NSL=7,15
590	251	252	M=4	LP=2	NSL=7,15
591	252	253	M=4	LP=2	NSL=7,15
592	253	254	M=4	LP=2	NSL=7,15
593	254	255	M=4	LP=2	NSL=7,15
594	255	256	M=4	LP=2	NSL=7,15

C BALOK PORTAL B

270	26	34	M=5	LP=3	NSL=4,12	G=8,37,24,24
278	34	42	M=5	LP=3	NSL=4,12	G=8,37,24,24
603	242	250	M=5	LP=3	NSL=3,11	
611	250	258	M=5	LP=3	NSL=3,11	

C BALOK PORTAL C

271	27	35	M=5	LP=3	NSL=4,12	G=8,37,24,24
279	35	43	M=5	LP=3	NSL=4,12	G=8,37,24,24
604	243	251	M=5	LP=3	NSL=3,11	
612	251	259	M=5	LP=3	NSL=3,11	

C BALOK PORTAL E

273	29	37	M=5	LP=3	NSL=4,12	G=8,37,24,24
281	37	45	M=5	LP=3	NSL=4,12	G=8,37,24,24
606	245	253	M=5	LP=3	NSL=3,11	
614	253	261	M=5	LP=3	NSL=3,11	

C BALOK PORTAL F

274	30	38	M=5	LP=3	NSL=4,12	G=8,37,24,24
282	38	46	M=5	LP=3	NSL=4,12	G=8,37,24,24
607	246	254	M=5	LP=3	NSL=3,11	
615	254	262	M=5	LP=3	NSL=3,11	

C BALOK PORTAL G

275	31	39	M=5	LP=3	NSL=4,12	G=8,37,24,24
283	39	47	M=5	LP=3	NSL=4,12	G=8,37,24,24
608	247	255	M=5	LP=3	NSL=3,11	
616	255	263	M=5	LP=3	NSL=3,11	

C BALOK PORTAL H

276	32	40	M=5	LP=3	NSL=2,10	G=4,74,48,48
284	40	48	M=5	LP=3	NSL=2,10	G=4,74,48,48
313	56	64	M=5	LP=3	NSL=2,10	G=3,74,48,48
321	64	72	M=5	LP=3	NSL=2,10	G=3,74,48,48
609	248	256	M=5	LP=3	NSL=1,9	
617	256	264	M=5	LP=3	NSL=1,9	

C BALOK PORTAL III ARAH X LANTAI 1-9

262	41	42	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
263	42	43	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
264	43	44	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
265	44	45	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
266	45	46	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
267	46	47	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
268	47	48	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
299	65	66	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14
300	66	67	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14
301	67	68	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14
302	68	69	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14
303	69	70	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14
304	70	71	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14
305	71	72	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14

C BALOK PORTAL III ARAH X ATAP

595	257	258	M=4	LP=2	NSL=5,13
596	258	259	M=4	LP=2	NSL=5,13
597	259	260	M=4	LP=2	NSL=5,13
598	260	261	M=4	LP=2	NSL=5,13
599	261	262	M=4	LP=2	NSL=5,13
600	262	263	M=4	LP=2	NSL=5,13
601	263	264	M=4	LP=2	NSL=5,13

LOADS

C GEMPA ARAH X

25	41	8	L=3	F=23.129,0,0
----	----	---	-----	--------------

49	67	8	L=3	F=39.320,0,0
73	89	8	L=3	F=55.510,0,0
97	113	8	L=3	F=71.701,0,0
121	137	8	L=3	F=87.891,0,0
145	161	8	L=3	F=99.500,0,0
169	185	8	L=3	F=114.978,0,0
193	209	8	L=3	F=130.456,0,0
217	233	8	L=3	F=139.210,0,0
241	257	8	L=3	F=97.415,0,0

C GEMPA ARAH Y

25	32	1	L=4	F=0,9.446,0
49	56	1	L=4	F=0,16.058,0
73	80	1	L=4	F=0,22.670,0
97	104	1	L=4	F=0,29.282,0
121	128	1	L=4	F=0,35.894,0
145	152	1	L=4	F=0,40.635,0
169	176	1	L=4	F=0,46.956,0
193	200	1	L=4	F=0,53.277,0
217	224	1	L=4	F=0,56.852,0
241	248	1	L=4	F=0,39.783,0

COMBO

1	C=1,0,0,0	:AKIBAT BEBAN MATI
2	C=0,1,0,0	:AKIBAT BEBAN HIDUP
3	C=0,0,1,0	:AKIBAT GEMPA ARAH X
4	C=0,0,0,1	:AKIBAT GEMPA ARAH Y
5	C=1.2,1.6,0,0	
6	C=0.9,0,0.9,0.9	
7	C=1.05,0.7875,0.315,1.05	

PORTAL DENGAN BEBAN PAPAN CATUR PADA BENTANG 4M

C DIBUAT OLEH :- NIP NIP NAZARUDIN HANIF

C - DIAN WIDIASTUTI

C TUGAS AKHIR : KN,M

SYSTEM

L=4 : BEBAN MATI, BEBAN HIDUP, GEMPA ARAH X, GEMPA ARAH Y

JOINTS

C LANTAI DASAR

1	X=0	Y=0	Z=0	
8	X=28	Y=0	Z=0	
17	X=0	Y=16	Z=0	
24	X=28	Y=16	Z=0	Q=1, 8, 17, 24, 1, 8
25	X=0	Y=0	Z=5	
32	X=28	Y=0	Z=5	
41	X=0	Y=16	Z=5	
48	X=28	Y=16	Z=5	Q=25, 32, 41, 48, 1, 8
49	X=0	Y=0	Z=8.5	
56	X=28	Y=0	Z=8.5	
65	X=0	Y=16	Z=8.5	
72	X=28	Y=16	Z=8.5	Q=49, 56, 65, 72, 1, 8
73	X=0	Y=0	Z=12	
80	X=28	Y=0	Z=12	
89	X=0	Y=16	Z=12	
96	X=28	Y=16	Z=12	Q=73, 80, 89, 96, 1, 8
97	X=0	Y=0	Z=15.5	
104	X=28	Y=0	Z=15.5	
113	X=0	Y=16	Z=15.5	
120	X=28	Y=16	Z=15.5	Q=97, 104, 113, 120, 1, 8
121	X=0	Y=0	Z=19	
128	X=28	Y=0	Z=19	
137	X=0	Y=16	Z=19	
144	X=28	Y=16	Z=19	Q=121, 128, 137, 144, 1, 8
145	X=0	Y=0	Z=22.5	
152	X=28	Y=0	Z=22.5	
161	X=0	Y=16	Z=22.5	
168	X=28	Y=16	Z=22.5	Q=145, 152, 161, 168, 1, 8
169	X=0	Y=0	Z=26	
176	X=28	Y=0	Z=26	
185	X=0	Y=16	Z=26	
192	X=28	Y=16	Z=26	Q=169, 176, 185, 192, 1, 8
193	X=0	Y=0	Z=29.5	
200	X=28	Y=0	Z=29.5	
209	X=0	Y=16	Z=29.5	
216	X=28	Y=16	Z=29.5	Q=193, 200, 209, 216, 1, 8
217	X=0	Y=0	Z=33	
224	X=28	Y=0	Z=33	
233	X=0	Y=16	Z=33	
240	X=28	Y=16	Z=33	Q=217, 224, 233, 240, 1, 8

241 X=0 Y=0 Z=36.5
 248 X=28 Y=0 Z=36.5
 257 X=0 Y=16 Z=36.5
 264 X=28 Y=16 Z=36.5 Q=241,248,257,264,1,8

RESTRAINS

1 24 1 R=1,1,1,1,1,1

FRAME

NM=4 NL=16 Nsec=3 X=0 Y=0 Z=-1

C MATERIAL PROPERTIES

1 SH=R T=0.8,0.6 E=2.574E7 W=0.8*0.6*2400*0.00981

:KOLOM 1-5

2 SH=R T=0.6,0.6 E=2.574E7 W=0.6*0.6*2400*0.00981

:KOLOM 6-8

3 SH=R T=0.6,0.4 E=2.574E7 W=0.6*0.4*2400*0.00981

:KOLOM 9-10

4 SH=R T=0.7,0.35

:BALOK

C DATA BEBAN

C BEBAN MATI

1 WL=0,-13.77,0 :ATAP PORTAL A

2 WL=0,-22.354,0 :LANTAI PORTAL A

3 WL=0,-21.670,0 :ATAP PORTAL D

4 WL=0,-30.254,0 :LANTAI PORTAL D

5 WL=0,-17.318,0 :ATAP PORTAL I

6 WL=0,-21.610,0 :LANTAI PORTAL I

7 WL=0,-28.842,0 :ATAP PORTAL II

8 WL=0,-33.134,0 :LANTAI PORTAL II

C BEBAN HIDUP

9 WL=0,-1.350,0 :ATAP PORTAL A

10 WL=0,-3.374,0 :LANTAI PORTAL A

11 WL=0,-2.702,0 :ATAP PORTAL D

12 WL=0,-6.754,0 :LANTAI PORTAL D

13 WL=0,-1.962,0 :ATAP PORTAL I

14 WL=0,-4.906,0 :LANTAI PORTAL I

15 WL=0,-3.924,0 :ATAP PORTAL II

16 WL=0,-9.810,0 :LANTAI PORTAL II

C KOLOM TINGKAT 1

1 1 25 M=1 LP=3 G=8,1,1,1

10 10 34 M=1 LP=3 G=5,1,1,1

16 16 40 M=1 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 2

25 25 49 M=1 LP=3 G=8,1,1,1

34 34 58 M=1 LP=3 G=5,1,1,1

40 40 64 M=1 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 3

49 49 73 M=1 LP=3 G=8,1,1,1

58 58 82 M=1 LP=3 G=5,1,1,1

64 64 88 M=1 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 4

73	73	97	M=1	LP=3	G=8,1,1,1
82	82	106	M=1	LP=3	G=5,1,1,1
88	88	112	M=1	LP=3	G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 5

97	97	121	M=1	LP=3	G=8,1,1,1
106	106	130	M=1	LP=3	G=5,1,1,1
112	112	136	M=1	LP=3	G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 6

121	121	145	M=2	LP=3	G=8,1,1,1
130	130	154	M=2	LP=3	G=5,1,1,1
136	136	160	M=2	LP=3	G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 7

145	145	169	M=2	LP=3	G=8,1,1,1
154	154	178	M=2	LP=3	G=5,1,1,1
160	160	184	M=2	LP=3	G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 8

169	169	193	M=2	LP=3	G=8,1,1,1
178	178	202	M=2	LP=3	G=5,1,1,1
184	184	208	M=2	LP=3	G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 9

193	193	217	M=3	LP=3	G=8,1,1,1
202	202	226	M=3	LP=3	G=5,1,1,1
208	208	232	M=3	LP=3	G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 10

217	217	241	M=3	LP=3	G=8,1,1,1
226	226	250	M=3	LP=3	G=5,1,1,1
232	232	256	M=3	LP=3	G=8,1,1,1

C BALOK PORTAL A

269	25	33	M=4	LP=3	NSL=2	G=4,74,48,48
277	33	41	M=4	LP=3	NSL=2	G=4,74,48,48
306	49	57	M=4	LP=3	NSL=2	G=3,74,48,48
314	57	65	M=4	LP=3	NSL=2	G=3,74,48,48
602	241	249	M=4	LP=3	NSL=1	
610	249	257	M=4	LP=3	NSL=1	

C BALOK PORTAL D

272	28	36	M=4	LP=3	NSL=4,10	G=8,37,24,24
280	36	44	M=4	LP=3	NSL=4,10	G=8,37,24,24
605	244	252	M=4	LP=3	NSL=3,9	
613	252	260	M=4	LP=3	NSL=3,9	

C BALOK PORTAL I ARAH X LANTAI 1-9

248	25	26	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6
249	26	27	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
250	27	28	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6
251	28	29	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
252	29	30	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6
253	30	31	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
254	31	32	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6
285	49	50	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14

286	50	51	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6
287	51	52	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14
288	52	53	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6
289	53	54	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14
290	54	55	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6
291	55	56	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14

C BALOK PORTAL I ARAH X ATAP

581,241,242	M=4	LP=2	NSL=5,13
582,242,243	M=4	LP=2	NSL=5
583,243,244	M=4	LP=2	NSL=5,13
584,244,245	M=4	LP=2	NSL=5
585,245,246	M=4	LP=2	NSL=5,13
586,246,247	M=4	LP=2	NSL=5
587,247,248	M=4	LP=2	NSL=5,13

C BALOK PORTAL II ARAH X LANTAI 1-9

255	33	34	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=8
256	34	35	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=8,16
257	35	36	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=8
258	36	37	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=8,16
259	37	38	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=8
260	38	39	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=8,16
261	39	40	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=8
292	57	58	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=8,16
293	58	59	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=8
294	59	60	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=8,16
295	60	61	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=8
296	61	62	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=8,16
297	62	63	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=8
298	63	64	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=8,16

C BALOK PORTAL II ARAH X ATAP

588	249	250	M=4	LP=2	NSL=7,15
589	250	251	M=4	LP=2	NSL=7
590	251	252	M=4	LP=2	NSL=7,15
591	252	253	M=4	LP=2	NSL=7
592	253	254	M=4	LP=2	NSL=7,15
593	254	255	M=4	LP=2	NSL=7
594	255	256	M=4	LP=2	NSL=7,15

C BALOK PORTAL B

270	26	34	M=4	LP=3	NSL=4,10	G=8,37,24,24
278	34	42	M=4	LP=3	NSL=4,10	G=8,37,24,24
603	242	250	M=4	LP=3	NSL=3,9	
611	250	258	M=4	LP=3	NSL=3,9	

C BALOK PORTAL C

271	27	35	M=4	LP=3	NSL=4,10	G=8,37,24,24
279	35	43	M=4	LP=3	NSL=4,10	G=8,37,24,24
604	243	251	M=4	LP=3	NSL=3,9	
612	251	259	M=4	LP=3	NSL=3,9	

C BALOK PORTAL E

273	29	37	M=4	LP=3	NSL=4,10	G=8,37,24,24
-----	----	----	-----	------	----------	--------------

281	37	45	M=4	LP=3	NSL=4,10	G=8,37,24,24
606	245	253	M=4	LP=3	NSL=3,9	
614	253	261	M=4	LP=3	NSL=3,9	
C BALOK PORTAL F						
274	30	38	M=4	LP=3	NSL=4,10	G=8,37,24,24
282	38	46	M=4	LP=3	NSL=4,10	G=8,37,24,24
607	246	254	M=4	LP=3	NSL=3,9	
615	254	262	M=4	LP=3	NSL=3,9	
C BALOK PORTAL G						
275	31	39	M=4	LP=3	NSL=4,10	G=8,37,24,24
283	39	47	M=4	LP=3	NSL=4,10	G=8,37,24,24
608	247	255	M=4	LP=3	NSL=3,9	
616	255	263	M=4	LP=3	NSL=3,9	
C BALOK PORTAL H						
276	32	40	M=4	LP=3	NSL=2	G=4,74,48,48
284	40	48	M=4	LP=3	NSL=2	G=4,74,48,48
313	56	64	M=4	LP=3	NSL=2	G=3,74,48,48
321	64	72	M=4	LP=3	NSL=2	G=3,74,48,48
609	248	256	M=4	LP=3	NSL=1	
617	256	264	M=4	LP=3	NSL=1	
C BALOK PORTAL III ARAH X LANTAI 1-9						
262	41	42	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6
263	42	43	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
264	43	44	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6
265	44	45	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
266	45	46	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6
267	46	47	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6,14
268	47	48	M=4	LP=2	G=4,74,48,48	NSL=6
299	65	66	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14
300	66	67	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6
301	67	68	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14
302	68	69	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6
303	69	70	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14
304	70	71	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6
305	71	72	M=4	LP=2	G=3,74,48,48	NSL=6,14
C BALOK PORTAL III ARAH X ATAP						
595	257	258	M=4	LP=2	NSL=5,13	
596	258	259	M=4	LP=2	NSL=5	
597	259	260	M=4	LP=2	NSL=5,13	
598	260	261	M=4	LP=2	NSL=5	
599	261	262	M=4	LP=2	NSL=5,13	
600	262	263	M=4	LP=2	NSL=5	
601	263	264	M=4	LP=2	NSL=5,13	

