

**TUGAS AKHIR**

**REDESAIN GEDUNG**  
**PIMPINAN DAERAH MUHAMMADIYAH**  
**SEMARANG**



Di susun oleh:

<b>BAMBANG ARIYAWAN</b>	<b>98 511 034</b>
<b>WAKHYUDI</b>	<b>98 511 214</b>

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**JOGJAKARTA**  
**2003**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**REDESAIN (*REDESIGN*) STRUKTUR GEDUNG  
PIMPINAN DAERAH MUHAMMADIYAH  
SEMARANG**


**Diajukan Oleh :**

**Bambang Ariyawan  
Wakhyudi**

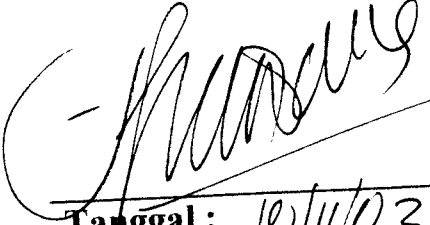
**98 511 034  
98 511 214**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

**Ir. H. Ilman Noor, MSCE  
Dosen Pembimbing I**

  
Tanggal: 08-11-2003

**Ir. H. Suharyatmo, MT  
Dosen Pembimbing II**

  
Tanggal: 08/11/03

## KATA PENGANTAR

**Assalamu'alaikum Wr. Wb**

Segala puji dan syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Adapun Tugas Akhir ini berjudul **Redesain Struktur Gedung Pimpinan Daerah Muhammadiyah Semarang.**

Tugas akhir ini adalah sebagai salah satu persyaratan yang harus ditempuh untuk menyelesaikan studi jenjang program Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini tentunya tidak terlepas dari hambatan-hambatan sehingga penyusun menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran sangat penyusun harapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Untuk itu pada kesempatan ini tidak lupa penyusun menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Ilman Noor, MSCE selaku Dosen Pembimbing I.
2. Bapak Ir. H. Suharyatmo, MT selaku Dosen Pembimbing II.
3. Bapak Ir. H.M. Samsudin, MT selaku Dosen Tamu.
4. Bapak Prof. Ir. H. Widodo MSCE, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Ir. H. Munadhir, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

6. Yang tercinta Bapak, Ibu, Kakak dan Adikku serta segenap keluarga yang telah memberikan dorongan dan doa sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
7. Rekan-rekan Teknik Sipil Angk' 98 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang telah ikut membantu dan memberikan masukan serta saran dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang telah banyak membantu dan tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Akhirnya besar harapan penyusun semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun maupun pihak yang menggunakannya.

**Wassalamualaikum Wr. Wb.**

Yogyakarta, Oktober 2003

Penyusun



## LEMBAR PERSEMBAHAN

- ✠ *Allah Maha Besar*  
*Segala puji bagi engkau ya Allah. Jadikan aku hambaMu yang sadar akan segala kekurangan dan keterbatasan agar aku tidak menjadi lupa.*
- ✠ *Buat Bapak dan Ibu tercinta yang telah memberikan bimbingan, dorongan, do'a dan kepercayaan. Akan kuberikan yang terbaik buatmu.*
- ✠ *All my friends Civil community '98 UII (jangan biarkan waktu mengaturnu, kamulah yang harus mengatur waktu).*

*Penyusun*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	ii
<b>KATA PENGANTAR</b>	iii
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b>	v
<b>DAFTAR ISI</b>	vi
<b>DAFTAR TABEL</b>	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	xvi
<b>DAFTAR NOTASI</b>	xx
<b>ABSTRAKSI</b>	xxxiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	1
1.3 Batasan Perencanaan	1
1.4 Lokasi Proyek	2
1.5 Metode Perencanaan	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pendahuluan	5
2.2 Struktur Bagian Bawah	5
2.3 Struktur Atas Bangunan ( <i>Upper Structure</i> )	6
2.3.1 Atap	6
2.3.2 Pelat	6
2.3.2.1 Pelat satu arah	6
2.3.2.2 Pelat Dua Arah	7

2.3.3 Kolom ( <i>column</i> )	7
2.3.4 Balok	7
2.3.5 Portal	7
2.3.5.1 Portal Tak Bergoyang	7
2.3.5.2 Portal Bergoyang	8
2.3.6 Tangga	8
2.4 Pembebanan	8
2.4.1 Macam-macam Pembebanan	8
2.4.2 Kombinasi Pembebanan	9
2.4.3 Faktor Reduksi Kekuatan	10
2.5 Dasar Perencanaan	11
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	
3.1 Perencanaan Atap	12
3.1.1 Perencanaan Gording	12
3.1.2 Perencanaan Sagrod	13
3.1.3 Perencanaan Tierod	13
3.1.4 Perencanaan Batang Tarik	14
3.1.5 Perencanaan Batang Desak	15
3.1.6 Perencanaan Sambungan	17
3.2 Perencanaan Pelat dua (2) Arah	17
3.2.1 Menentukan Tebal minimum Pelat	17
3.2.2 Menentukan Momen Lentur yang Terjadi	18
3.2.3 Menentukan Tinggi Manfaat arah x dan y	18
3.2.4 Menentukan Luas Tulangan arah x dan y	19
3.2.5 Kontrol Kapasitas Lentur Pelat yang Terjadi	19

3.3	Perencanaan Balok	20
3.3.1	Perencanaan Balok Penampang Persegi Menahan Lentur Tulangan Sebelah	21
3.3.2	Perencanaan Balok Penampang Persegi Menahan Lentur Tulangan Rangkap	22
3.3.3	Perencanaan Geser Balok	24
3.3.4	Perencanaan Geser dan Torsi Balok	25
3.4	Perencanaan Kolom	28
3.4.1	Perencanaan Kolom Pendek	28
3.4.2	Perencanaan Kolom Panjang	32
3.5	Perencanaan Beban Gempa	34
3.5.1	Perencanaan Struktur Portal Dengan Daktilitas Penuh	34
3.5.2	Waktu Getar Struktur	35
3.5.3	Koefisien Gempa Dasar	35
3.5.4	Faktor Keutamaan Gedung	35
3.5.5	Faktor Jenis Bangunan	35
3.5.6	Berat Total Bangunan	35
3.6	Perencanaan Balok dan Kolom Portal	36
3.6.1	Perencanaan Balok Portal Terhadap Beban Lentur	36
3.6.2	Perencanaan Balok Portal Terhadap Beban Geser	37
3.6.3	Perencanaan Kolom Portal Terhadap Beban Lentur dan Aksial	37
3.6.4	Perencanaan Kolom Portal Terhadap Beban Geser	38
3.6.5	Perencanaan Panel Pertemuan Balok Kolom	39

3.7	Pondasi	42
3.7.1	Perencanaan Pondasi	42
3.7.2	Perencanaan Geser Pondasi	45
3.7.2.1	Geser Satu (1) Arah	45
3.7.2.2	Geser Dua (2) Arah (Pons)	46
3.7.3	Perencanaan Tulangan Lentur Pondasi	47
3.8	Perencanaan Tangga	49
3.8.1	Perencanaan Dimensi Tangga	49
3.8.2	Perencanaan Tulangan Tangga	50

## **BAB IV PERHITUNGAN KONSTRUKSI**

4.1	Perencanaan Atap	51
4.1.1	Data Konstruksi Rangka Atap	51
4.1.2	Jumlah dan Jarak Antara Gording	51
4.1.3	Perencanaan Gording	53
4.1.4	Perencanaan Sagrod dan Tierod	57
4.1.5	Perencanaan Kuda - Kuda	58
4.1.6	Perhitungan Rangka	61
4.1.7	Perencanaan Profil Kuda - Kuda	67
4.1.7.1	Perencanaan Pelat Kuda - Kuda	75
4.1.7.2	Perencanaan Dukungan Arah Lateral	76
4.1.8	Perencanaan Sambungan	77
4.2	Perencanaan Pelat	82
4.2.1	Perencanaan Pelat Lantai	82
4.2.1.1	Pembebanan Pelat Lantai	82
4.2.1.2	Perhitungan Tulangan Pelat Lantai	83

4.2.2	Perencanaan Pelat Atap	88
4.2.2.1	Pembebanan Pelat Atap	88
4.2.1.2	Perhitungan Tulangan Pelat Atap	89
4.3	Perencanaan Struktur Portal Dengan Daktilitas Penuh	93
4.3.1	Perhitungan Beban Akibat Gravitasi	95
4.3.2	Perhitungan Gaya Geser Dasar Horizontal Total	107
	Akibat Gempa	
4.3.2.1	Berat Total Bangunan	107
4.3.2.2	Waktu Getar Struktur	110
4.3.2.3	Koefisien Gempa Dasar	110
4.3.2.4	Faktor Keutamaan I dan Faktor Jenis	110
	Struktur K	
4.3.2.5	Gaya Geser Horizontal Akibat Gempa	110
4.3.2.6	Distribusi Gaya Horizontal Total Akibat	110
	Gempa Ke Sepanjang Tinggi Gedung	
4.4	Disain Balok	113
4.4.1	Disain Tulangan Lentur Balok	113
4.4.1.1	Momen Rencana Balok	113
4.4.1.2	Tulangan Tumpuan 1	114
4.4.1.3	Tulangan Lapangan	117
4.4.1.4	Tulangan Tumpuan 2	119
4.4.2	Perencanaan Tulangan Geser Balok	121
4.4.3	Perencanaan Tulangan Torsi	124
4.5	Perencanaan Kolom	125
4.5.1	Perhitungan Momen dan Gaya Aksial Rencana	125

4.5.2	Kriteria Kolom dan Pembesaran Kolom	127
4.5.3	Analisis Gaya Aksial dan Momen Akibat Balok	133
4.5.4	Perencanaan Tulangan Lentur Kolom	136
4.5.5	Perencanaan Tulangan Geser Kolom	141
4.5.6	Pertemuan Balok Kolom	143
4.6	Perencanaan Pondasi	148
4.6.1	Perencanaan Pondasi Telapak Setempat (PS)	148
4.6.2	Perencanaan Pondasi Sumuran	157
4.7	Perencanaan Tangga	158
4.7.1	Spesifikasi Struktur	158
4.7.2	Pembebanan	160
4.7.3	Penulangan Tangga	161
4.7.4	Perencanaan Balok Bordes	164
<b>BAB V</b>		
<b>PEMBAHASAN</b>		
5.1	Umum	168
5.2	Atap	168
5.3	Pelat	169
5.4	Balok	169
5.5	Kolom	170
5.6	Pondasi	170
5.7	Tangga	170

**BAB VI**

**KESIMPULAN**

**DAN SARAN**

7.1 Kesimpulan	171
7.2 Saran	172

**DAFTAR**

**PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai faktor reduksi kekuatan	11
Tabel 2.2	Faktor bentuk	45
Tabel 4.1	Gaya P 1 s/d P13	62
Tabel 4.2	Gaya P'1 s/d P'13	62
Tabel 4.3	Gaya tekan dan hisap angin kiri	63
Tabel 4.4	Gaya tekan dan hisap angin kanan	64
Tabel 4.5	Gaya batang yang terjadi pada rangka atap	65
Tabel 4.6	Reaksi dukungan yang terjadi pada kuda-kuda	67
Tabel 4.7	Jumlah baut pada setengah bentang kuda-kuda	81
Tabel 4.8	Distribusi gaya geser horisontal total akibat gempa arah X dan Y	111
Tabel 4.9	Distribusi gaya geser horisontal untuk tiap portal arah X dan Y Perencanaan dimensi batang desak	111
Tabel 4.10	Perencanaan dimensi batang desak	Lamp II - 1
Tabel 4.11	Perencanaan dimensi batang tarik	Lamp II - 2
Tabel 4.12	Profil terpakai dan berat profil terpakai	Lamp II - 2
Tabel 4.13	Perencanaan plat lantai	Lamp II - 3
Tabel 4.14	Perencanaan plat atap tipe 1	Lamp II - 4
Tabel 4.15	Perencanaan plat atap tipe 2	Lamp II - 5
Tabel 4.16	Perencanaan plat atap	Lamp II - 6
Tabel 4.17	Momen rencana balok portal arah X	Lamp II - 7
Tabel 4.18	Momen rencana balok portal arah Y	Lamp II - 26
Tabel 4.19	Perencanaan tulangan lentur balok B1	Lamp II - 47
Tabel 4.20	Perencanaan tulangan lentur balok B2	Lamp II - 48

Tabel 4.21	Perencanaan tulangan lentur balok B3	Lamp II - 50
Tabel 4.22	Perencanaan tulangan lentur balok B4	Lamp II - 51
Tabel 4.23	Perencanaan tulangan lentur balok BA	Lamp II - 52
Tabel 4.24	Mn aktual balok B1	Lamp II - 53
Tabel 4.25	Mn aktual balok B2	Lamp II - 53
Tabel 4.26	Mn aktual balok B3	Lamp II - 54
Tabel 4.27	Mn aktual balok B4	Lamp II - 54
Tabel 4.28	Mn aktual balok BA	Lamp II - 54
Tabel 4.29	Perencanaan tulangan geser balok	Lamp II - 55
Tabel 4.30	Perhitungan momen rencana kolom arah Y	Lamp II - 56
Tabel 4.31	Perhitungan momen rencana kolom arah X	Lamp II - 60
Tabel 4.32	Perhitungan Gaya Aksial Kolom	Lamp II - 64
Tabel 4.33	Penentuan kriteria kolom, arah X	Lamp II - 66
Tabel 4.34	Penentuan kriteria kolom, arah Y	Lamp II - 70
Tabel 4.35	Momen rencana kolom MuY	Lamp II - 74
Tabel 4.36	Momen rencana kolom MuX	Lamp II - 77
Tabel 4.37	Analisis gaya aksial dan momen kolom akibat momen kapasitas balok arah X	Lamp II - 79
Tabel 4.38	Analisis gaya aksial dan momen kolom akibat momen kapasitas balok arah Y	Lamp II - 82
Tabel 4.39	Grafik Mn - Pn	Lamp II - 84
Tabel 4.40	Perencanaan tulangan memanjang kolom K1	Lamp II - 89
Tabel 4.41	Perencanaan tulangan memanjang kolom K2	Lamp II - 91
Tabel 4.42	Perencanaan tulangan memanjang kolom K3	Lamp II - 93
Tabel 4.43	Perencanaan tulangan memanjang kolom K4	Lamp II - 95
Tabel 4.44	Perencanaan tulangan memanjang kolom K5	Lamp II - 97

Tabel 4.45	Perencanaan tulangan geser kolom K1	Lamp II - 98
Tabel 4.46	Perencanaan tulangan geser kolom K2	Lamp II - 98
Tabel 4.46	Perencanaan tulangan geser kolom K3	Lamp II - 99
Tabel 4.48	Perencanaan tulangan geser kolom K4	Lamp II - 99
Tabel 4.49	Perencanaan tulangan geser kolom K5	Lamp II - 99
Tabel 4.50	Perencanaan pondasi	Lamp II - 100
Tabel 4.51	Momen rencana balok sloof	Lamp II - 102
Tabel 4.52	Perencanaan tulangan lentur balok sloof	Lamp II - 103
Tabel 4.53	Perencanaan tulangan geser balok sloof	Lamp II - 104
Tabel 4.54	Perencanaan tulangan bordes dan tangga	Lamp II - 105
Tabel 4.55	Perencanaan balok bordes	Lamp II - 106
Tabel 4.56	Perencanaan tulangan geser balok bordes	Lamp II - 106

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Denah Lokasi Proyek	2
Gambar 3.1	Diagram Interaksi Mn - Pn	31
Gambar 3.2	Respon Spektrum Gempa Wilayah 4 Indonesia	35
Gambar 3.3	Kolom dengan Mu,k berdasarkan kapasitas sendi plastis balok	39
Gambar 3.4	Panel pertemuan balok dan kolom portal	40
Gambar 3.5	Daerah geser satu ( 1 ) arah pada penampang pondasi	45
Gambar 3.6	Gaya geser dua ( 2 ) arah pada penampang pondasi	46
Gambar 3.7	Tegangan lentur pondasi	47
Gambar 3.8	Dimensi tangga	50
Gambar 4.1	Denah rencana kuda-kuda	52
Gambar 4.2	Rencana rangka kuda-kuda ( KK1 )	52
Gambar 4.3	Rencana rangka kuda-kuda ( KK2 )	52
Gambar 4.4	Pembebanan kuda-kuda	53
Gambar 4.5	Rangka kuda-kuda KK1	61
Gambar 4.6	Gaya akibat beban tetap	62
Gambar 4.7	Gaya akibat beban angin kiri	63
Gambar 4.8	Gaya akibat beban angin kanan	64
Gambar 4.9	Plat kuda-kuda	75
Gambar 4.10	Dukungan arah lateral	76
Gambar 4.11	Rangka kuda-kuda KK1	78
Gambar 4.12	Tipe pembebanan	94
Gambar 4.13	Rencana beban gravitasi portal as 1 = as 8	95

Gambar 4.14	Rencana beban gravitasi portal as 2 s.d 7	97
Gambar 4.15	Rencana beban gravitasi portal as 3 = as 6	98
Gambar 4.16	Rencana beban gravitasi portal as 4 = as 5	100
Gambar 4.17	Rencana beban gravitasi portal as A	102
Gambar 4.18	Rencana beban gravitasi portal as B = as C	104
Gambar 4.19	Rencana beban gravitasi portal as D	106
Gambar 4.20	Distribusi gaya geser horisontal arah X	111
Gambar 4.21	Distribusi gaya geser horisontal arah Y	112
Gambar 4.22	Momen akibat kombinasi beban gravitasi	113
Gambar 4.23	Momen akibat kombinasi beban gempa kiri	113
Gambar 4.24	Momen akibat kombinasi beban gempa kanan	114
Gambar 4.25	Momen rencana terdistribusi	114
Gambar 4.26	Tulangan pokok balok B1 tumpuan 1	116
Gambar 4.27	Tulangan pokok balok B1 lapangan	118
Gambar 4.28	Tulangan pokok balok B1 tumpuan 2	120
Gambar 4.29	Diagram tegangan geser balok B1	122
Gambar 4.30	Grafik $M_n - P_n$ kolom	136
Gambar 4.31	Penampang kolom dengan tulangan	140
Gambar 4.32	Join balok kolom dalam	142
Gambar 4.33	Pondasi telapak setempat	147
Gambar 4.34	Pondasi dengan geser satu arah	149
Gambar 4.35	Pondasi dengan geser dua arah	151
Gambar 4.36	Dimensi tangga	158
Gambar 4.37	Momen tangga	163
Gambar 1	Gambar Arsitektur	Lamp III -1

Gambar 2	Denah Rencana Pondasi	Lamp III -2
Gambar 3	Penulangan Plat Pondasi Telapak dan Sumuran	Lamp III -3
Gambar 4	Penulangan Plat Pondasi Telapak	Lamp III -4
Gambar 5	Balok Tie Beam	Lamp III -5
Gambar 6	Denah Rencana Kolom	Lamp III -6
Gambar 7	Detail Kolom K2 dan K3	Lamp III -7
Gambar 8	Detail Kolom K1 dan K4	Lamp III -8
Gambar 9	Detail Kolom K5	Lamp III -9
Gambar 10	Denah Rencana Plat Lantai 2	Lamp III -10
Gambar 11	Gambar Penulangan Plat Lantai 2 pot II -II	Lamp III - 11
Gambar 12	Gambar Penulangan Plat Lantai 2 pot III -III	Lamp III -12
Gambar 13	Denah Rencana Plat Lantai 3 & 4	Lamp III -13
Gambar 14	Penulangan Plat Lantai 3 & 4	Lamp III -14
Gambar 15	Denah Rencana Plat Atap	Lamp III -15
Gambar 16	Penulangan Plat Atap	Lamp III -16
Gambar 17	Denah Rencana Balok Lantai 2 s/d 5	Lamp III -17
Gambar 18	Denah Rencana Balok Atap	Lamp III -18
Gambar 19	Balok B1, As A s/d D. It 1 s/d 4	Lamp III -19
Gambar 20	Balok B1, As A = D. It 1s/d 4	Lamp III -20
Gambar 21	Balok B2, As 3 s/d 6. It 1 s/d 4	Lamp III -21
Gambar 22	Balok B3, As E. It 2	Lamp III -22
Gambar 23	Balok B4, As 0 . It 1 s/d 4	Lamp III -23
Gambar 24	Balok BA, As A. Atap	Lamp III -24
Gambar 25	Penulangan Plat Tangga Lt 1 s/d 4	Lamp III -25
Gambar 26	Denah Rencana Kuda-kuda	Lamp III -26

Gambar 27	Rangka Kuda – kuda KK1	Lamp III -27
Gambar 28	Rangka Kuda – kuda KK2	Lamp III -28
Gambar 29	Detail Kuda – kuda Atas	Lamp III -29
Gambar 30	Detail Kuda – kuda Atas	Lamp III -30
Gambar 31	Detail Kuda – kuda Bawah	Lamp III -31

## DAFTAR NOTASI

### 1. Perencanaan atap

A	: Luas profil baja
$A_g$	: Luasan Bruto Profil
$A_{netto}$	: Luasan bersih profil
$A_{effektif}$	: Luasan netto efektif
B	: Lebar pelat kuda-kuda
$b_f$	: Lebar sayap
b	: Lebar sayap
$C_1$	: Gaya angin tekan
$C_2$	: Gaya angin hisap
$C_c$	: Perbandingan kelangsingan yang menjadi batas antara tekuk elastis dan tekuk inelastic
D	: Diameter
E	: Modulus elastisitas baja
$F_a$	: Tegangan ijin pada luas bruto dalam kondisi beban bekerja
$f_a$	: Tegangan tarik yang terjadi
$f_{bx}$	: Tegangan lentur arah x
$f_{by}$	: Tegangan lentur arah y
$f_c'$	: Kuat tekan beton
FS	: Faktor keamanan
$F_u$	: Kuat tarik baja



$f_y$	: Tegangan leleh baja
$I_x$	: Inersia arah X
$I_y$	: Inersia arah Y
K	: Koefisien kelangsingan
l	: Panjang batang yang ditinjau
L	: Panjang pelat kuda-kuda
L <sub>b</sub>	: Jarak antar gording
M <sub>L</sub>	: Momen tegak lurus sumbu batang
M//	: Momen sejajar sumbu batang
n	: Jumlah baut
P	: Gaya tekan yang bekerja
P//	: Gaya tekan sejajar sumbu batang
q <sub>L</sub>	: Beban merata tegak lurus sumbu batang
q//	: Beban merata sejajar sumbu batang
r	: Jari-jari inersia = i
S <sub>s</sub>	: Jarak beban sagrod
S <sub>x</sub>	: Modulus elastis tampang arah sumbu x
S <sub>y</sub>	: Modulus elastis tampang arah sumbu y
T	: Gaya tarik yang bekerja
tw	: Tebal badan profil
tp	: Tebal pelat
W	: Berat profil

- A : Sudut kemiringan atap
- $\delta_{\perp}$  : Lendutan tegak lurus sumbu batang
- $\delta_{//}$  : Lendutan sejajar sumbu batang
- $\delta$  : Resultante lendutan
- $\mu$  : Faktor reduksi luas netto

## 2. Perencanaan Pelat Lantai

- $A_s$  : Luas tulangan
- a : Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen
- b : Panjang memanjang pelat
- $c_{lx}$  : Koefisien momen lapangan arah x
- $c_{tx}$  : Koefisien momen tumpuan arah x
- $c_{ly}$  : Koefisien momen lapangan arah y
- $c_{ty}$  : Koefisien momen tumpuan arah y
- d : Tinggi efektif pelat
- $f_c'$  : Kuat desak beton
- $f_y$  : Kuat tarik baja
- h : Tinggi pelat
- $l_y$  : Panjang plat arah panjang
- $l_x$  : Panjang plat arah pendek
- m : Perbandingan isi dari tulangan memanjang dari bentuk tertutup
- $M_{lx}$  : Momen rencana arah lapangan x
- $M_{tx}$  : Momen rencana arah tumpuan x

$M_{ly}$	: Momen rencana arah lapangan y
$M_{ty}$	: Momen rencana arah tumpuan y
$M_u$	: Momen rencana
$M_n$	: Momen nominal
$q_D$	: Beban mati merata
$q_L$	: Beban hidup merata
$q_U$	: Beban merata rencana
$R_n$	: Koefisien tahanan untuk perencanaan kuat
$\rho$	: Rasio tulangan
$\rho_b$	: Rasio tulangan pada keadaan seimbang
$\emptyset$	: Koefisien reduksi kekuatan

### 3. Perencanaan Balok

$A_s$	: Luas tulangan tarik
$A_s'$	: Luas tulangan desak
$b$	: Lebar balok
$d$	: Tinggi efektif tulangan tarik
$d'$	: Tinggi efektif tulangan tekan
$E$	: Modulus elastisitas beton
$f_c'$	: Kuat tekan beton
$f_y$	: Kuat tarik baja
$h$	: Tinggi balok
$I$	: Momen inersia balok

$L$	: Panjang penampang
$m$	: Perbandingan isi dari tulangan memanjang dari bentuk tertutup
$M_n$	: Momen Nominal balok
$M_u$	: momen rencana balok
$P_D$	: Beban mati terpusat
$P_L$	: Beban hidup terpusat
$P_u$	: Beban ultimit terpusat
$R_n$	: Koefisien tahanan untuk perencanaan kuat
$V_u$	: Gaya geser rencana
$V_c$	: Kuat geser beton
$V_s$	: Tegangan geser nominal yang disebabkan oleh tulangan
$\beta_1$	: Konstanta yang berdasarkan mutu beton
$\rho$	: Rasio tulangan tarik
$\rho'$	: Rasio tulangan tekan
$\phi$	: Faktor reduksi kekuatan

#### 4. Perencanaan Kolom

$a$	: Tinggi blok tegangan persegi ekivalen
$A_s$	: Luas tulangan tarik
$A_s'$	: Luas tulangan desak
$A_{st}$	: Luas tulangan total
$A_g$	: Luas bruto penampang
$b$	: Lebar penampang kolom

$C_c$	: Gaya tekan pada beton
$C_s$	: Gaya pada tulangan tekan
$C_m$	: Faktor untuk perbesaran momen
$d$	: Jarak dari sisi tekan terluar ke pusat tulangan tarik
$d'$	: Jarak dari sisi tekan terluar ke pusat tulangan tekan
$e$	: Eksentrisitas actual
$e_b$	: eksentrisitas pada keadaan seimbang
$E_c$	: Modulus elastisitas beton
$E_g$	: Modulus elastisitas balok
$E_s$	: Modulus elastisitas baja tulangan
$f_c'$	: Kuat desak beton
$f_s$	: Tegangan tulangan tarik
$f_s'$	: Tegangan tulangan tekan
$f_y$	: tegangan leleh baja yang diisyaratkan
$h$	: Tinggi penampang kolom
$h_n$	: Panjang bersih kolom
$I_c$	: Momen inersia kolom
$I_{cr}$	: Momen inersia balok
$I_g$	: Momen inersia dari penampang bruto balok
$k$	: Faktor panjang efektif
$L$	: Panjang balok
$l_n$	: Panjang bersih balok

- $m$  : Perbandingan isi dari tulangan memanjang dari bentuk tertutup
- $M_b$  : Momen akibat beban tetap
- $M_{1b}$  : Momen factor terbesar pada ujung komponen akibat beban tetap
- $M_{2b}$  : Momen factor terbesar pada ujung komponen akibat beban sementara
- $M_D$  : Momen akibat beban mati
- $M_E$  : Momen akibat beban gempa
- $M_L$  : Momen akibat beban hidup
- $M_n$  : Momen nominal
- $M_{nx}$  : Momen nominal yang bekerja pada sb x
- $M_{ny}$  : Momen nominal yang bekerja di sb y
- $M_S$  : Momen akibat beban sementara
- $M_u$  : Momen ultimit kolom
- $M_{u,kx}$  : Momen ultimit kolom arah x
- $M_{u,ky}$  : Momen ultimit kolom arah y
- $P_e$  : Beban tekuk euler
- $P_D$  : Gaya tekan akibat beban mati
- $P_E$  : Gaya tekan akibat beban gempa
- $P_L$  : gaya tekan akibat beban hidup
- $P_n$  : Gaya tekan nominal
- $P_{u,k}$  : Gaya tekan ultimit kolom
- $r$  : Jari-jari girasi penampang
- $T_s$  : Gaya pada tulangan tarik

- $\delta_b$  : Faktor pembesaran momen untuk rangka yang ditahan terhadap goyangan kesamping
- $\delta_s$  : Faktor pembesaran momen untuk rangka yang tidak ditahan terhadap goyangan kesamping
- $\rho$  : Rasio tulangan kolom
- $\beta_1$  : Faktor tinggi blok tekanan ekuivalen
- $\beta_d$  : Nilai perbandingan momen beban mati rencana terhadap momen total rencana yang besarnya kurang atau sama dengan satu.
- $\psi$  : Faktor kekangan ujung
- $\phi$  : Faktor reduksi kekuatan
- $\sum P_c$  : Penjumlahan beban tekuk euler pada kolom satu tingkat/lantai
- $\sum P_u$  : Penjumlahan beban tekuk ultimit pada kolom satu tingkat/lantai

## **5. Perencanaan Gempa**

- $A_g$  : Luas bruto penampang
- $A_{jh}$  : Luas tulangan total efektif tulangan geser horizontal
- $A_{jv}$  : Luas tulangan geser join vertikal
- $A_{sc}$  : Luas tulangan longitudinal tarik
- $A_{sc}'$  : Luas tulangan longitudinal tekan
- $b_j$  : Lebar efektif join
- $C$  : Koefisien gempa dasar

$C_{ki}$	: Gaya tekan tulangan arah kiri
$F_x$	: Beban horizontal tiap lantai pada arah x
$f_y$	: Tegangan leleh baja
$f_c'$	: Kuat tekan beton
$F_y$	: Beban horizontal tiap lantai pada arah y
$h_x$	: Tinggi gedung arah x
$h_y$	: Tinggi gedung arah y
$h_k$	: Tinggi kolom bruto
$h'_k$	: Tinggi kolom netto
$h_c$	: Tinggi total penampang kolom dalam arah geser yang ditinjau
$h_w$	: Tinggi bangunan
$I$	: Faktor keutamaan struktur
$K$	: Faktor jenis struktur
$L_b$	: Panjang balok
$L_{ki}$	: Panjang balok bruto sebelah kiri kolom yang ditinjau
$L_{ki}'$	: Panjang balok netto sebelah kiri kolom yang ditinjau
$L_{ka}$	: Panjang balok bruto sebelah kanan balok yang ditinjau
$L_{ka}'$	: Panjang balok netto sebelah kanan balok yang ditinjau
$L_n$	: Bentang bersih balok
$L_w$	: Lebar bangunan
$M_{D,b}$	: Momen lentur balok portal akibat beban mati tak berfaktor
$M_{D,k}$	: Momen lentur kolom portal akibat beban mati tak berfaktor
$M_{E,b}$	: Momen lentur balok portal akibat beban gempa tak berfaktor



- $M_{E,k}$  : Momen lentur kolom portal akibat beban gempa tak berfaktor  
 $M_{L,b}$  : Momen lentur balok portal akibat beban hidup tak berfaktor  
 $M_{L,k}$  : Momen lentur kolom portal akibat beban hidup tak berfaktor  
 $M_{kap,b}$  : Momen kapasitas balok  
 $M_{nak,b}$  : Kuat momen lentur nominal actual balok  
 $M_{kap}$  : Momen kapasitas di sendi plastis pada satu ujung atau bidang muka kolom  
 $M_{kap}'$  : Momen kapasitas untuk ujung lainnya  
 $M_{u,b}$  : Momen rencana balok  
 $M_{u,k}$  : Momen rencana kolom  
 $n$  : Jumlah lantai tingkat di atas kolom yang ditinjau  
 $N_{E,k}$  : Gaya akibat beban gempa pada pusat kolom  
 $N_{g,k}$  : Gaya aksial akibat beban gravitasi terfaktor pada pusat joint  
 $N_{u,k}$  : Gaya aksial rencana kolom  
 $P_{cs}$  : Gaya permanen gaya prategang yang terletak di sepertiga bagian tengah tinggi kolom  
 $q$  : Beban terbagi merata  
 $R_v$  : Faktor reduksi berdasarkan banyak tingkat  
 $T$  : Gaya tarik yang terjadi  
 $V_b$  : Gaya gempa dasar  
 $V_{bx}$  : Gaya gempa dasar arah x  
 $V_{by}$  : Gaya gempa dasar arah y

- $V_{ch}$  : Gaya geser strat beton diagonal yang melewati daerah tekan ujung joint arah horizontal
- $V_{cv}$  : Gaya geser strat beton diagonal yang melewati daerah tekan ujung joint arah vertical
- $V_D$  : Gaya geser balok akibat beban mati
- $V_{D,K}$  : Gaya geser kolom akibat beban mati
- $V_E$  : Gaya geser balok akibat beban gempa
- $V_{E,K}$  : Gaya geser kolom akibat beban gempa
- $V_g$  : Gaya geser balok akibat berat sendiri dan beban gravitasi
- $V_{jh}$  : Gaya geser horizontal
- $V_L$  : Gaya geser balok akibat beban hidup
- $V_{L,K}$  : Gaya geser kolom akibat beban hidup
- $V_{kol}$  : Gaya geser kolom
- $V_{sh}$  : Gaya geser pada daerah tarik joint dengan mekanisme panel rangka arah horizontal
- $V_{sv}$  : Gaya geser pada daerah tarik joint dengan mekanisme panel rangka arah vertical
- $V_{u,b}$  : Gaya geser rencana balok
- $V_{u,k}$  : Gaya geser rencana kolom
- $W_t$  : Berat total keseluruhan gedung
- $W_y$  : Berat tiap lantai pada arah y
- $W_x$  : Berat tiap lantai pada arah x
- $Z_{ka}$  : Lengan momen kanan

$Z_{ki}$	: Lengan momen kiri
$\rho$	: Rasio tulangan tarik
$\rho'$	: Rasio tulangan desak
$\rho_b$	: Rasio tulangan pada keadaan seimbang
$\omega_d$	: Koefisien pembesaran dinamis
$\alpha_k$	: Faktor distribusi momen dari kolom yang ditinjau

## 6. Perencanaan Pondasi

$a$	: Tinggi blok tekan
$b_k$	: Lebar penampang kolom
$b_o$	: Keliling penampang kritis pada pelat dan pondasi
$B_x$	: Panjang pondasi telapak
$B_y$	: Lebar pondasi telapak
$d$	: Jarak pusat tulangan tarik ke serat tekan beton terluar
$e_x$	: Eksentrisitas gaya terhadap sumbu x
$e_y$	: Eksentrisitas gaya terhadap sumbu y
$f'_c$	: Kuat tekan beton
$f_y$	: Tegangan luluh baja
$h$	: Tebal pondasi
$h_k$	: Panjang penampang kolom
$M_x$	: Momen terhadap sumbu x
$M_y$	: Momen terhadap sumbu y
$M_u$	: Momen rencana

$M_n$	: Momen nominal
$m_1$	: Jarak geser dari tepi pondasi terhadap sumbu x
$m$	: Perbandingan isi dari tulangan memanjang dari bentuk tertutup
$n_1$	: Jarak geser dari tepi pondasi terhadap sumbu y
$P$	: Gaya tekan yang bekerja
$P_b$	: Selimut beton
$P_n$	: Gaya tekan nominal
$q_{\text{terjadi}}$	: Tegangan kontak yang terjadi di dasar pondasi
$R_n$	: Koefisien tahanan untuk perencanaan kuat
$V_c$	: Kuat beton menahan geser
$x$	: Panjang bidang geser kritis
$y$	: Lebar bidang geser kritis
$\rho$	: Rasio tulangan
$\rho_b$	: Rasio tulangan dalam keadaan seimbang
$\beta_1$	: Rasio antara sisi panjang terhadap sisi pendek pondasi
$\beta_c$	: Rasio sisi panjang terhadap sisi pendek dari beban terpusat

## ABSTRAKSI

Dalam rangka menghadapi era globalisasi saat ini, mempersiapkan diri untuk menjadi seorang sarjana sipil berkualitas yang memiliki kemampuan teoritis dan mampu mengaplikasikan ilmunya di lapangan merupakan salah satu hal yang harus kita lakukan, oleh karena itu penyusun mengambil tugas akhir tentang perencanaan ulang (*Redesign*) struktur gedung Pimpinan Daerah Muhammadiyah Semarang sebagai penerapan ilmu yang didapat di bangku kuliah.