LOADS

C GEMPA ARAH X

25	41	8	L=3	F=23.129,0,0
49	67	8	L=3	F=39.320,0,0
73	89	8	L=3	F=55.510,0,0

97	113	8	L=3	F=71.701,0,0
121	137	8	L=3	F=87.891,0,0
145	161	8	L=3	F=99.500,0,0
169	185	8	L=3	F=114.978,0,0
193	209	8	L=3	F=130.456,0,0
217	233	8	L=3	F=139.210,0,0
241	257	8	L=3	F=97.415,0,0

C GEMPA ARAH Y

25	32	1	L=4	F=0,9.446,0
49	56	1	L=4	F=0,16.058,0
73	80	1	L=4	F=0,22.670,0
97	104	1	L=4	F=0,29.282,0
121	128	1	L=4	F=0,35.894,0
145	152	1	L=4	F=0,40.635,0
169	176	1	L=4	F=0,46.956,0
193	200	1	L=4	F=0,53.277,0
217	224	1	L=4	F=0,56.852,0
241	248	1	L=4	F=0,39.783,0

COMBO

1	C=1,0,0,0	:AKIBAT BEBAN MATI
2	C=0,1,0,0	:AKIBAT BEBAN HIDUP
3	C=0,0,1,0	:AKIBAT GEMPA ARAH X
4	C=0,0,0,1	:AKIBAT GEMPA ARAH Y
5	C=1.2,1.6,0,0	
6	C=0.9,0,0.9,0.9	
7	C=1.05,0.7875,0.315,1.05	

PORTAL DENGAN BEBAN PENUH PADA BENTANG 6M

C DIBUAT OLEH :- NIP NIP NAZARUDIN HANIF

C - DIAN WIDIASTUTI

C TUGAS AKHIR : KN,M

SYSTEM

L=4 :BEBAN MATI, BEBAN HIDUP, GEMPA ARAH X, GEMPA ARAH Y

JOINTS

C LANTAI DASAR

1	X=0	Y=0	Z=0	
8	X=42	Y=0	Z=0	
17	X=0	Y=16	Z=0	
24	X=42	Y=16	Z=0	Q=1,8,17,24,1,8
25	X=0	Y=0	Z=5	
32	X=42	Y=0	Z=5	
41	X=0	Y=16	Z=5	
48	X=42	Y=16	Z=5	Q=25,32,41,48,1,8
49	X=0	Y=0	Z=8.5	
56	X=42	Y=0	Z=8.5	
65	X=0	Y=16	Z=8.5	
72	X=42	Y=16	Z=8.5	Q=49,56,65,72,1,8
73	X=0	Y=0	Z=12	
80	X=42	Y=0	Z=12	
89	X=0	Y=16	Z=12	
96	X=42	Y=16	Z=12	Q=73,80,89,96,1,8
97	X=0	Y=0	Z=15.5	
104	X=42	Y=0	Z=15.5	
113	X=0	Y=16	Z=15.5	
120	X=42	Y=16	Z=15.5	Q=97,104,113,120,1,8
121	X=0	Y=0	Z=19	
128	X=42	Y=0	Z=19	
137	X=0	Y=16	Z=19	
144	X=42	Y=16	Z=19	Q=121,128,137,144,1,8
145	X=0	Y=0	Z=22.5	
152	X=42	Y=0	Z=22.5	
161	X=0	Y=16	Z=22.5	
168	X=42	Y=16	Z=22.5	Q=145,152,161,168,1,8
169	X=0	Y=0	Z=26	
176	X=42	Y=0	Z=26	
185	X=0	Y=16	Z=26	
192	X=42	Y=16	Z=26	Q=169,176,185,192,1,8
193	X=0	Y=0	Z=29.5	
200	X=42	Y=0	Z=29.5	
209	X=0	Y=16	Z=29.5	
216	X=42	Y=16	Z=29.5	Q=193,200,209,216,1,8
217	X=0	Y=0	Z=33	
224	X=42	Y=0	Z=33	
233	X=0	Y=16	Z=33	
240	X=42	Y=16	Z=33	Q=217,224,233,240,1,8
241	X=0	Y=0	Z=36.5	
248	X=42	Y=0	Z=36.5	
257	X=0	Y=16	Z=36.5	
264	X=42	Y=16	Z=36.5	Q=241,248,257,264,1,8

RESTRAINS

1 24 1 R=1,1,1,1,1

FRAME

NM=4 NL=24 Nsec=3 X=0 Y=0 Z=-1

C MATERIAL PROPERTIES

1 SH=R T=0.8,0.6 E=2.574E7 W=0.8*0.6*2400*0.00981 :KOLOM 1-5
2 SH=R T=0.6,0.6 E=2.574E7 W=0.6*0.6*2400*0.00981 :KOLOM 6-8
3 SH=R T=0.6,0.4 E=2.574E7 W=0.6*0.4*2400*0.00981 :KOLOM 9-10
4 SH=R T=0.7,0.35 :BALOK

C DATA BEBAN

C BEBAN MATI

1 WL=0,-12.027,0 :ATAP PORTAL A
2 WI =0,-24.945,0 :LANTAI PORTAL A
3 WL=0,-18.178,0 :ATAP PORTAL D
4 WL=0,-26.762,0 :LANTAI PORTAL D
5 WL=0,-10.182,0 :ATAP PORTAL I
6 WL=0,-14.474,0 :LANTAI PORTAL I
7 WL=0,-14.480,0 :ATAP PORTAL II
8 WL=0,-18.772,0 :LANTAI PORTAL II

C BEBAN HIDUP

9 WL=0,-1.052,0 :ATAP PORTAL A
10 WL=0,-4.485,0 :LANTAI PORTAL A
11 WL=0,-2.104,0 :ATAP PORTAL D
12 WL=0,-5.259,0 :LANTAI PORTAL D
13 WL=0,-0.981,0 :ATAP PORTAL I
14 WL=0,-1.840,0 :LANTAI PORTAL I
15 WL=0,-1.472,0 :ATAP PORTAL II
16 WL=0,-3.679,0 :LANTAI PORTAL II

C BEBAN TERPUSAT

17 PLD=3,72.712,0 :BEBAN MATI ATAP I
18 PLD=3,107.048,0 :BEBAN MATI LANTAI I
19 PLD=3,8.416,0 :BEBAN HIDUP ATAP I
20 PLD=3,21.036,0 :BEBAN HIDUP LANTAI I
21 PLD=3,145.424,0 :BEBAN MATI ATAP II
22 PLD=3,214.096,0 :BEBAN MATI LANTAI II
23 PLD=3,16.832,0 :BEBAN HIDUP ATAP II
24 PLD=3,42.072,0 :BEBAN HIDUP LANTAI II

C KOLOM TINGKAT 1

1 1 25 M=1 LP=3 G=8,1,1,1
10 10 34 M=1 LP=3 G=5,1,1,1
16 16 40 M=1 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 2

25 25 49 M=1 LP=3 G=8,1,1,1
34 34 58 M=1 LP=3 G=5,1,1,1
40 40 64 M=1 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 3

49 49 73 M=1 LP=3 G=8,1,1,1
58 58 82 M=1 LP=3 G=5,1,1,1
64 64 88 M=1 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 4

73 73 97 M=1 LP=3 G=8,1,1,1
82 82 106 M=1 LP=3 G=5,1,1,1
88 88 112 M=1 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 5

97 97 121 M=1 LP=3 G=8,1,1,1

106 106 130 M=1 LP=3 G=5,1,1,1

112 112 136 M=1 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 6

121 121 145 M=2 LP=3 G=8,1,1,1

130 130 154 M=2 LP=3 G=5,1,1,1

136 136 160 M=2 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 7

145 145 169 M=2 LP=3 G=8,1,1,1

154 154 178 M=2 LP=3 G=5,1,1,1

160 160 184 M=2 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 8

169 169 193 M=2 LP=3 G=8,1,1,1

178 178 202 M=2 LP=3 G=5,1,1,1

184 184 208 M=2 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 9

193 193 217 M=3 LP=3 G=8,1,1,1

202 202 226 M=3 LP=3 G=5,1,1,1

208 208 232 M=3 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 10

217 217 241 M=3 LP=3 G=8,1,1,1

226 226 250 M=3 LP=3 G=5,1,1,1

232 232 256 M=3 LP=3 G=8,1,1,1

C BALOK PORTAL A

269 25 33 M=4 LP=3 NSL=2,10 G=4,74,48,48

277 33 41 M=4 LP=3 NSL=2,10 G=4,74,48,48

306 49 57 M=4 LP=3 NSL=2,10 G=3,74,48,48

314 57 65 M=4 LP=3 NSL=2,10 G=3,74,48,48

602 241 249 M=4 LP=3 NSL=1,9

610 249 257 M=4 LP=3 NSL=1,9

C BALOK PORTAL D

272 28 36 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24

280 36 44 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24

605 244 252 M=4 LP=3 NSL=3,11

613 252 260 M=4 LP=3 NSL=3,11

C BALOK PORTAL I ARAH X LANTAI 1-9

248 25 26 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

249 26 27 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

250 27 28 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

251 28 29 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

252 29 30 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

253 30 31 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

254 31 32 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

285 49 50 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

286 50 51 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

287 51 52 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

288 52 53 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

289 53 54 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

290 54 55 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

291 55 56 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

C BALOK PORTAL I ARAH X ATAP

581,241,242 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

582,242,243 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

583,243,244 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

584,244,245 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

585,245,246 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

586,246,247 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19
 587,247,248 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19
 C BALOK PORTAL II ARAH X LANTAI 1-9
 255 33 34 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=8,16,22,24
 256 34 35 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=8,16,22,24
 257 35 36 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=8,16,22,24
 258 36 37 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=8,16,22,24
 259 37 38 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=8,16,22,24
 260 38 39 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=8,16,22,24
 261 39 40 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=8,16,22,24
 292 57 58 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=8,16,22,24
 293 58 59 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=8,16,22,24
 294 59 60 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=8,16,22,24
 295 60 61 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=8,16,22,24
 296 61 62 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=8,16,22,24
 297 62 63 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=8,16,22,24
 298 63 64 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=8,16,22,24
 C BALOK PORTAL II ARAH X ATAP
 588 249 250 M=4 LP=2 NSL=7,15,21,23
 589 250 251 M=4 LP=2 NSL=7,15,21,23
 590 251 252 M=4 LP=2 NSL=7,15,21,23
 591 252 253 M=4 LP=2 NSL=7,15,21,23
 592 253 254 M=4 LP=2 NSL=7,15,21,23
 593 254 255 M=4 LP=2 NSL=7,15,21,23
 594 255 256 M=4 LP=2 NSL=7,15,21,23
 C BALOK PORTAL B
 270 26 34 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24
 278 34 42 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24
 603 242 250 M=4 LP=3 NSL=3,11
 611 250 258 M=4 LP=3 NSL=3,11
 C BALOK PORTAL C
 271 27 35 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24
 279 35 43 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24
 604 243 251 M=4 LP=3 NSL=3,11
 612 251 259 M=4 LP=3 NSL=3,11
 C BALOK PORTAL E
 273 29 37 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24
 281 37 45 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24
 606 245 253 M=4 LP=3 NSL=3,11
 614 253 261 M=4 LP=3 NSL=3,11
 C BALOK PORTAL F
 274 30 38 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24
 282 38 46 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24
 607 246 254 M=4 LP=3 NSL=3,11
 615 254 262 M=4 LP=3 NSL=3,11
 C BALOK PORTAL G
 275 31 39 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24
 283 39 47 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24
 608 247 255 M=4 LP=3 NSL=3,11
 616 255 263 M=4 LP=3 NSL=3,11
 C BALOK PORTAL H
 276 32 40 M=4 LP=3 NSL=2,10 G=4,74,48,48
 284 40 48 M=4 LP=3 NSL=2,10 G=4,74,48,48
 313 56 64 M=4 LP=3 NSL=2,10 G=3,74,48,48
 321 64 72 M=4 LP=3 NSL=2,10 G=3,74,48,48

609 248 256 M=4 LP=3 NSL=1,9

617 256 264 M=4 LP=3 NSL=1,9

C BALOK PORTAL III ARAH X LANTAI 1-9

262 41 42 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

263 42 43 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

264 43 44 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

265 44 45 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

266 45 46 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

267 46 47 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

268 47 48 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

299 65 66 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

300 66 67 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

301 67 68 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

302 68 69 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

303 69 70 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

304 70 71 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

305 71 72 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

C BALOK PORTAL III ARAH X ATAP

595 257 258 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

596 258 259 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

597 259 260 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

598 260 261 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

599 261 262 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

600 262 263 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

601 263 264 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

LOADS

C GEMPA ARAH X

25 41 8 L=3 F=32.409,0,0

49 67 8 L=3 F=55.095,0,0

73 89 8 L=3 F=77.781,0,0

97 113 8 L=3 F=100.467,0,0

121 137 8 L=3 F=123.153,0,0

145 161 8 L=3 F=141.734,0,0

169 185 8 L=3 F=163.204,0,0

193 209 8 L=3 F=185.174,0,0

217 233 8 L=3 F=200.372,0,0

241 257 8 L=3 F=168.848,0,0

C GEMPA ARAH Y

25 32 1 L=4 F=0,10.522,0

49 56 1 L=4 F=0,17.887,0

73 80 1 L=4 F=0,25.253,0

97 104 1 L=4 F=0,32.618,0

121 128 1 L=4 F=0,39.984,0

145 152 1 L=4 F=0,45.854,0

169 176 1 L=4 F=0,52.987,0

193 200 1 L=4 F=0,60.119,0

217 224 1 L=4 F=0,65.054,0

241 248 1 L=4 F=0,54.819,0

COMBO

1 C=1,0,0,0

:AKIBAT BEBAN MATI

2 C=0,1,0,0

:AKIBAT BEBAN HIDUP

3 C=0,0,1,0

:AKIBAT GEMPA ARAH X

4 C=0,0,0,1

:AKIBAT GEMPA ARAH Y

5 C=1.2,1.6,0,0

6 C=0.9,0.9,0.9
7 C=1.05,0.7875,0.315,1.05

PORTAL DENGAN BEBAN PAPAN CATUR PADA BENTANG 6m
C DIBUAT OLEH :- NIP NIP NAZARUDIN HANIF
C - DIAN WIDIASTUTI
C TUGAS AKHIR :KN,M
SYSTEM
L=4 : BEBAN MATI, BEBAN HIDUP, GEMPA KIRI, GEMPA KANAN

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0

8 X=42 Y=0 Z=0

17 X=0 Y=16 Z=0

24 X=42 Y=16 Z=0 Q=1,8,17,24,1,8

C LANTAI I

25 X=0 Y=0 Z=5

39 X=42 Y=0 Z=5

55 X=0 Y=16 Z=5

69 X=42 Y=16 Z=5 Q=25,39,55,69,1,15

C LANTAI II

70 X=0 Y=0 Z=8.5

84 X=42 Y=0 Z=8.5

100 X=0 Y=16 Z=8.5

114 X=42 Y=16 Z=8.5 Q=70,84,100,114,1,15

C LANTAI III

115 X=0 Y=0 Z=12

129 X=42 Y=0 Z=12

145 X=0 Y=16 Z=12

159 X=42 Y=16 Z=12 Q=115,129,145,159,1,15

C LANTAI IV

160 X=0 Y=0 Z=15.5

174 X=42 Y=0 Z=15.5

190 X=0 Y=16 Z=15.5

204 X=42 Y=16 Z=15.5 Q=160,174,190,204,1,15

C LANTAI V

205 X=0 Y=0 Z=19

219 X=42 Y=0 Z=19

235 X=0 Y=16 Z=19

249 X=42 Y=16 Z=19 Q=205,219,235,249,1,15

C LANTAI VI

250 X=0 Y=0 Z=22.5

264 X=42 Y=0 Z=22.5

280 X=0 Y=16 Z=22.5

294 X=42 Y=16 Z=22.5 Q=250,264,280,294,1,15

C LANTAI VII

295 X=0 Y=0 Z=26

309 X=42 Y=0 Z=26

325 X=0 Y=16 Z=26

339 X=42 Y=16 Z=26 Q=295,309,325,339,1,15

C LANTAI VIII

340 X=0 Y=0 Z=29.5

354 X=42 Y=0 Z=29.5

370 X=0 Y=16 Z=29.5

384 X=42 Y=16 Z=29.5 Q=340,354,370,384,1,15

C LANTAI IX

385 X=0 Y=0 Z=33

399 X=42 Y=0 Z=33

415 X=0 Y=16 Z=33
429 X=42 Y=16 Z=33 Q=385,399,415,429,1,15

C LANTAI X

430 X=0 Y=0 Z=36.5
444 X=42 Y=0 Z=36.5
460 X=0 Y=16 Z=36.5
474 X=42 Y=16 Z=36.5 Q=430,444,460,474,1,15

:

RESTRAINS

1 24 1 R=1,1,1,1,1

:

FRAME

NM=4 NL=16 Nsec=30 X=0 Y=0 Z=-1

C MATERIAL PROPERTIES

1 SH=R T=0.8,0.6 E=2.574E7 W=0.8*0.6*2400*0.00981 :KOLOM 1-5
2 SH=R T=0.6,0.6 E=2.574E7 W=0.6*0.6*2400*0.00981 :KOLOM 6-8
3 SH=R T=0.6,0.4 E=2.574E7 W=0.6*0.4*2400*0.00981 :KOLOM 9-10
4 SH=R T=0.7,0.35 :BALOK

C LOADING DATA

1 WL=0,-14.480,0 :BEBAN MATI ATAP PORTAL I
2 WL=0,-23.300,0 :BEBAN MATI ATAP PORTAL II
3 WL=0,-18.772,0 :BEBAN MATI LANTAI PORTAL I
4 WL=0,-27.372,0 :BEBAN MATI LANTAI PORTAL II
5 WL=0,-1.471,0 :BEBAN HIDUP ATAP PORTAL I
6 WL=0,-2.943,0 :BEBAN HIDUP ATAP PORTAL II
7 WL=0,-3.679,0 :BEBAN HIDUP LANTAI PORTAL I
8 WL=0,-7.357,0 :BEBAN HIDUP LANTAI PORTAL II
9 WL=0,-13.770,0 :BEBAN MATI ATAP PORTAL A
10 WL=0,-22.354,0 :BEBAN MATI LANTAI PORTAL A
11 WL=0,-0.675,0 :BEBAN HIDUP ATAP PORTAL A
12 WL=0,-1.687,0 :BEBAN HIDUP LANTAI PORTAL A
13 WL=0,-21.670,0 :BEBAN MATI ATAP PORTAL D
14 WL=0,-30.254,0 :BEBAN MATI LANTAI PORTAL D
15 WL=0,-1.351,0 :BEBAN HIDUP ATAP PORTAL D
16 WL=0,-3.377,0 :BEBAN HIDUP LANTAI PORTAL D

C ELEMEN LOCATION DATA

C KOLOM LANTAI DASAR-1

1 1 25 M=1 G=7,1,1,2 LP=3
9 9 40 M=1 G=7,1,1,2 LP=3
17 17 55 M=1 G=7,1,1,2 LP=3

C KOLOM LANTAI 1-2

25 25 70 M=1 G=7,1,2,2 LP=3
33 40 85 M=1 G=7,1,2,2 LP=3
41 55 100 M=1 G=7,1,2,2 LP=3

C KOLOM LANTAI 2-3

49 70 115 M=1 G=7,1,2,2 LP=3
57 85 130 M=1 G=7,1,2,2 LP=3
65 100 145 M=1 G=7,1,2,2 LP=3

C KOLOM LANTAI 3-4

73 115 160 M=1 G=7,1,2,2 LP=3
81 130 175 M=1 G=7,1,2,2 LP=3
89 145 190 M=1 G=7,1,2,2 LP=3

C KOLOM LANTAI 4-5

97 160 205 M=1 G=7,1,2,2 LP=3
105 175 220 M=1 G=7,1,2,2 LP=3

113	190	235	M=1	G=7,1,2,2	LP=3
C KOLOM LANTAI 5-6					
121	205	250	M=2	G=7,1,2,2	LP=3
129	220	265	M=2	G=7,1,2,2	LP=3
137	235	280	M=2	G=7,1,2,2	LP=3
C KOLOM LANTAI 6-7					
145	250	295	M=2	G=7,1,2,2	LP=3
153	265	310	M=2	G=7,1,2,2	LP=3
161	280	325	M=2	G=7,1,2,2	LP=3
C KOLOM LANTAI 7-8					
169	295	340	M=2	G=7,1,2,2	LP=3
177	310	355	M=2	G=7,1,2,2	LP=3
185	325	370	M=2	G=7,1,2,2	LP=3
C KOLOM LANTAI 8-9					
193	340	385	M=3	G=7,1,2,2	LP=3
201	355	400	M=3	G=7,1,2,2	LP=3
209	370	415	M=3	G=7,1,2,2	LP=3
C KOLOM LANTAI 9-10					
217	385	430	M=3	G=7,1,2,2	LP=3
225	400	445	M=3	G=7,1,2,2	LP=3
233	415	460	M=3	G=7,1,2,2	LP=3
C BALOK PORTAL A					
283	25	40	M=4	G=8,72,45,45	NSL=10 LP=3
298	40	55	M=4	G=8,72,45,45	NSL=10 LP=3
931	430	445	M=4		NSL=9 LP=3
946	445	460	M=4		NSL=9 LP=3
C BALOK PORTAL D					
289	31	46	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12 LP=3
304	46	61	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12 LP=3
937	436	451	M=4		NSL=13,12 LP=3
952	451	466	M=4		NSL=13,12 LP=3
C BALOK PORTAL I					
241	25	26	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3 LP=2
242	26	27	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3 LP=2
243	27	28	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
244	28	29	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
313	70	71	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
314	71	72	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
315	72	73	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3 LP=2
316	73	74	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3 LP=2
385	115	116	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3 LP=2
386	116	117	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3 LP=2
387	117	118	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
388	118	119	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
457	160	161	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
458	161	162	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
459	162	163	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3 LP=2
460	163	164	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3 LP=2
529	205	206	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3 LP=2
530	206	207	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3 LP=2
531	207	208	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
532	208	209	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
601	250	251	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
602	251	252	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
603	252	253	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3 LP=2

604	253	254	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
673	295	296	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
674	296	297	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
675	297	298	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
676	298	299	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
745	340	341	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
746	341	342	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
747	342	343	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
748	343	344	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
817	385	386	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
818	386	387	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
819	387	388	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
820	388	389	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
889	430	431	M=4	G=3,4,4,4	NSL=1,5	LP=2
890	431	432	M=4	G=3,4,4,4	NSL=1,5	LP=2
891	432	433	M=4	G=2,4,4,4	NSL=1	LP=2
892	433	434	M=4	G=2,4,4,4	NSL=1	LP=2

C BALOK PORTAL II

255	40	41	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
256	41	42	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
257	42	43	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
258	43	44	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
327	85	86	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
328	86	87	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
329	87	88	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4	LP=2
330	88	89	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4	LP=2
399	130	131	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
400	131	132	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
401	132	133	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
402	133	134	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
471	175	176	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
472	176	177	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
473	177	178	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4	LP=2
474	178	179	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4	LP=2
543	220	221	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
544	221	222	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
545	222	223	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
546	223	224	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
615	265	266	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
616	266	267	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
617	267	268	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4	LP=2
618	268	269	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4	LP=2
687	310	311	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
688	311	312	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
689	312	313	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
690	313	314	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
759	355	356	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
760	356	357	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
761	357	358	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4	LP=2
762	358	359	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4	LP=2
831	400	401	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
832	401	402	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
833	402	403	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
834	403	404	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
903	445	446	M=4	G=3,4,4,4	NSL=2,6	LP=2

904	446	447	M=4	G=3,4,4,4	NSL=2,6	LP=2
905	447	448	M=4	G=2,4,4,4	NSL=2	LP=2
906	448	449	M=4	G=2,4,4,4	NSL=2	LP=2

C BALOK PORTAL III

269	55	56	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
270	56	57	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
271	57	58	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
272	58	59	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
341	100	101	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
342	101	102	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
343	102	103	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
344	103	104	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
413	145	146	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
414	146	147	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
415	147	148	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
416	148	149	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
485	190	191	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
486	191	192	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
487	192	193	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
488	193	194	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
557	235	236	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
558	236	237	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
559	237	238	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
560	238	239	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
629	280	281	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
630	281	282	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
631	282	283	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
632	283	284	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
701	325	326	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
702	326	327	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
703	327	328	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
704	328	329	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
773	370	371	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
774	371	372	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2

775	372	373	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
776	373	374	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
845	415	416	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
846	416	417	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
847	417	418	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
848	418	419	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
917	460	461	M=4	G=3,4,4,4	NSL=1,5	LP=2
918	461	462	M=4	G=3,4,4,4	NSL=1,5	LP=2
919	462	463	M=4	G=2,4,4,4	NSL=1	LP=2
920	463	464	M=4	G=2,4,4,4	NSL=1	LP=2

C BALOK PORTAL B-C-E-F-G

284	26	41	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14	LP=3
285	27	42	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
286	28	43	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,16	LP=3
287	29	44	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
288	30	45	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14	LP=3
290	32	47	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,16	LP=3
291	33	48	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
292	34	49	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14	LP=3
293	35	50	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
294	36	51	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,16	LP=3

295	37	52	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
296	38	53	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14	LP=3
297	39	54	M=4	G=8,72,45,45	NSL=10	LP=3
299	41	56	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14	LP=3
300	42	57	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
301	43	58	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,16	LP=3
302	44	59	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
303	45	60	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14	LP=3
305	47	62	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,16	LP=3
306	48	63	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
307	49	64	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14	LP=3
308	50	65	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
309	51	66	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,16	LP=3
310	52	67	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
311	53	68	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14	LP=3
312	54	69	M=4	G=8,72,45,45	NSL=10	LP=3
932	431	446	M=4		NSL=13	LP=3
933	432	447	M=4		NSL=13,12	LP=3
934	433	448	M=4		NSL=13,15	LP=3
935	434	449	M=4		NSL=13,12	LP=3
936	435	450	M=4		NSL=13	LP=3
938	437	452	M=4		NSL=13,15	LP=3
939	438	453	M=4		NSL=13,12	LP=3
940	439	454	M=4		NSL=13	LP=3
941	440	455	M=4		NSL=13,12	LP=3
942	441	456	M=4		NSL=13,15	LP=3
943	442	457	M=4		NSL=13,12	LP=3
944	443	458	M=4		NSL=13	LP=3
945	444	459	M=4		NSL=9	LP=3
947	446	461	M=4		NSL=13	LP=3
948	447	462	M=4		NSL=13,12	LP=3
949	448	463	M=4		NSL=13,15	LP=3
950	449	464	M=4		NSL=13,12	LP=3
951	450	465	M=4		NSL=13	LP=3
953	452	467	M=4		NSL=13,15	LP=3
954	453	468	M=4		NSL=13,12	LP=3
955	454	469	M=4		NSL=13	LP=3
956	455	470	M=4		NSL=13,12	LP=3
957	456	471	M=4		NSL=13,15	LP=3
958	457	472	M=4		NSL=13,12	LP=3
959	458	473	M=4		NSL=13	LP=3
960	459	474	M=4		NSL=9	LP=3

LOADS

C GEMPA ARAH X

25	55	15	L=3	F=32.409,0,0
70	100	15	L=3	F=55.095,0,0
115	145	15	L=3	F=77.781,0,0
160	190	15	L=3	F=100.467,0,0
205	235	15	L=3	F=123.153,0,0
250	280	15	L=3	F=141.234,0,0
295	325	15	L=3	F=163.204,0,0
340	370	15	L=3	F=185.174,0,0
385	415	15	L=3	F=200.372,0,0
430	460	15	L=3	F=168.848,0,0

C GEMPA ARAH Y

25	39	2	L=4	F=0,10.522,0
70	84	2	L=4	F=0,17.887,0
115	129	2	L=4	F=0,25.253,0
160	174	2	L=4	F=0,32.618,0
205	219	2	L=4	F=0,39.984,0
250	264	2	L=4	F=0,45.854,0
295	309	2	L=4	F=0,52.987,0
340	354	2	L=4	F=0,60.119,0
385	399	2	L=4	F=0,65.054,0
430	444	2	L=4	F=0,54.819,0

COMBO

- 1 C=1,0,0,0
- 2 C=0,1,0,0
- 3 C=0,0,1,0
- 4 C=0,0,0,1
- 5 C=1.2,1.6,0,0
- 6 C=0.9,0,0.9,0.9
- 7 C=1.05,0.7875,0.315,1.05

PORTAL DENGAN BEBAN PENUH PADA BENTANG 8M

C DIBUAT OLEH :- NIP NIP NAZARUDIN HANIF

C - DIAN WIDIASTUTI

C TUGAS AKHIR : KN,M

SYSTEM

L=4 : BEBAN MATI, BEBAN HIDUP, GEMPA ARAH X, GEMPA ARAH Y

JOINTS

C LANTAI DASAR

1	X=0	Y=0	Z=0	
8	X=56	Y=0	Z=0	
17	X=0	Y=16	Z=0	
24	X=56	Y=16	Z=0	Q=1,8,17,24,1,8
25	X=0	Y=0	Z=5	
32	X=56	Y=0	Z=5	
41	X=0	Y=16	Z=5	
48	X=56	Y=16	Z=5	Q=25,32,41,48,1,8
49	X=0	Y=0	Z=8.5	
56	X=56	Y=0	Z=8.5	
65	X=0	Y=16	Z=8.5	
72	X=56	Y=16	Z=8.5	Q=49,56,65,72,1,8
73	X=0	Y=0	Z=12	
80	X=56	Y=0	Z=12	
89	X=0	Y=16	Z=12	
96	X=56	Y=16	Z=12	Q=73,80,89,96,1,8
97	X=0	Y=0	Z=15.5	
104	X=56	Y=0	Z=15.5	
113	X=0	Y=16	Z=15.5	
120	X=56	Y=16	Z=15.5	Q=97,104,113,120,1,8
121	X=0	Y=0	Z=19	
128	X=56	Y=0	Z=19	
137	X=0	Y=16	Z=19	
144	X=56	Y=16	Z=19	Q=121,128,137,144,1,8
145	X=0	Y=0	Z=22.5	
152	X=56	Y=0	Z=22.5	
161	X=0	Y=16	Z=22.5	
168	X=56	Y=16	Z=22.5	Q=145,152,161,168,1,8
169	X=0	Y=0	Z=26	
176	X=56	Y=0	Z=26	
185	X=0	Y=16	Z=26	
192	X=56	Y=16	Z=26	Q=169,176,185,192,1,8
193	X=0	Y=0	Z=29.5	
200	X=56	Y=0	Z=29.5	
209	X=0	Y=16	Z=29.5	
216	X=56	Y=16	Z=29.5	Q=193,200,209,216,1,8
217	X=0	Y=0	Z=33	
224	X=56	Y=0	Z=33	
233	X=0	Y=16	Z=33	
240	X=56	Y=16	Z=33	Q=217,224,233,240,1,8
241	X=0	Y=0	Z=36.5	
248	X=56	Y=0	Z=36.5	
257	X=0	Y=16	Z=36.5	
264	X=56	Y=16	Z=36.5	Q=241,248,257,264,1,8