Desain struktur rangka atap baja menggunakan metode ASD (Allowable Stress Design) yaitu perencanaan elastis dari AISC, sedangkan disain struktur rangka beton bertulang digunakan metode perencanaan kuat ultimit berdasarkan SK SNI T-15-1991-03. Analisis struktur menggunakan program analisis SAP 2000 ( 3 Dimensi ) dengan mengasumsikan semua elemen sebagai struktur yang bertranslasi kecuali pada kolom yang menghubungkan plat pondasi dan balok sloof (kaki kolom) diasumsikan sebagai elemen *Non Sway*.

Hasil perhitungan struktur pada Redesign ini adalah sebagai berikut :

a. Rangka atap

- Gording dipakai profil *Light Lip Channel C 150x50x20x3,2*
- Sagrod dan Tierod dipakai baja tulangan diameter 12 mm
- Kuda-kuda dipakai profil double angel.

Batang	Profil Yang Digunakan
ATAS	2L 70 x 70 x 7
BAWAH	2L 60 x 60 x 6
DIAGONAL	2L 40 x 40 x 4
VERTIKAL	2L 50 x 50 x 5

- b. Pada Struktur yang menggunakan beton bertulang digunakan dimensi penampang yang sama dengan yang digunakan di lapangan, namun memiliki kekuatan dan daktilitas yang lebih besar karena direncanakan dengan *konsep desain kapasitas* sehingga menghasilkan pembiayaan yang lebih besar pula.
- c. Metode yang dipergunakan mengacu pada SNI T-15-1991-03. Pondasi yang kami rencanakan menggunakan telapak setempat dan pondasi sumuran

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Gedung Pimpinan Daerah Muhammadiyah Semarang adalah sebuah bangunan yang direncanakan untuk menampung semua kegiatan yang berkaitan dengan pengembangan dakwah islam, perekonomian, informasi dan administrasi yang berkaitan dengan persyarikatan Muhammadiyah khususnya di kota Semarang.

Dilihat dari keadaan gedung yang lama sudah tidak layak digunakan maka Pimpinan Daerah Muhammadiyah kota Semarang bermaksud untuk mendirikan sebuah gedung baru yang bertempat di lokasi yang sama, yaitu di Jalan Singosari I-A Kelurahan Pleburan Semarang.

Dari latar belakang tersebut perlu kiranya direncanakan gedung yang mampu menunjang kegiatan persyarikatan Muhammadiyah sekaligus ikut berperan positif bagi masyarakat disekitarnya.

### **1.2 Maksud dan Tujuan**

Perencanaan ulang/*Redesign* Gedung Pimpinan Daerah Muhammadiyah Semarang ini dimaksudkan untuk mendapatkan alternatif lain desain yang juga efektif dan efisien dengan tingkat keamanan sesuai dengan yang telah disyaratkan.

Perencanaan ulang/*Redesign* ini bertujuan untuk mengaplikasikan ilmu ketekniksipilan yang telah diperoleh, sehingga dapat dijadikan bekal dalam menghadapi dunia kerja di bidang konstruksi dan didapat hasil akhir yang berbeda dengan desain yang sudah ada.

### **1.3 Batasan Perencanaan**

Batasan perencanaan dalam penyusunan tugas akhir ini agar terarah, dan tidak terlalu meluas, adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan struktur mulai dari atas sampai bawah dan tidak termasuk perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

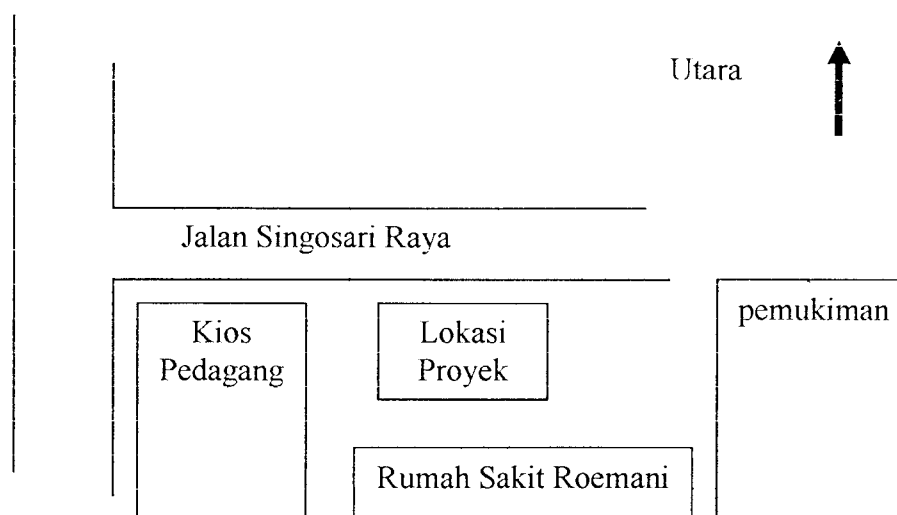
2. Struktur redesain adalah Gedung Pimpinan Daerah Muhammadiyah Semarang, yang meliputi perencanaan :
  - a. rangka atap kuda-kuda baja,
  - b. plat lantai, plat atap, plat tangga,
  - c. balok, kolom, dan fondasi
3. Perencanaan kuda-kuda atap, pelat buhul redesain ini dipakai mutu A36, tegangan leleh ( $F_y$ ) = 36 Ksi dan tegangan tarik ( $F_u$ ) = 58 Ksi. Perencanaan sambungan baut (mutu tinggi) A325 Non Full Draat (X yaitu ulir diluar bidang geser) dengan tegangan tarik ( $F_t$ ) = 44 Ksi dan tegangan geser ( $F_v$ ) = 30 Ksi.
4. Perencanaan plat lantai, plat atap, plat tangga, balok, kolom, dan fondasi menggunakan mutu beton kuat desak rencana ( $f'_c$ ) beton mutu sedang antara 20 s/d 40 MPa, maka diambil ( $f'_c$ )= 25 MPa.
5. Perencanaan plat lantai, plat atap, plat tangga, balok, kolom, dan fondasi menggunakan tulangan,
  - a. baja tulangan polos (BJTP) untuk diameter  $\leq 12$  mm dengan tegangan leleh ( $F_y$ ) = 240 MPa,
  - b. baja tulangan ulir (BJTD) untuk diameter  $> 12$  mm dengan tegangan leleh ( $F_y$ ) = 400 MPa.
6. Perencanaan pondasi berdasarkan hasil laporan penyelidikan tanah digunakan kombinasi antara pondasi sumuran dan pondasi telapak.
7. Kombinasi pembebanan untuk perencanaan portal diperhitungkan beban gravitasi (mati dan hidup) dengan beban gempa (wilayah-4), daktilitas penuh dengan faktor jenis struktur  $K = 1$  (beton bertulang), sedangkan perencanaan rangka atap dihitung beban gravitasi (mati dan hidup) dengan beban angin.
8. Desain struktur rangka atap baja dengan metode ASD (Allowable Stress Design) yaitu perencanaan elastis dari AISC dan disain struktur rangka beton bertulang berdasarkan SK SNI T-15-1991-03.

9. Analisis dan perancangan struktur dengan menggunakan program analisis struktur SAP 2000 (3 dimensi) dan penggambaran memakai program Autocad 2000.

#### 1.4 Lokasi Proyek

Lokasi proyek Gedung Pimpinan Daerah Muhammadiyah Semarang terletak di Jalan Singosari Timur No.1-A kelurahan Pleburan, kecamatan Semarang Selatan kota Semarang Propinsi Jawa Tengah. Adapun lokasi Gedung Pimpinan Daerah Muhammadiyah berbatasan dengan :

1. Sebelah Timur : Pemukiman penduduk
2. Sebelah Selatan : Rumah Sakit Roemani
3. Sebelah Utara : Jalan Singosari Raya
4. Sebelah Barat : Kios Pedagang



Gambar 1.1 Peta Lokasi Gedung Pimpinan Daerah Muhammadiyah Semarang



### **1.5 Metode Perencanaan**

Dalam perencanaan Gedung Pimpinan Daerah Muhammadiyah Semarang dibagi menjadi beberapa langkah, yaitu :

1. Mengumpulkan data.  
Data ini berupa denah situasi, denah ruang dan data tanah.
2. Mengumpulkan literatur sebagai dasar perencanaan.
3. Merencanakan spesifikasi struktur yang akan direncanakan.
4. Menganalisis spesifikasi struktur yang akan direncanakan.
5. Mengambar penulangan untuk tulangan pokok dan susut.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pendahuluan**

Desain struktur merupakan salah satu bagian dari proses perencanaan bangunan. Proses desain tersebut merupakan gabungan antara unsur seni dan sains yang membutuhkan keahlian dalam mengolahnya. Proses ini dibedakan dalam dua bagian. Pertama, desain umum yang merupakan peninjauan umum secara garis besar keputusan-keputusan desain. Tipe struktur dipilih dari berbagai alternatif yang mungkin. Tata letak struktur, geometri atau bentuk bangunan, jarak antar kolom, tinggi lantai, dan material bangunan yang telah ditetapkan dengan pasti dalam tahap ini. Kedua, desain terperinci yang antara lain meninjau tentang penentuan besar penampang lintang balok, kolom, tebal pelat dan elemen struktur lainnya. ( L. Wahyudi dan Syahrir, 1997 ).

#### **2.2 Struktur Bagian Bawah**

Yang dimaksud dengan struktur bagian bawah adalah bagian bangunan yang berada dibawah permukaan tanah dan berfungsi sebagai pendukung beban yang ada diatasnya dan mendistribusikannya ke dalam tanah. Dalam redesain ini, struktur bangunan bawah berupa pondasi dangkal dengan tipe pondasi telapak.

##### **2.2.1 Pondasi**

Pondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya.( *Hari Cristady, 1996* ).

Pondasi umumnya berlaku sebagai komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah, dan telapak pondasi berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah, sehingga telapak pondasi harus memenuhi persyaratan untuk mampu dengan aman menyebar beban-beban yang diteruskannya sedemikian rupa sehingga kapasitas/daya dukung tanah tidak terlampaui. ( *Istimawan, 1994* )

## **2.3 Struktur Bagian Atas**

Struktur bagian atas (*upper structure*) adalah elemen bangunan yang berada diatas permukaan tanah dan berfungsi mendukung beban-beban struktur. Dalam proses redesain Gedung Pimpinan Daerah Muhammadiyah Semarang ini meliputi : kuda-kuda atap, pelat, kolom, balok, portal dan tangga.

### **2.3.1 Atap**

Atap adalah elemen struktur yang berfungsi melindungi bangunan beserta apa yang ada didalamnya dari pengaruh panas dan hujan. Bentuk atap tergantung dari beberapa faktor misalnya: iklim, arsitektur, utilitas bangunan, dan sebagainya, dan menyerasikannya dengan rangka bangunan atau bentuk denah agar dapat menambah indah dan anggun serta menambah nilai harga bangunan itu.

### **2.3.2 Pelat**

Pelat adalah elemen bidang tipis yang menahan beban transfersal yang melalui aksi lentur ke masing-masing tumpuan. (*Syahril dan Wahyudi, 1999*)

Pelat merupakan struktur bidang permukaan yang lurus ( datar dan tidak melengkung ) yang mendukung beban mati dan beban hidup. Tebalnya jauh lebih kecil dibanding dimensinya yang lain. Geometri suatu pelat dibatasi oleh garis lurus/garis lengkung. Ditinjau dari statika kondisi tepi pelat bisa bebas, bertumpuan sederhana, jepit, termasuk tumpuan elastis dan jepit elastis atau bisa berupa tumpuan titik/terpusat. (*Szilard Rudolph, 1989*)

Pelat merupakan panel-panel beton bertulang yang mungkin tulangnya dua arah atau satu arah saja, tergantung sistem strukturnya.

#### **2.3.2.1 Pelat satu arah**

Pelat satu arah adalah pelat yang didukung pada dua tepi yang berhadapan saja, sehingga lendutan yang timbul hanya satu arah saja, yaitu pada arah yang tegak lurus terhadap arah dukungan tepi. Atau dengan kata lain pelat satu arah adalah pelat yang mempunyai perbandingan antara sisi panjang terhadap sisi pendek yang saling tegak lurus lebih besar dari dua, dengan lendutan utama pada sisi yang lebih pendek. (*Istimawan, 1994*)

### 2.3.2.2 Pelat dua arah

Pelat dua arah adalah pelat yang didukung sepanjang keempat sisinya dengan lendutan yang akan timbul pada dua arah yang saling tegak lurus, atau perbandingan antara sisi panjang dan sisi pendek yang saling tegak lurus kurang dari dua. (*Istimawan, 1994*)

### 2.3.3 Kolom

Kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial desak vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil. ( SK SNI –T 15-1991-03 )

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (*frame*) struktur yang memikul beban dari balok induk, maupun balok anak. Kolom meneruskan beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi. Keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur. (*Istimawan, 1994*)

### 2.3.4 Balok

Balok adalah batang struktural yang hanya menerima beban-beban tegak saja dan dapat dianalisa apabila diagram geser dan diagram momennya telah didapatkan. (*Istimawan, 1994*).

### 2.3.5 Portal

Portal adalah suatu rangka struktur pada bangunan yang harus mampu menahan beban-beban yang bekerja, baik beban mati, beban hidup, maupun beban sementara. Portal merupakan suatu sistim struktur kerangka yang terdiri dari rakitan elemen struktur yang berupa beton bertulang, elemen balok, kolom, atau dinding geser. Portal ada dua macam meliputi sebagai berikut ini.

- a. Portal tak bergoyang (*braced frame*), yaitu :
  - Portal berbentuk simetris dan beban yang bekerja juga simetris, dan
  - Portal yang mempunyai kaitan dengan konstruksi lain yang tidak memungkinkan untuk bergoyang.

b. Portal bergoyang , yaitu :

- Beban yang bekerja tidak simetris pada struktur portal yang simetris maupun asimetris, dan
- Beban yang bekerja simetris pada portal yang asimetris.

### 2.3.6 Tangga

Tangga adalah jalur bergerigi (mempunyai trap-trap) yang menghubungkan satu lantai dengan lantai di atasnya, sehingga berfungsi sebagai jalan untuk naik dan turun antar tingkat. (*Benny Puspantoro, 1987*)

## 2.4 Pembebanan

### 2.4.1 Macam-macam pembebanan

Beban-beban yang bekerja pada suatu konstruksi dapat diklasifikasikan menjadi (lima) macam (PPIUG,1983) sebagai berikut.

#### 1. Beban mati

Beban mati ialah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisah dari gedung itu.

#### 2. Beban hidup

Beban hidup adalah beban yang terjadi akibat penghunian/penggunaan suatu gedung dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap ke dalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air. Kedalam beban hidup tidak termasuk beban angin, beban gempa, dan beban khusus.

### 3. Beban angin

Beban angin ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.

### 4. Beban gempa

Beban gempa ialah semua beban static ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang akan diartikan dengan beban gempa di sini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa.

### 5. Beban khusus

Beban khusus ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan pondasi, susut, gaya-gaya tambahan yang berasal dari beban hidup seperti gaya rem yang berasal dari kren (*crane*), gaya sentrifugal dan gaya dinamis dari mesin-mesin serta pengaruh-pengaruh khusus lainnya.

#### 2.4.2 Kombinasi pembebanan

Provisi keamanan yang diisyaratkan dalam SNI T-15-1991-03 dapat dibagi dalam dua bagian yaitu: provisi faktor beban dan provisi faktor reduksi kekuatan. Kuat perlu ( $U$ ) dari suatu struktur harus dihitung dengan beberapa kombinasi beban yang bekerja pada struktur tersebut ( pasal 3.2.2 SNI T-15-1991-03 ).

##### 1. Untuk kondisi beban mati ( $D$ ) dan beban hidup ( $L$ )

$$U = 1,2 D + 1,6L \dots \dots \dots ( 2.4.1 )$$

##### 2. Bila beban angin ( $W$ ) turut diperhitungkan, maka pengaruh kombinasi beban mati ( $D$ ), beban hidup ( $L$ ) dan angin ( $W$ ), berikut ini harus dipilih untuk menentukan nilai kuat perlu ( $U$ ) terbesar.

$$U = 0,75 ( 1,2D + 1,6L + 1,6W ) \dots \dots \dots ( 2.4.2 )$$

Dengan beban hidup ( $L$ ) yang kosong, turut pula diperhitungkan untuk mengantisipasi kondisi yang bahaya, sehingga :

$$U = 0,9D + 1,3W \dots \dots \dots ( 2.4.3 )$$

3. Bila ketahanan struktur terhadap beban gempa (E) turut diperhitungkan,

$$U = 1,05 ( D + L_R \pm E ) \dots\dots\dots ( 2.4.4 )$$

Atau

$$U = 0,9 ( D \pm E ) \dots\dots\dots ( 2.4.5 )$$

Dengan  $L_R$  = beban hidup yang telah direduksi sesuai dengan ketentuan SNI 1726-1989-F tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung. Nilai beban gempa (E) ditetapkan berdasarkan ketentuan SNI 1726-1989-F

4. Bila tekanan horizontal tanah (H) turut diperhitungkan kuat perlu (U) minimum harus sama dengan :

$$U = 1,2D + 1,6L + 1,6H \dots\dots\dots ( 2.4.6 )$$

Untuk keadaan dimana pengaruh beban mati (D) dan beban hidup (L) mengurangi efek dari tekanan horizontal tanah (H), koefisien beban mati (D) berubah menjadi 0,9 dan beban hidup (L) menjadi 0 (nol) sehingga:

$$U = 0,9D + 1,6H \dots\dots\dots ( 2.4.7 )$$

Nilai persamaan (2.4.6) dan (2.4.7) tidak boleh lebih kecil dari persamaan (2.4.1)

5. Bila pengaruh struktural (T) seperti akibat perbedaan penurunan (*differential settlement*), rangkai, susut, atau perubahan suhu cukup menentukan dalam perencanaan, kuat perlu harus diambil sebagai berikut :

$$U = 0,75 ( 1,2D + 1,2T + 1,6L ) \dots\dots\dots ( 2.4.8 )$$

6. Tetapi nilai kuat perlu (U) ini tidak boleh kurang dari

$$U = 1,2 ( D + T ) \dots\dots\dots ( 2.4.9 )$$

### 2.4.3 Faktor Reduksi Kekuatan ( $\phi$ )

Ketidakpastian kekuatan bahan terhadap pembebanan dianggap sebagai faktor reduksi kekuatan ( $\phi$ ). Menurut SK SNI T-15-1991-03, faktor reduksi ( $\phi$ ) ditentukan sebagai berikut :

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Perencanaan Atap

Perencanaan atap baja dalam perencanaan Gedung Pimpinan Daerah Muhammadiyah Semarang ini menggunakan metode perencanaan tegangan kerja (*working stress design*) dari AISC.. Perencanaan ini meliputi :

##### 3.1.1 Perencanaan gording

Dalam perencanaan gording harus memenuhi syarat-syarat antara lain :

➤ Tegangan :

$$\frac{fbx}{0,66 Fy} + \frac{fby}{0,75 Fy} \leq 1,0 \quad \dots\dots\dots( 3.1.1 )$$

$$fbx = \frac{M_{\perp} \cdot \max}{Sx} \quad \dots\dots\dots( 3.1.2 )$$

$$fby = \frac{M_{\parallel} \cdot \max}{Sy} \quad \dots\dots\dots( 3.1.3 )$$

- dimana :
- fbx = tegangan lentur arah sumbu x (ksi)
  - fby = tegangan lentur arah sumbu y (ksi)
  - Fy = tegangan leleh baja (ksi)
  - Sx = modulus elastis tampang arah sumbu x (in<sup>3</sup>)
  - Sy = modulus elastis tampang arah sumbu y (in<sup>3</sup>)
  - M<sub>⊥</sub> = momen tegak lurus sumbu batang (kin)
  - M<sub>∥</sub> = momen sejajar sumbu batang (kin)

➤ Lendutan :

$$\delta_{\perp} = \frac{5}{384} \frac{q_{\perp} \cdot L^4}{EI_x} \leq \frac{L}{360} \quad \dots\dots\dots( 3.1.4 )$$

$$\delta_{\parallel} = \frac{5}{384} \frac{q_{\parallel} \cdot \left( \frac{L}{(a+1)} \right)^4}{EI_y} \leq \frac{L}{360} \quad \dots\dots\dots( 3.1.5 )$$

$$\delta = \sqrt{\delta_{\perp}^2 + \delta_{\parallel}^2} \quad \dots\dots\dots ( 3.1.6 )$$



- dimana :
- $\delta$  = resultan lendutan (mm)
  - $\delta_{\perp}$  = lendutan tegak lurus sumbu batang (mm)
  - $\delta_{//}$  = lendutan searah sumbu batang (mm)
  - E = modulus elastis baja (29000 ksi)
  - I<sub>x</sub> = Inersia arah sumbu x (mm<sup>4</sup>)
  - I<sub>y</sub> = Inersia arah sumbu y (mm<sup>4</sup>)

### 3.1.2 Perencanaan sagrod

Perencanaan sagrod ini menentukan diameter kabel yang akan dipakai

$$P = 0,33 \cdot F_u \cdot A_{sagrod} \quad \dots\dots\dots (3.1.7)$$

Beban yang digunakan adalah beban arah sejajar sumbu ( $P_{//}$ ) :

$$P_{//} = P \cdot \sin \alpha \cdot S_s \quad \dots\dots\dots (3.1.8)$$

Sehingga luas tampang sagrod :

$$A_{sagrod} = \frac{P_{//}}{0,33 \cdot F_u} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{sagrod}^2 \quad \dots\dots\dots (3.1.9)$$

$$D_{sagrod} = \sqrt{\frac{P_{//} \cdot 4}{0,33 \cdot F_u \cdot \pi}} \quad \dots\dots\dots (3.1.10)$$

$$D_{pakai} = D_{sagrod} + 3 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots (3.1.11)$$

- dimana :
- P = gaya yang bekerja (kips)
  - P<sub>//</sub> = gaya sejajar sumbu batang (kips)
  - F<sub>u</sub> = kuat tarik baja (ksi)
  - S<sub>s</sub> = jarak beban sagrod (in)
  - D = diameter baja (in)
  - A = luas penampang (in<sup>2</sup>)

### 3.1.3 Perencanaan Tierod

$$\text{Gaya batang } T = \frac{P}{\cos \alpha} \quad \dots\dots\dots (3.1.12)$$

$$T = 0,33 \cdot F_u \cdot A_{tierod} \quad \dots\dots\dots (3.1.13)$$

Sehingga :

$$A_{tierod} = \frac{T}{0,33 \cdot F_u} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{tierod}^2 \quad \dots\dots\dots (3.1.14)$$

$$D_{\text{tierod}} = \sqrt{\frac{4 \cdot T}{0,33 \cdot F_u \cdot \pi}} \quad \dots\dots\dots(3.1.15)$$

$$D_{\text{pakai}} = D_{\text{tierod}} + 3\text{mm} \quad \dots\dots\dots(3.1.16)$$

dimana : T = tegangan yang bekerja (kips)  
 Fu = kuat tarik baja (ksi)  
 D = diameter baja (in)  
 A = luas penampang baja (in<sup>2</sup>)

### 3.1.4 Perencanaan Batang Tarik

Langkah – langkah perencanaan batang tarik :

#### 1. Menentukan angka kelangsingan ( $\lambda=L/r$ ) maksimum :

Angka kelangsingan ( $\lambda=L/r$ ) maksimum yang dapat diterima untuk batang tarik

Untuk elemen/batang utama.....  $\lambda = L/r \leq 240$

Untuk elemen/batang sekunder/*bracing* .....  $\lambda = L/r \leq 300$

Sehingga untuk elemen/batang utama, diperoleh :

$$r_{\text{min}} = \frac{L}{240} \quad \dots\dots\dots(3.1.17)$$

#### 2. Menentukan luas bruto ( $A_g$ ), luas netto ( $A_n$ ) dan luas efektif ( $A_e$ ) :

$$A_{g1 \text{ perlu}} = \frac{T}{0,6 \cdot F_y} \quad \dots\dots\dots(3.1.18)$$

$$A_{g2 \text{ perlu}} = \frac{T}{0,50 \cdot F_u \cdot \mu} + A_{\text{lubang}} \quad \dots\dots\dots(3.1.19)$$

$$A_{\text{lubang}} = \left( \frac{1}{8} + \phi_{\text{baut}} \right) t p \cdot n \quad \dots\dots\dots(3.1.20)$$

$$A_{\text{netto}} = A_{\text{bruto}} - A_{\text{lubang}} \quad \dots\dots\dots(3.1.21)$$

$$A_{\text{effektif}} = A_{\text{netto}} \cdot \mu \quad \dots\dots\dots(3.1.22)$$

dimana : L = panjang batang (in)  
 T = gaya tarik (kips)  
 r = jari –jari inersia terkecil profil (in)

- $A_{netto}$  = luas bersih penampang (mm)  
 $A_g$  = luas kotor penampang (mm)  
 $n$  = jumlah batang  
 $\varnothing$  = diameter (in)  
 $\mu$  = faktor reduksi luas netto, dengan kriteria :
- lebar sayap  $\geq 2/3$  X kedalaman, sambungan pada sayap-sayap minimal 3 ikatan pergaris dalam garis tekanan  $\mu = 0,90$
  - minimum 3 ikatan perbaris tekanan yang tidak sama dengan kriteria diatas  $\mu = 0,85$
  - 2 ikatan pergaris tekanan  $\mu = 0,75$

### 3. Kontrol kelangsingan

$$\lambda_{ada} = \frac{k.L}{r_{ada}} \leq 240 \quad \dots\dots\dots( 3.1.23 )$$

dimana :  $kL/r$  = angka kelangsingan elemen tarik

### 4. Kontrol Tegangan Tarik yang terjadi

◦ Tampang tanpa lubang :  $f_a = \frac{T}{A_{profil}} \leq 0,6.F_y \quad \dots\dots\dots( 3.1.24 )$

◦ Tampang ada lubang :  $f_a = \frac{T}{A_{efektif}} \leq 0,5.F_u \quad \dots\dots\dots( 3.1.25 )$

dimana :  $f_a$  = tegangan tarik yang terjadi (ksi)

### 3.1.5 Perencanaan Batang Desak

**Langkah – langkah perencanaan batang desak :**

#### 1. Menentukan Profil

Dalam menentukan profil baja untuk batang desak, dapat dilakukan dengan proses yang sama dengan proses penentuan profil batang tarik.

#### 2. Kontrol Terhadap Tekuk dan Kelangsingan

Setelah profil baja didapat, dilakukan terlebih dahulu dengan mengontrol tekuk setempat (*lokal buckling*) :

$$\frac{bf}{tw} \leq \frac{76}{\sqrt{F_y}} \quad (\text{Ksi}) \quad \dots\dots\dots(3.26)$$

dan kontrol kelangsingan :

$$\frac{kL}{r} \leq C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} = \frac{755}{\sqrt{F_y}} \quad (\text{Fy dalam Ksi}) \quad \dots(3.1.27)$$

$$\leq C_c = \frac{6400}{\sqrt{F_y}} \quad (\text{Fy dalam Kg/cm}^2) \quad \dots(3.1.28)$$

$$\leq C_c = \frac{1987}{\sqrt{F_y}} \quad (\text{Fy dalam Mpa}) \quad \dots(3.1.29)$$

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \cdot \frac{kL/r}{C_c} - \frac{1}{8} \left( \frac{kL/r}{C_c} \right)^3 \quad \dots\dots\dots(3.1.30)$$

$$F_a = \frac{F_y}{FS} \left( 1 - 0,5 \left( \frac{Kl/r}{C_c} \right)^2 \right) \quad \dots\dots\dots(3.1.31)$$

tetapi jika  $\frac{kL}{r} > C_c$  , maka :

$$F_a = \frac{12}{23} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{(Kl/r)^2} \quad \dots\dots\dots(3.1.32)$$

dimana :  $F_a$  = tegangan ijin pada luas bruto dalam kondisi beban kerja (ksi)

$Kl/r$  = angka kelangsingan elemen desak

$FS$  = faktor keamanan

### 3. Kontrol Beban

$$T = F_a \cdot A \geq P_{\text{batang}} \quad \dots\dots\dots(3.1.33)$$

dimana :  $T$  = beban ijin

$P$  = beban yang terjadi

### 3.1.6 Perencanaan Sambungan

#### • Menghitung Kekuatan 1 Baut

$$P_{\text{tumpuan}} = t_p \cdot D_{\text{baut}} \cdot 1,2 \cdot F_{u \text{ plat}} \cdot N \quad \dots\dots\dots(3.1.35)$$

$$D_{\text{baut}} = \frac{P_{\text{tumpuan}}}{1,2 \cdot F_u \cdot N \cdot t_p} \quad \dots\dots\dots(3.1.36)$$

$$P_{\text{geser}} = A_{\text{baut}} \cdot F_v \cdot 2N = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{baut}}^2 \cdot F_v \cdot 2N \quad \dots\dots\dots(3.1.37)$$

$$D_{\text{baut}} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{\text{geser}}}{2 \cdot \pi \cdot F_v \cdot N}} \quad \dots\dots\dots(3.1.38)$$

$$F_v = 0,22 \cdot F_{u \text{ baut}}, \text{ untuk baut Non Full Draat}$$

$$F_v = 0,17 \cdot F_{u \text{ baut}}, \text{ untuk baut Full Draat}$$

#### • Menghitung Jumlah Baut

$$N = \frac{P_{\text{yangterjadi}}}{P_{\text{1baut}}} \quad \dots\dots\dots(3.1.39)$$

## 3.2 Perencanaan Pelat 2 Arah

### 1. Menentukan tebal minimum pelat (h)

Pada SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.2.5 butir 3.3 memberikan pendekatan empiris mengenai batasan defleksi dilakukan dengan tebal pelat minimum sebagai berikut :

$$h \geq \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 5\beta \cdot \left[ \alpha_m - 0,12 \cdot \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right) \right]} \quad \dots\dots\dots(3.2.1)$$

$$\text{tetapi tidak boleh kurang dari : } h \geq \frac{\ln(0,8 + f_y/1500)}{36 + 9\beta} \quad \dots\dots\dots(3.2.2)$$

$$\text{dan tidak perlu lebih dari : } h \leq \frac{\ln(0,8 + f_y/1500)}{36} \quad \dots\dots\dots(3.2.3)$$

Dalam segala hal tebal minimum pelat tidak boleh kurang dari harga berikut :

- Untuk  $\alpha_m$  kurang dari ( $<$ ) 2,0 digunakan nilai h minimal 120 mm.
- Untuk  $\alpha_m$  lebih dari ( $\geq$ ) 2,0 digunakan nilai h minimal 90 mm.

- dimana :  $L_n$  = bentang bersih terkecil pada pelat dihitung dari muka kolom (mm)  
 $\alpha_m$  = rasio kekakuan balok terhadap pelat  
 $\beta$  = rasio panjang terhadap lebar bentang pelat

**2. Menentukan Momen Lentur terjadi**

Perencanaan dan analisis dengan menggunakan *metode koefisien momen*.