RESTRAINS

1 24 1 R=1,1,1,1,1

FRAME

NM=4 NL=24 Nsec=3 X=0 Y=0 Z=-1

C MATERIAL PROPERTIES

1 SH=R T=0.8,0.6 E=2.574E7 W=0.8*0.6*2400*0.00981 :KOLOM 1-5
2 SH=R T=0.6,0.6 E=2.574E7 W=0.6*0.6*2400*0.00981 :KOLOM 6-8
3 SH=R T=0.6,0.4 E=2.574E7 W=0.6*0.4*2400*0.00981 :KOLOM 9-10
4 SH=R T=0.7,0.35 :BALOK

C DATA BEBAN

C BEBAN MATI

1 WL=0,-13.760,0 :ATAP PORTAL A
2 WL=0,-22.344,0 :LANTAI PORTAL A
3 WL=0,-21.618,0 :ATAP PORTAL D
4 WL=0,-30.202,0 :LANTAI PORTAL D
5 WL=0,-11.610,0 :ATAP PORTAL I
6 WL=0,-15.903,0 :LANTAI PORTAL I
7 WL=0,-17.318,0 :ATAP PORTAL II
8 WL=0,-21.600,0 :LANTAI PORTAL II

C BEBAN HIDUP

9 WL=0,-1.349,0 :ATAP PORTAL A
10 WL=0,-3.372,0 :LANTAI PORTAL A
11 WL=0,-2.693,0 :ATAP PORTAL D
12 WL=0,-6.732,0 :LANTAI PORTAL D
13 WL=0,-0.981,0 :ATAP PORTAL I
14 WL=0,-2.453,0 :LANTAI PORTAL I
15 WL=0,-1.957,0 :ATAP PORTAL II
16 WL=0,-4.893,0 :LANTAI PORTAL II

C BEBAN TERPUSAT

17 PLD=3,86.172,0 :BEBAN MATI ATAP I
18 PLD=3,120.808,0 :BEBAN MATI LANTAI I
19 PLD=3,10.772,0 :BEBAN HIDUP ATAP I
20 PLD=3,26.928,0 :BEBAN HIDUP LANTAI I
21 PLD=3,172.944,0 :BEBAN MATI ATAP II
22 PLD=3,241.616,0 :BEBAN MATI LANTAI II
23 PLD=3,21.544,0 :BEBAN HIDUP ATAP II
24 PLD=3,53.856,0 :BEBAN HIDUP LANTAI II

C KOLOM TINGKAT 1

1 1 25 M=1 LP=3 G=8,1,1,1
10 10 34 M=1 LP=3 G=5,1,1,1
16 16 40 M=1 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 2

25 25 49 M=1 LP=3 G=8,1,1,1
34 34 58 M=1 LP=3 G=5,1,1,1
40 40 64 M=1 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 3

49 49 73 M=1 LP=3 G=8,1,1,1
58 58 82 M=1 LP=3 G=5,1,1,1
64 64 88 M=1 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 4

73 73 97 M=1 LP=3 G=8,1,1,1
82 82 106 M=1 LP=3 G=5,1,1,1
88 88 112 M=1 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 5

97 97 121 M=1 LP=3 G=8,1,1,1

106 106 130 M=1 LP=3 G=5,1,1,1

112 112 136 M=1 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 6

121 121 145 M=2 LP=3 G=8,1,1,1

130 130 154 M=2 LP=3 G=5,1,1,1

136 136 160 M=2 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 7

145 145 169 M=2 LP=3 G=8,1,1,1

154 154 178 M=2 LP=3 G=5,1,1,1

160 160 184 M=2 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 8

169 169 193 M=2 LP=3 G=8,1,1,1

178 178 202 M=2 LP=3 G=5,1,1,1

184 184 208 M=2 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 9

193 193 217 M=3 LP=3 G=8,1,1,1

202 202 226 M=3 LP=3 G=5,1,1,1

208 208 232 M=3 LP=3 G=8,1,1,1

C KOLOM TINGKAT 10

217 217 241 M=3 LP=3 G=8,1,1,1

226 226 250 M=3 LP=3 G=5,1,1,1

232 232 256 M=3 LP=3 G=8,1,1,1

C BALOK PORTAL A

269 25 33 M=4 LP=3 NSL=2,10 G=4,74,48,48

277 33 41 M=4 LP=3 NSL=2,10 G=4,74,48,48

306 49 57 M=4 LP=3 NSL=2,10 G=3,74,48,48

314 57 65 M=4 LP=3 NSL=2,10 G=3,74,48,48

602 241 249 M=4 LP=3 NSL=1,9

610 249 257 M=4 LP=3 NSL=1,9

C BALOK PORTAL D

272 28 36 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24

280 36 44 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24

605 244 252 M=4 LP=3 NSL=3,11

613 252 260 M=4 LP=3 NSL=3,11

C BALOK PORTAL I ARAH X LANTAI 1-9

248 25 26 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

249 26 27 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

250 27 28 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

251 28 29 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

252 29 30 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

253 30 31 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

254 31 32 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

285 49 50 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

286 50 51 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

287 51 52 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

288 52 53 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

289 53 54 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

290 54 55 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

291 55 56 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

C BALOK PORTAL I ARAH X ATAP

581,241,242 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

582,242,243 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

583,243,244 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

584,244,245 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

585,245,246 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

586,246,247 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

587,247,248 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

C BALOK PORTAL II ARAH X LANTAI 1-9

255 33 34 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=8,16,22,24

256 34 35 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=8,16,22,24

257 35 36 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=8,16,22,24

258 36 37 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=8,16,22,24

259 37 38 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=8,16,22,24

260 38 39 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=8,16,22,24

261 39 40 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=8,16,22,24

292 57 58 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=8,16,22,24

293 58 59 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=8,16,22,24

294 59 60 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=8,16,22,24

295 60 61 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=8,16,22,24

296 61 62 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=8,16,22,24

297 62 63 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=8,16,22,24

298 63 64 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=8,16,22,24

C BALOK PORTAL II ARAH X ATAP

588 249 250 M=4 LP=2 NSL=7,15,21,23

589 250 251 M=4 LP=2 NSL=7,15,21,23

590 251 252 M=4 LP=2 NSL=7,15,21,23

591 252 253 M=4 LP=2 NSL=7,15,21,23

592 253 254 M=4 LP=2 NSL=7,15,21,23

593 254 255 M=4 LP=2 NSL=7,15,21,23

594 255 256 M=4 LP=2 NSL=7,15,21,23

C BALOK PORTAL B

270 26 34 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24

278 34 42 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24

603 242 250 M=4 LP=3 NSL=3,11

611 250 258 M=4 LP=3 NSL=3,11

C BALOK PORTAL C

271 27 35 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24

279 35 43 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24

604 243 251 M=4 LP=3 NSL=3,11

612 251 259 M=4 LP=3 NSL=3,11

C BALOK PORTAL E

273 29 37 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24

281 37 45 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24

606 245 253 M=4 LP=3 NSL=3,11

614 253 261 M=4 LP=3 NSL=3,11

C BALOK PORTAL F

274 30 38 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24

282 38 46 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24

607 246 254 M=4 LP=3 NSL=3,11

615 254 262 M=4 LP=3 NSL=3,11

C BALOK PORTAL G

275 31 39 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24

283 39 47 M=4 LP=3 NSL=4,12 G=8,37,24,24

608 247 255 M=4 LP=3 NSL=3,11

616 255 263 M=4 LP=3 NSL=3,11

C BALOK PORTAL H

276 32 40 M=4 LP=3 NSL=2,10 G=4,74,48,48

284 40 48 M=4 LP=3 NSL=2,10 G=4,74,48,48

313 56 64 M=4 LP=3 NSL=2,10 G=3,74,48,48

321 64 72 M=4 LP=3 NSL=2,10 G=3,74,48,48

609 248 256 M=4 LP=3 NSL=1,9

617 256 264 M=4 LP=3 NSL=1,9

C BALOK PORTAL III ARAH X LANTAI 1-9

262 41 42 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

263 42 43 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

264 43 44 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

265 44 45 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

266 45 46 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

267 46 47 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

268 47 48 M=4 LP=2 G=4,74,48,48 NSL=6,14,18,20

299 65 66 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

300 66 67 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

301 67 68 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

302 68 69 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

303 69 70 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

304 70 71 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

305 71 72 M=4 LP=2 G=3,74,48,48 NSL=6,14,18,20

C BALOK PORTAL III ARAH X ATAP

595 257 258 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

596 258 259 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

597 259 260 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

598 260 261 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

599 261 262 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

600 262 263 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

601 263 264 M=4 LP=2 NSL=5,13,17,19

LOADS

C GEMPA ARAH X

25 41 8 L=3 F=30.963,0,0

49 67 8 L=3 F=52.637,0,0

73 89 8 L=3 F=74.311,0,0

97 113 8 L=3 F=95.985,0,0

121 137 8 L=3 F=117.659,0,0

145 161 8 L=3 F=135.522,0,0

169 185 8 L=3 F=156.603,0,0

193 209 8 L=3 F=177.684,0,0

217 233 8 L=3 F=193.173,0,0

241 257 8 L=3 F=153.144,0,0

C GEMPA ARAH Y

25 32 1 L=4 F=0,10.950,0

49 56 1 L=4 F=0,18.615,0

73 80 1 L=4 F=0,26.281,0

97 104 1 L=4 F=0,33.946,0

121 128 1 L=4 F=0,41.611,0

145 152 1 L=4 F=0,47.928,0

169 176 1 L=4 F=0,55.384,0

193 200 1 L=4 F=0,62.839,0

217 224 1 L=4 F=0,68.317,0

241 248 1 L=4 F=0,54.161,0

COMBO

1 C=1,0,0,0

:AKIBAT BEBAN MATTI

2 C=0,1,0,0

:AKIBAT BEBAN HIDUP

3 C=0,0,1,0

:AKIBAT GEMPA ARAH X

4 C=0,0,0,1

:AKIBAT GEMPA ARAH Y

5 C=1,2,1,6,0,0

6 C=0.9,0,0.9,0.9
7 C=1.05,0.7875,0.315,1.05

PORTAL DENGAN BEBAN PAPAN CATUR PADA BENTANG 8m

C DIBUAT OLEH :- NIP NIP NAZARUDIN HANIF

C - DIAN WIDIASTUTI

C TUGAS AKHIR :KN,M

SYSTEM

L=4 :BEBAN MATI,BEBAN HIDUP, GEMPA KIRI, GEMPA KANAN

:

JOINTS

1 X=0 Y=0 Z=0

8 X=56 Y=0 Z=0

17 X=0 Y=16 Z=0

24 X=56 Y=16 Z=0 Q=1,8,17,24,1,8

C LANTAI I

25 X=0 Y=0 Z=5

39 X=56 Y=0 Z=5

55 X=0 Y=16 Z=5

69 X=56 Y=16 Z=5 Q=25,39,55,69,1,15

C LANTAI II

70 X=0 Y=0 Z=8.5

84 X=56 Y=0 Z=8.5

100 X=0 Y=16 Z=8.5

114 X=56 Y=16 Z=8.5 Q=70,84,100,114,1,15

C LANTAI III

115 X=0 Y=0 Z=12

129 X=56 Y=0 Z=12

145 X=0 Y=16 Z=12

159 X=56 Y=16 Z=12 Q=115,129,145,159,1,15

C LANTAI IV

160 X=0 Y=0 Z=15.5

174 X=56 Y=0 Z=15.5

190 X=0 Y=16 Z=15.5

204 X=56 Y=16 Z=15.5 Q=160,174,190,204,1,15

C LANTAI V

205 X=0 Y=0 Z=19

219 X=56 Y=0 Z=19

235 X=0 Y=16 Z=19

249 X=56 Y=16 Z=19 Q=205,219,235,249,1,15

C LANTAI VI

250 X=0 Y=0 Z=22.5

264 X=56 Y=0 Z=22.5

280 X=0 Y=16 Z=22.5

294 X=56 Y=16 Z=22.5 Q=250,264,280,294,1,15

C LANTAI VII

295 X=0 Y=0 Z=26

309 X=56 Y=0 Z=26

325 X=0 Y=16 Z=26

339 X=56 Y=16 Z=26 Q=295,309,325,339,1,15

C LANTAI VIII

340 X=0 Y=0 Z=29.5

354 X=56 Y=0 Z=29.5

370 X=0 Y=16 Z=29.5

384 X=56 Y=16 Z=29.5 Q=340,354,370,384,1,15

C LANTAI IX

385 X=0 Y=0 Z=33

399 X=56 Y=0 Z=33

415 X=0 Y=16 Z=33
 429 X=56 Y=16 Z=33 Q=385,399,415,429,1,15
 C LANTAI X
 430 X=0 Y=0 Z=36.5
 444 X=56 Y=0 Z=36.5
 460 X=0 Y=16 Z=36.5
 474 X=56 Y=16 Z=36.5 Q=430,444,460,474,1,15

RESTRAINS

1 24 1 R=1,1,1,1,1

FRAME

NM=4 NL=16 Nsec=3 X=0 Y=0 Z=-1

C MATERIAL PROPERTIES

1 SH=R T=0.8,0.6 E=2.574E7 W=0.8*0.6*2400*0.00981	:KOLOM 1-5
2 SH=R T=0.6,0.6 E=2.574E7 W=0.6*0.6*2400*0.00981	:KOLOM 6-8
3 SH=R T=0.6,0.4 E=2.574E7 W=0.6*0.4*2400*0.00981	:KOLOM 9-10
4 SH=R T=0.7,0.35	:BALOK

C LOADING DATA

1 WL=0,-17.361,0	:BEBAN MATI ATAP PORTAL I
2 WL=0,-28.842,0	:BEBAN MATI ATAP PORTAL II
3 WL=0,-21.653,0	:BEBAN MATI LANTAI PORTAL I
4 WL=0,-32.905,0	:BEBAN MATI LANTAI PORTAL II
5 WL=0,-1.951,0	:BEBAN HIDUP ATAP PORTAL I
6 WL=0,-3.924,0	:BEBAN HIDUP ATAP PORTAL II
7 WL=0,-4.904,0	:BEBAN HIDUP LANTAI PORTAL I
8 WL=0,-9.809,0	:BEBAN HIDUP LANTAI PORTAL II
9 WL=0,-17.361,0	:BEBAN MATI ATAP PORTAL A
10 WL=0,-21.653,0	:BEBAN MATI LANTAI PORTAL A
11 WL=0,-1.951,0	:BEBAN HIDUP ATAP PORTAL A
12 WL=0,-4.904,0	:BEBAN HIDUP LANTAI PORTAL A
13 WL=0,-28.842,0	:BEBAN MATI ATAP PORTAL D
14 WL=0,-32.905,0	:BEBAN MATI LANTAI PORTAL D
15 WL=0,-3.924,0	:BEBAN HIDUP ATAP PORTAL D
16 WL=0,-9.809,0	:BEBAN HIDUP LANTAI PORTAL D