Besar momen lentur dalam arah bentang panjang :

$$M_{tx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot c_{tx} \dots\dots\dots (3.2.4)$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot c_{lx} \dots\dots\dots (3.2.5)$$

$$M_{ty} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot c_{ty} \dots\dots\dots (3.2.6)$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot c_{ly} \dots\dots\dots (3.2.7)$$

- dimana :  $q_u$  = beban merata  
 $L_x$  = panjang bentang pendek  
 $c_{tx}$  = koefisien momen tumpuan arah x  
 $c_{lx}$  = koefisien momen lapangan arah x  
 $c_{ty}$  = koefisien momen tumpuan arah y  
 $c_{ly}$  = koefisien momen lapangan arah y

Nilai koefisien momen ( c ) diambil dari tabel 13.3.1 dan 13.3.2 PBBI 1971

**3. Menentukan Tinggi manfaat (d) arah x dan y**

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \dots\dots\dots (3.2.8)$$

$$\rho_{mak} = 0,75 \cdot \rho_b \dots\dots\dots (3.2.9)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots (3.2.10)$$

Pada pelat dua arah, tulangan momen positif untuk kedua arah dipasang saling tegak lurus. Karena momen positif arah bentang pendek (x) lebih besar dari bentang panjang (y), maka tulangan bentang pendek diletakkan pada lapis bawah agar memberikan d (tinggi manfaat) yang besar.

$$d_x = h - P_b - \frac{1}{2} \cdot \phi_{tul. x} \dots\dots\dots (3.2.11)$$

$$d_y = h - P_b - \phi_{tul. x} - \frac{1}{2} \cdot \phi_{tul. y} \dots\dots\dots (3.2.12)$$

$d_y$  untuk tulangan tumpuan arah y ( $t_y$ ) sama dengan  $d_x$

#### 4. Menentukan Luas Tulangan (As) arah x dan y

$$R_n = \frac{Mu/\phi}{b \cdot d^2} \dots\dots\dots( 3.2.13 )$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} \dots\dots\dots ( 3.2.14 )$$

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \dots\dots\dots( 3.2.15 )$$

- Jika  $\rho_{ada} > \rho_{maks}$ ,  $\longrightarrow$  tebal minimum (h) harus perbesar
- Jika  $\rho_{min} < \rho_{ada} < \rho_{maks}$   $\longrightarrow$  dipakai nilai :  $\rho_{pakai} = \rho_{ada}$
- Jika  $\rho_{ada} < \rho_{maks} < \rho_{min}$  dan :
  1.  $1,33 \cdot \rho_{ada} > \rho_{min}$   $\longrightarrow$  dipakai nilai :  $\rho_{perlu} = \rho_{min}$
  2.  $1,33 \cdot \rho_{ada} < \rho_{min}$   $\longrightarrow$  dipakai nilai :  $\rho_{perlu} = 1,33 \cdot \rho_{ada}$

Setelah didapatkan nilai  $\rho_{perlu}$ , maka :

$$A_{S_{perlu}} = \rho_{perlu} \cdot b \cdot d \geq A_{S_{tul}} \text{ bagi/susut} = 0,002 \cdot b \cdot h \dots\dots\dots ( 3.2.16 )$$

Nilai lebar pelat (b), diambil tiap 1 meter (1000 mm).

$$\text{Jarak antar tulangan : } s \leq \frac{A_1 \cdot b}{A_{S_{perlu}}} \dots\dots\dots ( 3.2.17 )$$

$$s \leq 2h \dots\dots\dots ( 3.2.18 )$$

$$s \leq 250 \text{ mm} \dots\dots\dots ( 3.2.19 )$$

Diambil nilai jarak antar tulangan (s) yang terkecil, sehingga didapatkan nilai

$$A_{S_{ada}} = \frac{A_1 \cdot b}{s} \dots\dots\dots( 3.2.20 )$$

#### 5. Kontrol kapasitas lentur pelat yang terjadi

$$a = \frac{A_{S_{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \dots\dots\dots( 3.2.21 )$$

$$M_n = A_{S_{ada}} \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) \geq \frac{Mu}{\phi} \dots\dots\dots( 3.2.22 )$$

Bila  $\rho_{perlu} = 1,33 \rho_{ada}$  , maka :

$$M_n = A_{S_{ada}} \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) \geq 1,33 \frac{Mu}{\phi} \dots\dots\dots( 3.2.23 )$$

### 3.3 Perencanaan Balok

Langkah-langkah perencanaan elemen balok adalah sebagai berikut :

#### 1. Menentukan mutu beton dan baja tulangan

- faktor blok tegangan beton ( $\beta_1$ ), sama dengan : (SK SNI T-15-1991-03 Pasal 3.3.2 butir 7.3)

$$f'c \leq 30 \text{ MPa} \longrightarrow \beta_1 = 0,85$$

$$f'c > 30 \text{ MPa} \longrightarrow \beta_1 = 0,85 - 0,008 \cdot (f'c - 30) \geq 0,65 \quad \dots\dots(3.3.1)$$

#### 2. Menentukan nilai rasio tulangan ( $\rho$ )

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \quad \dots\dots\dots(3.3.2)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b \quad \dots\dots\dots(3.3.3)$$

dalam perencanaan dipakai nilai  $\rho$  :  $\rho_{pakai} = 0,5 \cdot \rho_{maks} > \rho_{min} \quad \dots\dots\dots(3.3.4)$

dimana :

$\rho_b$  = rasio tulangan terhadap luas beton efektif dalam keadaan seimbang

$\rho_{maks}$  = rasio tulangan maksimum

$\rho_{pakai}$  = rasio tulangan yang dipakai dalam perencanaan

$\rho_{min}$  = rasio tulangan minimum

#### 3. Menentukan tinggi efektif (d) dan lebar (b) penampang beton

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} \quad \dots\dots\dots(3.3.5)$$

$$R_n = \rho \cdot f_y \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m) \quad \dots\dots\dots(3.3.6)$$

$$b \cdot d^2 = \frac{M_u / \theta}{R_n} \quad \dots\dots\dots(3.3.7)$$

Tentukan b, didapat  $d_{perlu}$

***Jika nilai  $d_{diketahui} (\geq) d_{perlu}$ , maka digunakan tulangan sebalah.***

***Jika nilai  $d_{diketahui} (<) d_{perlu}$ , maka digunakan tulangan rangkap.***

$$d_{diketahui} = h_{diketahui} - P_b - \emptyset \text{ sengkang} - (1/2) \emptyset \text{ tulangan rencana}$$

dimana :

m = perbandingan isi dari tulangan memanjang dari bentuk yang tertutup

$R_n$  = koefisien tahanan untuk perencanaan kuat



- $d$  = tinggi efektif penampang ,diukur dari serat atas ke pusat tul. tarik (mm)  
 $M_u$  = momen lentur ultimit akibat beban luar (Nmm)  
 $\phi$  = faktor reduksi kekuatan, diambil nilai 0,80 (lentur tanpa aksial)  
 $h$  = tinggi total penampang beton (mm)

### 3.3.1 Perencanaan Balok Penampang Persegi Menahan Lentur Tulangan Sebelah

Balok lentur tulangan sebelah direncanakan, *jika nilai  $d_{diketahui} \geq d_{perlu}$ .*

Langkah – langkah perencanaannya sebagai berikut :

#### 1. Menentukan $\rho_{ada}$ dan $Rn_{ada}$

$$Rn_{ada} = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d_{diketahui}^2} \dots\dots\dots( 3.3.8 )$$

$$\rho_{ada} = \frac{Rn_{ada}}{Rn} \cdot \rho > \rho_{min} \dots\dots\dots( 3.3.9 )$$

#### 2. Menentukan Luas tulangan ( $A_s$ )

$$A_s = \rho_{ada} \cdot b \cdot d_{diketahui} \dots\dots\dots( 3.3.10 )$$

$$n = \frac{A_s}{A_{1\emptyset}} ; n \text{ bilangan bulat} \dots\dots\dots( 3.3.11 )$$

$n \geq 2$  batang

$$A_{S_{ada}} = n \cdot A_{1\emptyset} > A_s \dots\dots\dots( 3.3.12 )$$

dimana :  $A_s$  = Luas tulangan tarik longitudinal ( $mm^2$ )

$n$  = jumlah tulangan yang dipakai (buah)

$A_{S_{ada}}$  = Luas tulangan tarik longitudinal yang ada ( $mm^2$ )

$A_{1\emptyset}$  = Luas tampang 1 buah tulangan ( $mm^2$ )

$\rho_{ada}$  = rasio tulangan berdasarkan perhitungan luas penampang beton

$Rn_{ada}$  = koefisien tahanan untuk perencanaan kuat

#### 3. Kontrol kapasitas Lentur yang terjadi

$$a = \frac{A_{S_{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \dots\dots\dots( 3.3.13 )$$

$$M_n = A_{s_{ada}} \cdot f_y \cdot (d_{diketahui} - a/2) > M_u/\phi \quad \dots\dots\dots(3.3.14)$$

dimana : a = tinggi blok tegangan persegi ekivalen (mm)

M<sub>n</sub> = kapasitas lentur nominal yang terjadi (Nmm)

### 3.3.2 Perencanaan Balok Penampang Persegi Menahan lentur Tulangan Rangkap

Balok lentur tulangan rangkap direncanakan, *jika nilai d<sub>diketahui</sub> < d<sub>perlu</sub>*.

Langkah – langkah perencanaannya sebagai berikut :

#### 1. Menentukan A<sub>s1</sub> dan M<sub>n1</sub>

$$A_{s1} = \rho_1 \cdot b \cdot d_{diketahui} \quad \dots\dots\dots(3.3.15)$$

Diambil  $\rho_1 = \rho_{awal} = 0,5 \rho_{maks}$

$$a = \frac{A_{s1} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} \quad \dots\dots\dots(3.3.16)$$

$$M_{n1} = A_{s1} \cdot f_y \cdot (d_{diketahui} - a/2) < M_u/\phi \quad \dots\dots\dots(3.3.17)$$

#### 2. Menentukan M<sub>n2</sub>

$$M_u/\phi \leq M_n = M_{n1} + M_{n2}$$

$$M_{n2} = M_u/\phi - M_{n1} \quad \dots\dots\dots(3.3.18)$$

dimana:

M<sub>n1</sub> = kuat momen pas. kopel gaya beton tekan dan tul. baja tarik (Nmm)

M<sub>n2</sub> = kuat momen pas.kopel tul.baja tekan dan baja tarik tambahan (Nmm)

#### 3. Menentukan A<sub>s'</sub> = A<sub>s2</sub> dan A<sub>s</sub>

Tegangan baja desak;

$$f_{s'} = 600 \cdot \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1}{(\rho - \rho') \cdot f_y} \cdot \frac{d'}{d_{diketahui}} \right\} \quad \dots\dots\dots(3.3.19)$$

*jika f<sub>s'</sub> ≥ f<sub>y</sub>, maka baja desak sudah leleh, sehingga dipakai : f<sub>s'</sub> = f<sub>y</sub>*

*jika f<sub>s'</sub> < f<sub>y</sub>, maka baja desak belum leleh, sehingga dipakai : f<sub>s'</sub> = f<sub>s'</sub>*

$$A_{s'} = \frac{M_{n2}}{f_{s'} \cdot (d_{diketahui} - d')} \quad \dots\dots\dots(3.3.20)$$

$$n' \geq \frac{As'}{A_{l\phi}} ; \quad n \text{ bilangan bulat}$$

$$n \geq 2 \text{ batang}$$

$$As = As_1 + As', \quad As' = As_2 \quad \dots\dots\dots(3.3.21)$$

$$n \geq \frac{As}{A_{l\phi}} ; \quad n \text{ bilangan bulat}$$

$$n \geq 2 \text{ batang}$$

dimana :  $\rho_1$  = rasio tulangan yang dipakai dalam perencanaan

$As_1$  = luas penampang tulangan baja tarik ( $\text{mm}^2$ )

$As_2$  = luas penampang tulangan baja tarik tambahan ( $\text{mm}^2$ )

$As'$  = luas penampang tulangan baja tekan ( $\text{mm}^2$ )

$n'$  = jumlah tulangan desak yang dipakai (buah)

$n$  = jumlah tulangan tarik yang dipakai (buah)

#### 4. Kontrol kapasitas Lentur yang terjadi

$$\rho = \frac{As}{b \cdot d_{diketahui}} \quad \dots\dots\dots(3.3.22)$$

$$\rho' = \frac{As'}{b \cdot d_{diketahui}} \quad \dots\dots\dots(3.3.23)$$

Tegangan baja desak

$$fs' = 600 \cdot \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1}{(\rho - \rho') \cdot fy} \cdot \frac{d'}{d_{diketahui}} \right\} < fy$$

$$a = \frac{As \cdot fy - As' \cdot fs'}{0,85 \cdot f'c \cdot b} \quad \dots\dots\dots(3.3.24)$$

$$Mn = Mn_1 + Mn_2$$

$$= (As \cdot fy - As' \cdot fs') \cdot (d_{diketahui} - \frac{a}{2}) + (As' \cdot fs') \cdot (d_{diketahui} - d') \quad \dots\dots\dots(3.3.25)$$

### 3.3.3 Perencanaan Geser Balok

Langkah–langkah perencanaan tulangan geser pada balok, sebagai berikut :

#### 1. Menentukan tegangan geser beton ( $V_c$ )

Tegangan geser beton biasa dinyatakan dalam fungsi dari  $\sqrt{f'c}$  dan kapasitas beton dalam menerima geser menurut SK SNI T-15-1991-03 adalah sebesar :

$$V_c = \left( \frac{1}{6} \sqrt{f'c} \right) . b . d \text{ (Newton)} \quad \dots\dots\dots (3.3.26)$$

Sedangkan kekuatan minimal tulangan geser vertikal menahan geser, dinyatakan

dalam :  $V_{s_{min}} = \frac{1}{3} . b . d \text{ (Newton)} \quad \dots\dots\dots (3.3.27)$

#### 2. Menentukan jarak sengkang

Berdasarkan kriteria jarak sengkang pada SK SNI T-15-1991-03, adalah sebagai berikut :

- Bila  $V_u \leq 0,5 \phi V_c \quad \dots\dots\dots (3.3.28)$

Geser tidak diperhitungkan

- Bila  $0,5 . V_c < \frac{V_u}{\phi} \leq V_c \quad \dots\dots\dots (3.3.29)$

Perlu tulangan geser kecuali untuk struktur sebagai berikut : struktur pelat (lantai, atap, pondasi), balok  $h \leq 25 \text{ cm}$ , atau  $h \leq 2,5h_f$ .

Tulangan geser dengan jarak :

$$s \leq \frac{A_v . f_y . d}{V_{s_{min}}} \quad \dots\dots\dots (3.3.30)$$

$$\leq \frac{d}{2} \quad \dots\dots\dots (3.3.31)$$

$$\leq 600 \text{ mm}$$

- Bila  $V_c < \frac{V_u}{\phi} \leq (V_c + V_{s_{min}}) \quad \dots\dots\dots (3.3.32)$

Maka perlu tulangan geser, dengan jarak sengkang :

$$s \leq \frac{A_v . f_y . d}{V_{s_{min}}}$$

$$\leq \frac{d}{2}$$

$$\leq 600 \text{ mm}$$

- Bila  $(V_c + V_{s_{min}}) < V_u/\phi \leq 3.V_c$  .....( 3.3.33 )

Maka perlu tulangan geser, dengan jarak sengkang :

$$s \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{(V_u/\phi - V_c)} \quad \dots\dots\dots ( 3.3.34 )$$

$$\leq d/2$$

$$\leq 600 \text{ mm}$$

- Bila  $3.V_c < V_u/\phi \leq 5.V_c$  .....( 3.3.35 )

Maka perlu tulangan geser, dengan jarak sengkang :

$$s \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{(V_u/\phi - V_c)}$$

$$\leq d/4$$

$$\leq 300 \text{ mm}$$

- Bila  $V_u/\phi > 5V_c$

Maka ukuran balok diperbesar .....( 3.3.36 )

dimana :  $V_{s_{min}}$  = kuat geser nominal tulangan geser minimal (N)

$V_c$  = tegangan ijin geser beton (MPa)

$V_u$  = gaya geser berfaktor akibat beban luar (N)

$\phi$  = faktor reduksi kekuatan, diambil nilai 0,60 (geser dan torsi)

$A_v$  = luas penampang tulangan geser (mm)

### 3.3.4 Perencanaan Geser dan Torsi Balok

Langkah-langkah perencanaan geser dan torsi balok adalah sebagai berikut:

#### 1. Identifikasi jenis torsi

- Untuk struktur statis tertentu : torsi keseimbangan

Pengaruh torsi diperhitungkan apabila momen torsi terfaktor :

$$T_u \geq \phi \left( \frac{1}{20} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \Sigma x^2 \cdot y \right) \quad \dots\dots\dots ( 3.3.37 )$$

- Untuk struktur statis tak tentu : torsi kompatibilitas

Pengaruh torsi diperhitungkan apabila momen torsi terfaktor :

$$T_u \geq \phi \left( \frac{1}{9} \sqrt{f'c} \cdot \Sigma x^2 \cdot y \right) \dots\dots\dots( 3.3.38 )$$

**2. Menentukan kuat momen torsi nominal (Tn)**

Kontrol kuat momen torsi yang terjadi :  $T_u \geq \phi T_n$

$$T_n = T_c + T_s \dots\dots\dots( 3.3.39 )$$

**• Bila Puntir Murni**

$$T_c = \left( \frac{1}{15} \sqrt{f'c} \right) \cdot \Sigma x^2 \cdot y \dots\dots\dots( 3.3.40 )$$

**• Bila Puntir Murni + Geser :**

$$T_c = \frac{\left( \frac{1}{15} \sqrt{f'c} \cdot \Sigma x^2 \cdot y \right)}{\sqrt{1 + \left( \frac{0,4 \cdot V_u}{C_t \cdot T_u} \right)^2}} \dots\dots\dots( 3.3.41 )$$

$$C_t = \frac{b_w \cdot d}{\Sigma x^2 \cdot y} \dots\dots\dots( 3.3.42 )$$

$$V_c = \left( \frac{\frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d}{\sqrt{1 + (2,5 \cdot C_t \cdot T_u / V_u)^2}} \right) \dots\dots\dots( 3.3.43 )$$

**• Bila Puntir Murni + Geser + Gaya Aksial :**

$$T_c = \frac{\left( \frac{1}{15} \sqrt{f'c} \cdot \Sigma x^2 \cdot y \right)}{\sqrt{1 + \left( \frac{0,4 \cdot V_u}{C_t \cdot T_u} \right)^2}} \cdot \left( 1 + 0,3 \cdot \frac{N_u}{A_g} \right) \dots\dots\dots ( 3.3.44 )$$

$$V_c = \left( \frac{\frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d}{\sqrt{1 + (2,5 \cdot C_t \cdot T_u / V_u)^2}} \right) \cdot \left( 1 + 0,3 \cdot \frac{N_u}{A_g} \right) \dots\dots\dots( 3.3.45 )$$

1. Jika  $\frac{T_u}{\phi} \leq T_c$   $\longrightarrow$  torsi diabaikan

2. Jika  $\frac{T_u}{\phi} > T_c$   $\longrightarrow$  perlu tulangan torsi

Untuk torsi keseimbangan :  $T_s = \frac{T_u}{\phi} - T_c \dots\dots\dots ( 3.3.46 )$

$$\text{Untuk torsi kompatibilitas : } T_s = \frac{1}{9} \sqrt{f'c} \cdot \sum x^2 \cdot y \cdot \frac{1}{3} - T_c \quad \dots\dots( 3.3.47 )$$

**3. Jika  $\frac{T_u}{\phi} > 4 T_c$   $\longrightarrow$  tampang diperbesar**

dimana :  $T_n$  = kekuatan nominal tampang torsi (Nmm)

$T_u$  = kekuatan torsi terfaktor akibat beban geser (Nmm)

$T_s$  = kekuatan baja nominal menahan torsi (Nmm)

$T_c$  = kekuatan beton nominal menahan torsi (Nmm)

$N_u$  = gaya aksial terfaktor, (+) untuk tekan, (-) untuk tarik (N)

$A_g$  = luas tampang beton ( $\text{mm}^2$ )

**3. Menghitung perbandingan luas tulangan torsi dan jarak sengkang**

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_s}{\alpha \cdot x_1 \cdot y_1 \cdot f_y} \quad \dots\dots\dots( 3.3.48 )$$

$$\alpha_t = \frac{1}{3} \left( 2 + \frac{y_1}{x_1} \right) \leq 1,5 \quad \dots\dots\dots ( 3.3.49 )$$

**4. Menentukan tulangan geser + torsi**

Bila  $V_c < \frac{V_u}{\phi}$ , maka diperlukan tulangan geser.

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad \dots\dots\dots( 3.3.50 )$$

Perbandingan antara luas tulangan geser dan jarak :

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_y \cdot d} \quad \dots\dots\dots .( 3.3.51 )$$

Luas total sengkang ( tulangan torsi + geser )

$$\frac{A_{vt}}{s} = \frac{2 \cdot A_t}{s} + \frac{A_v}{s} \geq \frac{b_w \cdot s}{3 f_y} \quad \dots\dots\dots( 3.3.52 )$$

**5. Menentukan tulangan torsi memanjang**

$$A_{l1} = 2 \cdot A_t \cdot \left( \frac{x_1 + y_1}{s} \right) \text{ atau ;} \quad \dots\dots\dots( 3.3.53 )$$

$$A_{l1} = \left[ \frac{2,8 \cdot x \cdot s}{f_y} \left( \frac{T_u}{T_u + \frac{V_u}{3C_t}} \right) - 2 \cdot 2t \right] \cdot \left( \frac{x_1 + y_1}{s} \right) \quad \dots\dots( 3.3.54 )$$

Nilai  $A_{l1}$  diambil yang terbesar, tetapi nilai  $A_{l1}$  tidak lebih dari :

$$A_{l2} = \left[ \frac{2,8 \cdot x \cdot s}{f_y} \left( \frac{T_u}{T_u + V_u} \right) - \frac{b_w \cdot s}{3 \cdot f_y} \right] \left( \frac{x_1 + y_1}{s} \right) \dots\dots\dots( 3.3.55 )$$

- dimana :
- $A_v$  = luas sengkang menahan geser ( $\text{mm}^2$ )
  - $A_t$  = luas sengkang menahan torsi ( $\text{mm}^2$ )
  - $A_l$  = luas tulangan memanjang tambahan pada torsi ( $\text{mm}^2$ )

## 6. Kriteria tulangan geser dan torsi

- Jarak tulangan sengkang :  $s \leq \frac{x_1 + y_1}{4} \dots\dots\dots( 3.3.56 )$   
 $\leq 300 \text{ mm}$
- Tulangan memanjang disebar merata ke semua sisi dengan jarak tulangan memanjang  $\leq 300 \text{ mm}$
- $\phi$  tulangan memanjang  $\geq 12 \text{ mm}$
- $f_y$  tulangan torsi  $\leq 400 \text{ Mpa}$
- Tulangan torsi harus ada paling tidak sejauh  $(b + d)$  dari titik ujung teoritis torsi yang diperlukan.

## 3.4 Perencanaan Kolom Tunggal

### 3.4.1 Perencanaan Kolom Pendek

Perencanaan kolom pendek diawali dengan penentuan dimensi kolom, secara lengkap langkah-langkah perencanaan kolom pendek sebagai berikut :

1. Menentukan properties penampang kolom ( $b$ ,  $h$ ,  $f_c'$ ,  $f_y$ ,  $d'$ ,  $d$ )
2. Menghitung kapasitas kolom pendek

$$P_n = 0,85 \cdot f_c' \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y \dots\dots\dots( 3.4.1 )$$

- Untuk sengkang biasa :

$$\phi P_{no} = 0,8 \cdot \phi P_o = 0,8 \cdot \phi (0,85 \cdot f_c' \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y) \dots\dots\dots( 3.4.2 )$$

Karena  $P_u \leq \phi \cdot P_n$ , maka untuk kolom sehingga diperoleh  $A_{g\text{perlu}}$  :

$$A_{g\text{perlu}} = \frac{P_u}{0,8 \cdot \phi \cdot (0,85 \cdot f_c' \cdot (1 - \rho_g) + f_y \cdot \rho_g)} \dots\dots\dots ..( 3.4.3 )$$



**Tabel 2.1.** Nilai Faktor Reduksi kekuatan

	Gaya yang bekerja	Nilai ( $\phi$ )
1	Lentur tanpa beban aksial	0,8
2	Aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur	0,8
3	Aksial tekan, dan aksial tekan dengan lentur:	
	Dengan tulangan spiral	0,7
	Dengan tulangan sengkang ikat	0,65
4	Geser dan torsi	0,6
5	Tumpuan pada beton	0,7

## 2.5 Dasar-dasar Perencanaan

Peraturan-peraturan/standarisasi yang digunakan dalam perencanaan ulang Gedung Pimpinan Daerah Muhammadiyah Semarang adalah:

- a. Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI), 1971 NI-2.
- b. Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI), 1984.
- c. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG), 1983.
- d. Peraturan Perencanaan Ketahanan Untuk Rumah Dan Gedung (PPKURG), 1987.
- e. Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991-03).
- f. Pedoman Perencanaan Untuk Struktur Beton Bertulang Biasa dan Struktur Beton Bertulang Untuk Gedung, 1983.
- g. Tabel Manual of Steel Construction ASD-AISC (ninth edition).
- h. Tabel Profil Konstruksi Baja ( Ir. Morisco).

• Untuk sengkang spiral :

$$\phi P_{no} = 0,85 \cdot \phi P_o = 0,85 \cdot \phi (0,85 \cdot f_c' \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y) \quad \dots(3.4.4)$$

Karena  $P_u \leq \phi P_n$ , maka untuk kolom diperoleh  $A_{g_{perlu}}$  :

$$A_{g_{perlu}} = \frac{P_u}{0,85 \cdot \phi (0,85 \cdot f_c' \cdot (1 - \rho_g) + f_y \cdot \rho_g)} \quad \dots(3.4.5)$$

Sehingga setelah nilai  $A_{g_{perlu}}$  diperoleh, panjang dan lebar sisi kolom persegi atau diameter kolom bulat dapat ditentukan.

$$A_g = b \cdot h = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \quad \dots(3.4.6)$$

$$A_{st} = n\% \cdot A_g = A_s + A_{s'} \quad \dots(3.4.7)$$

$$A_{s'} = A_s = \frac{A_{st}}{2} \quad \dots(3.4.8)$$

$$P_o = 0,85 \cdot f_c' \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y \quad \dots(3.4.9)$$

$$P_{no} = 0,8 \cdot P_o \quad ; \text{ untuk sengkang biasa} \quad \dots(3.4.10)$$

$$P_{no} = 0,85 \cdot P_o \quad ; \text{ untuk sengkang spiral} \quad \dots(3.4.11)$$

dimana :  $P_o$  = kuat desak aksial nominal pada eksentrisitas nol (N)

$P_u$  = gaya desak aksial terfaktor pada eksentrisitas tertentu (N)

$P_n$  = kuat desak aksial pada eksentrisitas tertentu (N)

$A_{st}$  = luas tulangan total pada kolom ( $\text{mm}^2$ )

$A_{s'}$  = luas tulangan tekan pada kolom ( $\text{mm}^2$ )

$A_s$  = luas tulangan tarik pada kolom ( $\text{mm}^2$ )

### 3. Kapasitas kolom dengan beban eksentris

$$x_b = \frac{600}{600 + f_y} \cdot d \quad \dots(3.4.12)$$

$$f_s' = \frac{x - d'}{x} \quad \dots(3.4.13)$$

jika  $f_s' > f_y \Rightarrow f_s' = f_y$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot b (x_b \cdot \beta_1) \quad \dots(3.4.14)$$

$$C_s = A_{s'} \cdot (f_s' - 0,85 \cdot f_c') \quad \dots(3.4.15)$$

dengan nilai  $f_s'$  sebagai berikut :

$$f_s' = \frac{x_b \cdot d'}{x_b} \cdot 600 \quad \dots(3.4.16)$$

$$\begin{aligned}
 fs' > fy & \longrightarrow fs' = fy \\
 fs' < fy & \longrightarrow fs' = fs' \\
 Tb &= As \cdot fy \quad \dots\dots\dots( 3.4.17 ) \\
 Pnb &= Ccb + Csb - Tb \quad \dots\dots\dots( 3.4.18 ) \\
 Mnb &= Ccb \left( \bar{y} - \frac{a}{2} \right) + Csb (\bar{y} - d') + Tb (d - \bar{y}) \quad \dots\dots\dots( 3.4.19 ) \\
 eb &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \quad \dots\dots\dots( 3.4.20 )
 \end{aligned}$$

4. Tentukan nilai  $x$  yang akan digunakan

*jika  $x > xb$  ; kolom ditinjau terhadap kegagalan akibat desak*

*jika  $x < xb$  ; kolom ditinjau terhadap kegagalan akibat tarik*

$$\text{dengan } xb = \frac{600}{600 + fy} d$$

syarat kegagalan :

**a. runtuh seimbang**

$$x = xb$$

**b. runtuh desak**

$$Mn < Mnb ; e < eb ; Pn > Pnb$$

**c. runtuh tarik**

$$Mn < Mnb ; e > eb ; Pn < Pnb$$

kemudian dihitung

$$a = \beta_1 \cdot x \quad \dots\dots\dots( 3.4.21 )$$

$$fs' = \frac{x - d'}{x} \cdot 600 \quad \dots\dots\dots( 3.4.22 )$$

jika  $fs' > fy$  ;  $fs' = fy$

$$Ccb = 0,85 \cdot fc' \cdot b (xb \cdot \beta_1) \quad \dots\dots\dots( 3.4.23 )$$

$$Csb = As' \cdot (fs' - 0,85 \cdot fc') \quad \dots\dots\dots( 3.4.24 )$$

$$Tb = As \cdot fy \quad \dots\dots\dots( 3.4.25 )$$

$$Pnb = Ccb + Csb - Tb \quad \dots\dots\dots( 3.4.26 )$$

$$Mnb = Ccb \left( \bar{y} - \frac{a}{2} \right) + Csb (\bar{y} - d') + Tb (d - \bar{y}) \quad \dots\dots\dots( 3.4.27 )$$

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \dots\dots\dots( 3.4.28 )$$

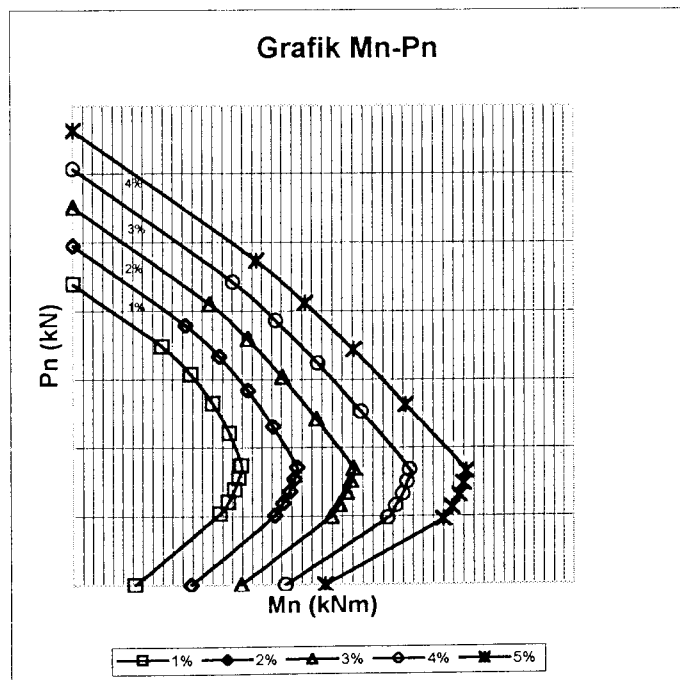
- dimana :  $M_{nb}$  = kapasitas lentur kolom dalam keadaan seimbang (Nmm)  
 $P_{nb}$  = kuat Desak aksial kolom dalam keadaan seimbang (N)  
 $e_b$  = eksentrisitas gaya pada kolom dalam keadaan seimbang (mm)  
 $f_s'$  = tegangan leleh baja tulangan yang terjadi (MPa)  
 $x_b$  = jarak serat terluar beton ketitik ditinjau keadaan seimbang (mm)  
 $x$  = jarak serat terluar beton ketitik ditinjau (mm)

5. Pada saat  $P_n = 0$  ;  $M_n$  dihitung dengan menghitung seperti balok bertulangan sebelah.

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \dots\dots\dots( 3.4.29 )$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \dots\dots\dots( 3.4.30 )$$

6. Gambar Diagram Momen Nominal ( $M_n$ ) dan Gaya Desak Aksial Nominal ( $P_n$ ) ( $A_{st}=1\%.A_g, A_{st}=2\%.A_g, A_{st}=3\%.A_g, A_{st}=4\%.A_g, A_{st}=5\%.A_g$ )



Gambar 3.1 Diagram Momen Nominal-Kuat Desak Aksial Nominal ( $M_n$ - $P_n$ )

### 3.4.2 Kolom Langsing

Tahap-tahap perencanaan kolom langsing adalah sebagai berikut :

#### 1. Menentukan tingkat kelangsingan kolom

$$\begin{aligned} \text{Kelangsingan} &= \frac{k \cdot l_u}{r} \longrightarrow r = \sqrt{\frac{I}{A}} \\ &= 0,3 h \text{ (untuk kolom tampang persegi)} \\ &= 0,25 D \text{ (untuk kolom tampang bulat)} \end{aligned}$$

dimana :

$k$  = faktor panjang efektif

$l_u$  = panjang bersih kolom

$r$  = radius girasi

$I$  = inersia tampang

$A$  = luas tampang

Nilai  $k$  ditentukan dengan memperhatikan kondisi kolom :

- Untuk kolom lepas

Kedua ujung sendi, tidak tergerak lateral  $k = 1,0$

Kedua ujung sendi  $k = 0,5$

Satu ujung jepit, ujung yang lain bebas  $k = 2,0$

Kedua ujung jepit, ada gerak lateral  $k = 1,0$

- Untuk kolom yang merupakan bagian portal

Sebagai langkah awal adalah menentukan nilai kekakuan relatif ( $\Psi$ )

$$\Psi = \frac{\sum (EI/l)_{kolom}}{\sum (EI/l)_{balok}} \dots\dots\dots(3.4.31)$$

kemudian nilai  $\Psi$  diplotkan ke dalam grafik omogram atau grafik *alignment*, sehingga didapat nilai  $k$ .

Batasan-batasan kolom disebut langsing, adalah :

$$\begin{aligned} \frac{k \cdot l}{r} &> 34 - 12 \frac{M_{1b}}{M_{2b}}, \text{ untuk rangka dengan pengaku lateral (tak bergoyang)} \\ &> 22 \quad \text{untuk rangka/portal bergoyang} \end{aligned}$$

dimana :  $M_{1b}$  dan  $M_{2b}$  adalah momen-momen ujung terfaktor pada kolom yang posisinya berlawanan ( $M_{1b} \leq M_{2b}$ )

## 2. Momen rencana

$$M_{rencana} = \delta_b \cdot M_{2b} + \delta_s \cdot M_{2s} \quad \dots\dots\dots (3.4.32)$$

$$\delta_b = \frac{Cm}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \geq 1,0 \quad \dots\dots\dots (3.4.33)$$

$$Cm = 0,6 + 0,4 \frac{M_{1b}}{M_{2b}} \geq 0,4 \quad \dots\dots\dots (3.4.34)$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{\phi \sum P_c}} \quad \dots\dots\dots (3.4.35)$$

$$P_c = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(kl)^2} \quad (\text{rumus Euler}) \quad \dots\dots\dots (3.4.36)$$

Dalam peraturan SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.3.11 ayat 5.2, memberikan ketentuan untuk memperhitungkan EI sebagai berikut :

$$EI = \frac{\frac{1}{5}(E_c \cdot I_g) + E_s \cdot I_{se}}{1 + \beta d} \quad \dots\dots\dots (3.4.37)$$

Bila  $A_{sst} \leq 3 \% A_g$  , maka :

$$EI = \frac{E_c \cdot I_g}{2,5(1 + \beta d)} \quad \dots\dots\dots (3.4.38)$$

dimana :

$\delta_b$  = pembesaran momen dengan pengaku pada pembebanan tetap

$\delta_s$  = pembesaran momen tanpa pengaku pada pembebanan sementara

$M_{2b}$  = momen terfaktor terbesar pada ujung komponen tekan akibat pembebanan tetap

$M_{2s}$  = momen terfaktor terbesar disepanjang komponen struktur tekan akibat pembebanan sementara

$P_u$  = beban aksial kolom akibat gaya luar

$\phi$  = 0,65 = faktor reduksi

- Pc = beban tekuk
- E<sub>c</sub> = modulus elastis beton
- E<sub>s</sub> = modulus elastis baja tulangan
- I<sub>g</sub> = momen inersia beton kotor (penulangan diabaikan)
- I<sub>sc</sub> = momen inersia terhadap sumbu pusat penampang komponen struktur
- $\beta_d = \frac{\text{momen.akibat.beban.mati.rencana}}{\text{momen.akibat.beban.total}} \dots\dots\dots( 3.4.39 )$

**3. Mencari Mn dan Pn**

$P_n = \frac{P_u}{\phi} \dots\dots\dots( 3.4.40 )$

$M_n = \frac{M_u}{\phi} \dots\dots\dots( 3.4.41 )$

Dari nilai tersebut dimasukkan ke dalam diagram tegangan regangan kolom untuk mendapatkan luas tulangan rencana.

**3.5 Perencanaan Beban Gempa**

**3.5.1 Perencanaan Struktur Portal Dengan Daktilitas Penuh**

Pembeban gempa menurut Pedoman Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung (PPKGURDG, 1987) dinyatakan dalam :

$V = C.I.K.W_t \dots\dots\dots( 3.5.1 )$

Gaya geser yang harus dibagi pada masing-masing lantai tingkat dapat dihitung

dengan rumus :  $F_i = \frac{W_i.H_i}{\sum W_i.H_i} \cdot V \dots\dots\dots( 3.5.2 )$

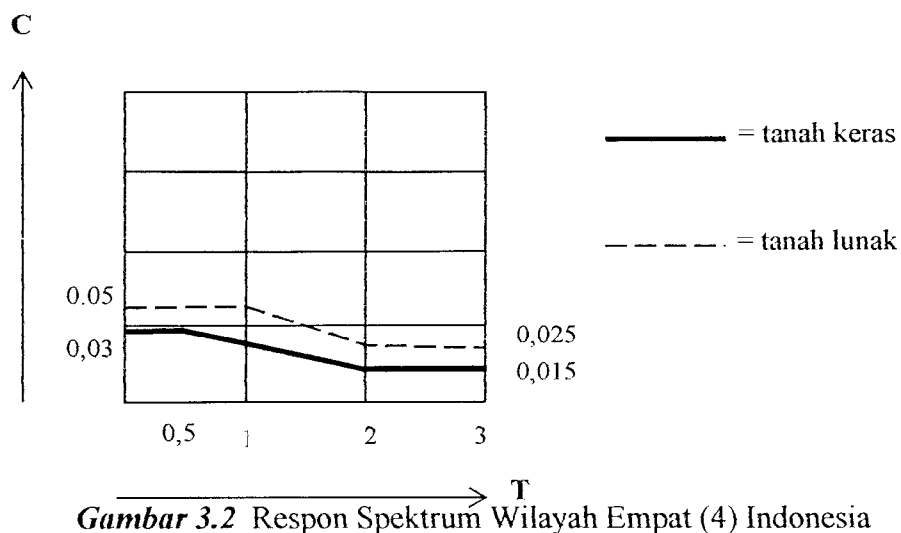
- dimana :
- V = gaya geser dasar horizontal total akibat gempa (Ton)
  - C = koefisien gempa dasar
  - I = factor keutamaan struktur
  - K = factor jenis struktur
  - W<sub>t</sub> = berat total bangunan (Ton)
  - H = Tinggi bangunan (m)
  - F<sub>i</sub> = Gaya geser tiap tingkat (Ton)

### 3.5.2 Waktu getar alami struktur ( T )

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} \dots\dots\dots( 3.5.3 )$$

### 3.5.3 Koefisien gempa dasar ( C )

Dalam perencanaan ulang ini, bangunan berada dalam wilayah gempa empat (4) daerah Semarang, pada kondisi tanah lunak.



Gambar 3.2 Respon Spektrum Wilayah Empat (4) Indonesia

### 3.5.4 Faktor keutamaan gedung ( I )

Nilai K diambil dari tabel 2.4 Buku Beton Seri 3 Gideon Kusuma. Dalam perencanaan ulang ini digunakan nilai I =1.

### 3.5.5 Faktor jenis bangunan ( K )

Dalam perencanaan ulang ini bangunan direncanakan dengan daktilitas tingkat III (penuh), dengan nilai K=1.

### 3.5.6 Berat total bangunan ( Wt )

Berat total bangunan merupakan berat total dari massa struktur bangunan yang direncanakan ditambah beban hidup yang bekerja.



### 3.6 Perencanaan Balok dan Kolom Portal

#### 3.6.1 Perencanaan Balok Portal terhadap Beban Lentur

Kuat lentur perlu balok portal ( $M_{u,b}$ ) harus dinyatakan berdasarkan kombinasi pembebanan tanpa atau dengan beban gempa sebagai berikut ini :

$$M_{u,b} = 1,2.M_{d,b} + 1,6.M_{L,bR} \dots\dots\dots( 3.6.1 )$$

$$M_{u,b} = 1,05. (M_{D,b} + M_{E,bR} + M_{E,b}) \dots\dots\dots ( 3.6.2 )$$

$$M_{u,b} = 0,9.M_{D,b} + M_{E,b} \dots\dots\dots( 3.6.3 )$$

dimana :

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

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

$M_{E,b}$  = momen lentur balok portal akibat beban gempa tak berfaktor

Dalam perencanaan kapasitas balok portal, momen tumpuan negatif akibat kombinasi beban gravitasi dan beban gempa balok boleh didistribusikan dengan menambah atau mengurangi dengan persentase yang tidak melebihi :

$$q = 30. \left\{ 1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{\rho - \rho'}{\rho_b} \right\} \% \dots\dots\dots( 3.6.4 )$$

dengan syarat apabila tulangan lentur balok portal telah direncanakan ( $\rho - \rho'$ ) tidak boleh melebihi  $0,5 \rho_b$ . Momen lapangan dan tumpuan pada bidang muka kolom yang diperoleh dari hasil redistribusi selanjutnya digunakan untuk menghitung penulangan lentur yang diperlukan. Untuk portal dengan daktilitas penuh perlu dihitung kapasitas lentur sendi plastis balok yang besarnya ditentukan sebagai berikut :

$$M_{kap,b} = \phi_o. M_{nak,b} \dots\dots\dots( 3.6.5 )$$

dimana :

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

$M_{nak,b}$  = kapasitas lentur nominal balok dari luas tulangan yang sebenarnya terpasang.

$\phi_o$  = factor penambahan kekuatan yang ditetapkan sebesar 1,25 untuk  $f_y < 400$  Mpa dan 1,40 untuk  $f_y > 400$  Mpa

### 3.6.2 Perencanaan Balok Portal terhadap Beban Geser

Kuat geser balok portal yang dibebani oleh beban gravitasi sepanjang bentangnya harus dihitung dalam kondisi terjadi sendi-sendi plastis pada kedua ujung balok portal tersebut, dengan tanda yang berlawanan menurut persamaan berikut :

$$V_{u,b} = 0,7 \cdot \left( \frac{M_{kap} + M'_{kap}}{l_n} \right) + 1,05 \cdot V_g \quad \dots\dots\dots(3.6.6)$$

tetapi tidak perlu lebih besar dari

$$V_{u,b} = 1,07 \cdot \left( V_{B,b} + V_{L,b} + \frac{4}{K} \cdot V_{E,b} \right) \quad \dots\dots\dots(3.6.7)$$

dimana :

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

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

$V_{D,b}$  = gaya geser balok portal akibat beban mati

$V_{L,b}$  = gaya geser balok portal akibat beban hidup

$V_{E,b}$  = gaya geser balok portal akibat beban gempa.

$l_n$  = bentang bersih balok

### 3.6.3 Perencanaan Kolom Portal terhadap Beban Lentur dan Aksial

Kuat lentur kolom portal dengan daktilitas penuh yang ditentukan pada bidang muka balok  $M_{u,k}$  harus dihitung berdasarkan terjadinya kapasitas lentur sendi plastis pada kedua ujung balok yang bertemu dengan kolom tersebut, yaitu :

$$\sum M_{u,k} = 0,7 \cdot \omega_d \cdot \sum M_{kap,b} \quad \dots\dots\dots(3.6.8)$$

$$\text{atau} \quad M_{u,k} = 0,7 \cdot \omega_d \cdot \alpha_k \cdot (M_{kap, ki} + M_{kap, ka}) \quad \dots\dots\dots(3.6.9)$$

tetapi dalam segala hal tidak perlu lebih besar dari :

$$M_{u,b} = 1,05 \cdot \left( M_{D,k} + M_{L,k} + \frac{4}{K} \cdot M_{E,k} \right) \quad \dots\dots\dots(3.6.10)$$

$$\text{Sehingga :} \quad \sum M_{kap,b} = M_{kap, ki} + M_{kap, ka} \quad \dots\dots\dots(3.6.11)$$

dimana :

$\omega_d$  = factor pembesar dinamis yang memperhitungkan pengaruh terjadinya sendi plastis pada struktur secara keseluruhan, diambil nilai  $\omega_d = 1,3$

$\alpha_k$  = factor distribusi momen kolom portal yang ditinjau sesuai dengan kekakuan relatif kolom atas dan bawah

$M_{kap, ki}$  = momen kapasitas lentur balok di sebelah kiri bidang muka kolom

$M_{kap, ka}$  = momen kapasitas lentur balok di sebelah kanan bidang muka kolom

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

$$N_{u,k} = \frac{0,7.R_n.\Sigma M_{kap,b}}{l_b} + 1,05.N_{g,k} \quad \dots\dots\dots(3.6.12)$$

tetapi dalam segala hal tidak perlu lebih besar dari :

$$N_{u,k} = 1,05.(N_{g,k} + \frac{4}{K}.N_{E,k}) \quad \dots\dots\dots(3.6.13)$$

Dengan nilai  $R_n$  = faktor reduksi yang ditentukan sebesar :

1,0	untuk	$1 < n < 4$
$1,1 - 0,025n$	untuk	$4 < n < 20$
0,6	untuk	$n > 20$

dimana :  $n$  = jumlah lantai diatas kolom yang ditinjau

$l_b$  = bentang balok dari as ke as kolom

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

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

### 3.6.4 Perencanaan Kolom Portal terhadap Beban Geser

Kuat geser kolom portal dengan daktilitas penuh berdasarkan terjadinya sendi-sendi plastis pada ujung-ujung balok yang bertemu pada kolom tersebut, harus dihitung dengan cermat sebagai berikut ini :

Untuk kolom lantai atas dan lantai dasar :

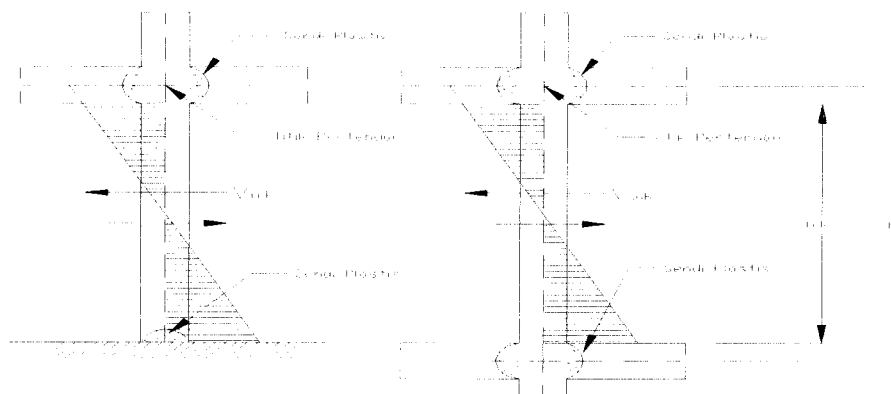
$$V_{u,k} = \frac{M_{u,katas} + M_{u,kbawah}}{h'_k} \quad \dots\dots\dots(3.6.14)$$

Dan dalam segala hal tidak perlu lebih besar dari :

$$V_{u,k} = 1,05 \cdot \left( M_{D,k} + M_{L,k} + \frac{4}{K} \cdot V_{E,k} \right) \dots\dots\dots(3.6.15)$$

Kapasitas lentur sendi plastis kolom dapat dihitung :

$$M_{\text{kap, k bawah}} = \phi_0 \cdot M_{\text{nak, k bawah}} \dots\dots\dots(3.6.16)$$



Gambar 3.3 Kolom dengan  $M_{u,k}$  Berdasarkan Kapasitas Sendi Plastis Balok

dimana :

- $M_{u,k}$  atas = momen rencana kolom ujung atas dihitung pada muka balok
- $M_{u,k}$  bawah = momen rencana kolom 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.
- $M_{\text{kap, k bawah}}$  = kapasitas lentur ujung dasar kolom lantai dasar
- $M_{\text{nak, k bawah}}$  = kuat lentur nominal actual ujung dasar kolom lantai dasar

### 3.6.5 Perencanaan Panel Pertemuan Balok - Kolom

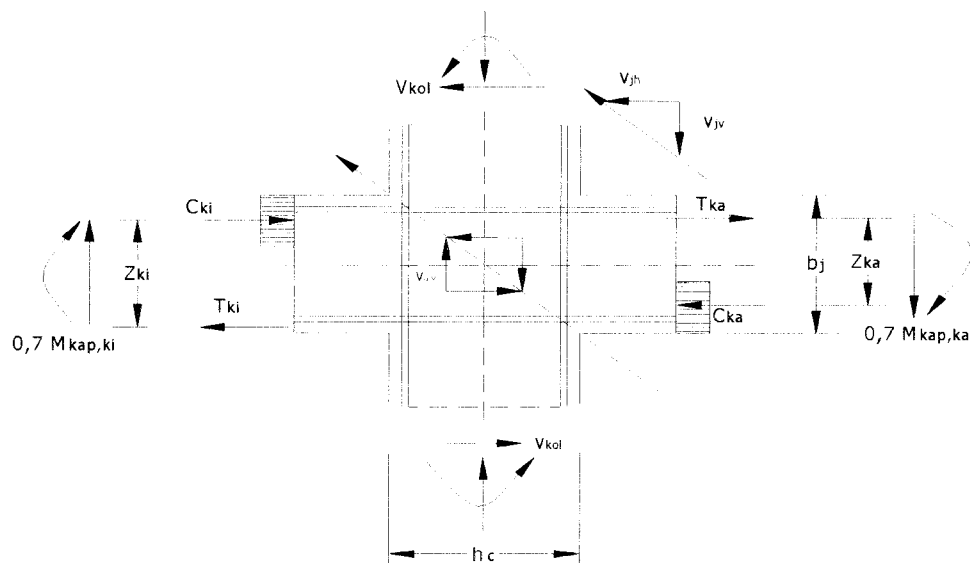
Panel pertemuan balok kolom portal harus diproporsikan sedemikian rupa, sehingga memenuhi persyaratan kuat geser horizontal perlu ( $V_{u,h}$ ) dan kuat geser vertical perlu ( $V_{u,v}$ ) yang berkaitan dengan terjadinya momen kapasitas pada sendi plastis pada kedua ujung balok yang bertemu pada kolom itu. Gaya-gaya yang membentuk keseimbangan pada join rangka adalah seperti yang seperti yang terlihat pada gambar 3.14, dimana gaya geser horizontal :

$$V_{jh} = C_{ki} + T_{ka} - V_{kol} \dots\dots\dots(3.6.17)$$

$$C_k = T_{ki} = 0,7 \cdot \left( \frac{M_{kap,ki}}{Z_i} \right) \quad \dots\dots\dots( 3.6.18 )$$

$$T_k = C_{ka} = 0,7 \cdot \left( \frac{M_{kap,ka}}{Z_{ka}} \right) \quad \dots\dots\dots( 3.6.19 )$$

$$V_{kol} = \frac{0,7 \cdot \left( l_{ki} \cdot l_{ki} \cdot M_{kap,ki} + l_{ka} \cdot l_{ka} \cdot M_{kap,ka} \right)}{1/2 (h_{k,a} + h_{k,b})} \quad \dots\dots\dots( 3.6.20 )$$



**Gambar 3.4** Panel Pertemuan Balok dan Kolom Portal

Tegangan geser horizontal nominal dalam joint adalah :

$$V_{jh \text{ aktual}} = \frac{V_{jh}}{b_j \cdot h_c} < 1,5 \sqrt{f'c} \text{ (MPa)} \quad \dots\dots\dots( 3.6.21 )$$

dimana :  $d_j$  = lebar efektif joint (mm)

$h_c$  = tinggi total penampang kolom dalam arah geser ditinjau (mm)

Gaya geser horizontal  $V_{jh}$  ini tahan oleh dua (2) mekanisme kuat geser inti, yaitu ;

- strat beton diagonal yang melewati daerah tekan ujung joint yang memikul gaya geser  $V_{ch}$

- mekanisme panel rangka yang terdiri dari sengkang horisontal dan strat beton diagonal daerah tarik join yang memikul gaya geser  $V_{sh}$

sehingga : 
$$V_{sh} + V_{ch} = V_{jh} \quad \dots\dots\dots( 3.6.22 )$$

besarnya  $V_{ch}$  yang dipikul oleh strat beton harus sama dengan nol, kecuali bila :

1. Tegangan tekan minimal rata-rata minimal pada penampang bruto kolom diatas join, termasuk tegangan prategang ( apabila ada ), melebihi nilai  $0,1 f'c$  maka :

$$V_{ch} = \frac{2}{3} \sqrt{\left( \frac{N_{u,k}}{A_g} \right)} - 0,1 \cdot f'c \cdot b_j \cdot h_j \quad \dots\dots\dots( 3.6.23 )$$

2. Balok diberi gaya prategang yang melewati join, maka :

$$V_{ch} = 0,7 \cdot P_{cs} \quad \dots\dots\dots( 3.6.24 )$$

Dengan  $P_{cs}$  adalah gaya permanen gaya prategang yang terletak di sepertiga bagian tengah tinggi kolom.

3. Seluruh balok pada join dirancang sehingga penampang kritis dari sendi plastis terletak pada jarak yang lebih kecil dari tinggi penampang balok diukur dari muka kolom, maka :

$$V_{ch} = 0,5 \cdot \frac{A_s'}{A_s} \cdot V_{jh} \cdot \left( 1 + \frac{N_{u,k}}{0,4 \cdot A_g \cdot f'c} \right) \quad \dots\dots\dots( 3.6.25 )$$

Dimana rasio  $A_s'/A_s$  tidak boleh lebih besar dari satu (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 ke tulangan tekan. Pelelehan tulangan dapat juga mengakibatkan penetrasi kerusakan ikatan yang masuk ke inti join, sehingga ikatan antara tulangan dan strat tekan berkurang. Akibat kedua fenomena ini serta tekanan pada join, sendi plastisnya terletak bersebelahan kolom, tidak bekerja sehingga seluruh gaya geser  $V_{jh}$  dipikul oleh  $V_{sh}$ .

Bila tegangan rata-rata minimum pada penampang bruto kolom diatas join kurang dari  $0,1 \cdot f'c$  ( $\rho_c < 0,1 f'c$ ) maka :

$$V_{sh} = V_{jh} - \frac{2}{3} \sqrt{\left( \frac{N_{u,k}}{A_g} \right)} - 0,1 \cdot f'c \cdot b_j \cdot h_j \quad \dots\dots\dots( 3.6.26 )$$

Pada join rangka dengan melakukan relokasi sendi plastis :

$$V_{sh} = V_{jh} - 0,5 \cdot \frac{A_s'}{A_s} \cdot V_{jh} \cdot \left( 1 + \frac{N_{u,k}}{0,4 \cdot A_g \cdot f'c} \right) \dots\dots\dots( 3.6.27 )$$

Luas total efektif dari tulangan geser horizontal yang melewati bidang kritis diagonal dengan yang diletakkan di daerah tekan join efektif ( $b_j$ ) tidak boleh kurang dari :

$$A_{jh} = \frac{V_{jh}}{f_y} \dots\dots\dots( 3.6.28 )$$

Kegunaan sengkang horizontal ini harus didistribusikan secara merata diantara tulangan balok longitudinal atas dan bawah.

Geser join vertical ( $V_{jv}$ ) dapat dihitung dengan rumus :

$$V_{jv} = V_{jh} \cdot \frac{h_c}{b_j} \dots\dots\dots( 3.6.29 )$$

Tulangan join geser vertikal didapat dari :  $V_{sv} = V_{jv} - V_{cv}$

menjadi : 
$$V_{cv} = A_{sc} \cdot \frac{V_{sh}}{V_{sc}} \cdot \left( 0,6 + \frac{N_{u,k}}{A_g \cdot f'c} \right) \dots\dots\dots( 3.6.30 )$$

dimana :  $A_{sc} =$  luas tulangan longitudinal tekan

$A_{sc} =$  luas tulangan longitudinal tarik

Sehingga luas tulangan join vertikal :  $A_{jv} = \frac{V_{sv}}{f_y}$

## 3.7 Pondasi

### 3.7.1 Perencanaan Pondasi

Pondasi yang direncanakan dalam perhitungan gedung ini adalah pondasi sumuran dan pondasi telapak. Cara perencanaan pondasi telapak sama dengan perencanaan plat dua arah pada umumnya, hanya pada bagian bawah dari plat pondasi diberi balok sloof yang berfungsi pengikat kolom.

Langkah – langkah perencanaan pondasi telapak dan pondasi sumuran adalah sebagai berikut :

### A. Pondasi Telapak

Langkah – langkah perencanaan pondasi telapak, adalah sebagai berikut :

1. Menentukan data mutu beton, baja tulangan, ukuran kolom dan data tanah.
2. Untuk beban aksial dan momen eksentris ( $e \neq 0$ )

$$q_{all \max} = \frac{P}{A} \left( 1 + \frac{6.e}{b} \right) \dots\dots\dots( 3.7.1 )$$

$$q_{all \min} = \frac{P}{A} \left( 1 - \frac{6.e}{b} \right) \dots\dots\dots( 3.7.2 )$$

- Pada kondisi dimana :  $e < 1/6.b$   $\longrightarrow$   $q_{all \min}$  bernilai negatif (-)
- Pada kondisi dimana :  $e = 1/6.b$   $\longrightarrow$   $q_{all \min}$  bernilai nol (0)
- Pada kondisi dimana :  $e > 1/6.b$   $\longrightarrow$   $q_{all \text{ netto } \min}$  bernilai positif (+)

Eksentrisitas kolom menyebabkan tegangan tanah dibawah pondasi tidak merata, tetapi diasumsikan berubah secara linier sepanjang tapak, sehingga :

$$q_{all \text{ rata-rata}} = \frac{1}{2} (q_{all \max} + q_{all \min}) \dots\dots\dots( 3.7.2 )$$

Sehingga untuk dimensi penampang tapak, digunakan nilai  $q_{all}$  terbesar :

$$A_{\text{perlu}} = \frac{P}{q_{all \max}} \left( 1 + \frac{6.e}{b} \right) \dots\dots\dots( 3.7.4 )$$

Setelah  $A_{\text{perlu}}$  diketahui lebar (B) dan panjang (N) sisi tapak pondasi bisa dicari dan diperoleh nilai  $A_{\text{ada}}$ . Sehingga tegangan kontak yang terjadi di dasar pondasi,

adalah :

$$q_u = \frac{P}{A_{\text{ada}}} \dots\dots\dots( 3.7.5 )$$

### 3. Kontrol kapasitas daya dukung tanah ( $q_{ult}$ )

Kapasitas daya dukung tanah yang terjadi di dasar pondasi adalah :

$$q_{ult \text{ netto}} = q_{ult \text{ bruto}} - q \dots\dots\dots( 3.7.6 )$$

dimana :

$$q = h \cdot \gamma' \dots\dots\dots( 3.7.7 )$$

Untuk memperoleh nilai  $q_{ult \text{ bruto}}$  digunakan rumus Meyerhorf (1963) karena akan didapat nilai  $q_{ult}$  yang lebih besar, sehingga dimensi tapak akan lebih kecil disamping untuk kondisi dimana kedalaman pondasi lebih besar dari lebar pondasi. ( $D_f > b$ ) rumus ini lebih tepat.



$$q_{ult \text{ bruto}} = C.N_c.S_c.d_c.i_c + q.N_q.S_q.d_q.i_q + 0,5.\gamma'.B.N_\gamma.S_\gamma.d_\gamma.i_\gamma \dots\dots\dots(3.7.8)$$

Dengan mensubsitusikan pers.....maka diperoleh qult netto :

$$q_{ult \text{ netto}} = C.N_c.S_c.d_c.i_c + q.(N_q - 1).S_q.d_q.i_q + 0,5.\gamma'.B.N_\gamma.S_\gamma.d_\gamma.i_\gamma \dots(3.7.9)$$

sehingga didapatkan tegangan ijin tanah dari rumus Meyerhorf (1963) :

$$q_{all} = \frac{q_{ultnetto \text{ meyerhorf}}}{SF}$$

$$= \frac{C.N_c.S_c.d_c.i_c + q.(N_q - 1).S_q.d_q.i_q + 0,5.\gamma'.B.N_\gamma.S_\gamma.d_\gamma.i_\gamma}{SF} \dots(3.7.10)$$

$$\text{dengan : } N_q = e^{\pi \tan \varphi} \cdot \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \dots\dots\dots(3.7.11)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi \dots\dots\dots(3.7.12)$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \cdot \tan (1,4 \cdot \varphi) \dots\dots\dots(3.7.13)$$

Untuk tanah jenis pasir dimana kohesi (c) = 0, maka nilai :

- $N_\gamma = 0; N_c = 6,16; N_q = 1$  —————> **jika tapak bujur sangkar**
- $N_\gamma = 0; N_c = 5,14; N_q = 1$  —————> **jika tapak persegi panjang**

dimana :

$q_{ult \text{ bruto}}$  = kapasitas daya dukung kotor tanah ( $\text{kg/cm}^2$ )

$q_{ult \text{ netto}}$  = kapasitas daya dukung bersih tanah ( $\text{kg/cm}^2$ )

b = lebar efektif pondasi (m)

q = beban merata tanah diataspondasi dibawah permukaan tanah ( $\text{kg/cm}^2$ )

$\gamma'$  = berat volume tanah ( $\text{kg/cm}^3$ )

h = kedalaman tanah diatas pondasi (m)

Df = kedalaman pondasi (m)

$N_c, N_q, N_\gamma$  = faktor daya dukung tanah (*depth factor*)

$S_c, N_q, N_\gamma$  = faktor bentuk pondasi (*shape factor*)

$d_c, d_q, d_\gamma$  = faktor kemiringan beban (*inclination factor*)

Untuk masing-masing nilai faktor daya dukung tanah, bentuk pondasi, dan kemiringan beban tergantung dari nilai sudut geser dalam( $\varphi$ ), sebagai berikut :

Nilai Sudut geser dalam ( $\varphi$ )	Faktor Bentuk (Shape Factor)	Faktor Kedalaman (Depth Factor)	Faktor Kemiringan (Inclination factor)
$\varphi = 0^\circ$	$S_q = S_\gamma = 1,0$	$d_q = d_\gamma = 1,0$	$i_\gamma = 1,0$
$0^\circ < \varphi < 10^\circ$	$S_c = 1 + 0,2 \cdot K_p \cdot \frac{B}{L}$	$d_c = 1 + 0,2 \cdot \sqrt{K_p} \cdot \frac{D}{B}$	$i_c = i_q = (1 - \frac{\alpha}{90^\circ})^2$
$\varphi \geq 10^\circ$	$S_c = S_\gamma = 1 + 0,2 \cdot K_p \cdot \frac{B}{L}$	$D_q = D_\gamma = 1 + 0,2 \cdot \sqrt{K_p} \cdot \frac{D}{B}$	$i_\gamma = (1 - \frac{\alpha}{\varphi})^2$

Dimana nilai koefisien pasif tanah ( $K_p$ ) adalah :

$$K_p = \tan^2 \cdot \left( 45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \dots\dots\dots( 3.7.14 )$$

Kontrol tegangan ijin yang terjadi :

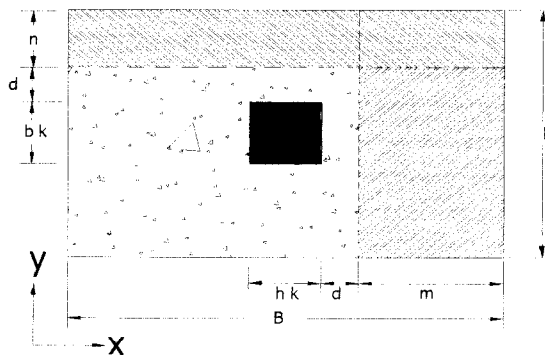
$$q_u \leq q_{all} \text{ Meyerhorf} \dots\dots\dots( 3.7.15 )$$

### 3.7.2 Perencanaan Geser Pondasi

#### 3.7.2.1 Geser satu (1) arah

Tebal pelat ( $h$ ) diasumsikan terlebih dahulu, sehingga nilai  $d$  dapat dicari :

$$d = h - \text{Penutup beton(Pb)} - \frac{1}{2} \cdot \varnothing_{tulangan} \dots\dots\dots( 3.7.16 )$$



**Gambar 3.5** Daerah Geser Satu (1) Arah pada Penampang Pondasi

Gaya geser akibat beban luar ( $V_u$ ) yang bekerja pada penampang kritis :

$$V_u = m \cdot L \cdot q_u \longrightarrow \text{pada arah - x} \dots\dots( 3.7.17 )$$

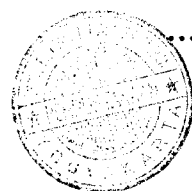
dimana :

$$m = \frac{B - h_k - 2 \cdot d}{2} \dots\dots\dots( 3.7.18 )$$

$$V_u = n \cdot B \cdot q_u \longrightarrow \text{pada arah - y} \dots\dots( 3.7.19 )$$

dimana :

$$n = \frac{L - b_k - 2 \cdot d}{2} \dots\dots\dots( 3.7.20 )$$



Kekuatan beton menahan gaya geser ( $V_c$ ) :

▪ Arah – x :  $V_{c_x} = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot L \cdot d \geq \frac{V_{u_x}}{\phi}$  .....( 3.7.21 )

▪ Arah – y :  $V_{c_y} = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot P \cdot d \geq \frac{V_{u_y}}{\phi}$  .....( 3.7.22 )

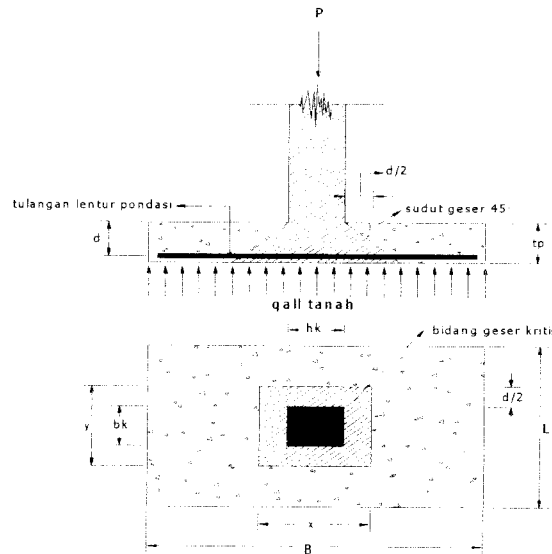
**3.7.2.2 Geser dua (2) arah/ Pons**

Gaya geser akibat beban luar yang bekerja pada penampang kritis :

$V_u = q_u \cdot ((P.L) - (x.y))$  .....( 3.7.23 )

$x = h_k + d$  .....( 3.7.24 )

$y = b_k + d$  .....( 3.7.25 )



**Gambar 3.6** Gaya Geser Dua (2) Arah pada Penampang Pondasi

Kekuatan beton menahan gaya geser ( $V_c$ ), diambil nilai terbesar diantara :

$V_c = 4 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_o \cdot D$  .....( 3.7.26 )

atau  $V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \cdot (2\sqrt{f'c}) \cdot b_o \cdot D$  .....( 3.7.27 )

$b_o = 2 \cdot (x + y) = 2 \cdot ((h_k + d) + (b_k + d))$  .....( 3.7.28 )

$\beta_c = \frac{\text{sisi panjang tapak}}{\text{sisi pendek tapak}} \geq 1,0$

dimana :  $b_o$  = keliling penampang kritis ( $\text{mm}^2$ )

$\beta_c$  = rasio sisi panjang dengan sisi pendek



$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{\frac{2.Rn.m}{f_y}} \right) \dots\dots\dots( 3.7.35 )$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots( 3.7.36 )$$

- persyaratan :
- 1. bila  $\rho > \rho_{min}$ , digunakan :  $\longrightarrow \rho_{perlu} = \rho$
  - 2. bila  $\rho < \rho_{min}$ ,  $1,33.\rho < \rho_{min}$  digunakan :  $\longrightarrow \rho_{perlu} = 1,33.\rho$
  - 3. bila  $\rho < \rho_{min}$ ,  $1,33.\rho > \rho_{min}$  digunakan :  $\longrightarrow \rho_{perlu} = \rho_{min}$

Luas tulangan perlu :  $A_{s_{perlu}} = \rho_{perlu} \cdot b \cdot d \dots\dots\dots( 3.7.37 )$

Luas tulangan susut :  $A_{s_{tul. Susut}} = 0,002 \cdot b \cdot h \dots\dots\dots( 3.7.38 )$

Dipilih diameter ( $\emptyset$ ) tulangan, diapatkan  $A_{\emptyset 1}$ , jarak antar tulangan :

$$s \leq \frac{A_{\emptyset 1} \cdot 1000}{A_{s_{perlu}}} \dots\dots\dots( 3.7.39 )$$

Sehingga nilai  $A_{s_{ada}}$  dapat dihitung :  $A_{s_{ada}} = \frac{A_{\emptyset 1} \cdot 1000}{s} \dots\dots\dots( 3.7.40 )$

**Kontrol kapasitas lentur yang terjadi :**

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} \dots\dots\dots( 3.7.41 )$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2}) \geq \frac{M_u}{\phi} \dots\dots\dots( 3.7.42 )$$

**B. Pondasi sumuran**

Dalam perencanaan pondasi terlebih dahulu diketahui data – data dari hasil sondir tanah, yaitu :

- 1. Daya dukung tanah ( $q_c$ )
- ↳ Kedalaman tanah keras

Setelah diketahui data diatas maka dapat di tentukan pondasi yang akan digunakan pada bangunan tersebut.