C ELEMEN LOCATION DATA

C KOLOM LANTAI DASAR-1

1 1 25 M=1 G=7,1,1,2 LP=3
9 9 40 M=1 G=7,1,1,2 LP=3
17 17 55 M=1 G=7,1,1,2 LP=3

C KOLOM LANTAI 1-2

25 25 70 M=1 G=7,1,2,2 LP=3
33 40 85 M=1 G=7,1,2,2 LP=3
41 55 100 M=1 G=7,1,2,2 LP=3

C KOLOM LANTAI 2-3

49 70 115 M=1 G=7,1,2,2 LP=3
57 85 130 M=1 G=7,1,2,2 LP=3
65 100 145 M=1 G=7,1,2,2 LP=3

C KOLOM LANTAI 3-4

73 115 160 M=1 G=7,1,2,2 LP=3
81 130 175 M=1 G=7,1,2,2 LP=3
89 145 190 M=1 G=7,1,2,2 LP=3

C KOLOM LANTAI 4-5

97 160 205 M=1 G=7,1,2,2 LP=3
105 175 220 M=1 G=7,1,2,2 LP=3

113	190	235	M=1	G=7,1,2,2	LP=3
C KOLOM LANTAI 5-6					
121	205	250	M=2	G=7,1,2,2	LP=3
129	220	265	M=2	G=7,1,2,2	LP=3
137	235	280	M=2	G=7,1,2,2	LP=3
C KOLOM LANTAI 6-7					
145	250	295	M=2	G=7,1,2,2	LP=3
153	265	310	M=2	G=7,1,2,2	LP=3
161	280	325	M=2	G=7,1,2,2	LP=3
C KOLOM LANTAI 7-8					
169	295	340	M=2	G=7,1,2,2	LP=3
177	310	355	M=2	G=7,1,2,2	LP=3
185	325	370	M=2	G=7,1,2,2	LP=3
C KOLOM LANTAI 8-9					
193	340	385	M=3	G=7,1,2,2	LP=3
201	355	400	M=3	G=7,1,2,2	LP=3
209	370	415	M=3	G=7,1,2,2	LP=3
C KOLOM LANTAI 9-10					
217	385	430	M=3	G=7,1,2,2	LP=3
225	400	445	M=3	G=7,1,2,2	LP=3
233	415	460	M=3	G=7,1,2,2	LP=3
C BALOK PORTAL A					
283	25	40	M=4	G=8,72,45,45	NSL=10 LP=3
298	40	55	M=4	G=8,72,45,45	NSL=10 LP=3
931	430	445	M=4		NSL=9 LP=3
946	445	460	M=4		NSL=9 LP=3
C BALOK PORTAL D					
289	31	46	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12 LP=3
304	46	61	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12 LP=3
937	436	451	M=4		NSL=13,12 LP=3
952	451	466	M=4		NSL=13,12 LP=3
C BALOK PORTAL I					
241	25	26	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3 LP=2
242	26	27	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3 LP=2
243	27	28	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
244	28	29	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
313	70	71	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
314	71	72	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
315	72	73	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3 LP=2
316	73	74	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3 LP=2
385	115	116	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3 LP=2
386	116	117	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3 LP=2
387	117	118	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
388	118	119	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
457	160	161	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
458	161	162	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
459	162	163	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3 LP=2
460	163	164	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3 LP=2
529	205	206	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3 LP=2
530	206	207	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3 LP=2
531	207	208	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
532	208	209	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
601	250	251	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
602	251	252	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7 LP=2
603	252	253	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3 LP=2

604	253	254	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
673	295	296	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
674	296	297	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
675	297	298	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
676	298	299	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
745	340	341	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
746	341	342	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
747	342	343	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
748	343	344	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
817	385	386	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
818	386	387	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
819	387	388	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
820	388	389	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
889	430	431	M=4	G=3,4,4,4	NSL=1,5	LP=2
890	431	432	M=4	G=3,4,4,4	NSL=1,5	LP=2
891	432	433	M=4	G=2,4,4,4	NSL=1	LP=2
892	433	434	M=4	G=2,4,4,4	NSL=1	LP=2

C BALOK PORTAL II

255	40	41	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
256	41	42	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
257	42	43	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
258	43	44	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
327	85	86	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
328	86	87	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
329	87	88	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4	LP=2
330	88	89	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4	LP=2
399	130	131	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
400	131	132	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
401	132	133	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
402	133	134	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
471	175	176	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
472	176	177	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
473	177	178	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4	LP=2
474	178	179	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4	LP=2
543	220	221	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
544	221	222	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
545	222	223	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
546	223	224	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
615	265	266	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
616	266	267	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
617	267	268	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4	LP=2
618	268	269	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4	LP=2
687	310	311	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
688	311	312	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
689	312	313	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
690	313	314	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
759	355	356	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
760	356	357	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
761	357	358	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4	LP=2
762	358	359	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4	LP=2
831	400	401	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
832	401	402	M=4	G=3,4,4,4	NSL=4	LP=2
833	402	403	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
834	403	404	M=4	G=2,4,4,4	NSL=4,8	LP=2
903	445	446	M=4	G=3,4,4,4	NSL=2,6	LP=2

904	446	447	M=4	G=3,4,4,4	NSL=2,6	LP=2
905	447	448	M=4	G=2,4,4,4	NSL=2	LP=2
906	448	449	M=4	G=2,4,4,4	NSL=2	LP=2

C BALOK PORTAL III

269	55	56	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
270	56	57	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
271	57	58	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
272	58	59	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
341	100	101	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
342	101	102	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
343	102	103	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
344	103	104	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
413	145	146	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
414	146	147	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
415	147	148	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
416	148	149	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
485	190	191	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
486	191	192	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
487	192	193	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
488	193	194	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
557	235	236	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
558	236	237	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
559	237	238	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
560	238	239	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
629	280	281	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
630	281	282	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
631	282	283	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
632	283	284	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
701	325	326	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
702	326	327	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
703	327	328	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
704	328	329	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
773	370	371	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
774	371	372	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
775	372	373	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
776	373	374	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3	LP=2
845	415	416	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
846	416	417	M=4	G=3,4,4,4	NSL=3	LP=2
847	417	418	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
848	418	419	M=4	G=2,4,4,4	NSL=3,7	LP=2
917	460	461	M=4	G=3,4,4,4	NSL=1,5	LP=2
918	461	462	M=4	G=3,4,4,4	NSL=1,5	LP=2
919	462	463	M=4	G=2,4,4,4	NSL=1	LP=2
920	463	464	M=4	G=2,4,4,4	NSL=1	LP=2

C BALOK PORTAL B-C-E-F-G

284	26	41	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14	LP=3
285	27	42	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
286	28	43	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,16	LP=3
287	29	44	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
288	30	45	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14	LP=3
290	32	47	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,16	LP=3
291	33	48	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
292	34	49	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14	LP=3
293	35	50	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
294	36	51	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,16	LP=3

295	37	52	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
296	38	53	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14	LP=3
297	39	54	M=4	G=8,72,45,45	NSL=10	LP=3
299	41	56	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14	LP=3
300	42	57	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
301	43	58	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,16	LP=3
302	44	59	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
303	45	60	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14	LP=3
305	47	62	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,16	LP=3
306	48	63	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
307	49	64	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14	LP=3
308	50	65	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
309	51	66	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,16	LP=3
310	52	67	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14,12	LP=3
311	53	68	M=4	G=8,72,45,45	NSL=14	LP=3
312	54	69	M=4	G=8,72,45,45	NSL=10	LP=3
932	431	446	M=4		NSL=13	LP=3
933	432	447	M=4		NSL=13,12	LP=3
934	433	448	M=4		NSL=13,15	LP=3
935	434	449	M=4		NSL=13,12	LP=3
936	435	450	M=4		NSL=13	LP=3
938	437	452	M=4		NSL=13,15	LP=3
939	438	453	M=4		NSL=13,12	LP=3
940	439	454	M=4		NSL=13	LP=3
941	440	455	M=4		NSL=13,12	LP=3
942	441	456	M=4		NSL=13,15	LP=3
943	442	457	M=4		NSL=13,12	LP=3
944	443	458	M=4		NSL=13	LP=3
945	444	459	M=4		NSL=9	LP=3
947	446	461	M=4		NSL=13	LP=3
948	447	462	M=4		NSL=13,12	LP=3
949	448	463	M=4		NSL=13,15	LP=3
950	449	464	M=4		NSL=13,12	LP=3
951	450	465	M=4		NSL=13	LP=3
953	452	467	M=4		NSL=13,15	LP=3
954	453	468	M=4		NSL=13,12	LP=3
955	454	469	M=4		NSL=13	LP=3
956	455	470	M=4		NSL=13,12	LP=3
957	456	471	M=4		NSL=13,15	LP=3
958	457	472	M=4		NSL=13,12	LP=3
959	458	473	M=4		NSL=13	LP=3
960	459	474	M=4		NSL=9	LP=3

LOADS

C GEMPA ARAH X

25	55	15	L=3	F=30.963,0,0
70	100	15	L=3	F=52.637,0,0
115	145	15	L=3	F=74.311,0,0
160	190	15	L=3	F=95.985,0,0
205	235	15	L=3	F=117.659,0,0
250	280	15	L=3	F=135.522,0,0
295	325	15	L=3	F=156.603,0,0
340	370	15	L=3	F=177.684,0,0
385	415	15	L=3	F=193.173,0,0
430	460	15	L=3	F=153.144,0,0

C GEMPA ARAH Y

25	39	2	L=4	F=0,10.950,0
70	84	2	L=4	F=0,18.615,0
115	129	2	L=4	F=0,26.281,0
160	174	2	L=4	F=0,33.946,0
205	219	2	L=4	F=0,41.611,0
250	264	2	L=4	F=0,47.928,0
295	309	2	L=4	F=0,55.384,0
340	354	2	L=4	F=0,62.839,0
385	399	2	L=4	F=0,68.317,0
430	444	2	L=4	F=0,54.161,0

COMBO

1	C=1,0,0,0	:AKIBAT BEBAN MATI
2	C=0,1,0,0	:AKIBAT BEBAN HIDUP
3	C=0,0,1,0	:AKIBAT GEMPA ARAH X
4	C=0,0,0,1	:AKIBAT GEMPA ARAH Y
5	C=1.2,1.6,0,0	
6	C=0.9,0,0.9,0.9	
7	C=1.05,0.7875,0.315,1.05	

PORTAL DENGAN BENTANG 4M

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE SHEAR MOMENT		1-3 PLANE SHEAR MOMENT		AXIAL TORQ
4	-----					
1	-600.97					.00
	.0	92.05	-445.86	-35.99	123.36	
	.2	92.05	-429.99	-35.99	117.16	
	.3	92.05	-414.12	-35.99	110.95	
	.5	92.05	-398.25	-35.99	104.75	
	.7	92.05	-382.38	-35.99	98.54	
	.9	92.05	-366.51	-35.99	92.34	
	1.0	92.05	-350.64	-35.99	86.14	
	1.2	92.05	-334.77	-35.99	79.93	
	1.4	92.05	-318.90	-35.99	73.73	
	1.6	92.05	-303.03	-35.99	67.52	
	1.7	92.05	-287.16	-35.99	61.32	
	1.9	92.05	-271.29	-35.99	55.11	
	2.1	92.05	-255.42	-35.99	48.91	
	2.2	92.05	-239.55	-35.99	42.70	
	2.4	92.05	-223.68	-35.99	36.50	
	2.6	92.05	-207.81	-35.99	30.30	
	2.8	92.05	-191.94	-35.99	24.09	
	2.9	92.05	-176.07	-35.99	17.89	
	3.1	92.05	-160.20	-35.99	11.68	
	3.3	92.05	-144.33	-35.99	5.48	
	3.4	92.05	-128.46	-35.99	-.73	
	3.6	92.05	112.59	-35.99	-6.93	
	3.8	92.05	-96.72	35.99	-13.13	
	4.0	92.05	-80.85	-35.99	-19.34	
	4.1	92.05	-64.98	-35.99	-25.54	
	4.3	92.05	-49.11	-35.99	-31.75	
	4.5	92.05	-33.24	-35.99	-37.95	
	4.7	92.05	-17.37	-35.99	-44.16	
	4.8	92.05	-1.50	-35.99	-50.36	
	5.0	92.05	14.37	-35.99	-56.56	
28	-----					
1	-542.79					.00
	.0	35.71	-77.60	-37.43	67.78	
	.1	35.71	-73.29	-37.43	63.26	
	.2	35.71	-68.98	-37.43	58.74	
	.4	35.71	-64.67	-37.43	54.22	
	.5	35.71	-60.36	-37.43	49.70	
	.6	35.71	-56.05	-37.43	45.19	
	.7	35.71	-51.74	-37.43	40.67	
	.8	35.71	-47.43	-37.43	36.15	
	1.0	35.71	-43.12	-37.43	31.63	
	1.1	35.71	-38.81	-37.43	27.12	
	1.2	35.71	-34.50	-37.43	22.60	
	1.3	35.71	-30.19	-37.43	18.08	
	1.4	35.71	-25.88	-37.43	13.56	

1.6	35.71	-21.57	-37.43	9.04
1.7	35.71	-17.26	-37.43	4.53
1.8	35.71	-12.95	-37.43	.01
1.9	35.71	-8.64	-37.43	-4.51
2.1	35.71	-4.33	-37.43	-9.03
2.2	35.71	-.02	-37.43	-13.54
2.3	35.71	4.29	-37.43	-18.06
2.4	35.71	8.60	-37.43	-22.58
2.5	35.71	12.91	-37.43	-27.10
2.7	35.71	17.22	-37.43	-31.62
2.8	35.71	21.53	-37.43	-36.13
2.9	35.71	25.84	-37.43	-40.65
3.0	35.71	30.15	-37.43	-45.17
3.1	35.71	34.46	-37.43	-49.69
3.3	35.71	38.77	-37.43	-54.20
3.4	35.71	43.08	-37.43	-58.72
3.5	35.71	47.39	-37.43	-63.24

52

1 -496.95

.00

.0	33.97	-55.85	-35.99	59.96
.1	33.97	-51.76	-35.99	55.62
.2	33.97	-47.66	-35.99	51.27
.4	33.97	-43.56	-35.99	46.93
.5	33.97	-39.46	-35.99	42.58
.6	33.97	-35.36	-35.99	38.24
.7	33.97	-31.26	-35.99	33.90
.8	33.97	-27.16	-35.99	29.55
1.0	33.97	-23.06	-35.99	25.21
1.1	33.97	-18.96	-35.99	20.87
1.2	33.97	-14.86	-35.99	16.52
1.3	33.97	-10.76	-35.99	12.18
1.4	33.97	-6.66	-35.99	7.83
1.6	33.97	-2.56	-35.99	3.49
1.7	33.97	1.54	-35.99	-.85
1.8	33.97	5.64	-35.99	-5.20
1.9	33.97	9.74	-35.99	-9.54
2.1	33.97	13.84	-35.99	-13.88
2.2	33.97	17.93	-35.99	-18.23
2.3	33.97	22.03	-35.99	-22.57
2.4	33.97	26.13	-35.99	-26.92
2.5	33.97	30.23	-35.99	-31.26
2.7	33.97	34.33	-35.99	-35.60
2.8	33.97	38.43	-35.99	-39.95
2.9	33.97	42.53	-35.99	-44.29
3.0	33.97	46.63	-35.99	-48.64
3.1	33.97	50.73	-35.99	-52.98
3.3	33.97	54.83	-35.99	-57.32
3.4	33.97	58.93	-35.99	-61.67
3.5	33.97	63.03	-35.99	-66.01