Langkah – langkah perhitungan pondasi sumuran :

**1. Menentukan beban pondasi sumuran**

$$P_{pondasi\ sumuran} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot h \cdot \gamma \dots\dots\dots( 3.7.43 )$$

$$P_{total} = P + P_{pondasi\ sumuran} \dots\dots\dots( 3.7.44 )$$

**2. Menentukan daya dukung tanah netto :**

$$q = h_1 \cdot \gamma_1 + h_2 \cdot \gamma_2 \dots\dots\dots ( 3.7.45 )$$

$$\sigma_{\text{netto}} = \sigma_{\text{ijin dibawah sumuran}} - q \dots\dots\dots ( 3.7.46 )$$

**3. Menentukan dimensi pondasi sumuran**

$$A_{\text{perlu}} = \frac{P_{\text{total}}}{\sigma_{\text{netto}}} \dots\dots\dots ( 3.7.47 )$$

$$D = \sqrt{\frac{A_{\text{perlu}}}{\frac{1}{4} \cdot \pi}} \dots\dots\dots ( 3.7.48 )$$

**3.8 Perencanaan Tangga**

**3.8.1. Perencanaan Dimensi Tangga**

Langkah-langkah perencanaan tangga adalah sebagai berikut :

**1. Menentukan lebar dan jumlah *optrede* dan *antrede*.**

- Tinggi bersih antar lantai (h) dalam meter dapat diketahui.
- Lebar bordes (L<sub>b</sub>) dalam meter dapat ditentukan, diambil ≥ 1,20 meter.
- Sandaran tangga dapat ditentukan bahannya, tebal, dan tinggi jadinya.
- Tinggi *optrede* ideal ≤ 20 cm (15 – 18 cm), misal diambil nilai perkiraan awal tinggi *optrede* (h<sub>o</sub>) = 18 cm, maka jumlah *optrede* (buah) :

$$\text{Jumlah } optrede = \frac{h}{h_o} \text{ (dibulatkan keatas) } \dots\dots\dots( 3.8.1 )$$

sehingga tinggi *optrede* sebenarnya :  $h'_o = \frac{h}{\text{jumlahoptrede}} \dots\dots\dots ( 3.8.2 )$

- Lebar *antrede* ideal ≥ 30 cm, diambil nilai lebar *antrede* (L<sub>a</sub>) = 30 cm

$$\text{Jumlah } antrede = \text{Jumlah } optrede - 2 \dots\dots\dots( 3.8.3 )$$

Tangga dibagi menjadi dua (2) bagian, sehingga panjang bentang tangga (P<sub>t</sub>) :

$$P_t = (L_a \times \text{Jumlah tangga}/2) + L_b \leq 4,50 \text{ meter } \dots\dots\dots ( 3.8.4 )$$

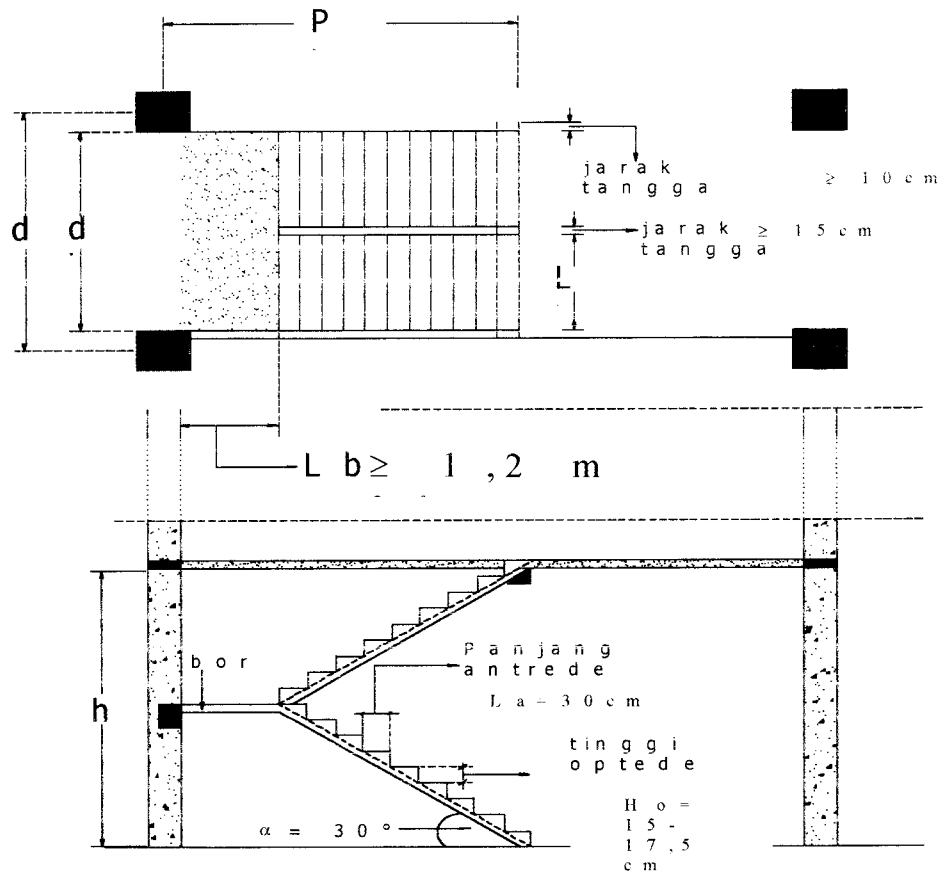
**2. Menentukan tebal pelat tangga (h<sub>1</sub>) dan lebar tangga (L<sub>t</sub>)**

Untuk panjang bentang tangga ± 4,50 meter.

- Diambil nilai tebal pelat (h) : 15 cm
- Sudut kemiringan ideal tangga antara 30° - 35° misal diambil sudut perkiraan awal (α) = 30°, maka tebal pelat sisi miring (h') :

$$h' = \frac{h}{\cos.\alpha} \dots\dots\dots (3.8.5)$$

Sehingga sudut tangga sebenarnya ( $\alpha'$ ) :  $\alpha' = \frac{h'}{L_a} \dots\dots\dots (3.8.6)$



**Gambar 3.8** Dimensi Tangga

- Jarak antar as-as kolom (d) dalam meter dapat diketahui, sehingga jarak bersih antar as-as kolom ( $d'$ ) :

$$d' = d - 2.(1/2. lebar balok induk) \dots\dots\dots (3.8.7)$$

- Jarak antar balok-tangga, jarak antar tangga-tangga, diambil nilai = 10 cm, sehingga Lebar bersih untuk 1 buah tangga :

$$L_1 = 1/2. (d' - (3 \times 0,1)) \geq 1,20 \text{ meter} \dots\dots\dots (3.8.8)$$

**3.8.2 Perencanaan Tulangan Tangga**

Perencanaan tulangan pada tangga sama dengan perhitungan pada pelat lantai.

## BAB IV

### PERENCANAAN STRUKTUR

#### 4.1 Rangka Atap Kuda-kuda Baja

##### 4.1.1 Data Konstruksi Rangka Atap

- Jarak antar kuda-kuda maksimum ( $b$ ) = 5 m

- Panjang bentang ( $L$ ) = 15 m

- Mutu baja profil :

$$\text{Tegangan leleh (fy)} = 36 \text{ Ksi} = 2531 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat tarik (Fu)} = 58 \text{ Ksi} = 4077 \text{ kg/cm}^2$$

- Mutu baut A325X (Non Full Draat) :

$$\text{Tegangan tarik (Ft)} = 44 \text{ Ksi} = 3093 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Tegangan geser (Fv)} = 30 \text{ Ksi} = 2109 \text{ kg/cm}^2$$

- Untuk atap genteng  $\alpha \geq 22,5^\circ$ , sedangkan untuk atap asbes,  $\text{seng } \alpha \geq 10^\circ$ .

Pada perencanaan ini dipakai atap genteng dengan  $\alpha_1 = 34^\circ$  dan  $\alpha_2 = 20^\circ$ .

- Usuk dan reng dipakai kayu sedangkan gording dipakai baja jenis Light Lip Channel
- Jurai menggunakan profil Double Light Lip Channel dan rangka kuda-kuda menggunakan profil Double Angel.

##### 4.1.2 Jumlah dan Jarak Antar Gording

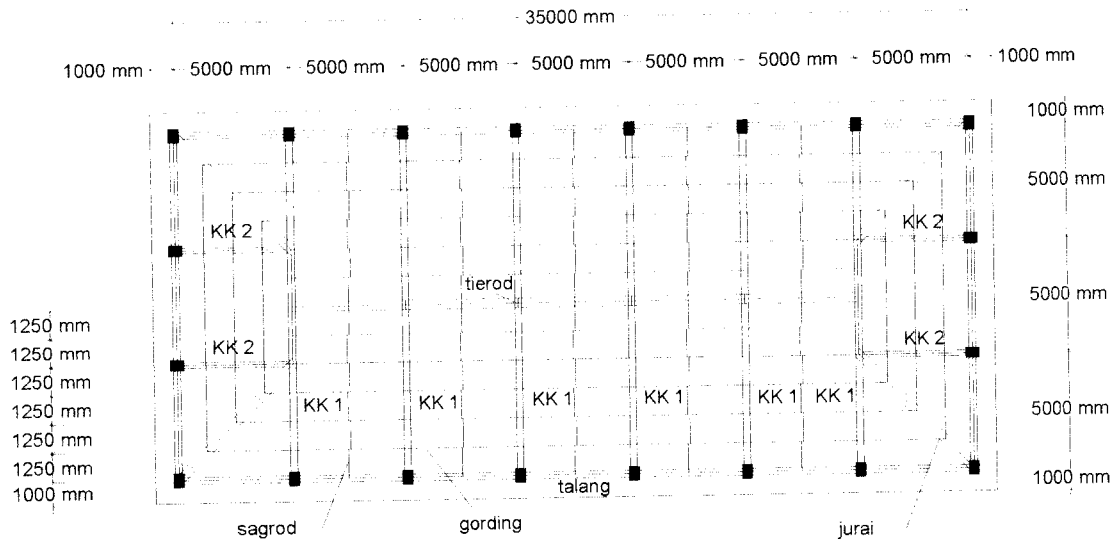
- Jarak gording maksimum (Atap Genteng) = 2,5 m

- Panjang sisi miring kuda-kuda ( $M$ ) =  $\frac{0,5L}{\cos\alpha} = \frac{0,5 \cdot 15}{\cos 34} = 9,0466 \text{ m}$

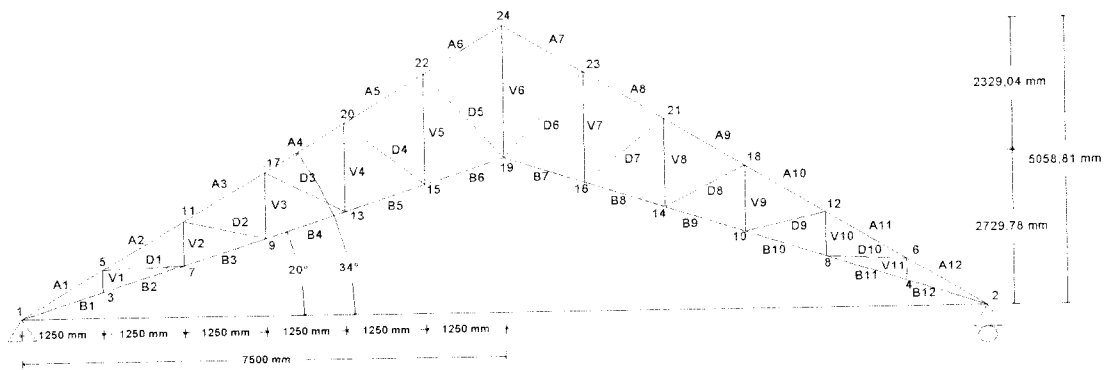
- Jumlah gording setengah bentang ( $n$ ) = 7 buah

- Jarak antar gording ( $L_g$ ) =  $\frac{1,25}{\cos 34} = 1,5078 \text{ m} < 2,5 \text{ m}$

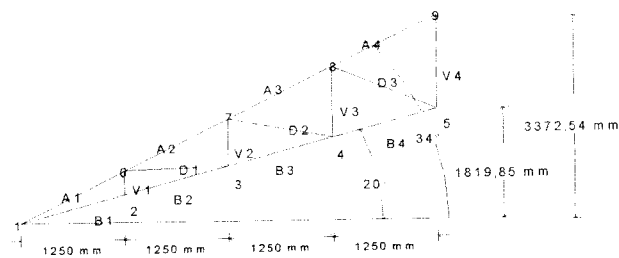




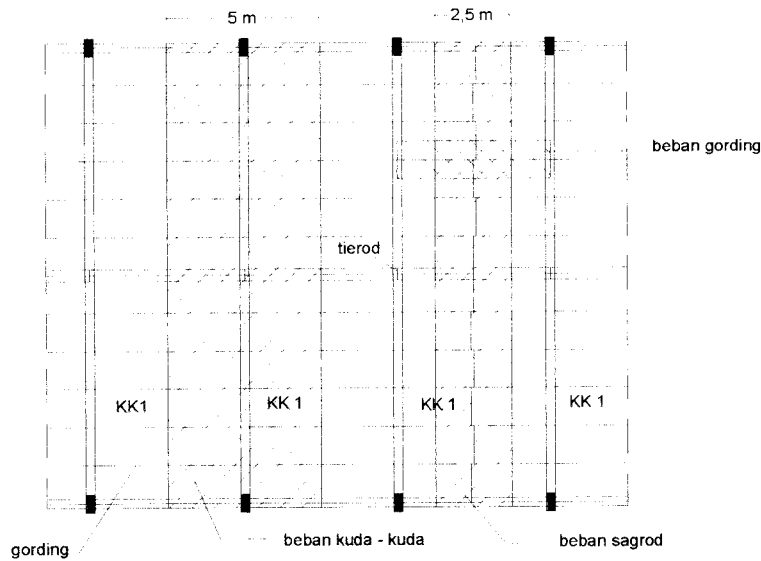
**Gambar 4.1** Denah rencana kuda-kuda



**Gambar 4.2** Rencana rangka kuda-kuda ( KK1 )



**Gambar 4.3** Rencana rangka kuda-kuda ( KK2 )



**Gambar 4.4** Pembebanan Kuda-kuda

### 4.1.3 Perencanaan Gording

#### a. Pembebanan Gording

##### 1. Beban Tetap

$$\text{Berat genteng (tabel 2.1.PPIUG'83)} = 50 \text{ kg/m}^2 \times 1,5078 \text{ m} = 75,39 \text{ kg/m'}$$

- $\text{Beban hidup (Pasal 3.2.2.b.PPIUG'83)} = 20 \text{ kg/m}^2 \times 1,5078 \text{ m} = 30,15 \text{ kg/m'}$

- $\text{Berat gording taksiran (7 s/d 10 kg/m}^2) = 10 \text{ kg/m'}$

$$q_{\text{total}} = 115,54 \text{ kg/m'}$$

Mekanika gording

$$q_{\perp} = q_{\text{total}} \cdot \cos \alpha = 115,54 \cdot \cos 34^{\circ} = 95,79 \text{ kg/m'}$$

$$q_{//} = q_{\text{total}} \cdot \sin \alpha = 115,54 \cdot \sin 34^{\circ} = 64,61 \text{ kg/m'}$$

##### 2. Beban Angin

$$W_a = 25 \text{ kg/m}^2 \text{ (pasal 4.2.1.PPIUG'83)}$$

- Angin Tekan ( $W_t$ )

$$C_1 = 0,02 \alpha - 0,4 = 0,02 \cdot 34 - 0,4 = + 0,28 \text{ (tekan)}$$

$$W_t = C_1 \cdot W_a \cdot L_g = 0,28 \cdot 25 \cdot 1,5078 = + 10,554 \text{ kg/m' (tekan)}$$

- Angin Hisap ( $W_h$ )

$$C_2 = -0,4$$

$$W_h = C_2 \cdot W_a \cdot L_g = -0,4 \cdot 25 \cdot 1,5078 = -15,078 \text{ kg/m}^2 \text{ (hisap)}$$

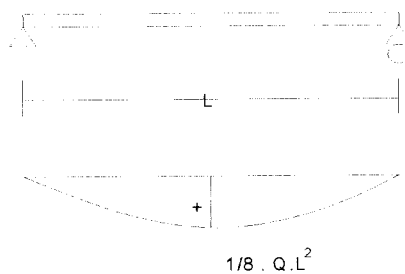
$$W_{\perp} = +10,554 \text{ kg/m}^2 \text{ (tekan)}$$

$$W_{//} = 0 \text{ (karena beban angin bekerja // atap, PPIUG '83)}$$

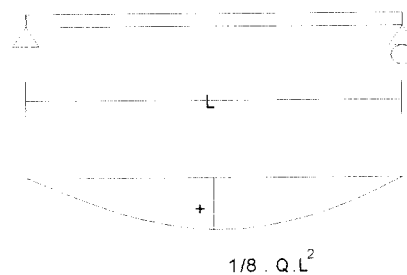
b. Momen yang terjadi

- akibat beban tetap

$$M_{\perp} \text{ maks} = \frac{1}{8} q_{\perp} L^2 = \frac{1}{8} 95,79 \cdot 5^2 = 299,345 \text{ kgm}^2$$



$$M_{//} \text{ maks} = \frac{1}{8} q_{//} L^2 = \frac{1}{8} 64,61 \cdot 5^2 = 201,906 \text{ kgm}^2$$



- akibat beban angin

$$M_{\perp} \text{ maks} = \frac{1}{8} W_{\perp} L^2 = \frac{1}{8} 10,554 \cdot 5^2 = 32,983 \text{ kgm}^2$$

## c. Penentuan Profil Baja

Dicoba profil Light Lip Channel (Ir.Morisco, hal 52) C 150x50x20x3,2

$$d = 150 \text{ mm} = 5,906 \text{ in}$$

$$bf = 50 \text{ mm} = 1,969 \text{ in}$$

$$tf = tw = 3,2 \text{ mm} = 0,126 \text{ in}$$

$$S_x = 37,4 \text{ cm}^3 \quad f_y = 2531 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_y = 8,19 \text{ cm}^3 \quad E = 2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$I_x = 280 \text{ cm}^4 \quad F_u = 4078 \text{ kg/cm}^2$$

$$I_y = 28,3 \text{ cm}^4 \quad W = 6,76 \text{ kg/m}$$

## d. Kontrol Tegangan

- Pembebanan Sementara

$$f_{bx} = \frac{M_{\perp} \text{ maks}}{S_x} = \frac{(299,345 + 32,983) \times 100}{37,4} = 888,576 \text{ kg/cm}^2 \quad (3.1.2)$$

$$f_{by} = \frac{M_{//} \text{ maks}}{S_y} = \frac{201,906 \times 100}{8,19} = 2465,278 \text{ kg/cm}^2 \quad (3.1.3)$$

cek kompak:

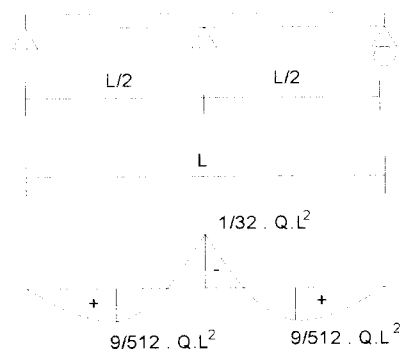
$$\frac{bf}{2tf} = \frac{1,969}{2 \times 0,126} = 7,813 < \frac{65}{\sqrt{F_y}} = \frac{65}{\sqrt{36}} = 10,83$$

$$\frac{d}{tw} = \frac{5,906}{0,126} = 46,873 < \frac{640}{\sqrt{F_y}} = \frac{640}{\sqrt{36}} = 106,67$$

Profil kompak, maka  $F_{bx} = 0,66 F_y$  dan  $F_{by} = 0,75 F_y$

$$\frac{f_{bx}}{0,66f_y} + \frac{f_{by}}{0,75f_y} = \frac{888,576}{0,66 \cdot 2531} + \frac{2465,278}{0,75 \cdot 2531} = 1,831 \leq 1,0 \text{ (tidak aman!)} \quad (3.1.1)$$

sagrod dipasang di tengah bentang :



$$M // \text{ maks} = \frac{1}{32} q // L^2 = \frac{1}{32} 64,61.5^2 = 50,478 \text{ kgm}^2$$

Kontrol tegangan dengan profil yang sama di atas :

- Pembebanan Sementara

$$f_{bx} = \frac{M \perp \text{ maks}}{S_x} = \frac{(299,345 + 32,983) \times 100}{37,4} = 888,576 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{by} = \frac{M // \text{ maks}}{S_y} = \frac{50,478 \times 100}{8,19} = 616,337 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_{bx}}{0,66f_y} + \frac{f_{by}}{0,75f_y} = \frac{888,576}{0,66.2531} + \frac{616,337}{0,75.2531} = 0,857 \leq 1,0 \text{ (Ok!)}$$

- Pembebanan Tetap

$$f_{bx} = \frac{M \perp \text{ maks}}{S_x} = \frac{(299,345) \times 100}{37,4} = 800,388 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{by} = \frac{M // \text{ maks}}{S_y} = \frac{50,478 \times 100}{8,19} = 616,337 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{f_{bx}}{0,66f_y} + \frac{f_{by}}{0,75f_y} = \frac{800,388}{0,66.2531} + \frac{616,337}{0,75.2531} = 0,804 \leq 1,0 \text{ (Ok!)}$$

e. Kontrol Lendutan

$$\delta_{\perp} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{\perp} \cdot L^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \frac{1,0(95,79) \cdot 5^4 \cdot 10^6}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 280} \quad (3.1.4)$$

$$= 1,226 \text{ cm} \leq \frac{L}{360} = \frac{5.100}{360} = 1,389 \text{ cm (Ok!)}$$

$$\delta_{//} = \frac{5}{384} \frac{q_{//}(L/2)^4}{E \cdot I_y} = \frac{5}{384} \frac{64,61(2,5)^4 \cdot 10^6}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 28,3} \quad (3.1.5)$$

$$= 0,453 \text{ cm} \leq \frac{L}{360} = \frac{5.100}{360} = 1,389 \text{ cm (Ok!)}$$

$$\text{jadi lendutan maksimum : } \sqrt{(1,226^2 + 0,453^2)} = 1,307 \text{ cm (Ok!)} \quad (3.1.6)$$

Jadi profil **C 150x50x20x3,2** dapat dipakai.

#### 4.1.4 Perencanaan Sagrod dan Tierod

##### 1. Sagrod

Beban Sagrod dan Tierod :

- Berat penutup atap x sisi miring (M)

$$= 50 \times 9,0466 = 452,3317 \text{ kg/m}^2$$

- Beban hidup x sisi miring (M)

$$= 20 \times 9,0466 = 180,9327 \text{ kg/m}^2$$

- Beban gording = berat gording x jml gording =  $\frac{6,76 \times 7}{7} = 47,320 \text{ kg/m}^2$

$$P = 680,5844 \text{ kg/m}^2$$

$$S_s = L/2 = 5/2 = 2,5 \text{ m}$$

$$P// = P \cdot \sin \alpha \cdot S_s = 680,5844 \cdot \sin 34 \cdot 2,5 = 951,4449 \text{ kg} \quad (3.1.8)$$

$$A_{\text{sagrod}} = \frac{P//}{0,33 \cdot F_u} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{sagrod}}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{P// \cdot 4}{0,33 \cdot F_u \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{951,4449 \cdot 4}{0,33 \cdot 4078 \cdot \pi}} = 0,9490 \text{ cm} = 9,490 \text{ mm} \quad (3.1.10)$$

$$\text{dipakai sagrod} = D + 3 = 9,490 + 3 = 12,490 \text{ mm}$$

## 2. Tierod

$$\text{Beban Tierod} = T = P// \cdot \cos \alpha = 951,4449 \cdot \cos 34 = 788,7836 \text{ kg}$$

$$A_{\text{tierod}} = \frac{T}{0,33 \cdot F_u} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tierod}}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{T \cdot 4}{0,33 \cdot F_u \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{788,7836 \cdot 4}{0,33 \cdot 4078 \cdot \pi}} = 0,8641 \text{ cm} = 8,641 \text{ mm} \quad (3.1.15)$$

$$\text{dipakai tierod} = D + 3 = 8,641 + 3 = 11,641 \text{ mm}$$

Sagrod dan Tierod dipakai diameter = 12 mm (P12)

### 4.1.5 Perencanaan Kuda – Kuda

#### 4.1.5.1 Pembebanan dan Gaya batang Rencana Kuda – Kuda

Beban Tetap :

- Berat gording (Light Lip Channel) = 6,76 kg/m'
- Berat eternit (Tabel 2.1, PPIUG '83) = 11 kg/m<sup>2</sup>
- Penggantung langit – langit (dari kayu) = 7 kg/m<sup>2</sup>
- Berat penutup atap (genteng) = 50 kg/m<sup>2</sup>
- Beban hidup = 20 kg/m<sup>2</sup>

- Berat kuda-kuda taksiran :

$$W \text{ taksiran} = \left( 10 \pm \left( \frac{L-12}{3} \right) \cdot 5 \right) \cdot \text{jarak kuda - kuda}$$

$$= \left( 10 + \left( \frac{15-12}{3} \right) \cdot 5 \right) \cdot 5 = 75 \text{ kg/m}^2$$

Beban – beban pada joint :

- a.  $P_1 = P_{13}$

Beban gording	$= 6,76 \times 5$	$= 33,80 \text{ kg}$
Berat penutup atap	$= 50 \times 5 \times \frac{1}{2} (1,25/\cos 34)$	$= 188,472 \text{ kg}$
		$qD = 222,272 \text{ kg}$
		$= 222 \text{ kg}$
 Beban hidup (qL)	 $= 20 \times 5 \times \frac{1}{2} (1,25/\cos 34)$	 $= 75,389 \text{ kg}$
		$= 75 \text{ kg}$

- b.  $P_2 \text{ s/d } P_{12}$

Beban gording	$= 6,76 \times 5$	$= 33,80 \text{ kg}$
Berat penutup atap	$= 50 \times 5 \times (1,25/\cos 34)$	$= 376,943 \text{ kg}$
		$qD = 410,743 \text{ kg}$
		$= 410 \text{ kg}$
 Beban hidup (qL)	 $= 20 \times 5 \times (1,25/\cos 34)$	 $= 150,772 \text{ kg}$
		$= 150 \text{ kg}$

- c.  $P_1' = P_{13}'$

Berat eternit dan penggantung	$= 18 \times 5 \times 0,5 (1,25/\cos 20)$	$= 60 \text{ kg}$
Berat kuda-kuda	$= 75 \times 0,5 (1,25/\cos 20)$	$= 56,541 \text{ kg}$
		$qD = 116,541 \text{ kg}$
		$= 116 \text{ kg}$



d.  $P_2$  s/d  $P_{12}$

$$\text{Berat eternit dan penggantung} = 18 \times 5 \times (1,25/\cos 20) = 120 \text{ kg}$$

$$\text{Berat kuda-kuda} = 75 \times (1,25/\cos 20) = 118,083 \text{ kg}$$

---


$$qD = 238,083 \text{ kg}$$

$$= 238 \text{ kg}$$

Beban angin :

$$W_a = 25 \text{ kg/m}^2 \text{ (pasal 4.2.1.PPIUG '83)}$$

Koefisien angin :

• Angin Tekan ( $W_t$ )

$$C_1 = 0,02 \alpha - 0,4 = 0,02 \cdot 34 - 0,4 = +0,28 \text{ (tekan)}$$

• Angin Hisap ( $W_h$ )

$$C_2 = -0,4$$

Beban-beban Angin :

$$W_t = C_1 \cdot W_a = +0,28 \cdot 25 = +7 \text{ kg/m}^2 \text{ (tekan)}$$

$$W_h = C_2 \cdot W_a = -0,4 \cdot 25 = -10 \text{ kg/m}^2 \text{ (hisap)}$$

a. Angin kiri

akibat angin tekan :

$$W_{t1} = W_{t7} = 7 \times 5 \times \frac{1}{2}(1,25/\cos 34) = +26 \text{ kg}$$

$$W_{t2} \text{ s/d } W_{t6} = 7 \times 5 \times (1,25/\cos 34) = +53 \text{ kg}$$

Akibat angin hisap :

$$W_{h1} = W_{h7} = -10 \times 5 \times \frac{1}{2}(1,25/\cos 34) = -38 \text{ kg}$$

$$W_{h2} \text{ s/d } W_{h6} = -10 \times 5 \times (1,25/\cos 34) = -75 \text{ kg}$$

b. Angin kanan

Besar angin kanan sama dengan angin kiri

#### 4.1.6 Perhitungan Rangka

Analisis rangka menggunakan SAP2000 dapat dilihat dalam lampiran 1 dan beban rencana kuda-kuda KK1 dapat dilihat pada tabel 4.5

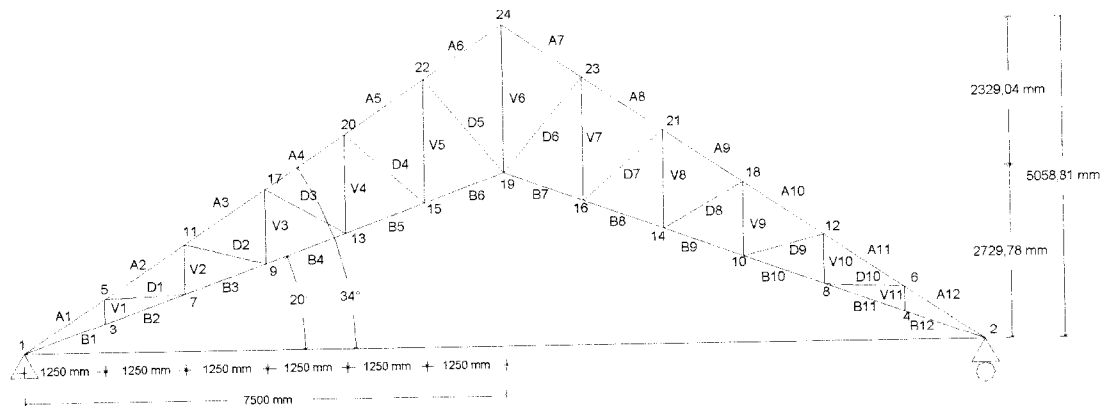
##### 1. Data profil baja yang digunakan

$$\text{Modulus of Elasticity (Es)} = 2,1 \cdot 10^{10} \text{ kg/m}^2 = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 25310507 \text{ kg/m}^2 = 2531 \text{ kg/cm}^2$$

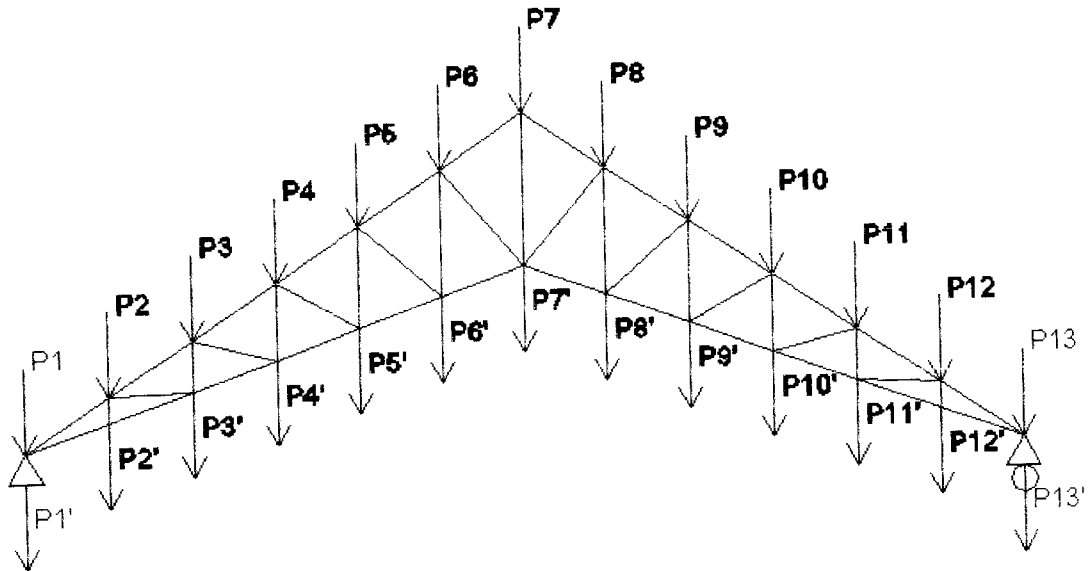
Asumsi profil 2L 80x80x10 dengan:

$$b = 80 \text{ mm} \quad t_f = 10 \text{ mm} \quad t_w = 10 \text{ mm}$$



**Gambar 4.5** Rangka Kuda-kuda KK1

2. Data – data pembebanan yang dimasukkan pada SAP2000
- a. Akibat beban tetap



**Gambar 4.6** Gaya Akibat Beban Tetap

**Tabel 4.1** Gaya  $P_1$  sampai dengan  $P_{13}$

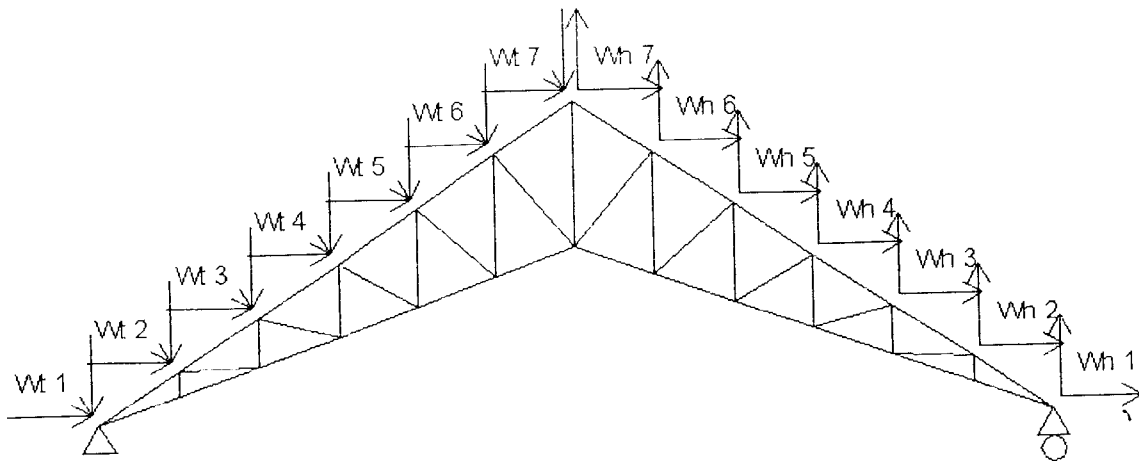
Nama Gaya	Beban Mati (qD) kg	Beban Hidup (qL) kg
$P_1 = P_{13}$	- 222	- 75
$P_2$ s/d $P_{12}$	- 410	- 150

Untuk pembebanan  $P_1'$  s/d  $P_{13}'$  pada perhitungan SAP2000, berat kuda-kuda sudah termasuk berat sendiri maka tidak dimasukkan dalam perhitungan.

**Tabel 4.2** Gaya  $P_1'$  s/d  $P_{13}'$

Nama Gaya	Beban Mati (qD) kg
$P_1' = P_{13}'$	- 60
$P_2'$ s/d $P_{12}'$	- 120

## b. Akibat beban angin kiri

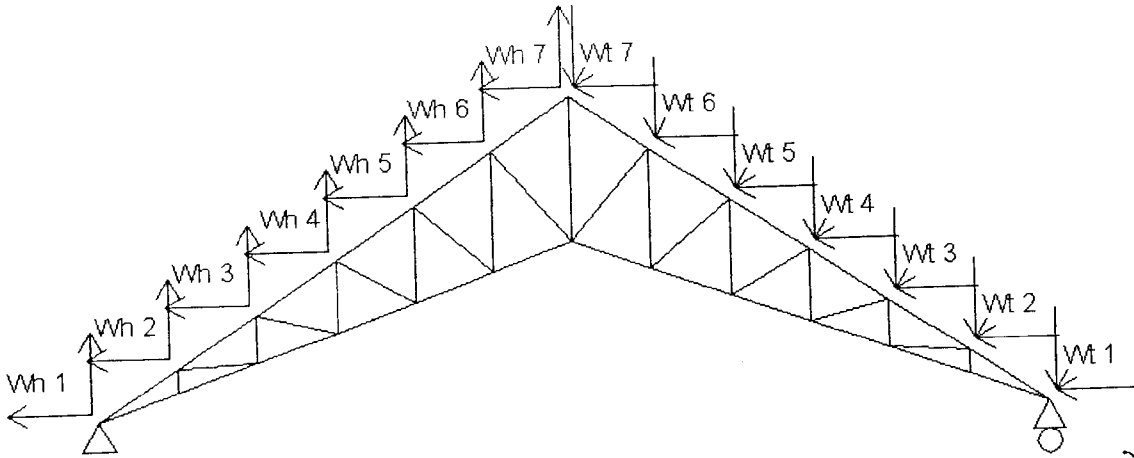


Gambar 4.7 Gaya Akibat Angin Kiri

Tabel 4.3 Gaya Tekan dan Hisap Angin Kiri

Nama Gaya	Gaya akibat Beban Angin Kiri (Wki) kg	Gaya Vertikal $= Wki \times \cos 34^\circ$ (kg)	Gaya Horizontal $= Wki \times \sin 34^\circ$ (kg)
$Wt_1 = Wt_7$	26	+22	- 15
$Wt_2 \text{ s/d } Wt_6$	53	+ 44	- 30
$Wh_1 = Wh_7$	-38	+31	+ 21
$Wh_2 \text{ s/d } Wh_6$	-75	+ 63	+ 42

## c. Akibat beban angin kanan



Gambar 4.8 Gaya Akibat Angin Kanan

Tabel 4.4 Gaya Hisap dan Tekan Angin Kanan

Nama Gaya	Gaya akibat Beban Angin Kanan (Wka) kg	Gaya Vertikal $= Wka \times \cos 34^\circ$ (kg)	Gaya Horizontal $= Wka \times \sin 34^\circ$ (kg)
$Wt_1 = Wt_7$	26	- 22	- 15
$Wt_2 \text{ s/d } Wt_6$	53	- 44	- 30
$Wh_1 = Wh_7$	-38	- 31	+ 21
$Wh_2 \text{ s/d } Wh_6$	-75	- 63	+ 42

46

Tabel 4.5 Gaya Batang Yang Terjadi Pada Rangka Atap

Nama Batang	Panjang Batang (m)	Gaya Batang Yang Terjadi			Kombinasi Pembebanan			Beban Rencana (kg)
		P (kg)	Wki (kg)	Wkn (kg)	P + Wki (kg)	P + Wkn (kg)	1,33 . P (kg)	
Atas								
A1	1.5078	-16386.970	-576.415	947.960	-16963.385	-15439.010	-21794.670	-16386.970
A2	1.5078	-15691.654	-532.184	884.510	-16223.838	-14807.144	-20869.900	-15691.654
A3	1.5078	-14192.741	-443.415	758.593	-14636.156	-13434.149	-18876.346	-14192.741
A4	1.5078	-12667.729	-356.036	633.936	-13023.765	-12033.793	-16848.080	-12667.729
A5	1.5078	-11116.771	-268.318	508.715	-11385.089	-10608.057	-14785.305	-11116.771
A6	1.5078	-9518.212	-179.881	382.248	-9698.093	-9135.964	-12659.222	-9518.212
A7	1.5078	-9518.208	-223.065	425.433	-9741.273	-9092.776	-12659.217	-9518.208
A8	1.5078	-11116.773	-98.693	339.089	-11215.466	-10777.684	-14785.308	-11116.773
A9	1.5078	-12667.729	27.294	250.606	-12640.435	-12417.123	-16848.080	-12667.729
A10	1.5078	-14192.741	152.798	162.380	-14039.943	-14030.361	-18876.346	-14192.741
A11	1.5078	-15691.654	278.964	73.363	-15412.690	-15618.291	-20869.900	-15691.654
A12	1.5078	-16386.970	383.883	-12.337	-16003.087	-16399.307	-21794.670	-16386.970
Bawah								
B1	1.3302	14357.929	945.388	-1264.210	15303.317	13093.719	19096.046	14357.929
B2	1.3302	14660.236	951.829	-1277.132	15612.065	13383.104	19498.114	14660.236
B3	1.3302	13819.204	875.522	-1165.603	14694.726	12653.601	18379.541	13819.204
B4	1.3302	12521.387	769.586	-1014.081	13290.973	11507.306	16653.445	12521.387
B5	1.3302	11178.731	661.662	-859.876	11840.393	10318.855	14867.712	11178.731
B6	1.3302	9796.870	552.881	-704.308	10349.751	9092.562	13029.837	9796.870
B7	1.3302	9796.870	288.016	-439.443	10084.886	9357.427	13029.837	9796.870
B8	1.3302	11178.731	192.934	-331.149	11311.665	10847.582	14867.712	11178.731
B9	1.3302	12521.387	-22.546	-221.950	12498.841	12299.438	16653.445	12521.387
B10	1.3302	13819.204	-177.140	-112.942	13642.064	13706.263	18379.541	13819.204
B11	1.3302	14660.236	-317.572	-7.730	14342.664	14652.506	19498.114	14660.236
B12	1.3302	14357.929	-313.906	-4.916	14044.024	14353.013	19096.046	14357.929

t

lanjutan tabel 46

Nama Batang	Panjang Batang (m)		Gaya Batang Yang Terjadi			Kombinasi Pembebanan				Beban Rencana (kg)	
	P (kg)	Wki (kg)	Wkn (kg)	P + Wki (kg)	P + Wkn (kg)	1,33 . P (kg)					
Diagonal											
D1	1.2518	-726.588	-64.188	95.743	-790.776	-630.845	-966.362	-966.362	-726.588		
D2	1.2907	-1255.789	-101.623	145.684	-1357.413	-1110.105	-1670.200	-1670.200	-1255.789		
D3	1.4373	-1450.146	-115.835	165.603	-1565.981	-1284.543	-1928.694	-1928.694	-1450.146		
D4	1.6636	-1719.325	-135.050	193.041	-1854.376	-1526.285	-2286.703	-2286.703	-1719.325		
D5	1.9418	-1995.290	-157.366	224.217	-2152.656	-1771.073	-2653.735	-2653.735	-1995.290		
D6	1.9418	-1995.290	226.888	-160.037	-1768.402	-2155.327	-2653.735	-2653.735	-1995.290		
D7	1.6636	-1719.325	193.481	-135.491	-1525.844	-1854.816	-2286.703	-2286.703	-1719.325		
D8	1.4373	-1450.146	167.276	-117.507	-1282.870	-1567.653	-1928.694	-1928.694	-1450.146		
D9	1.2907	-1255.789	149.481	-105.420	-1106.309	-1361.209	-1670.200	-1670.200	-1255.789		
D10	1.2518	-726.588	128.902	-97.347	-597.686	-823.935	-966.362	-966.362	-726.588		
Vertikal											
V1	0.3882	-118.579	-12.347	18.653	-130.926	-99.926	-157.710	-157.710	-118.579		
V2	0.7763	515.331	30.0586	-42.4539	545.390	472.877	685.391	685.391	515.331		
V3	1.1645	947.722	62.225	-88.745	1009.947	858.977	1260.470	1260.470	947.722		
V4	1.5527	1367.909	94.185	-134.401	1462.094	1233.508	1819.320	1819.320	1367.909		
V5	1.9409	1818.225	126.434	-180.649	1944.660	1637.576	2418.240	2418.240	1818.225		
V6	2.3290	9949.198	232.828	-438.537	10182.026	9510.661	13232.433	13232.433	9949.198		
V7	1.9409	1818.225	-179.084	124.870	1639.141	1943.095	2418.240	2418.240	1818.225		
V8	1.5527	1367.909	-135.506	95.289	1232.404	1463.199	1819.320	1819.320	1367.909		
V9	1.1645	947.722	-89.939	63.419	857.783	1011.141	1260.470	1260.470	947.722		
V10	0.7763	515.331	-44.443	32.047	470.889	547.379	685.391	685.391	515.331		
V11	0.3882	-118.579	6.069	0.237	-112.510	-118.342	-157.710	-157.710	-118.579		

**Tabel 4.6** Reaksi Dukungan Yang Terjadi Pada Kuda-Kuda

Joint	Beban	Reaksi (kg)	
		Horizontal	Vertikal
1	Beban mati	-9.09E-11	3923.639
1	Beban hidup	-1.82E-11	904.663
1	Beban angin kanan	429.999	-143.116
1	Beban angin kiri	-429.999	30.616
1	kombinasi 1	-1.38E-10	4828.302
1	kombinasi 2	-515.9988	4685.187
1	kombinasi 3	515.9988	4858.918
2	Beban mati	0	3923.639
2	Beban hidup	0	904.663
2	Beban angin kanan	0	30.616
2	Beban angin kiri	0	-143.116
2	kombinasi 1	0	4828.302
2	kombinasi 2	0	4685.187
2	kombinasi 3	0	4858.918

#### 4.1.7 Perencanaan Profil Kuda – Kuda

##### 1. Batang Tekan

###### a. Batang Atas ( $A_1$ s/d $A_{12}$ )

(tabel 4.5 halaman 65 Gaya Batang Yang Terjadi Pada Rangka Atap)

Gaya batang (tekan) maksimum = -16386,970 kg

Panjang = 1,5078 m = 150,78 cm

ambil  $\frac{k.L}{r} = 50$

$$C_c = \frac{6440}{\sqrt{f_y}} = \frac{6440}{\sqrt{2531}} = 128,009 > \frac{k.L}{r} = 50, \text{ maka :} \quad (3.1.28)$$

$$F_s = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{kL/r}{C_c} - \frac{1(kL/r)^3}{8.C_c^3} = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{.50}{128,009} - \frac{1}{8} \frac{50^3}{128,009^3} = 1,8057 \quad (3.1.30)$$

$$F_{a \text{ perlu}} = \frac{f_y}{F_s} \left( 1 - 0,5 \left( \frac{kL/r}{C_c} \right)^2 \right) = \frac{2531}{1,806} \left( 1 - 0,5 \left( \frac{50}{128,009} \right)^2 \right) = 1294,7538 \text{ kg/cm}^2 \quad (3.1.31)$$



$$A_{\text{perlu}} = \frac{P}{F_{a_{\text{perlu}}}} = \frac{16386,970}{1294,533} = 12,658 \text{ cm}^2 \quad (3.1.33)$$

Di coba Profil **2L 70 x 70 x 7**

$$A_{\text{total}} = 2 \times 9,40 = 18,8 \text{ cm}^2$$

$$r = 2,12 \text{ cm}$$

$$e = 1,97 \text{ cm}$$

$$I_x = I_y = 42,4 \text{ cm}^4$$

$$i_x = i_y = 2,12 \text{ cm}$$

$$x = e + \frac{1}{2} \cdot t_p = 1,97 + \frac{1}{2} \cdot 1 = 2,47 \text{ cm}$$

$$I_{x \text{ gab}} = 2 \cdot 42,4 = 84,8 \text{ cm}^4$$

$$I_{y \text{ gab}} = I_{x \text{ gab}} + 2 \cdot A \cdot x^2 = 84,8 + 2 \cdot 18,8 \cdot 2,47^2 = 131,236 \text{ cm}^4$$

$$i_{x \text{ gab}} = \sqrt{\frac{I_{x \text{ gab}}}{2A}} = \sqrt{\frac{84,8}{2 \cdot 9,4}} = 2,124 \text{ cm}$$

$$i_{y \text{ gab}} = \sqrt{\frac{I_{y \text{ gab}}}{2A}} = \sqrt{\frac{131,236}{2 \cdot 9,40}} = 2,642 \text{ cm}$$

dipakai  $r = i_{x \text{ gab}} = 2,120 \text{ cm}$

Kontrol Local Buckling :

$$\frac{b_f}{t_f} \leq \frac{76}{\sqrt{f_y}} \quad (3.1.26)$$

$$\frac{70}{7} \leq \frac{76}{\sqrt{36}}$$

$$10 \leq 12,667 \quad (\text{Ok!})$$

Kontrol Beban :

$$\frac{kL}{r} = \frac{1.150,78}{2,120} \leq C_c = \frac{6440}{\sqrt{f_y}} = \frac{6440}{\sqrt{2531}} \quad (3.1.28)$$

$$= 71,211 \leq 128,009 \quad (\text{terjadi tekuk elastis})$$

$$F_s = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{kL}{r} - \frac{1 \left( \frac{kL}{r} \right)^3}{8.Cc^3} = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{71,121}{128,009} - \frac{1}{8} \frac{71,121^3}{128,009^3} = 1,854$$

$$F_{a_{ada}} = \frac{2531}{1,854} \left( 1 - 0,5 \left( \frac{71,121}{128,009} \right)^2 \right) = 1154,716 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} P_{ada} &= F_{a_{ada}} \cdot A_{ada} \geq P_{tjd} \\ &= 1154,716 \cdot 18,8 \\ &= 21708,658 \text{ kg} \geq 16386,970 \text{ kg} \dots\dots (\text{Ok!}) \end{aligned}$$

a. Batang Diagonal ( D<sub>1</sub> s/d D<sub>10</sub> )

(tabel 4.5 halaman 65 Gaya Batang Yang Terjadi Pada Rangka Atap)

Gaya batang (tekan) maksimum = -1995,290 kg

Panjang = 1,9418 m = 194,18 cm

$$\text{ambil } \frac{k.L}{r} = 50$$

$$C_c = \frac{6440}{\sqrt{f_y}} = \frac{6440}{\sqrt{2531}} = 128,009 > \frac{k.L}{r} = 50, \text{ maka :}$$

$$F_s = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{kL}{r} - \frac{1 \left( \frac{kL}{r} \right)^3}{8.Cc^3} = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{50}{128,009} - \frac{1}{8} \frac{50^3}{128,009^3} = 1,8057$$

$$F_{a_{perlu}} = \frac{f_y}{F_s} \left( 1 - 0,5 \left( \frac{kL}{r} \right)^2 \right) = \frac{2531}{1,806} \left( 1 - 0,5 \left( \frac{50}{128,009} \right)^2 \right) = 1294,7538 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{perlu} = \frac{P}{F_{a_{perlu}}} = \frac{1995,290}{1294,7538} = 1,541 \text{ cm}^2$$

Di coba Profil **2L 40 x 40 x 4**

$$A_{total} = 2 \times 3,08 = 6,160 \text{ cm}^2$$

$$r = 1,210 \text{ cm} \quad e = 1,120 \text{ cm}$$

$$I_x = I_y = 4,48 \text{ cm}^4 \quad i_x = i_y = 1,210 \text{ cm}$$

$$x = e + \frac{1}{2} \cdot tp = 1,120 + \frac{1}{2} \cdot 1 = 1,620 \text{ cm}$$

$$I_x \text{ gab} = 2 \cdot 4,48 = 8,96 \text{ cm}^4$$

$$I_y \text{ gab} = I_x \text{ gab} + 2 \cdot A \cdot x = 8,96 + 2 \cdot 6,160 \cdot 8,96 = 18,939 \text{ cm}^4$$

$$i_x \text{ gab} = \sqrt{\frac{I_x \text{ gab}}{2A}} = \sqrt{\frac{8,96}{2 \cdot 6,160}} = 1,206 \text{ cm}$$

$$i_y \text{ gab} = \sqrt{\frac{I_y \text{ gab}}{2A}} = \sqrt{\frac{18,939}{2 \cdot 6,160}} = 1,753 \text{ cm}$$

dipakai  $r = i_x \text{ gab} = 1,206 \text{ cm}$

Kontrol Local Buckling :

$$\frac{bf}{tf} \leq \frac{76}{\sqrt{f_y}}$$

$$\frac{40}{4} \leq \frac{76}{\sqrt{36}}$$

$$10 \leq 12,667 \text{ (Ok!)}$$

Kontrol Beban :

$$\frac{kL}{r} = \frac{1.194,18}{1,206} \leq C_c = \frac{6440}{\sqrt{f_y}} = \frac{6440}{\sqrt{2531}}$$

$$= 161,002 \geq 128,009$$

karena  $kL/r \geq C_c$  maka :

$$F_{a \text{ ada}} = \frac{12}{23} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{(Kl/r)^2} = \frac{12}{23} \cdot \frac{\pi^2 \cdot 2100000}{161,002^2} = 417,505 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{\text{ada}} = F_{a \text{ ada}} \cdot A_{\text{ada}} \geq P_{\text{tjd}}$$

$$= 417,505 \cdot 6,160$$

$$= 2571,829 \text{ kg} \geq 1995,290 \text{ kg} \dots\dots \text{ (Ok!)}$$

## 2. Batang Tarik

### a. Batang Bawah ( $B_1$ s/d $B_{12}$ )

(tabel 4.5 halaman 65 Gaya Batang Yang Terjadi Pada Rangka Atap)

$$P_{\text{tarik maks}} = 14660,236 \text{ kg} \quad f_y = 2531 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Panjang} = 1,330 \text{ m} \quad F_u = 4077 \text{ kg/cm}^2$$

Syarat batang tarik :

$$r_{\min} = \frac{L}{240} = \frac{133}{240} = 0,554 \text{ cm} \quad (3.1.17)$$

luas tampang perlu :

$$A_{g1} = \frac{T}{0,6 \cdot F_y} = \frac{14660,236}{0,6 \cdot 2531} = 9,654 \text{ cm}^2 \quad (3.1.18)$$

$$\begin{aligned} A_{g2} &= \frac{T}{0,5 \cdot F_u \cdot 0,75} + \left( \frac{1''}{8} + \theta_{baut} \right) \cdot tp \cdot n = \frac{14660,236}{0,5 \cdot 4077 \cdot 0,75} + \left( \frac{1''}{8} + \frac{5''}{8} \right) \cdot (2,54) \cdot 0,6 \cdot 2 \\ &= 11,873 \text{ cm}^2 \quad (3.1.19) \end{aligned}$$

dicoba profil **2L 60 x 60 x 6**

$$A_{\text{bruto}} = 2 \times 6,91 \text{ cm} = 13,820 \text{ cm}^2$$

$$W = 5,42 \text{ kg/m}$$

$$r = 1,82 \text{ cm} \geq r_{\min} = 0,554 \text{ cm}$$

dipakai  $r = 1,82 \text{ cm}$

$$A_{\text{lubang}} = \left( \frac{1''}{8} + \theta_{baut} \right) \cdot tp \cdot n \quad (3.1.20)$$

$$= \left( \frac{1''}{8} + \frac{5''}{8} \right) \cdot (2,54) \cdot 0,6 \cdot 2$$

$$= 2,286 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{netto}} = A_{\text{bruto}} - A_{\text{lubang}} = 13,820 - 2,286 = 11,534 \text{ cm}^2$$

- Untuk batang ada lubang

$\mu = 0,85$  (semua profil dengan jumlah baut  $\geq 3$  buah/baris)

$\mu = 0,75$  (jumlah baut 2 buah/baris)

$$\begin{aligned} A_{\text{efektif}} &= A_{\text{netto}} \times \mu & (3.1.22) \\ &= 11,534 \times 0,75 = 8,651 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Kontrol Tegangan :

- Untuk batang tidak ada lubang

$$\begin{aligned} f_a &= \frac{T}{A_{\text{profil}}} \leq 0,6 f_y & (3.1.24) \\ &= \frac{14660,236}{13,820} = 1060,798 \text{ kg/cm}^2 \leq 0,6 \cdot 2531 = 1518,6 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Ok!)} \end{aligned}$$

- Untuk batang ada lubang

$$\begin{aligned} f_a &= \frac{T}{A_{\text{efektif}}} \leq 0,5 F_u & (3.1.25) \\ &= \frac{14660,236}{8,651} \leq 0,5 \cdot 4077 = 1694,727 \text{ kg/cm}^2 \leq 2030,5 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Ok!)} \end{aligned}$$

b. Batang Vertikal (  $V_1$  s/d  $V_{11}$  )

(tabel 4.5 halaman 65 Gaya Batang Yang Terjadi Pada Rangka Atap)

$$P_{\text{tarik maks}} = 9949,198 \text{ kg} \qquad f_y = 2531 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Panjang} = 2,32904 \text{ m} \qquad F_u = 4077 \text{ kg/cm}^2$$

Syarat batang tarik :

$$r_{\text{min}} = \frac{L}{240} = \frac{232,904}{240} = 0,970 \text{ cm}$$

luas tampang perlu :

$$A_{g1} = \frac{T}{0,6 \cdot f_y} = \frac{9949,198}{0,6 \cdot 2531} = 6,552 \text{ cm}^2$$

$$A_{g2} = \frac{T}{0,5 \cdot F_u \cdot 0,75} + \left( \frac{1''}{8} + \theta_{baut} \right) \cdot t_p \cdot n = \frac{9949,198}{0,5 \cdot 4077 \cdot 0,75} + \left( \frac{1''}{8} + \frac{5''}{8} \right) \cdot (2,54) \cdot 0,5 \cdot 2$$

$$= 8,411 \text{ cm}^2$$

dicoba profil **2L 50 x 50 x 5**

$$A_{bruto} = 2 \times 4,80 \text{ cm} = 9,60 \text{ cm}^2$$

$$W = 3,77 \text{ kg/m}$$

$$r = 1,51 \text{ cm} \geq r_{\min} = 0,970 \text{ cm}$$

dipakai  $r = 1,51 \text{ cm}$

$$A_{lubang} = \left( \frac{1''}{8} + \theta_{baut} \right) \cdot t_p \cdot n$$

$$= \left( \frac{1''}{8} + \frac{5''}{8} \right) \cdot (2,54) \cdot 0,5 \cdot 2$$

$$= 1,905 \text{ cm}^2$$

$$A_{netto} = A_{bruto} - A_{lubang} = 9,60 - 1,905 = 7,695 \text{ cm}^2$$

• Untuk batang ada lubang

$$\mu = 0,85 \text{ (semua profil dengan jumlah baut } \geq 3 \text{ buah/baris)}$$

$$\mu = 0,75 \text{ (jumlah baut 2 buah/baris)}$$

$$A_{\text{efektif}} = A_{netto} \times \mu$$

$$= 7,695 \times 0,75 = 5,771 \text{ cm}^2$$

Kontrol Tegangan :

• Untuk batang tidak ada lubang

$$f_a = \frac{T}{A_{profil}} \leq 0,6 f_y$$

$$= \frac{9949,198}{9,60} = 1036,375 \text{ kg/cm}^2 \leq 0,6 \cdot 2531 = 1518,6 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Ok!)}$$

- Untuk batang ada lubang

$$f_a = \frac{T}{A_{\text{efektif}}} \leq 0,5F_u$$

$$= \frac{9949,198}{5,771} \leq 0,5 \cdot 4077 = 1723,924 \text{ kg/cm}^2 \leq 2030,5 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Ok!)}$$

Kontrol berat kuda – kuda :

- Berat total kuda-kuda ( $W_{\text{total}}$ ) = 618,881 kg
- Berat baut dan plat sambung = 20% x berat total kuda-kuda  
 $= 0,2 \times 618,881 = 123,776 \text{ kg}$

$$\text{Jumlah } (\Sigma) = W_{\text{total}} + 20\% \cdot \text{berat total kuda-kuda}$$

$$= 618,881 + 123,776 = 742,657 \text{ kg}$$

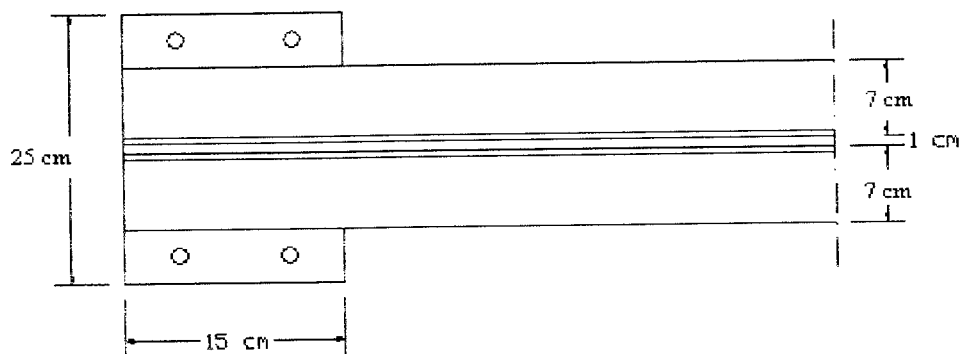
- Panjang bentang kuda-kuda ( $L$ ) = 15 m

$$\frac{\Sigma}{L} \leq \text{Berat taksiran kuda – kuda}$$

$$\frac{742,657}{15} \leq 75 \text{ kg/m'}$$

$$49,510 \text{ kg/m' } \leq 75 \text{ kg/m' } \text{ (Ok!)}$$

#### 4.1.7.1 Perencanaan Pelat Kuda – Kuda



**Gambar 4.9** Pelat Kuda - Kuda

Beban  $P$  diambil dari tabel 4.6 halaman 67 Reaksi Dukungan Yang Terjadi Pada Kuda - Kuda :

$$P_{\text{maks}} = 4858,918 \text{ kg}, f'c = 25 \text{ Mpa} = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{\text{perlu}} = \frac{P}{0,33f'c} = \frac{4858,918}{0,33 \cdot 250} = 58,896 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dipakai ukuran pelat} = 15 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} = 375 \text{ cm}^2 > A_{\text{perlu}} = 58,896 \text{ cm}^2$$

$$q = \frac{P}{B \times L} = \frac{4858,918}{15 \times 25} = 12,957 \text{ kg/cm}$$

$$x = \frac{25 - (7 + 1 + 7)}{2} = 5 \text{ cm}$$

$$M = \frac{1}{2} \cdot q \cdot x^2 = \frac{1}{2} \cdot 12,957 \cdot 5^2 = 161,964 \text{ kgcm}$$

Syarat :

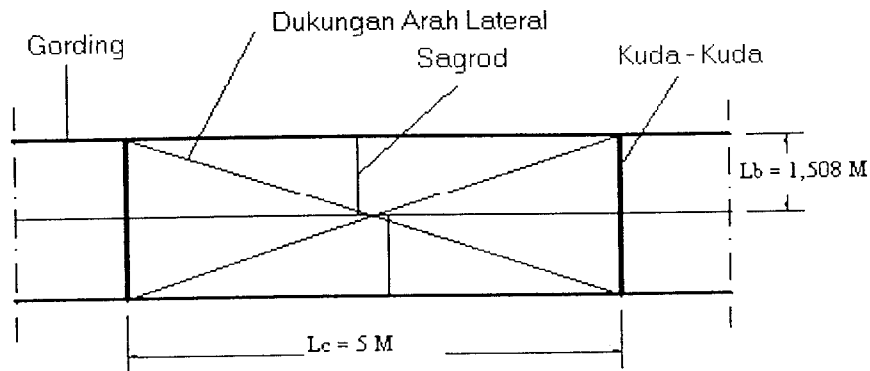
$$0,6 \cdot F_y = \frac{M}{\frac{1}{6} \cdot l \cdot p^2}$$

$$t_p = \sqrt{\frac{10 \cdot M}{F_y}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 161,964}{2531}} = 0,800 \text{ cm} \approx 1 \text{ cm}$$

Pelat kuda – kuda berukuran :  $15 \times 25 \times 1 \text{ cm}^3$



#### 4.1.7.2 Perencanaan Dukungan Lateral



**Gambar 4.10** Dukungan Arah Lateral

Diketahui :

$L_b = \text{jarak antar gording} = 1,508 \text{ m}$

$L_c = \text{jarak antar kuda-kuda} = 5 \text{ m}$

$$L = \sqrt{L_b^2 + L_c^2} = \sqrt{1,508^2 + 5^2} = 5,2224 \text{ m} = 522,24 \text{ cm}$$

Syarat :

$L/\text{refleks} \leq 300$  , sehingga :

$$r_{\min} \geq \frac{L}{300} = \frac{522,24}{300} = 1,741 \text{ cm} = 17,41 \text{ mm}$$

Keterangan :

- $L \leq 3 \text{ m}$ , dipakai baja tulangan diameter 12 mm
- $L \geq 3 \text{ m}$ , dipakai baja tulangan diameter 19 mm
- $3 \text{ m} < L \leq 5 \text{ m}$ , dipakai baja tulangan diameter 16 mm

Karena  $L = 5,2224 \text{ m}$ , maka dukungan arah lateral dipakai baja tulangan diameter

$$19 \text{ mm} > r_{\min} = 17,41 \text{ mm}$$

#### 4.1.8 Perencanaan Sambungan

- Tebal pelat sambung = 1 cm,  $d_{\text{baut}} = 5/8'' = 1,5875 \text{ cm}$

- Mutu Baja Profil :

$$\text{Tegangan leleh (Fy)} = 36 \text{ Ksi} = 2531 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Kuat tarik (Fu)} = 58 \text{ Ksi} = 4077 \text{ kg/cm}^2$$

- Mutu Baut A325X (Non Full Draat) :

$$\text{Tegangan tarik (Ft)} = 44 \text{ Ksi} = 3093 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Tegangan Geser (Fv)} = 30 \text{ Ksi} = 2109 \text{ kg/cm}^2$$

Tinjauan Tegangan Geser 1 Baut :

$$P_{\text{geser}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{baut}}^2 \cdot Fv \cdot \text{jumlah bidang geser (n)} \quad (3.1.37)$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 1,5875^2 \cdot 2109 \cdot 2$$

$$= 5259,0850 \text{ kg}$$

Tinjauan Tegangan Tumpu 1 Baut :

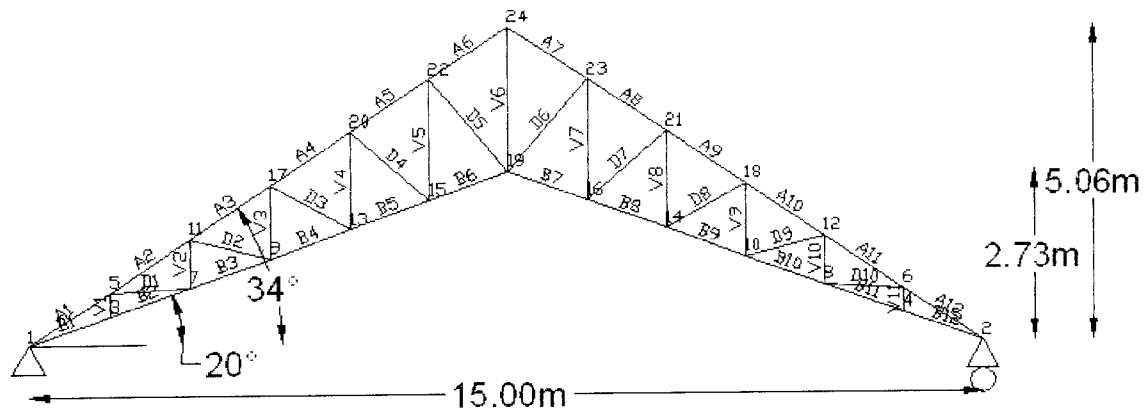
$$P_{\text{tumpu}} = 1,2 \cdot Fu \cdot D_{\text{baut}} \cdot t \cdot \text{jumlah tumpuan (n)} \quad (3.1.35)$$

$$= 1,2 \cdot 4077 \cdot 1,5875 \cdot 1 \cdot 1$$

$$= 7766,685 \text{ kg}$$

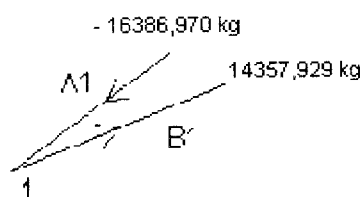
Jadi  $P_{1 \text{ baut}}$  dipakai  $P_{\text{tumpu}} = 5259,0850 \text{ kg}$

$$\text{Jumlah Baut (N)} = \frac{P_{\text{terjadi}}}{P_{1 \text{ baut}}} \quad (3.1.39)$$



Gambar 4.11 Rangka Kuda – Kuda

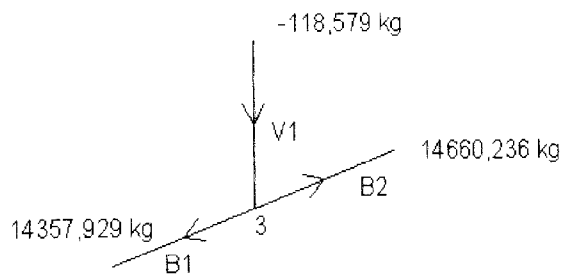
- Joint 1



$$n A1 = \frac{16386,970}{5259,0850} = 3,116 \sim 4 \text{ buah}$$

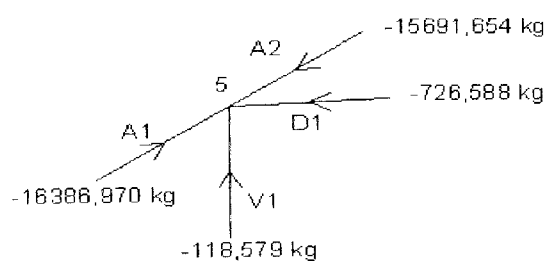
$$n B1 = \frac{14357,929}{5259,0850} = 2,73 \approx 4 \text{ buah}$$

- Joint 3



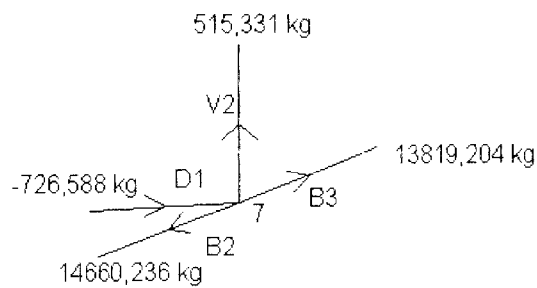
$$n V1 = \frac{118,579}{5259,0850} = 0,023 \approx 1 \text{ buah}$$