PORTAL DENGAN BENTANG 4M

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE SHEAR MOMENT		1-3 PLANE SHEAR MOMENT		AXIAL TORQ
269	1 35.80					-.05
	.0	27.89	147.51	.00	-.03	
	.3	21.41	154.31	.00	-.03	
	.6	14.94	159.32	.00	-.03	
	.8	8.46	162.55	.00	-.02	
	1.1	1.99	163.99	.00	-.02	
	1.4	-4.49	163.65	.00	-.02	
	1.7	-10.96	161.52	.00	-.02	
	1.9	-17.44	157.60	.00	-.02	
	2.2	-23.91	151.89	.00	-.02	
	2.5	-30.39	144.40	.00	-.02	
	2.8	-36.86	135.13	.00	-.01	
	3.0	-43.34	124.06	.00	-.01	
	3.3	-49.81	111.22	.00	-.01	
	3.6	-56.29	96.58	.00	-.01	
	3.9	-62.76	80.16	.00	-.01	
	4.1	-69.24	61.95	.00	-.01	
	4.4	-75.71	41.96	.00	-.01	
	4.7	-82.19	20.18	.00	-.00	
	5.0	-88.66	-3.39	.00	-.00	
	5.2	-95.14	-28.74	.00	-.00	
	5.5	-101.61	-55.88	.00	.00	
	5.8	-108.09	-84.80	.00	.00	
	6.1	-114.56	-115.51	.00	.00	
	6.3	-121.04	-148.01	.00	.00	
	6.6	-127.51	-182.29	.00	.00	
	6.9	-133.99	-218.36	.00	.01	
	7.2	-140.46	-256.22	.00	.01	
	7.4	-146.94	-295.86	.00	.01	
	7.7	-153.41	-337.29	.00	.01	
	8.0	-159.89	-380.50	.00	.01	
343	1 -16.67					.00
	.0	26.33	151.75	.00	-.01	
	.3	19.85	158.12	.00	-.01	
	.6	13.38	162.71	.00	-.01	
	.8	6.90	165.50	.00	-.01	
	1.1	.43	166.51	.00	-.01	
	1.4	-6.05	165.74	.00	-.01	
	1.7	-12.52	163.18	.00	-.01	
	1.9	-19.00	158.83	.00	-.01	
	2.2	-25.47	152.70	.00	-.01	
	2.5	-31.95	144.78	.00	-.01	
	2.8	-38.42	135.07	.00	-.00	
	3.0	-44.90	123.58	.00	-.00	
	3.3	-51.37	110.30	.00	-.00	
	3.6	-57.85	95.23	.00	-.00	
	3.9	-64.32	78.38	.00	.00	

4.1	-70.80	59.75	.00	.00
4.4	-77.27	39.32	.00	.00
4.7	-83.75	17.11	.00	.00
5.0	-90.22	-6.88	.00	.00
5.2	-96.70	-32.66	.00	.00
5.5	-103.17	-60.23	.00	.00
5.8	-109.65	-89.59	.00	.01
6.1	-116.12	-120.73	.00	.01
6.3	-122.60	-153.65	.00	.01
6.6	-129.07	-188.37	.00	.01
6.9	-135.55	-224.87	.00	.01
7.2	-142.02	-263.15	.00	.01
7.4	-148.50	-303.22	.00	.01
7.7	-154.97	-345.08	.00	.01
8.0	-161.45	-388.72	.00	.01

417

1 -44.01

.02

.0	37.33	109.50	.00	.01
.3	30.86	118.91	.00	.01
.6	24.38	126.53	.00	.01
.8	17.91	132.36	.00	.01
1.1	11.43	136.41	.00	.01
1.4	4.96	138.67	.00	.01
1.7	-1.52	139.14	.00	.01
1.9	-7.99	137.83	.00	.01
2.2	-14.47	134.73	.00	.00
2.5	-20.94	129.85	.00	.00
2.8	-27.42	123.18	.00	.00
3.0	-33.89	114.72	.00	.00
3.3	-40.37	104.48	.00	.00
3.6	-46.84	92.45	.00	.00
3.9	-53.32	78.63	.00	.00
4.1	-59.79	63.03	.00	.00
4.4	-66.27	45.64	.00	.00
4.7	-72.74	26.47	.00	.00
5.0	-79.22	5.51	.00	.00
5.2	-85.69	-17.24	.00	.00
5.5	-92.17	-41.77	.00	.00
5.8	-98.64	-68.09	.00	.00
6.1	-105.12	-96.20	.00	.00
6.3	-111.59	-126.09	.00	.00
6.6	-118.07	-157.77	.00	.00
6.9	-124.54	-191.23	.00	.00
7.2	-131.02	-226.48	.00	.00
7.4	-137.49	-263.52	.00	.00
7.7	-143.97	-302.34	.00	.00
8.0	-150.44	-342.95	.00	.00

PORTAL UNTUK BENTANG 6m

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
		SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
4	1 -1027.72					-.03
	.0	105.52	-494.70	-52.10	158.73	
	.2	105.52	-476.51	-52.10	149.75	
	.3	105.52	-458.31	-52.10	140.77	
	.5	105.52	-440.12	-52.10	131.78	
	.7	105.52	-421.93	-52.10	122.80	
	.9	105.52	-403.73	-52.10	113.81	
	1.0	105.52	-385.54	-52.10	104.83	
	1.2	105.52	-367.35	-52.10	95.85	
	1.4	105.52	-349.15	-52.10	86.86	
	1.6	105.52	-330.96	-52.10	77.88	
	1.7	105.52	-312.77	-52.10	68.90	
	1.9	105.52	-294.57	-52.10	59.91	
	2.1	105.52	-276.38	-52.10	50.93	
	2.2	105.52	-258.18	-52.10	41.95	
	2.4	105.52	-239.99	-52.10	32.96	
	2.6	105.52	-221.80	-52.10	23.98	
	2.8	105.52	-203.60	-52.10	15.00	
	2.9	105.52	-185.41	-52.10	6.01	
	3.1	105.52	-167.22	-52.10	-2.97	
	3.3	105.52	-149.02	-52.10	-11.96	
	3.4	105.52	-130.83	-52.10	-20.94	
	3.6	105.52	-112.64	-52.10	-29.92	
	3.8	105.52	-94.44	-52.10	-38.91	
	4.0	105.52	-76.25	-52.10	-47.89	
	4.1	105.52	-58.06	-52.10	-56.87	
	4.3	105.52	-39.86	-52.10	-65.86	
	4.5	105.52	-21.67	-52.10	-74.84	
	4.7	105.52	-3.48	-52.10	-83.82	
	4.8	105.52	14.72	-52.10	-92.81	
	5.0	105.52	32.91	-52.10	-101.79	
28	1 -937.94					-.05
	.0	35.82	-73.25	-52.13	92.28	
	.1	35.82	-68.93	-52.13	85.99	
	.2	35.82	-64.60	-52.13	79.70	
	.4	35.82	-60.28	-52.13	73.41	
	.5	35.82	-55.96	-52.13	67.12	
	.6	35.82	-51.64	-52.13	60.82	
	.7	35.82	-47.31	-52.13	54.53	
	.8	35.82	-42.99	-52.13	48.24	
	1.0	35.82	-38.67	-52.13	41.95	
	1.1	35.82	-34.34	-52.13	35.66	
	1.2	35.82	-30.02	-52.13	29.37	
	1.3	35.82	-25.70	-52.13	23.08	
	1.4	35.82	-21.38	-52.13	16.78	
	1.6	35.82	-17.05	-52.13	10.49	
	1.7	35.82	-12.73	-52.13	4.20	
	1.8	35.82	-8.41	-52.13	-2.09	
	1.9	35.82	-4.09	-52.13	-8.38	
	2.1	35.82	.24	-52.13	-14.67	
	2.2	35.82	4.56	-52.13	-20.96	

2.3	35.82	8.88	-52.13	-27.26
2.4	35.82	13.21	-52.13	-33.55
2.5	35.82	17.53	-52.13	-39.84
2.7	35.82	21.85	-52.13	-46.13
2.8	35.82	26.17	-52.13	-52.42
2.9	35.82	30.50	-52.13	-58.71
3.0	35.82	34.82	-52.13	-65.00
3.1	35.82	39.14	-52.13	-71.29
3.3	35.82	43.46	-52.13	-77.59
3.4	35.82	47.79	-52.13	-83.88
3.5	35.82	52.11	-52.13	-90.17

52

1 -856.72

- .05

.0	32.23	-52.15	-50.18	82.51
.1	32.23	-48.26	-50.18	76.46
.2	32.23	-44.37	-50.18	70.40
.4	32.23	-40.48	-50.18	64.34
.5	32.23	-36.59	-50.18	58.29
.6	32.23	-32.70	-50.18	52.23
.7	32.23	-28.81	-50.18	46.17
.8	32.23	-24.92	-50.18	40.12
1.0	32.23	-21.03	-50.18	34.06
1.1	32.23	-17.14	-50.18	28.00
1.2	32.23	-13.25	-50.18	21.95
1.3	32.23	-9.36	-50.18	15.89
1.4	32.23	-5.47	-50.18	9.83
1.6	32.23	-1.58	-50.18	3.78
1.7	32.23	2.31	-50.18	-2.28
1.8	32.23	6.20	-50.18	-8.34
1.9	32.23	10.09	-50.18	-14.39
2.1	32.23	13.98	-50.18	-20.45
2.2	32.23	17.87	-50.18	-26.51
2.3	32.23	21.76	-50.18	-32.56
2.4	32.23	25.65	-50.18	-38.62
2.5	32.23	29.54	-50.18	-44.68
2.7	32.23	33.43	-50.18	-50.73
2.8	32.23	37.32	-50.18	-56.79
2.9	32.23	41.21	-50.18	-62.85
3.0	32.23	45.10	-50.18	-68.91
3.1	32.23	48.99	-50.18	-74.96
3.3	32.23	52.88	-50.18	-81.02
3.4	32.23	56.77	-50.18	-87.08
3.5	32.23	60.66	-50.18	-93.13

PORTAL UNTUK BENTANG 6m

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
		SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
283	1	41.74				1.17
	.0	24.69	161.42	.03	-.06	
	.3	18.21	167.33	.03	-.05	
	.6	11.74	171.47	.03	-.04	
	.8	5.26	173.81	.03	-.03	
	1.1	-1.21	174.37	.03	-.02	
	1.4	-7.69	173.14	.03	-.01	
	1.7	-14.16	170.13	.03	-.00	
	1.9	-20.64	165.33	.03	.00	
	2.2	-27.11	158.74	.03	.01	
	2.5	-33.59	150.37	.03	.02	
	2.8	-40.06	140.21	.03	.03	
	3.0	-46.54	128.27	.03	.04	
	3.3	-53.01	114.53	.03	.05	
	3.6	-59.49	99.02	.03	.06	
	3.9	-65.96	81.71	.03	.07	
	4.1	-72.44	62.62	.03	.08	
	4.4	-78.91	41.75	.03	.09	
	4.7	-85.39	19.09	.03	.10	
	5.0	-91.86	-5.36	.03	.11	
	5.2	-98.34	-31.60	.03	.11	
	5.5	-104.81	-59.62	.03	.12	
	5.8	-111.29	-89.42	.03	.13	
	6.1	-117.76	-121.02	.03	.14	
	6.3	-124.24	-154.39	.03	.15	
	6.6	-130.71	-189.56	.03	.16	
	6.9	-137.19	-226.51	.03	.17	
	7.2	-143.66	-265.25	.03	.18	
	7.4	-150.14	-305.77	.03	.19	
	7.7	-156.61	-348.08	.03	.20	
	8.0	-163.09	-392.18	.03	.21	
355	1	-15.04				.80
	.0	21.96	169.99	.02	-.10	
	.3	15.49	175.16	.02	-.09	
	.6	9.01	178.54	.02	-.09	
	.8	2.54	180.13	.02	-.08	
	1.1	-3.94	179.94	.02	-.07	
	1.4	-10.41	177.96	.02	-.07	
	1.7	-16.89	174.19	.02	-.06	
	1.9	-23.36	168.64	.02	-.06	
	2.2	-29.84	161.30	.02	-.05	
	2.5	-36.31	152.18	.02	-.05	
	2.8	-42.79	141.27	.02	-.04	
	3.0	-49.26	128.57	.02	-.04	
	3.3	-55.74	114.09	.02	-.03	
	3.6	-62.21	97.82	.02	-.03	
	3.9	-68.69	79.77	.02	-.02	
	4.1	-75.16	59.93	.02	-.02	
	4.4	-81.64	38.30	.02	-.01	
	4.7	-88.11	14.88	.02	-.00	
	5.0	-94.59	-10.32	.02	.00	

5.2	-101.06	-37.30	.02	.01
5.5	-107.54	-66.07	.02	.01
5.8	-114.01	-96.63	.02	.02
6.1	-120.49	-128.98	.02	.02
6.3	-126.96	-163.11	.02	.03
6.6	-133.44	-199.02	.02	.03
6.9	-139.91	-236.73	.02	.04
7.2	-146.39	-276.22	.02	.04
7.4	-152.86	-317.49	.02	.05
7.7	-159.34	-360.55	.02	.05
8.0	-165.81	-405.40	.02	.06

427 -----

1 -17.38

.95

.0	25.51	155.95	.08	-.38
.3	19.04	162.09	.08	-.36
.6	12.56	166.45	.08	-.34
.8	6.09	169.02	.08	-.32
1.1	-.39	169.81	.08	-.29
1.4	-6.86	168.81	.08	-.27
1.7	-13.34	166.02	.08	-.25
1.9	-19.81	161.45	.08	-.23
2.2	-26.29	155.09	.08	-.21
2.5	-32.76	146.95	.08	-.19
2.8	-39.24	137.01	.08	-.16
3.0	-45.71	125.30	.08	-.14
3.3	-52.19	111.79	.08	-.12
3.6	-58.66	96.50	.08	-.10
3.9	-65.14	79.43	.08	-.08
4.1	-71.61	60.56	.08	-.05
4.4	-78.09	39.91	.08	-.03
4.7	-84.56	17.48	.08	-.01
5.0	-91.04	-6.74	.08	.01
5.2	-97.51	-32.75	.08	.03
5.5	-103.99	-60.54	.08	.05
5.8	-110.46	-90.12	.08	.08
6.1	-116.94	-121.49	.08	.10
6.3	-123.41	-154.64	.08	.12
6.6	-129.89	-189.58	.08	.14
6.9	-136.36	-226.30	.08	.16
7.2	-142.84	-264.81	.08	.19
7.4	-149.31	-305.11	.08	.21
7.7	-155.79	-347.19	.08	.23
8.0	-162.26	-391.06	.08	.25

PORTAL UNTUK BENTANG 8m

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
		SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
4 -----						
1	-739.17					-.02
	.0	106.39	-511.17	-49.60	158.34	
	.2	106.39	-492.83	-49.60	149.78	
	.3	106.39	-474.48	-49.60	141.23	
	.5	106.39	-456.14	-49.60	132.68	
	.7	106.39	-437.80	-49.60	124.13	
	.9	106.39	-419.45	-49.60	115.58	
	1.0	106.39	-401.11	-49.60	107.02	
	1.2	106.39	-382.77	-49.60	98.47	
	1.4	106.39	-364.42	-49.60	89.92	
	1.6	106.39	-346.08	-49.60	81.37	
	1.7	106.39	-327.74	-49.60	72.81	
	1.9	106.39	-309.40	-49.60	64.26	
	2.1	106.39	-291.05	-49.60	55.71	
	2.2	106.39	-272.71	-49.60	47.16	
	2.4	106.39	-254.37	-49.60	38.61	
	2.6	106.39	-236.02	-49.60	30.05	
	2.8	106.39	-217.68	-49.60	21.50	
	2.9	106.39	-199.34	-49.60	12.95	
	3.1	106.39	-181.00	-49.60	4.40	
	3.3	106.39	-162.65	-49.60	-4.15	
	3.4	106.39	-144.31	-49.60	-12.71	
	3.6	106.39	-125.97	-49.60	-21.26	
	3.8	106.39	-107.62	-49.60	-29.81	
	4.0	106.39	-89.28	-49.60	-38.36	
	4.1	106.39	-70.94	-49.60	-46.92	
	4.3	106.39	-52.60	-49.60	55.47	
	4.5	106.39	-34.25	-49.60	-64.02	
	4.7	106.39	-15.91	-49.60	-72.57	
	4.8	106.39	2.43	-49.60	-81.12	
	5.0	106.39	20.78	-49.60	-89.68	
28 -----						
1	-683.00					-.05
	.0	30.60	-65.14	-43.02	81.19	
	.1	30.60	-61.45	-43.02	76.00	
	.2	30.60	-57.75	-43.02	70.81	
	.4	30.60	-54.06	-43.02	65.61	
	.5	30.60	-50.37	-43.02	60.42	
	.6	30.60	-46.67	-43.02	55.23	
	.7	30.60	-42.98	-43.02	50.04	
	.8	30.60	-39.29	-43.02	44.84	
	1.0	30.60	-35.59	-43.02	39.65	
	1.1	30.60	-31.90	-43.02	34.46	
	1.2	30.60	-28.21	-43.02	29.27	
	1.3	30.60	-24.51	-43.02	24.07	
	1.4	30.60	-20.82	-43.02	18.88	
	1.6	30.60	-17.13	-43.02	13.69	
	1.7	30.60	-13.44	-43.02	8.50	
	1.8	30.60	-9.74	-43.02	3.30	
	1.9	30.60	-6.05	-43.02	-1.89	
	2.1	30.60	-2.36	-43.02	-7.08	
	2.2	30.60	1.34	-43.02	-12.27	

2.3	30.60	5.03	-43.02	-17.47
2.4	30.60	8.72	-43.02	-22.66
2.5	30.60	12.42	-43.02	-27.85
2.7	30.60	16.11	-43.02	-33.04
2.8	30.60	19.80	-43.02	-38.23
2.9	30.60	23.50	-43.02	-43.43
3.0	30.60	27.19	-43.02	-48.62
3.1	30.60	30.88	-43.02	-53.81
3.3	30.60	34.58	-43.02	-59.00
3.4	30.60	38.27	-43.02	-64.20
3.5	30.60	41.96	-43.02	-69.39

52

1 -635.70

.0	27.17	-43.19	-42.51	63.89
.1	27.17	-39.92	-42.51	58.76
.2	27.17	-36.64	-42.51	53.63
.4	27.17	-33.36	-42.51	48.50
.5	27.17	-30.08	-42.51	43.37
.6	27.17	-26.80	-42.51	38.24
.7	27.17	-23.52	-42.51	33.11
.8	27.17	-20.24	-42.51	27.98
1.0	27.17	-16.96	-42.51	22.85
1.1	27.17	-13.69	-42.51	17.72
1.2	27.17	-10.41	-42.51	12.58
1.3	27.17	-7.13	-42.51	7.45
1.4	27.17	-3.85	-42.51	2.32
1.6	27.17	-.57	-42.51	-2.81
1.7	27.17	2.71	-42.51	-7.94
1.8	27.17	5.99	-42.51	-13.07
1.9	27.17	9.27	-42.51	-18.20
2.1	27.17	12.54	-42.51	-23.33
2.2	27.17	15.82	-42.51	-28.46
2.3	27.17	19.10	-42.51	-33.59
2.4	27.17	22.38	-42.51	-38.72
2.5	27.17	25.66	-42.51	-43.85
2.7	27.17	28.94	-42.51	-48.98
2.8	27.17	32.22	-42.51	-54.11
2.9	27.17	35.49	-42.51	-59.25
3.0	27.17	38.77	-42.51	-64.38
3.1	27.17	42.05	-42.51	-69.51
3.3	27.17	45.33	-42.51	-74.64
3.4	27.17	48.61	-42.51	-79.77
3.5	27.17	51.89	-42.51	-84.90

- .05

PORTAL UNTUK BENTANG 8m

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE SHEAR MOMENT		1-3 PLANE SHEAR MOMENT		AXIAL TORQ
283 -----						
1	41.55					1.46
	.0	17.51	182.47	.10	-.34	
	.3	11.24	186.43	.10	-.32	
	.6	4.96	188.67	.10	-.29	
	.8	-1.31	189.17	.10	-.26	
	1.1	-7.58	187.95	.10	-.23	
	1.4	-13.85	184.99	.10	-.21	
	1.7	-20.12	180.30	.10	-.18	
	1.9	-26.40	173.89	.10	-.15	
	2.2	-32.67	165.74	.10	-.13	
	2.5	-38.94	155.86	.10	-.10	
	2.8	-45.21	144.25	.10	-.07	
	3.0	-51.48	130.92	.10	-.04	
	3.3	-57.76	115.85	.10	-.02	
	3.6	-64.03	99.05	.10	.01	
	3.9	-70.30	80.52	.10	.04	
	4.1	-76.57	60.27	.10	.07	
	4.4	-82.84	38.28	.10	.09	
	4.7	-89.12	14.56	.10	.12	
	5.0	-95.39	-10.89	.10	.15	
	5.2	-101.66	-38.07	.10	.18	
	5.5	-107.93	-66.98	.10	.20	
	5.8	-114.20	-97.62	.10	.23	
	6.1	-120.47	-129.98	.10	.26	
	6.3	-126.75	-164.08	.10	.29	
	6.6	-133.02	-199.91	.10	.31	
	6.9	-139.29	-237.47	.10	.34	
	7.2	-145.56	-276.76	.10	.37	
	7.4	-151.83	-317.78	.10	.40	
	7.7	-158.11	-360.53	.10	.42	
	8.0	-164.38	-405.02	.10	.45	
355 -----						
1	-15.94					.87
	.0	14.05	193.92	.04	-.17	
	.3	7.78	196.93	.04	-.16	
	.6	1.50	198.21	.04	-.15	
	.8	-4.77	197.76	.04	-.14	
	1.1	-11.04	195.58	.04	-.13	
	1.4	-17.31	191.67	.04	-.12	
	1.7	-23.58	186.03	.04	-.11	
	1.9	-29.86	178.66	.04	-.10	
	2.2	-36.13	169.56	.04	-.08	
	2.5	-42.40	158.73	.04	-.07	
	2.8	-48.67	146.17	.04	-.06	
	3.0	-54.94	131.88	.04	-.05	
	3.3	-61.21	115.86	.04	-.04	
	3.6	-67.49	98.10	.04	-.03	
	3.9	-73.76	78.62	.04	-.02	
	4.1	-80.03	57.41	.04	-.01	
	4.4	-86.30	34.47	.04	.00	
	4.7	-92.57	9.79	.04	.01	

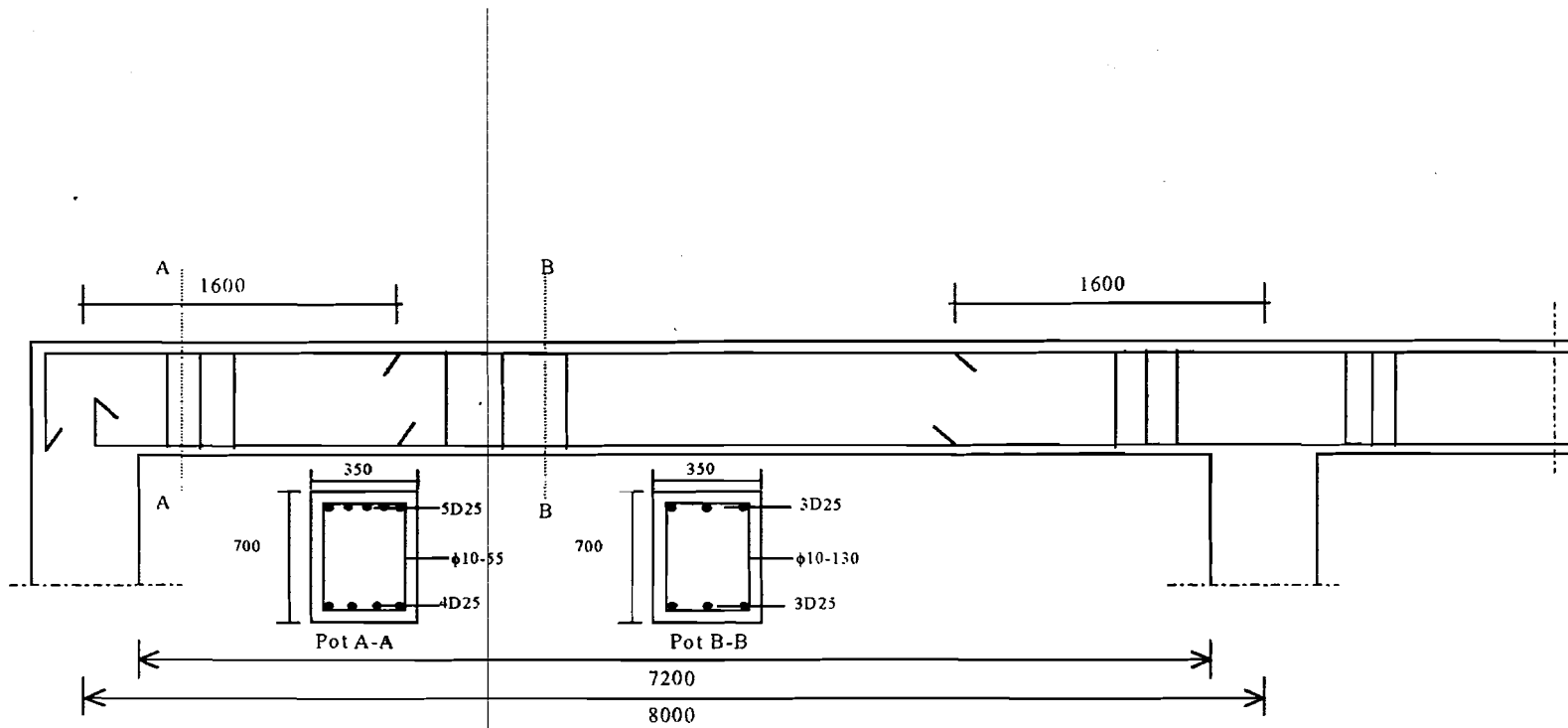
5.0	-98.85	-16.61	.04	.02
5.2	-105.12	-44.74	.04	.03
5.5	-111.39	-74.61	.04	.04
5.8	-117.66	-106.20	.04	.06
6.1	-123.93	-139.52	.04	.07
6.3	-130.21	-174.58	.04	.08
6.6	-136.48	-211.36	.04	.09
6.9	-142.75	-249.87	.04	.10
7.2	-149.02	-290.12	.04	.11
7.4	-155.29	-332.09	.04	.12
7.7	-161.57	-375.80	.04	.13
8.0	-167.84	-421.23	.04	.14

427

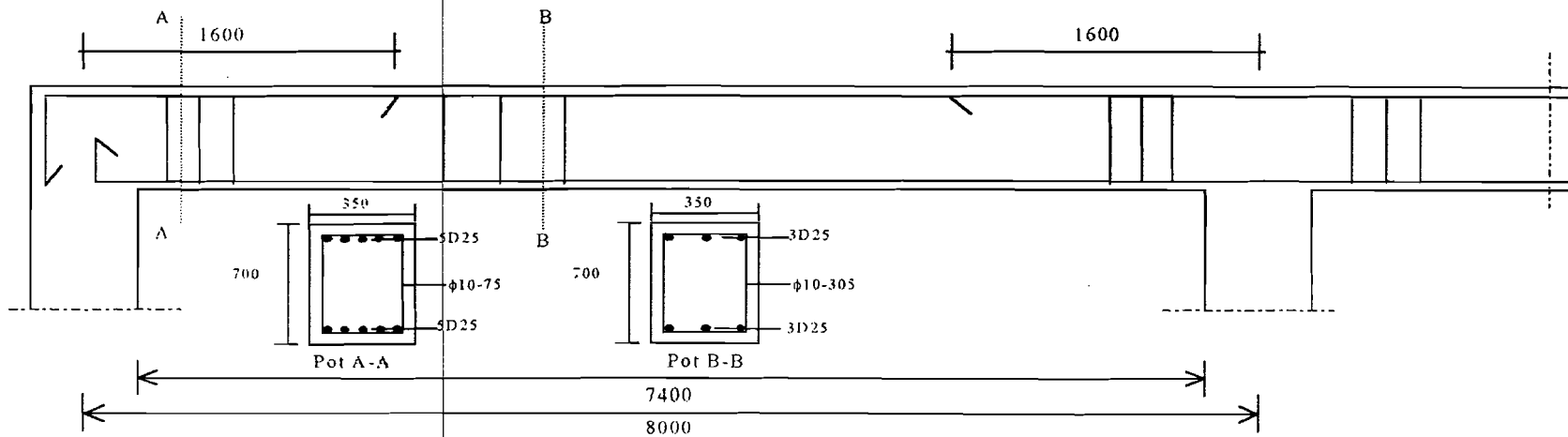
1 -18.51

1.17

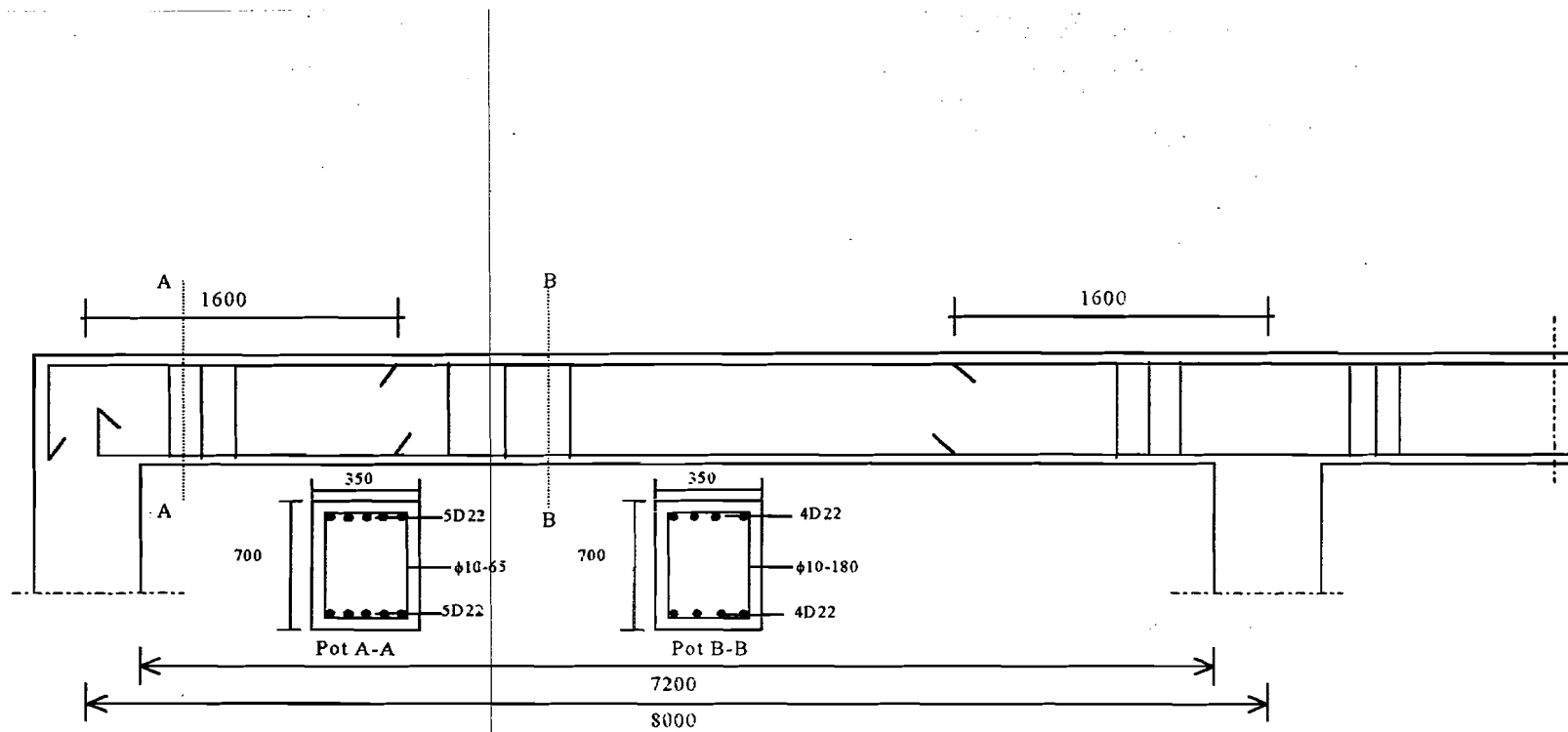
.0	17.43	180.57	.08	-.37
.3	11.15	184.51	.08	-.35
.6	4.88	186.72	.08	-.33
.8	-1.39	187.20	.08	-.30
1.1	-7.66	185.96	.08	-.28
1.4	-13.93	182.98	.08	-.26
1.7	-20.21	178.27	.08	-.24
1.9	-26.48	171.83	.08	-.22
2.2	-32.75	163.66	.08	-.20
2.5	-39.02	153.76	.08	-.17
2.8	-45.29	142.13	.08	-.15
3.0	-51.57	128.77	.08	-.13
3.3	-57.84	113.68	.08	-.11
3.6	-64.11	96.86	.08	-.09
3.9	-70.38	78.31	.08	-.06
4.1	-76.65	58.03	.08	-.04
4.4	-82.92	36.02	.08	-.02
4.7	-89.20	12.28	.08	.00
5.0	-95.47	-13.19	.08	.02
5.2	-101.74	-40.39	.08	.04
5.5	-108.01	-69.32	.08	.07
5.8	-114.28	-99.99	.08	.09
6.1	-120.56	-132.38	.08	.11
6.3	-126.83	-166.50	.08	.13
6.6	-133.10	-202.35	.08	.15
6.9	-139.37	-239.93	.08	.17
7.2	-145.64	-279.25	.08	.20
7.4	-151.92	-320.29	.08	.22
7.7	-158.19	-363.06	.08	.24
8.0	-164.46	-407.57	.08	.26