- Joint 5



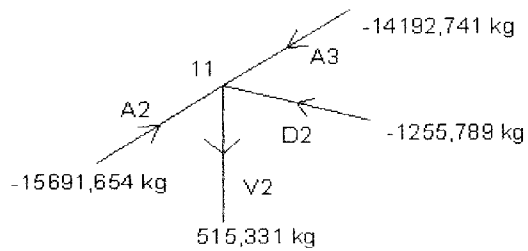
$$n D1 = \frac{726,588}{5259,0850} = 0,138 \sim 2 \text{ buah}$$

- Joint 7



$$n V 2 = \frac{515,331}{5259,0850} = 0,098 \sim 2 \text{ buah}$$

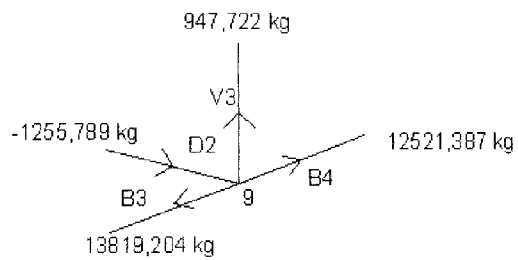
- Joint 11



$$n D 2 = \frac{1255,789}{5259,0850} = 0,239 \sim 2 \text{ buah}$$

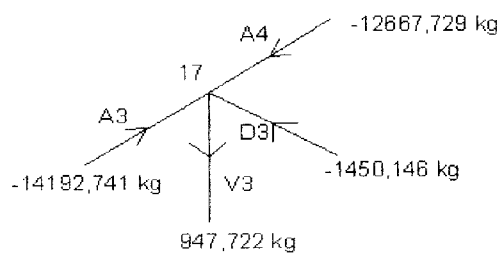
$$n V 2 = \frac{515,331}{5259,0850} = 0,098 \approx 2 \text{ buah}$$

- Joint 9



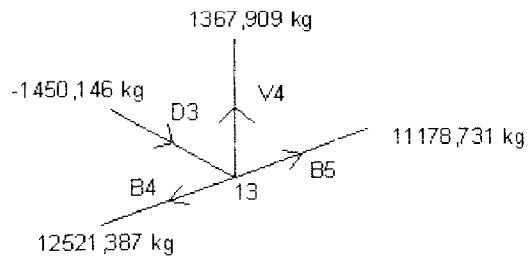
$$n V 3 = \frac{947,722}{5259,0850} = 0,180 \sim 2 \text{ buah}$$

- Joint 17



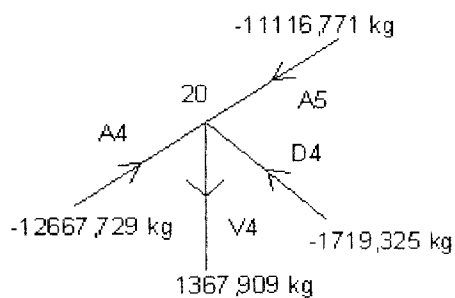
$$n D 3 = \frac{1450,146}{5259,0850} = 0,276 \approx 2 \text{ buah}$$

- Joint 13



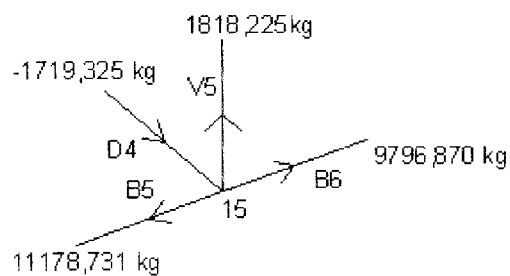
$$n V 4 = \frac{1367,909}{5259,0850} = 0,260 \approx 2\text{buah}$$

- Joint 20



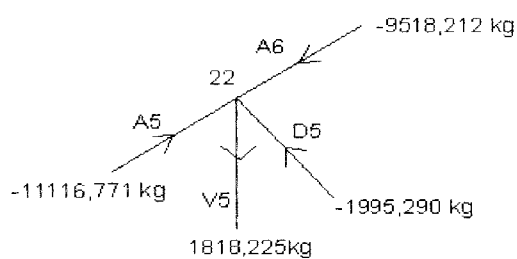
$$n D 4 = \frac{1719,325}{5259,0850} = 0,327 \approx 2\text{buah}$$

- Joint 15



$$n V 5 = \frac{1818,225}{5259,0850} = 0,346 \approx 2\text{buah}$$

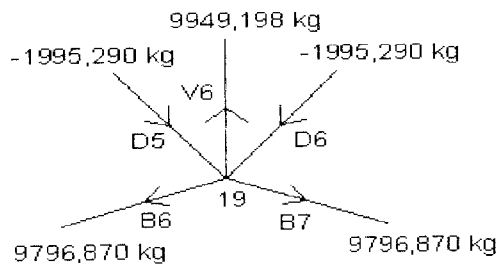
- Joint 22



$$n D 5 = \frac{1995,290}{5259,0850} = 0,379 \approx 2\text{buah}$$

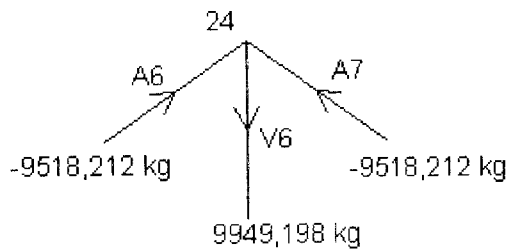
$$n V 5 = \frac{1818,225}{5259,0850} = 0,346 \approx 2\text{buah}$$

- Joint 19



$$n V 6 = \frac{9949,198}{5259,0850} = 1,892 \sim 2 \text{ buah}$$

- Joint 24



$$n V 6 = \frac{9949,198}{5259,0850} = 1,892 \sim 2 \text{ buah}$$

**Tabel 4.10** Jumlah baut pada setengah bentang kuda – kuda

Nama Batang	Jumlah Baut (buah)
A1 S/D A6	4
B1 S/D B6	4
V1	1
V2 ; V3 ; V4 ; V5 ; V6	2
D1 ; D2 ; D3 ; D4 ; D5	2

## 4.2 Perencanaan Pelat

### 4.2.1 Perencanaan Pelat Lantai

#### a. Menentukan Tebal dan Tinggi Minimum Pelat Lantai ( h )

Diperkirakan balok tepi pelat mempunyai lebar ,  $b = 300$  mm

maka :  $l_nx = 5000 - 300 = 4700$  mm

$l_ny = 5000 - 300 = 4700$  mm

perbandingan bentang bersih sisi panjang dan pendek :

$$\beta = \frac{l_ny}{l_nx} = \frac{4700}{4700} = 1,00$$

sehingga tebal pelat tidak boleh kurang dari :

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 9\beta} = \frac{4700(0,8 + \frac{240}{1500})}{36 + 9 \cdot 1,00} = 100,2667 \text{ mm} \quad (3.2.2)$$

tetapi tidak perlu lebih besar sama dengan dari :

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36} = \frac{4700(0,8 + \frac{240}{1500})}{36} = 125,333 \text{ mm} \quad (3.2.3)$$

Berdasarkan PBBI, 1971, NI - 2, pasal 9.1 ayat 1, bahwa dalam segala hal tebal pelat tidak boleh kurang dari 7 cm untuk pelat atap dan 12 cm untuk pelat lantai. maka digunakan tebal pelat lantai 12 cm.

#### b. Pembebanan Pelat Lantai

• Beban mati pelat lantai :

1. berat sendiri pelat	: $0,12 \times 24 = 2,88 \text{ KN/m}^2$	
2. pasir ( tebal 5 cm )	: $0,05 \times 16 = 0,80 \text{ KN/m}^2$	
3. Spesi ( tebal 3 cm )	: $0,03 \times 21 = 0,63 \text{ KN/m}^2$	
4. Keramik	: $0,01 \times 20 = 0,20 \text{ KN/m}^2$	+
<hr/>		
Beban mati total ( qD )	= $4,51 \text{ KN/m}^2$	

- Beban hidup pelat lantai :

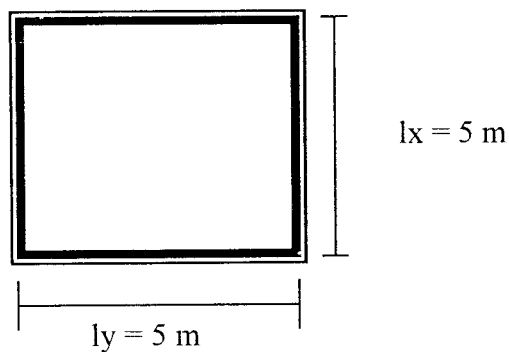
Gedung ini berfungsi sebagai gedung pertemuan, sehingga beban hidupnya ( $q_L$ ) sebesar  $400 \text{ kg/m}^2$  atau  $4,0 \text{ KN/m}^2$  (PPIUG, 1983 tabel 3.1, halaman 17)

- Kombinasi pembebanan (SK SNI T-15-1991-03, Pasal 3.2.2)

$$q_U = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L = 1,2 \cdot 4,51 + 1,6 \cdot 4,0 = 11,812 \text{ KN/m}^2$$

### c. Perencanaan Pelat Lantai

Pelat dianggap terjepit elastis pada keempat sisinya.



$$\frac{l_y}{l_x} = \frac{5}{5} = 1, \text{ dihitung sebagai pelat dua arah.}$$

Koefisien momen (C) pada tabel 13.3.2 halaman 203 PBI 1971 NI-2.

Koef. Momen Pelat ( C )	1,0
$M_{lx} = -M_{tx}$	36
$M_{ly} = -M_{ty}$	36

- Digunakan tulangan pokok  $\varnothing 10 \text{ mm}$
- Penutup beton (Pb) digunakan 20 mm

Tinggi manfaat tulangan pelat lantai :

- Arah x :  $d_x = h - P_b - \frac{1}{2} \varnothing_{tul.x}$   
 $= 120 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 10$   
 $= 95 \text{ mm}$



- Arah y :  $dy = h - Pb - \emptyset_{tul.x} - \frac{1}{2}\emptyset_{tul.y}$   
 $= 120 - 20 - 10 - \frac{1}{2}.10$   
 $= 85 \text{ mm}$

Momen – momen yang bekerja pada pelat :

$$Mulx = - Mutx = 0,001 \cdot qU \cdot lx^2 \cdot C \quad (3.2.4)$$

$$= 0,001 \cdot 11,812 \cdot 5^2 \cdot 36 = 10,6308 \text{ KNm}$$

$$Muly = - Muty = 0,001 \cdot qU \cdot lx^2 \cdot C \quad (3.2.6)$$

$$= 0,001 \cdot 11,812 \cdot 5^2 \cdot 36 = 10,6308 \text{ KNm}$$

1) Perencanaan Tulangan  $lx$  dan  $tx$

$$Mulx = - Mutx = 10,6308 \text{ KNm}$$

$$\frac{Mu}{\phi} = \frac{10,6308}{0,8} = 13,2885 \text{ KNm}$$

Rasio Tulangan ( $\rho$ )

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \left( \frac{600}{600 + fy} \right)}{fy} = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 240} \right)}{240} = 0,053746 \quad (3.2.8)$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{240} = 0,00583 \quad (3.2.10)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,053746 = 0,04032 \quad (3.2.9)$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,294 \quad (3.2.14)$$

Koefisien ketahanan ( $Rn$ ) :

$$Rn = \frac{\frac{Mu}{\phi}}{b \cdot d^2} = \frac{13,2885 \cdot 10^6}{1000 \cdot 95^2} = 1,472 \text{ Mpa} \quad (3.2.13)$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m.Rn}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,294} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.11,294.1,472}{240}} \right) \quad (3.2.15)$$

$$= 0,00636 < \rho_{\max} = 0,04032$$

$$> \rho_{\min} = 0,00583$$

maka :  $\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\text{ada}} = 0,00636$

$$A_{s_p} = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d \geq 0,002 \cdot b \cdot h \quad (3.2.16)$$

$$= 0,00636 \cdot 1000 \cdot 95 \geq 0,002 \cdot 1000 \cdot 120$$

$$= 604,200 \text{ mm}^2 \geq 240 \text{ mm}^2$$

digunakan tulangan pokok  $\emptyset$  10 mm, sehingga :

$$A_1 \emptyset = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,54 \text{ mm}^2$$

$$\text{jarak tulangan (s)} = \frac{A_1 \phi \cdot b}{A_{s_p}} \quad (3.2.17)$$

$$= \frac{78,54 \cdot 1000}{604,200}$$

$$= 129,990 \text{ mm}$$

dipakai  $s = 125 \text{ mm}$ , maka Tulangan Pokok : **P10 – 125**

$$A_{s_{\text{ada}}} = \frac{A_1 \phi \cdot b}{s} = \frac{78,54 \cdot 1000}{125} = 628,320 \text{ mm}^2 \quad (3.2.20)$$

Kontrol Kapasitas Lentur Pelat ( arah x ) :

$$a = \frac{A_{s_{\text{ada}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{628,320 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 7,096 \text{ mm} \quad (3.2.21)$$

$$M_n = A_{s_{\text{ada}}} \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \geq \frac{M_u}{\phi} \quad (3.2.22)$$

$$= 628,320 \cdot 240 \left( 95 - \frac{7,096}{2} \right) / 10^6$$

$$= 14,326 \text{ KNm} \geq 13,2885 \text{ KNm} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

2) Perencanaan Tulangan  $l_y$  dan  $t_y$ 

$$M_{l_y} = - M_{t_y} = 10,6308 \text{ KNm}$$

$$M_u / \phi = \frac{10,6308}{0,8} = 13,2885 \text{ KNm}$$

Rasio Tulangan ( $\rho$ )

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y} = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 240} \right)}{240} = 0,053746$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,053746 = 0,04032$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,294$$

Koefisien ketahanan ( $R_n$ ) :

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{13,2885 \cdot 10^6}{1000 \cdot 85^2} = 1,839 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,294} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 1,839}{240}} \right) \\ &= 0,008026 < \rho_{\max} = 0,04032 \\ &> \rho_{\min} = 0,00583 \end{aligned}$$

$$\text{maka : } \rho_{\text{pakai}} = \rho_{\text{ada}} = 0,008026$$

$$\begin{aligned} A_{s_p} &= \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d \geq 0,002 \cdot b \cdot h \\ &= 0,008026 \cdot 1000 \cdot 85 \\ &= 682,210 \text{ mm}^2 \geq 240 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

digunakan tulangan pokok  $\emptyset$  10 mm, sehingga :

$$A_1 \emptyset = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,54 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{jarak tulangan (s)} &= \frac{A_1 \phi . b}{A_{s_p}} \\ &= \frac{78,54 . 1000}{628,210} \\ &= 115,126 \text{ mm} \end{aligned}$$

dipakai  $s = 100 \text{ mm}$ , maka Tulangan Pokok : **P10 – 110**

$$A_{s_{\text{ada}}} = \frac{A_1 \phi . b}{s} = \frac{78,54 . 1000}{110} = 714 \text{ mm}^2$$

Kontrol Kapasitas Lentur Pelat ( arah y ) :

$$a = \frac{A_{s_{\text{ada}}} . f_y}{0,85 . f'c . b} = \frac{714 . 240}{0,85 . 25 . 1000} = 8,064 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_{s_{\text{ada}}} \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \geq \frac{M_u}{\phi} \\ &= 785,4 \cdot 240 \left( 85 - \frac{8,064}{2} \right) / 10^6 \\ &= 15,262 \text{ KNm} \geq 13,2885 \text{ KNm} \dots\dots\dots \text{OK !} \end{aligned}$$

#### **d. Perencanaan Tulangan Bagi Pelat Lantai**

$$\begin{aligned} A_{s_{\text{bagi}}} &= 0,002 \cdot b \cdot h \\ &= 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

dugunakan tulangan bagi  $\phi 8 \text{ mm}$ , sehingga :

$$A_1 \phi = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,265 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{jarak tulangan bagi (s)} &= \frac{A_1 \phi . b}{A_{s_{\text{bagi}}}} \\ &= \frac{50,265 . 1000}{240} = 209,440 \text{ mm} \end{aligned}$$

dipakai  $s_{\text{bagi}} = 200 \text{ mm}$ , maka Tulangan Bagi : **P8 – 200**

#### 4.2.2 Perencanaan Pelat Atap

##### a. Tebal dan Tinggi Minimum Pelat Atap

Diperkirakan balok tepi pelat mempunyai lebar ,  $b = 200$  mm

maka :  $l_n x = 1000 - 200 = 800$  mm

$l_n y = 5000 - 200 = 4800$  mm

perbandingan bentang bersih sisi panjang dan pendek :

$$\beta = \frac{l_n y}{l_n x} = \frac{4800}{800} = 6$$

sehingga tebal pelat tidak boleh kurang dari :

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 9\beta} = \frac{4800(0,8 + \frac{240}{1500})}{36 + 9 \cdot 6} = 51,2 \text{ mm}$$

tetapi tidak perlu lebih besar sama dengan dari :

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36} = \frac{4800(0,8 + \frac{240}{1500})}{36} = 128,0 \text{ mm}$$

digunakan tebal pelat atap 10 cm.

##### b. Pembebanan Pelat Atap

- Beban mati pelat atap :

1. Berat sendiri pelat	= $0,10 \times 24 = 2,40 \text{ KN/m}^2$
2. Lapis kedap air (tebal 3 cm)	= $0,03 \times 22 = 0,66 \text{ KN/m}^2$ +
<hr/> Beban mati total (qD)	= $3,06 \text{ KN/m}^2$

- Beban hidup pelat atap :

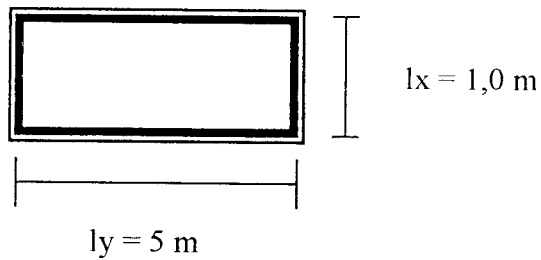
Pada pelat atap terdapat beban hidup (qL) berupa beban pekerja atau air hujan sebesar  $100 \text{ kg/m}^2$  atau  $1,0 \text{ KN/m}^2$  (PPIUG, 1983 tabel 3.1 , halaman 17)

- Kombinasi pembebanan (SK SNI T-15-1991-03, pasal 3.2.2)

$$q_U = 1,2q_D + 1,6q_L = 1,2 \cdot 3,06 + 1,6 \cdot 1,0 = 5,272 \text{ KN/m}^2$$

### c. Perencanaan Pelat Atap

Pelat dianggap terjepit elastis pada keempat sisinya.



$$\frac{l_y}{l_x} = \frac{5}{1,0} = 5,0, \text{ dihitung sebagai pelat satu arah.}$$

Koefisien momen (C) pada tabel 13.3.2 halaman 203 PBTI 1971 NI-2.

Nilai koefisien momen untuk  $\frac{l_y}{l_x} = 5,0$  adalah sebagai berikut :

	Koefisien Momen Pelat (C)
$M_{lx} = - M_{tx}$	63
$M_{ly}$	13
$- M_{ty}$	38

- Digunakan tulangan pokok  $\varnothing 8 \text{ mm}$
- Penutup beton (Pb) digunakan 20 mm

Tinggi manfaat tulangan pelat lantai :

- Arah x :  $d_x = h - P_b - \frac{1}{2}\varnothing_{tul,x}$   
 $= 100 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 8$   
 $= 76 \text{ mm}$

- Arah y :  $dy = h - Pb - \emptyset_{tul.x} - \frac{1}{2}\emptyset_{tul.y}$ 

$$= 100 - 20 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 8$$

$$= 68 \text{ mm}$$

Momen – momen yang bekerja pada pelat :

$$\begin{aligned} \text{Mulx} &= - \text{Mutx} = 0,001 \cdot qU \cdot lx^2 \cdot C \\ &= 0,001 \cdot 5,272 \cdot 1,0^2 \cdot 63 = 0,332 \text{ KNm} \end{aligned}$$

1) Perencanaan Tulangan  $lx$  dan  $tx$

$$\text{Mulx} = - \text{Mutx} = 0,332 \text{ KNm}$$

$$\frac{\text{Mu}}{\phi} = \frac{0,332}{0,8} = 0,415 \text{ KNm}$$

Rasio Tulangan ( $\rho$ )

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{240} \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,053746$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,053746 = 0,04032$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,294$$

Koefisien ketahanan ( $R_n$ ) :

$$R_n = \frac{\frac{\text{Mu}}{\phi}}{b \cdot d^2} = \frac{0,415 \cdot 10^6}{1000 \cdot 76^2} = 0,0718 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,294} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 0,0718}{240}} \right)$$

$$= 0,0002997 < \rho_{\max} = 0,04032$$

$$< \rho_{\min} = 0,00583$$

$1,33 \rho = 1,333 \cdot 0,0002997 = 0,0003995 < \rho_{\min} = 0,00583$ , maka :

$$\rho_{\text{pakai}} = 1,33 \rho = 0,0003995$$

$$\begin{aligned} A_{s_p} &= \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d \geq 0,002 \cdot b \cdot h \\ &= 0,0003995 \cdot 1000 \cdot 76 \\ &= 30,359 \text{ mm}^2 < 200 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

dipakai  $A_{s_p} = 200 \text{ mm}^2$

digunakan tulangan pokok  $\emptyset 8 \text{ mm}$ , sehingga :

$$A_1 \emptyset = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,265 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{jarak tulangan (s)} &= \frac{A_1 \phi \cdot b}{A_{s_p}} \\ &= \frac{50,265 \cdot 1000}{200} \\ &= 251,327 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03, pasal 3.6.4, ayat 2 bahwa jarak antar tulangan pada penampang kritis tidak boleh melebihi dua kali tebal pelat, maka :

dipakai  $s = 200 \text{ mm}$ , maka Tulangan Pokok : **P8 – 200**

$$A_{s_{\text{ada}}} = \frac{A_1 \phi \cdot b}{s} = \frac{50,265 \cdot 1000}{200} = 251,327 \text{ mm}^2$$

Kontrol Kapasitas Lentur Pelat ( arah x ) :

$$a = \frac{A_{s_{\text{ada}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_{c,b}} = \frac{251,327 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 2,839 \text{ mm}$$



$$\begin{aligned}
 Mn &= A_{s \text{ ada}} \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \geq 1,33 \cdot \frac{Mu}{\phi} \quad (\text{karena } \rho_{\text{pakai}} = 1,33\rho) \\
 &= 251,327 \cdot 240 \left( 76 - \frac{2,839}{2} \right) / 10^6 \\
 &= 4,4986 \text{ KNm} \geq 1,33 \cdot 0,415 = 0,553 \text{ KNm} \dots\dots\dots \text{OK !}
 \end{aligned}$$

#### d. Perencanaan Tulangan Susut Pelat Atap

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ susut}} &= 0,002 \cdot b \cdot h \\
 &= 0,002 \cdot 1000 \cdot 100 = 200 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

digunakan tulangan susut  $\emptyset$  8 mm, sehingga :

$$A_1 \emptyset = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,2857 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{jarak tulangan susut (s)} &= \frac{A_1 \phi \cdot b}{A_{s \text{ susut}}} \\
 &= \frac{50,2857 \cdot 1000}{200} = 251,4286 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

dipakai s susut = 200 mm, maka Tulangan susut : **P8 – 200**

### 4.3 Perencanaan Struktur Portal Dengan Daktilitas Penuh

Pada perencanaan ulang Gedung Pimpinan Daerah Muhammadiyah Semarang ini, untuk perencanaan portal dianalisis dengan SAP2000 dengan analisis struktur tiga (3) Dimensi. dan beban yang bekerja pada struktur adalah sebagai berikut :

#### 1. Beban mati

- Pembebanan pelat lantai :

$$\text{Beban pelat lantai (QD)} = 4,51 \text{ KN/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Plafond} &= 0,18 \text{ KN/m}^2 + \\ &= 4,69 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

- Pembebanan pelat atap :

$$\text{Beban pelat atap (QD)} = 3,06 \text{ KN/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Beban plafond} &= 0,18 \text{ KN/m}^2 + \\ &= 3,24 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

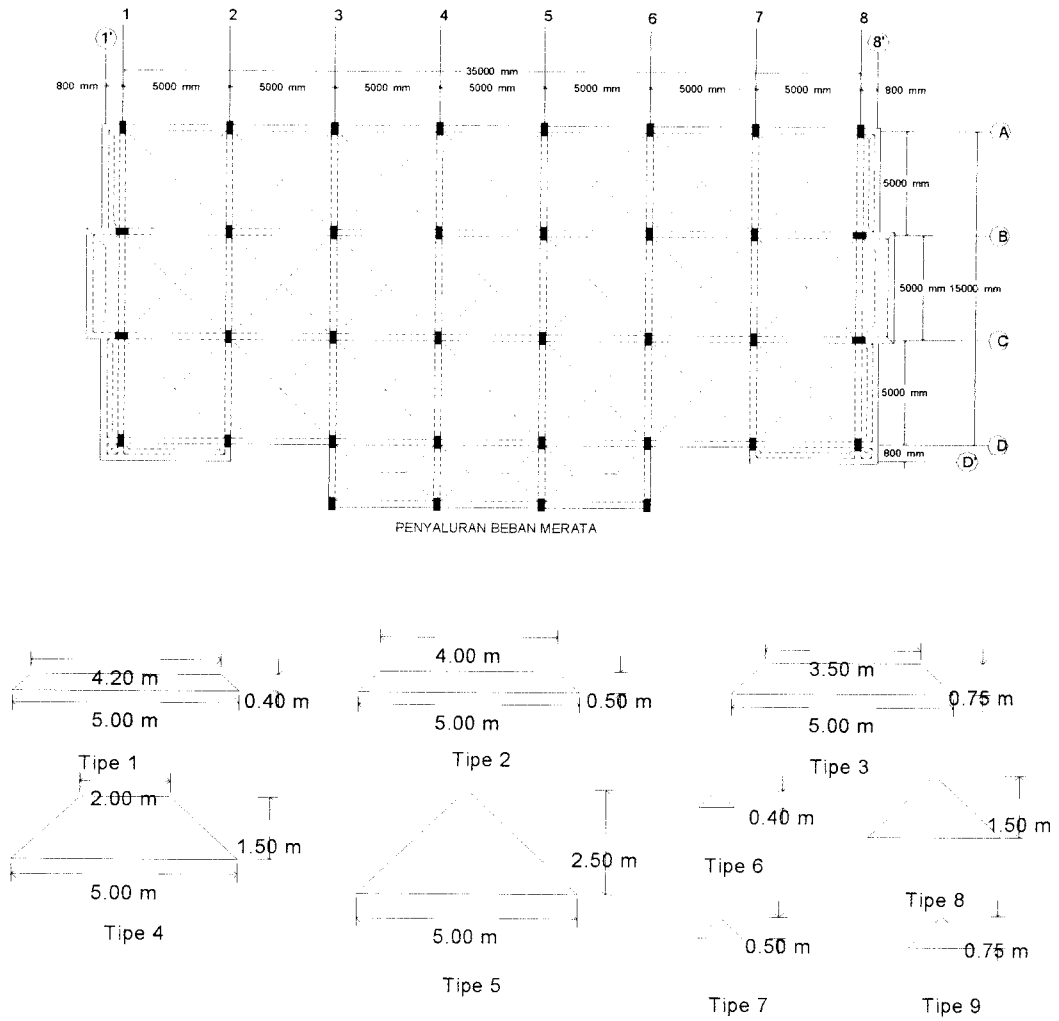
- Beban Dinding  $\frac{1}{2}$  bata = 2,5 KN/m<sup>2</sup>
- Beban tritisan = 0,5 KN/m<sup>2</sup> (genteng dengan usuk dan reng)

#### 2. Beban hidup

$$\text{Beban hidup pelat lantai untuk ruang pertemuan} = 4,0 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Beban hidup pelat atap} = 1,0 \text{ KN/m}^2$$

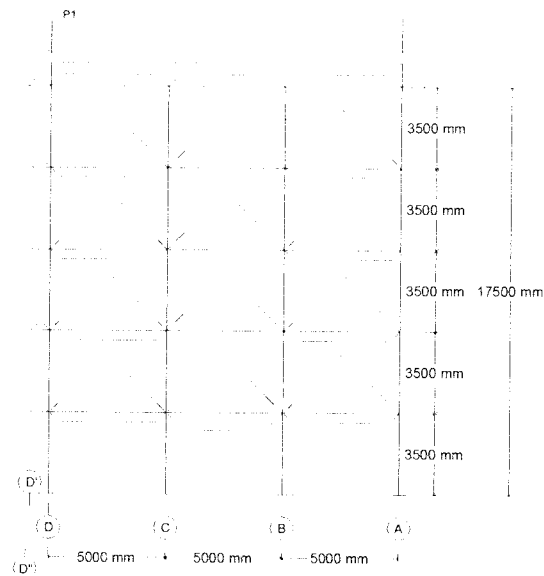
Pemodelan jenis beban pada SAP2000 :



Gambar 4.12 Tipe Pembebanan

### 4.3.1 Perhitungan Beban Akibat Gravitasi

#### A. Portal As 1 = As 8



**Gambar 4.13** Rencana Beban Gravitasi Portal As 1 = As 8

#### 1) Lantai 2, 3, 4 dan 5

##### Beban Mati :

- Beban merata
  - Bentang D-C = C-B = B-A  
Pelat lantai tipe 5 =  $2,5 \cdot 4,69 = 11,725 \text{ KN/m}^2$  (beban segitiga)
  - Bentang D-C = B-A  
Pelat lantai tipe 1 =  $0,4 \cdot 4,69 = 1,876 \text{ KN/m}^2$  (beban trapesium)
  - Bentang C-B  
Dinding =  $2,5 \cdot 3,5 = 8,75 \text{ KN/m}^2$
  - Bentang D'-D  
Pelat lantai tipe 6 =  $0,4 \cdot 4,69 \cdot 2 = 3,752 \text{ KN/m}^2$  (beban segitiga)

##### Beban Hidup :

- Beban merata
  - Bentang D-C = C-B = B-A  
Pelat lantai tipe 5 =  $2,5 \cdot 4,0 = 10 \text{ KN/m}^2$  (beban segitiga)
  - Bentang D-C = B-A  
Pelat lantai tipe 1 =  $0,4 \cdot 4,0 = 1,60 \text{ KN/m}^2$  (beban trapesium)

- Bentang D'-D

$$\text{Pelat lantai tipe 6} = 0,4 \cdot 4,0 \cdot 2 = 3,20 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

## 2) Lantai 2

### Beban Mati :

- Beban merata

- Bentang C-B

$$\text{Pelat lantai tipe 3} = 0,75 \cdot 3,24 = 2,430 \text{ KN/m}^2 (\text{beban trapesium})$$

### Beban Hidup :

- Beban merata

- Bentang C-B

$$\text{Pelat lantai tipe 3} = 0,75 \cdot 1 = 0,75 \text{ KN/m}^2 (\text{beban trapesium})$$

## 3) Pelat Atap

### Beban Mati :

- Beban merata

- Bentang D''-D = A'-A

$$\text{Pelat lantai tipe 7} = 0,5 \cdot 3,24 \cdot 2 = 3,24 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

- Bentang D-C = C-B = B-A

$$\text{Pelat lantai tipe 7} = 0,5 \cdot 3,24 = 1,62 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

- P1 beban mati diakibatkan dari reaksi kuda-kuda

$$P1 = 3923,639 \text{ Kg} = 39,23639 \text{ KN}$$

### Beban Hidup :

- Beban merata

- Bentang D''-D = A'-A

$$\text{Pelat lantai tipe 7} = 0,5 \cdot 1 \cdot 2 = 1 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

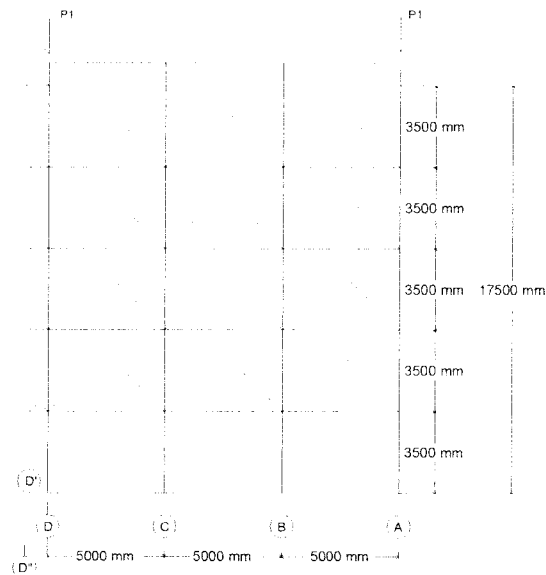
- Bentang D-C = C-B = B-A

$$\text{Pelat lantai tipe 7} = 0,5 \cdot 1 = 0,5 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

- P1 beban hidup diakibatkan dari reaksi kuda-kuda

$$P1 = 904,663 \text{ Kg} = 9,046 \text{ KN}$$

## B. Portal As 2 = As 7



Gambar 4.14 Rencana Beban Gravitasi Portal As 2 s/d As 7

### 1) Lantai 2, 3, 4 dan 5

#### Beban Mati :

- Beban merata

- Bentang D-C = C-B = B-A

$$\text{Pelat lantai tipe 5} = 2,5 \cdot 4,69 \cdot 2 = 23,45 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

- Bentang C-B

$$\text{Dinding} = 2,5 \cdot 3,5 = 8,75 \text{ KN/m}^2$$

- Bentang D'-D

$$\text{Pelat lantai tipe 6} = 0,4 \cdot 4,69 = 1,876 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

$$\text{Dinding} = 2,5 \cdot 3,5 = 8,75 \text{ KN/m}^2$$

#### Beban Hidup :

- Beban merata

- Bentang D-C = C-B = B-A

$$\text{Pelat lantai tipe 5} = 2,5 \cdot 4,0 \cdot 2 = 20 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

- Bentang D'-D

$$\text{Pelat lantai tipe 6} = 0,4 \cdot 4,0 = 1,60 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

## 2) Pelat Atap

### Beban Mati :

- Beban merata

- Bentang  $D''-D = A'-A$

$$\text{Pelat lantai tipe 7} = 0,5 \cdot 3,24 \cdot 2 = 3,24 \quad \text{KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

- $P1 = 3923,639 \text{ Kg} = 39,23639 \text{ KN}$

### Beban Hidup :

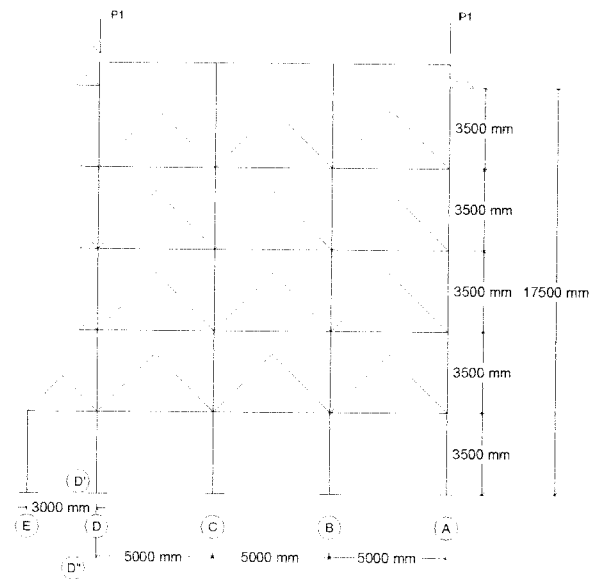
- Beban merata

- Bentang  $D''-D = A'-A$

$$\text{Pelat lantai tipe 7} = 0,5 \cdot 1 \cdot 2 = 1 \quad \text{KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