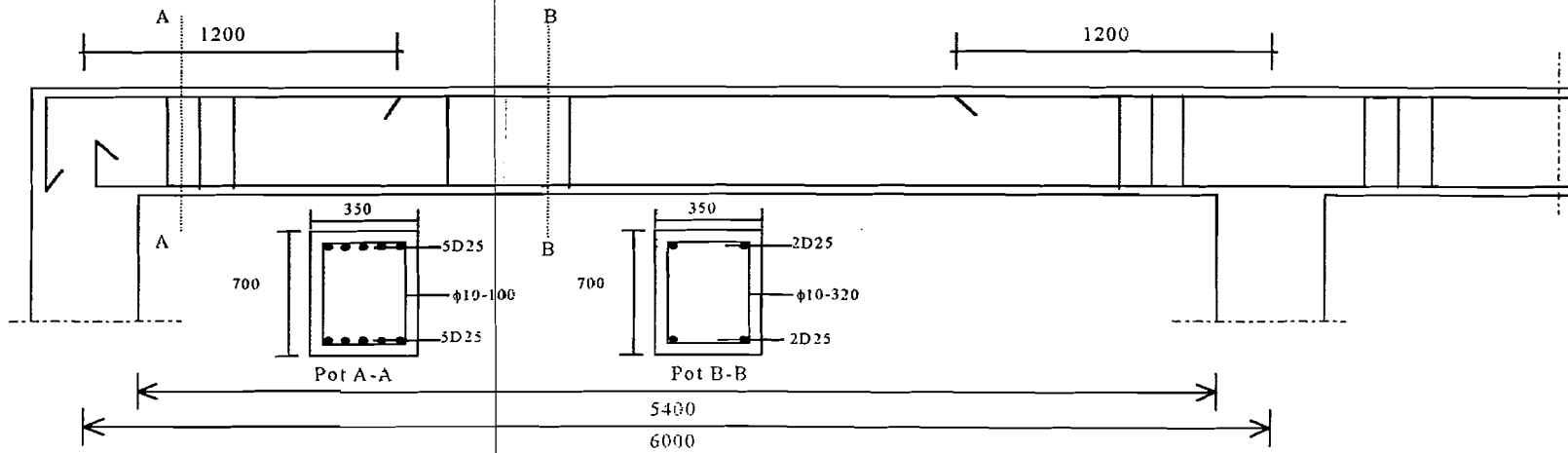
Gambar tulangan balok pada portal as-D lantai 1 untuk $s = 8m$



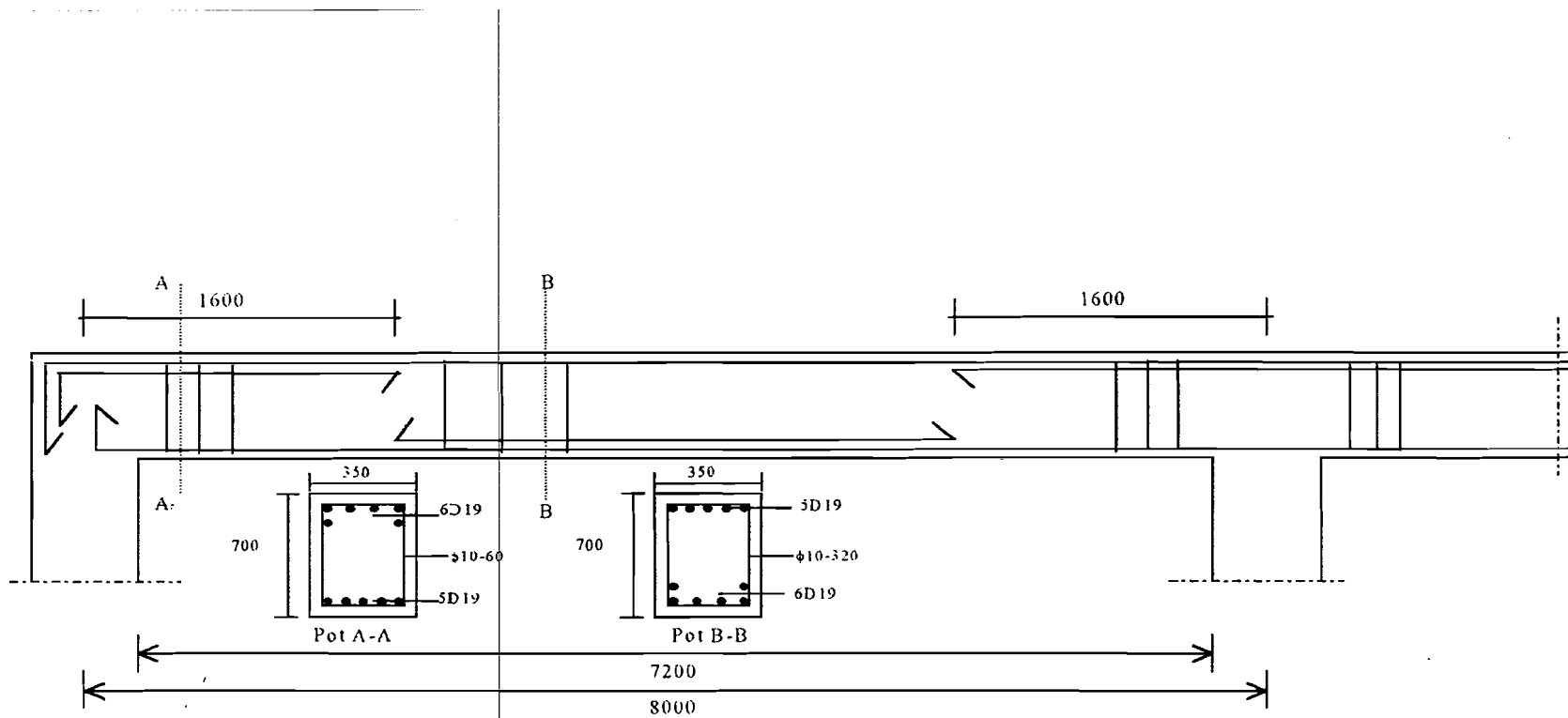
Gambar tulangan balok pada portal as-I lantai 1 untuk $s = 8m$



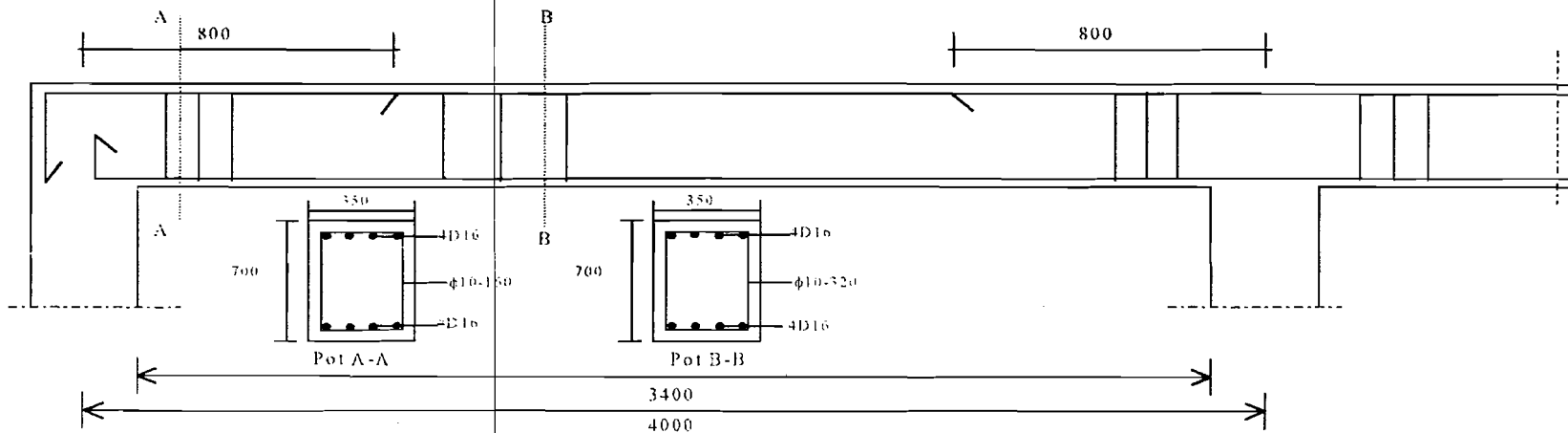
Gambar tulangan balok pada portal as-D lantai 1 untuk $s = 6m$



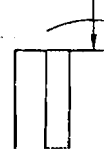
Gambar tulangan balok pada portal as-I lantai 1 untuk $s = 6m$



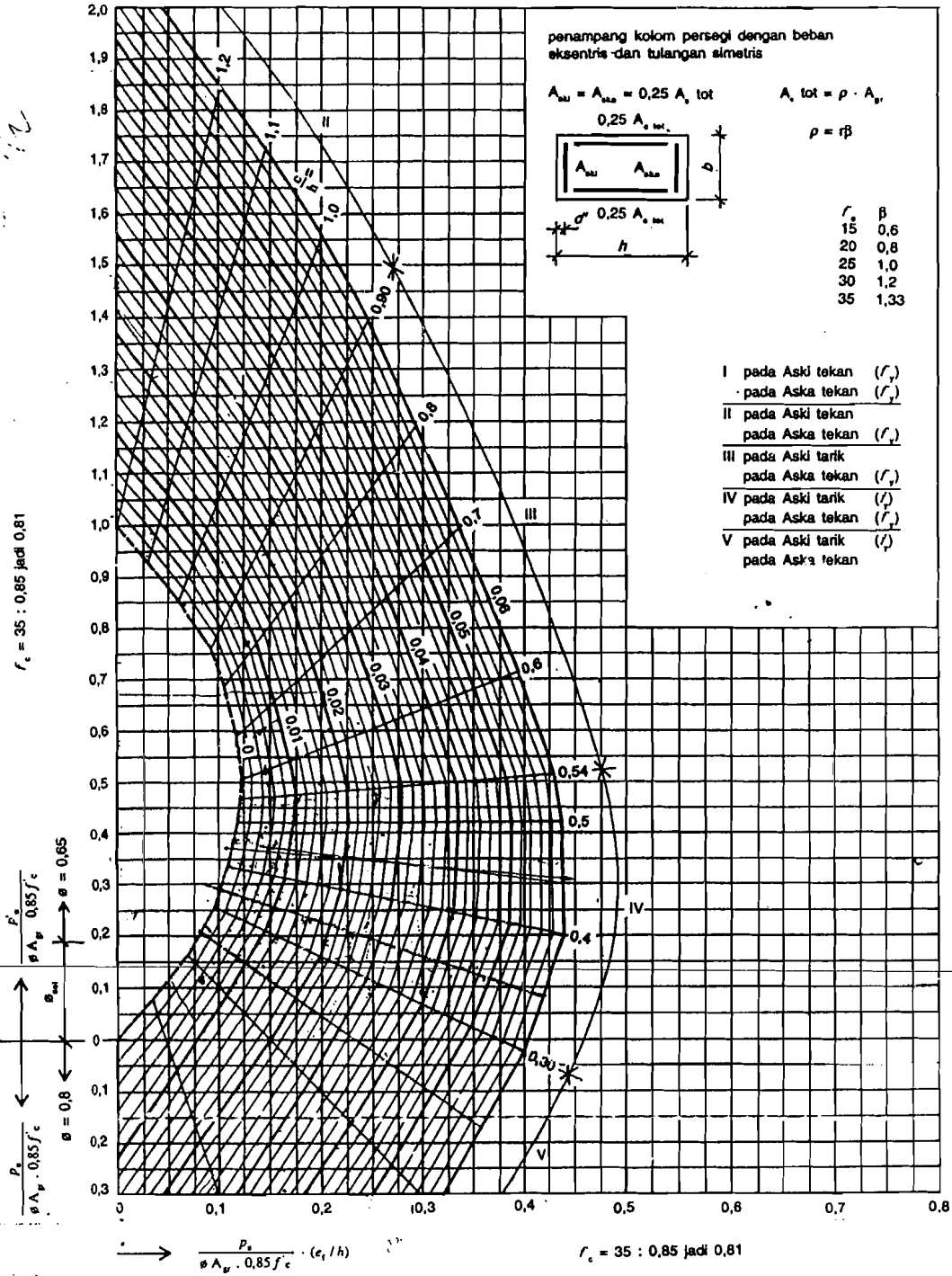
Gambar tulangan balok pada portal as-D lantai 1 untuk $s = 4m$



Gambar tulangan balok pada portal as-I lantai 1 untuk $s = 4m$



15_20_25_30_35 / 400 $d'/h = 0,10$



Gambar 6.2.d



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jl. Kallurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

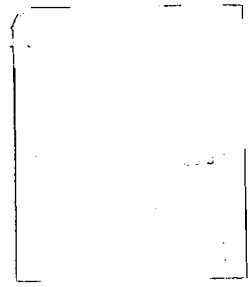
Program 1 bl
TA = 3 bl

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	NIP NIP NAZARUDIN H.	94 310 260		TSS.
2	DIAN WIDIASTUTI	94 310 146		TSS.

JUDUL TUGAS AKHIR : ..ANALISIS DAN DESAIN STRUKTUR BETON.....
BERTULANG BERTINGKAT BANYAK TIGA DIMENSI DENGAN DESAIN
.....KOLOM SECARA BIAKSIAL.....

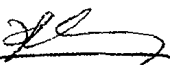



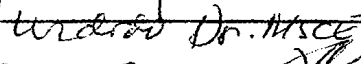
Dosen Pembimbing I : IR. WIDODO, MSCE, Ph.D
Dosen Pembimbing II : IR. HEATKHURROHMAN NS, MT



Yogyakarta, 25 Feb. 2000
a/ Dekan,
Ketua Jurusan Teknik Sipil

IR. H.T. ADJUDDIN BM ARIS, MS

CATATAN - KONSULTASI

No.	Tanggal	Konsultasi ke :	KETERANGAN	Paraf
			<p>- Analisis portal.</p> <p>- Kompresi: Balok - balok</p> <p>Keterangan Rumus - pada</p> <p>Nu. k dan Mu k -</p> <p>Momen, balok & kolom di</p> <p>Sudut</p> <p>Cela. waktu getas dg</p> <p>metode Rayleigh -</p> <p>Ditransfer ke DPI</p> <p>→ ke P. Fatur praktikum sekali lagi diskusi kolom</p> <p>Prinsip Design Kolom sudah benar</p> <p>Ditunjukkan ke Pak Widiyo Dr. MScE</p> <p>Siang Jember</p>	<p></p> <p></p> <p></p> <p>18/05 2015</p> <p></p> <p></p>