- $P1 = 904,6632 \text{ Kg} = 9,046632 \text{ KN}$

## C. Portal As 3 = As 6



Gambar 4.15 Rencana Beban Gravitasi Portal As 3 = As 6

## 1) Lantai 2, 3, 4 dan 5

### Beban Mati :

- Beban merata

- Bentang  $D-C = B-A$

$$\text{Pelat lantai tipe 5} = 2,5 \cdot 4,69 \cdot 2 = 23,45 \quad \text{KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

$$\text{Dinding} = 2,5 \cdot 3,5 = 8,75 \quad \text{KN/m}^2$$

- Bentang C-B

$$\text{Pelat lantai tipe 5} = 2,5 \cdot 4,69 \cdot 2 = 23,45 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

**Beban Hidup :**

- Beban merata

- Bentang D-C = C-B = B-A

$$\text{Pelat lantai tipe 5} = 2,5 \cdot 4,0 \cdot 2 = 20 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

**2) Lantai 2**

**Beban Mati :**

- Beban merata

- Bentang E-D

$$\text{Pelat lantai tipe 8} = 1,5 \cdot 3,24 = 4,86 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

**Beban Hidup :**

- Beban merata

- Bentang E-D

$$\text{Pelat lantai tipe 8} = 1,5 \cdot 1 = 1,5 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

**3) Pelat Atap**

**Beban Mati :**

- Beban merata

- Bentang D''-D = A'-A

$$\text{Pelat lantai tipe 7} = 0,5 \cdot 3,24 \cdot 2 = 3,24 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

- $P1 = 3923,639 \text{ Kg} = 39,23639 \text{ KN}$

**Beban Hidup :**

- Beban merata

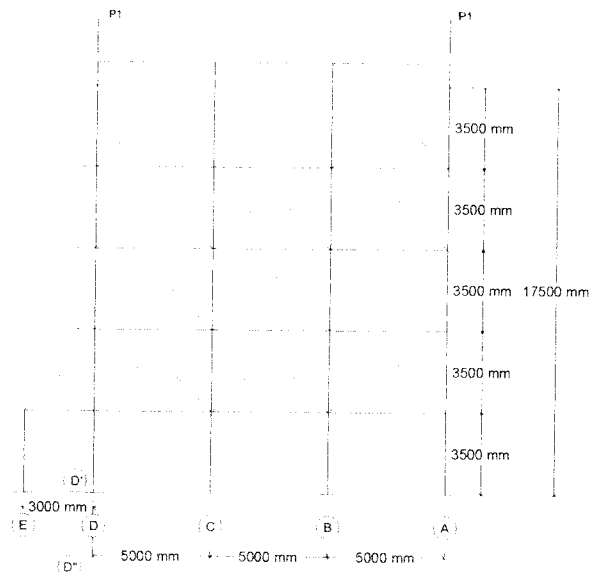
- Bentang D''-D = A'-A

$$\text{Pelat lantai tipe 7} = 0,5 \cdot 1 \cdot 2 = 1 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

- $P1 = 904,6632 \text{ Kg} = 9,046632 \text{ KN}$



#### D. Portal As 4 = As 5



**Gambar 4.16** Rencana Beban Gravitasi Portal As 4 = As 5

#### 1) Lantai 2, 3, 4 dan 5

##### Beban Mati :

- Beban merata
  - Bentang B-A
    - Pelat lantai tipe 5 =  $2,5 \cdot 4,69 \cdot 2 = 23,45$  KN/m<sup>2</sup> (beban segitiga)
    - Dinding =  $2,5 \cdot 3,5 = 8,75$  KN/m<sup>2</sup>
  - Bentang D-C = C-B
    - Pelat lantai tipe 5 =  $2,5 \cdot 4,69 \cdot 2 = 23,45$  KN/m<sup>2</sup> (beban segitiga)

##### Beban Hidup :

- Beban merata
  - Bentang D-C = C-B = B-A
    - Pelat lantai tipe 5 =  $2,5 \cdot 4,0 \cdot 2 = 20$  KN/m<sup>2</sup> (beban segitiga)

#### 2) Lantai 2

##### Beban Mati :

- Beban merata
  - Bentang E-D
    - Pelat lantai tipe 8 =  $1,5 \cdot 3,24 \cdot 2 = 9,72$  KN/m<sup>2</sup> (beban segitiga)

**Beban Hidup :**

- Beban merata
  - Bentang E-D
  - Pelat lantai tipe 8  $= 1,5 \cdot 1 \cdot 2 = 3,0$  KN/m<sup>2</sup>(beban segitiga)

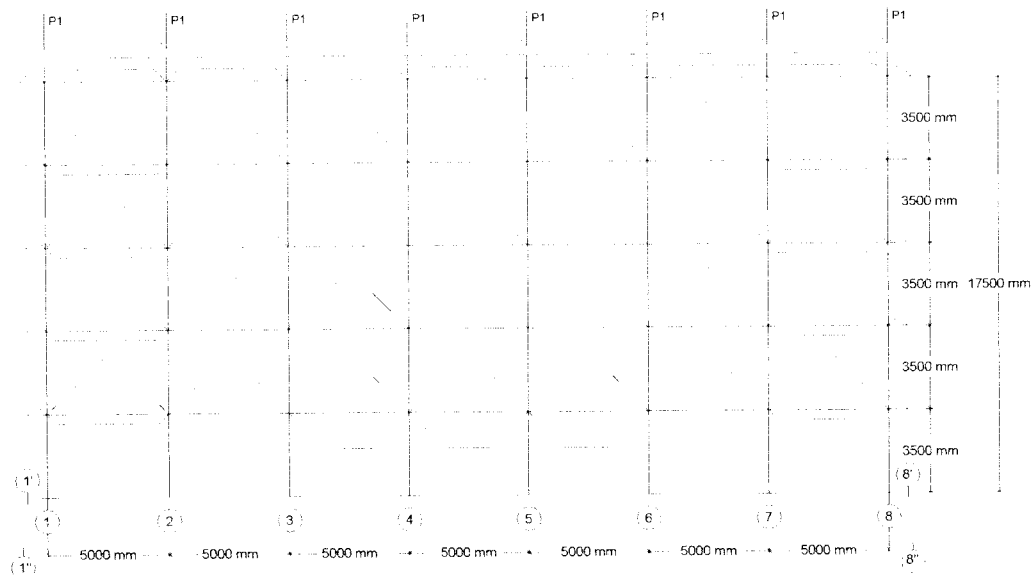
**3) Pelat Atap****Beban Mati :**

- Beban merata
  - Bentang D''-D = A'-A
  - Pelat lantai tipe 7  $= 0,5 \cdot 3,24 \cdot 2 = 3,24$  KN/m<sup>2</sup>(beban segitiga)
- P1 = 3923,639 Kg = 39,23639 KN

**Beban Hidup :**

- Beban merata
  - Bentang D''-D = A'-A
  - Pelat lantai tipe 7  $= 0,5 \cdot 1 \cdot 2 = 1$  KN/m<sup>2</sup>(beban segitiga)
- P1 = 904,6632 Kg = 9,046632 KN

### E. Portal As D



**Gambar 4.17** Rencana Beban Gravitasi Portal As D

#### 1) Lantai 2, 3, 4 dan 5

##### Beban Mati :

- Beban merata

- Bentang 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 6-7

Pelat lantai tipe 5 =  $2,5 \cdot 4,69 = 11,725 \text{ KN/m}^2$  (beban segitiga)

Dinding =  $2,5 \cdot 3,5 = 8,75 \text{ KN/m}^2$

- Bentang 1-2 = 7-8

Pelat lantai tipe 5 =  $2,5 \cdot 4,69 = 11,725 \text{ KN/m}^2$  (beban segitiga)

Pelat lantai tipe 1 =  $0,4 \cdot 4,69 = 1,876 \text{ KN/m}^2$  (beban trapesium)

- Bentang 1<sup>2</sup>-1 = 8-8'

Pelat lantai tipe 6 =  $0,4 \cdot 4,69 \cdot 2 = 3,752 \text{ KN/m}^2$  (beban segitiga)

##### Beban Hidup :

- Beban merata

- Bentang 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 6-7

Pelat lantai tipe 5 =  $2,5 \cdot 4,0 = 10 \text{ KN/m}^2$  (beban segitiga)

- Bentang 1-2 = 7-8

Pelat lantai tipe 5 =  $2,5 \cdot 4,0 = 10 \text{ KN/m}^2$  (beban segitiga)

Pelat lantai tipe 1 =  $0,4 \cdot 4,0 = 1,6 \text{ KN/m}^2$  (beban trapesium)

- Bentang 1'-1 = 8-8'

$$\text{Pelat lantai tipe 6} = 0,4 \cdot 1,0 \cdot 2 = 0,8 \quad \text{KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

## 2) Lantai 2

### Beban Mati :

- Beban merata

- Bentang 3-4 = 4-5 = 5-6

$$\text{Pelat lantai tipe 4} = 1,5 \cdot 3,24 = 4,86 \quad \text{KN/m}^2 (\text{beban trapesium})$$

### Beban Hidup :

- Beban merata

- Bentang 3-4 = 4-5 = 5-6

$$\text{Pelat lantai tipe 4} = 1,5 \cdot 1 = 1,5 \quad \text{KN/m}^2 (\text{beban trapesium})$$

## 3) Pelat Atap

### Beban Mati :

- Beban merata

- Bentang 1-2 = 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 6-7 = 7-8

$$\text{Pelat lantai tipe 2} = 0,5 \cdot 3,24 = 1,62 \quad \text{KN/m}^2 (\text{beban trapesium})$$

- Bentang 1''-1 = 8-8''

$$\text{Pelat lantai tipe 7} = 0,5 \cdot 3,24 \cdot 2 = 3,24 \quad \text{KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

- $P1 = 3923,639 \text{ Kg} = 39,23639 \text{ KN}$

### Beban Hidup :

- Beban merata

- Bentang 1-2 = 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 6-7 = 7-8

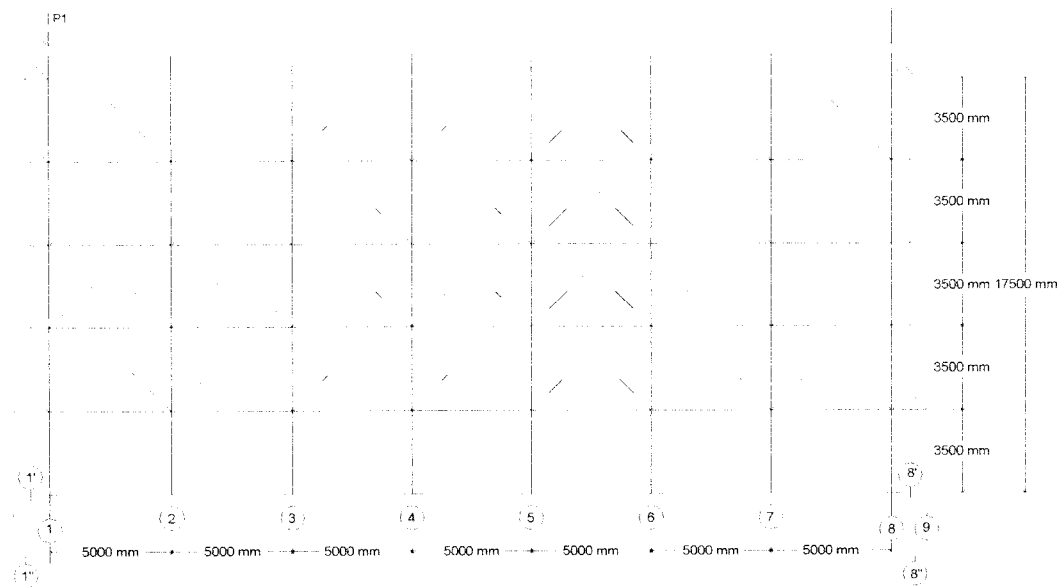
$$\text{Pelat lantai tipe 2} = 0,5 \cdot 1 = 0,5 \quad \text{KN/m}^2 (\text{beban trapesium})$$

- Bentang 1''-1 = 8-8''

$$\text{Pelat lantai tipe 7} = 0,5 \cdot 1 \cdot 2 = 1 \quad \text{KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

- $P1 = 904,6632 \text{ Kg} = 9,046632 \text{ KN}$

## F. Portal As B = As C



**Gambar 4.18** Rencana Beban Grafitasi As B = As C

### 1) Lantai 2, 3, 4 dan 5

#### Beban Mati :

- Beban merata

- Bentang 1-2 = 2-3 = 6-7 = 7-8

$$\text{Pelat lantai tipe 5} = 2,5 \cdot 4,69 \cdot 2 = 23,45 \text{ KN/m}^2 \text{ (beban segitiga)}$$

$$\text{Dinding} = 2,5 \cdot 3,5 = 8,75 \text{ KN/m}^2$$

- Bentang 3-4 = 4-5 = 5-6

$$\text{Pelat lantai tipe 5} = 2,5 \cdot 4,69 \cdot 2 = 23,45 \text{ KN/m}^2 \text{ (beban segitiga)}$$

- Bentang 1'-1' = 8-8'

$$\text{Pelat lantai tipe 6} = 0,4 \cdot 4,69 = 1,876 \text{ KN/m}^2 \text{ (beban segitiga)}$$

$$\text{Dinding} = 2,5 \cdot 3,5 = 8,75 \text{ KN/m}^2$$

#### Beban Hidup :

- Beban merata

- Bentang 1-2 = 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 6-7 = 7-8

$$\text{Pelat lantai tipe 5} = 2,5 \cdot 4,0 \cdot 2 = 20 \text{ KN/m}^2 \text{ (beban segitiga)}$$

- Bentang 1'-1' = 8-8'

$$\text{Pelat lantai tipe 6} = 0,4 \cdot 4,0 = 1,6 \text{ KN/m}^2 \text{ (beban segitiga)}$$

## 2) Lantai 2

### Beban Mati :

- Beban merata
  - Bentang 0-1 = 8-9
  - Pelat lantai tipe 8 =  $1,5 \cdot 3,24 = 4,86$  KN/m<sup>2</sup> (beban segitiga)

### Beban Hidup :

- Beban merata
  - Bentang 0-1 = 8-9
  - Pelat lantai tipe 8 =  $1,5 \cdot 1 = 1,5$  KN/m<sup>2</sup> (beban segitiga)

## 3) Pelat Atap

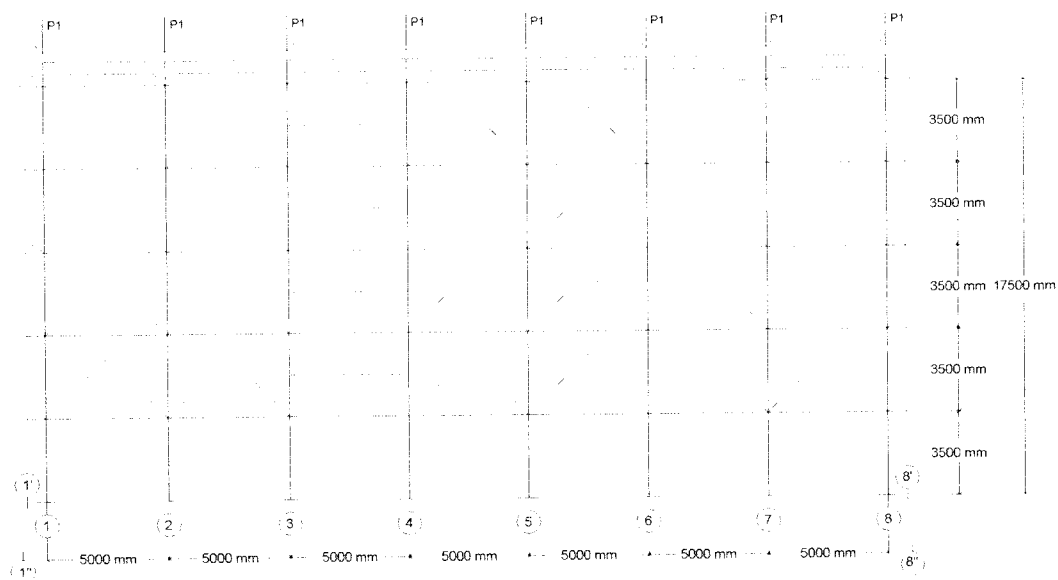
### Beban Mati :

- Beban merata
  - Bentang 1-1'' = 8-8''
  - Pelat lantai tipe 7 =  $0,5 \cdot 3,24 \cdot 2 = 3,24$  KN/m<sup>2</sup> (beban segitiga)
- $P1 = 3923,639 \text{ Kg} = 39,23639 \text{ KN}$

### Beban Hidup :

- Beban merata
  - Bentang 1''-1 = 8-8''
  - Pelat lantai tipe 7 =  $0,5 \cdot 1 \cdot 2 = 1$  KN/m<sup>2</sup> (beban segitiga)
- $P1 = 904,6632 \text{ Kg} = 9,046632 \text{ KN}$

### G. Portal As A



Gambar 4.19 Rencana Beban Grafitasi As A

#### 1) Lantai 2, 3, 4 dan 5

##### Beban Mati :

- Beban merata

- Bentang 1-2 = 2-3 = 4-5 = 5-6 = 6-7 = 7-8

$$\text{Pelat lantai tipe 5} = 2,5 \cdot 4,69 = 11,725 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

$$\text{Dinding} = 2,5 \cdot 3,5 = 8,75 \text{ KN/m}^2$$

- Bentang 3-4

$$\text{Dinding} = 2,5 \cdot 3,5 = 8,75 \text{ KN/m}^2$$

- Bentang 1'-1' = 8-8'

$$\text{Pelat lantai tipe 6} = 0,4 \cdot 4,69 = 1,876 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

$$\text{Dinding} = 2,5 \cdot 3,5 = 8,75 \text{ KN/m}^2$$

##### Beban Hidup :

- Beban merata

- Bentang 1-2 = 2-3 = 4-5 = 5-6 = 6-7 = 7-8

$$\text{Pelat lantai tipe 5} = 2,5 \cdot 4,0 = 10 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

- Bentang 1'-1' = 8-8'

$$\text{Pelat lantai tipe 6} = 0,4 \cdot 4,0 = 1,6 \text{ KN/m}^2 (\text{beban segitiga})$$

## 2) Pelat Atap

### Beban Mati :

- Beban merata
  - Bentang 1-2 = 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 6-7 = 7-8  
Pelat lantai tipe 2 =  $0,5 \cdot 3,24 = 1,62$  KN/m<sup>2</sup>(beban trapesium)
  - Bentang 1''-1 = 8-8''  
Pelat lantai tipe 7 =  $0,5 \cdot 3,24 \cdot 2 = 3,24$  KN/m<sup>2</sup>(beban segitiga)
- $P1 = 3923,639 \text{ Kg} = 39,23639 \text{ KN}$

### Beban Hidup :

- Beban merata
  - Bentang 1-2 = 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 6-7 = 7-8  
Pelat lantai tipe 2 =  $0,5 \cdot 1 = 0,5$  KN/m<sup>2</sup>(beban trapesium)
  - Bentang 1''-1 = 8-8''  
Pelat lantai tipe 7 =  $0,5 \cdot 1 \cdot 2 = 1$  KN/m<sup>2</sup>(beban segitiga)
- $P1 = 904,6632 \text{ Kg} = 9,046632 \text{ KN}$

### 4.3.2 Perhitungan Gaya Geser Dasar Horizontal Total Akibat Gempa

Gaya geser dasar horizontal akibat gempa dipengaruhi oleh berat total dari keseluruhan struktur yang direncanakan ditambah dengan beban hidup yang bekerja. Sesuai fungsi penggunaan gedung yaitu sebagai gedung pertemuan, maka menurut Peraturan Pembebanan Indonesia 1983 (Tabel 3.3) untuk perencanaan beban gempa, beban hidup direduksi sebesar 0,5.

#### 4.3.2.1. Berat total bangunan

##### 1) Lantai 2

- Beban mati :
 

Pelat lantai	= $4,69 \times (35 \times 15 + 4 \times 4 + 7,5 \times 2 + 15 \times 3 + 4,64 \times 2)$	= 2862,213 KN
Balok BA1	= $(0,3 \times (0,6 - 0,12) \times 317,8) \times 24$	= 1098,317 KN
Kolom KA1	= $(0,45 \times 0,6) \times (3,5 \times 32) \times 24$	= 725,760 KN
Dinding	= $3,5 \times 195 \times 2,5$	= 1706,25 KN +
	WD	= 6392,540 KN



- Beban hidup :

$$\text{Beban Hidup pelat lantai (WL)} = 0,5 \times 4,0 \times (525+16+15+45) = 1202 \text{ KN}$$

$$Wt_2 = 6392,540 + 1202 = 7594,540 \text{ KN}$$

## 2) Lantai 3

- Beban mati :

$$\text{Pelat lantai} = 4,69 \times (35 \times 15 + 4 \times 4 + 4,64 \times 2) = 2580,813 \text{ KN}$$

$$\text{Balok BA1} = (0,3 \times (0,6 - 0,12) \times 317,8) \times 24 = 1098,317 \text{ KN}$$

$$\text{Kolom KA1} = (0,45 \times 0,6) \times (3,5 \times 32) \times 24 = 725,760 \text{ KN}$$

$$\text{Dinding} = 3,5 \times 195 \times 2,5 = 1706,25 \text{ KN} +$$

$$\text{WD} = \frac{6111,140 \text{ KN}}{\quad}$$

- Beban hidup :

$$\text{Beban Hidup pelat lantai (WL)} = 0,5 \times 4 \times 35 \times 15 = 1050 \text{ KN}$$

$$= 0,5 \times 4 \times 4 \times 4 = 32 \text{ KN}$$

$$= 0,5 \times 4 \times 4,64 \times 2 = 18,56 \text{ KN} +$$

$$\text{WL} = \frac{1100,56 \text{ KN}}{\quad}$$

$$Wt_3 = 6111,140 + 1100,56 = 7211,700 \text{ KN}$$

## 3) Lantai 4

- Beban mati :

$$\text{Pelat lantai} = 4,69 \times (35 \times 15 + 4 \times 4 + 4,64 \times 2) = 2580,813 \text{ KN}$$

$$\text{Balok BA1} = (0,3 \times (0,6 - 0,12) \times 317,8) \times 24 = 1098,317 \text{ KN}$$

$$\text{Kolom KA1} = (0,45 \times 0,6) \times (3,5 \times 32) \times 24 = 725,760 \text{ KN}$$

$$\text{Dinding} = 3,5 \times 195 \times 2,5 = 1706,25 \text{ KN} +$$

$$\text{WD} = \frac{6111,140 \text{ KN}}{\quad}$$

- Beban hidup :

$$\text{Beban Hidup pelat lantai (WL)} = 0,5 \times 4 \times 35 \times 15 = 1050 \text{ KN}$$

$$= 0,5 \times 4 \times 4 \times 4 = 32 \text{ KN}$$

$$= 0,5 \times 4 \times 4,64 \times 2 = 18,56 \text{ KN} +$$

$$\text{WL} = \frac{1100,56 \text{ KN}}{\quad}$$

$$Wt_4 = 6111,140 + 1100,56 = 7211,700 \text{ KN}$$

#### 4) Lantai 5

- Beban mati :

$$\begin{aligned}
 \text{Pelat lantai} &= 4,69 \times (35 \times 15 + 4 \times 4 + 4,64 \times 2) &= 2580,813 \text{ KN} \\
 \text{Balok BA1} &= (0,3 \times (0,6 - 0,12) \times 317,8) \times 24 &= 1098,317 \text{ KN} \\
 \text{Kolom KA1} &= (0,45 \times 0,6) \times (3,5 \times 32) \times 24 &= 725,760 \text{ KN} \\
 \text{Dinding} &= 3,5 \times 100 \times 2,5 &= 875 \text{ KN} +
 \end{aligned}$$

$$\text{WD} = \underline{5279,890 \text{ KN}}$$

- Beban hidup :

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Hidup pelat lantai (WL)} &= 0,5 \times 4 \times 35 \times 15 &= 1050 \text{ KN} \\
 &= 0,5 \times 4 \times 4 \times 4 &= 32 \text{ KN} \\
 &= 0,5 \times 4 \times 4,64 \times 2 &= 18,56 \text{ KN} +
 \end{aligned}$$

$$\text{WL} = \underline{1100,56 \text{ KN}}$$

$$W_{t5} = 5279,890 + 1100,56 = 6380,450 \text{ KN}$$

#### 5) Pelat atap

- Beban mati :

$$\begin{aligned}
 \text{Berat atap} &= (525/\cos 32) \times 0,5 &= 309,534 \text{ KN} \\
 \text{Berat kuda – kuda} &= 8 \times 6,1482 &= 49,1856 \text{ KN} \\
 \text{Pelat atap} &= 100 \times 3,24 &= 324 \text{ KN} \\
 \text{Balok} &= (0,3 \times (0,45 - 0,1) \times 232) \times 24 &= 584,64 \text{ KN} \\
 \text{Kolom} &= (0,45 \times 0,6) \times (1 \times 32) \times 24 &= 207,360 \text{ KN} \\
 \text{Dinding} &= (1 \times 100) \times 2,5 &= 250 \text{ KN} +
 \end{aligned}$$

$$\text{WD} = \underline{1724,720 \text{ KN}}$$

- Beban hidup :

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Hidup pelat atap (WL)} &= 0,5 \times 100 \times 1,0 &= 50 \text{ KN} \\
 \text{Beban Hidup atap (WL)} &= 0,5 \times (525/\cos 32) \times 1,0 &= \underline{309,534 \text{ KN}} +
 \end{aligned}$$

$$\text{WL} = 359,534 \text{ KN}$$

$$W_{t6} = 1724,720 + 359,534 = 2084,254 \text{ KN}$$

$$W_{\text{total}} = W_{t2} + W_{t3} + W_{t4} + W_{t5} + W_{t6}$$

$$= 7594,540 + 7211,700 + 7211,700 + 6380,450 + 2084,254$$

$$= 30482,644 \text{ KN}$$

#### 4.3.2.2. Waktu Getar Bangunan (T)

Waktu getar struktur untuk struktur portal terbuka beton bertulang dapat dihitung dengan :

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 17,5^{3/4} = 0,5134 \text{ dt} \quad (3.5.3)$$

#### 4.3.2.3. Koefisien Gempa Dasar (C)

Pada Redisain ini bangunan berada dalam wilayah gempa 4 pada kondisi tanah lunak. Waktu getar struktur (T) = 0,5134 dt, maka berdasarkan Respon spectrum wilayah 4 didapatkan koefisien gempa dasar (C) = 0,05

#### 4.3.2.4. Faktor keutamaan (I) dan faktor jenis struktur (K)

Berdasarkan fungsi bangunan, maka faktor keutamaan bangunan (I) diambil = 1,0. (PPKGURG 1987, tabel 2.1)

Sedangkan untuk faktor jenis struktur (K) diambil = 1,0 yaitu untuk portal daktail.

#### 4.3.2.5. Gaya Geser Horizontal Akibat Gempa (V)

Gaya geser horizontal akibat gempa yang bekerja dapat dihitung dengan :

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,05 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 30482,644 = 1524,132 \text{ KN} \quad (3.5.1)$$

#### 4.3.2.6 Distribusi gaya horizontal total akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung

1) Arah x

$$H/B = \frac{17,5}{35} = 0,5 < 3, \text{ maka :}$$

$$F_{i,x} = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} \cdot V \quad (3.5.2)$$

2) Arah y

$$H/B = \frac{17,5}{15} = 1,167 < 3, \text{ maka :}$$

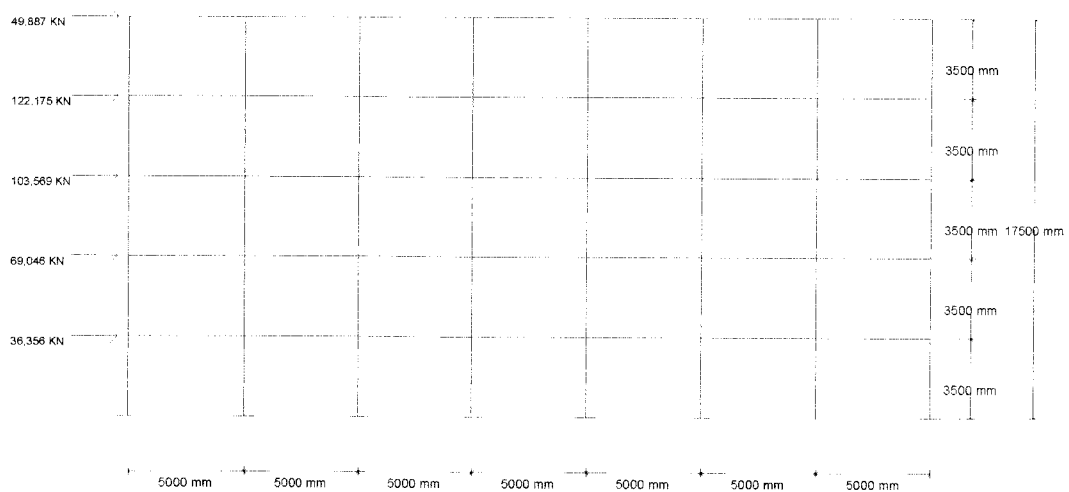
$$F_{i,y} = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} \cdot V \quad (3.5.2)$$

Tingkat	Hi (m)	Wi (KN)	V (KN)	Wi.Hi (KNm)	Fi x,y (KN)
Pelat Atap	17.5	2084	1524.13	36474.445	199.550
Lantai 5	14	6380	1524.13	89326.3	488.700
Lantai 4	10.5	7212	1524.13	75722.85	414.276
Lantai 3	7	7212	1524.13	50481.9	276.184
Lantai 2	3.5	7595	1524.13	26580.89	145.423
Jumlah				278586.39	1524.132

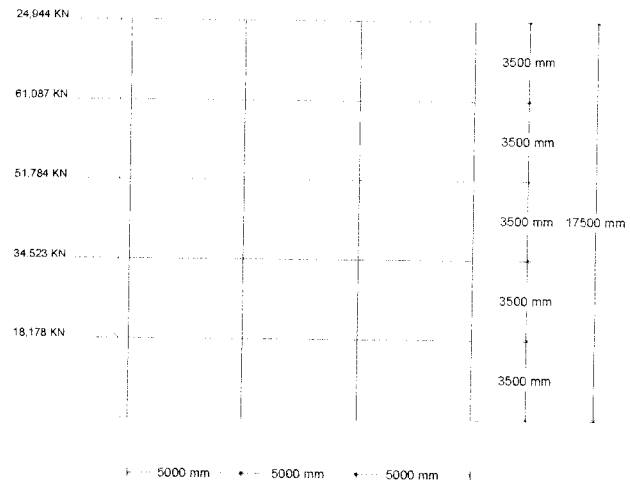
**Tabel 4.8** Distribusi Gaya Geser Horizontal total akibat gempa arah x dan arah y

Tingkat	Arah Y 1/8.Fiy (KN)	Arah X 1/4.Fix (KN)
Pelat Atap	24.944	49.887
Lantai 5	61.087	122.175
Lantai 4	51.784	103.569
Lantai 3	34.523	69.046
Lantai 2	18.178	36.356

**Tabel 4.9** Distribusi Gaya Geser Horizontal untuk tiap portal arah x dan arah y



**Gambar 4.20** Distribusi Gaya Geser Horizontal Arah x



**Gambar 4.21** Distribusi Gaya Geser Horizontal Arah y

## 4.4 Disain Balok

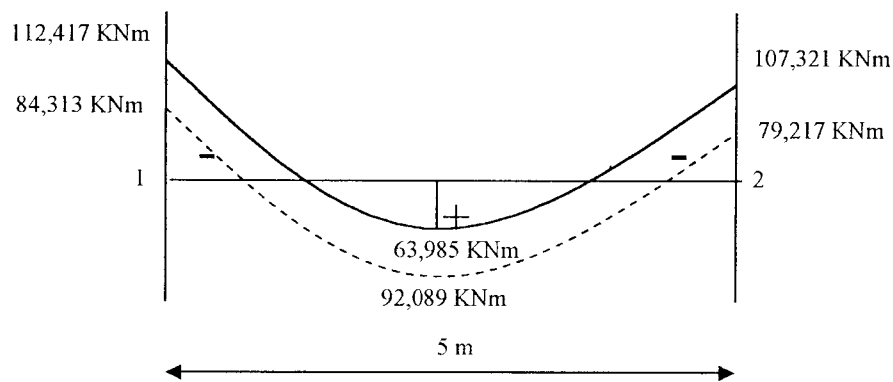
### 4.4.1 Disain Tulangan Lentur Balok

#### 4.4.1.1 Momen Rencana Balok

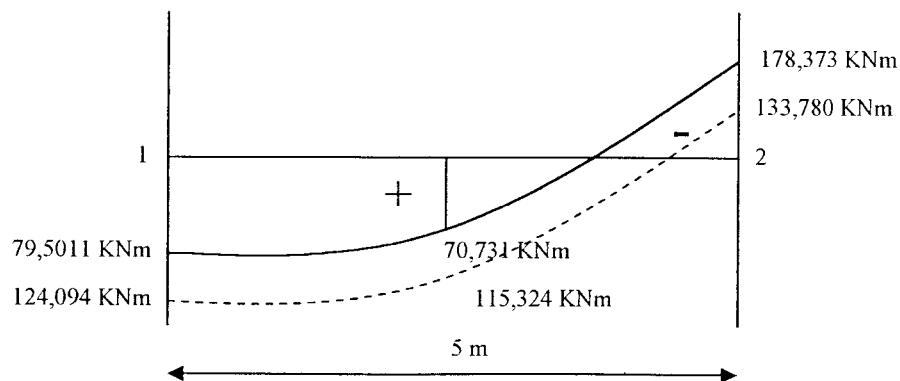
Momen rencana balok diambil yang terbesar dari hasil kombinasi beban sebagai berikut : (tabel 4.17 lampiran II – 17 Momen Rencana Balok arah X)

1.  $1,2 M_{D} + 1,6 M_{L}$ .
2.  $0,9 M_{D} \pm M_{E}$
3.  $1,05 ( M_{D} + 0,9 M_{L} \pm M_{E} )$

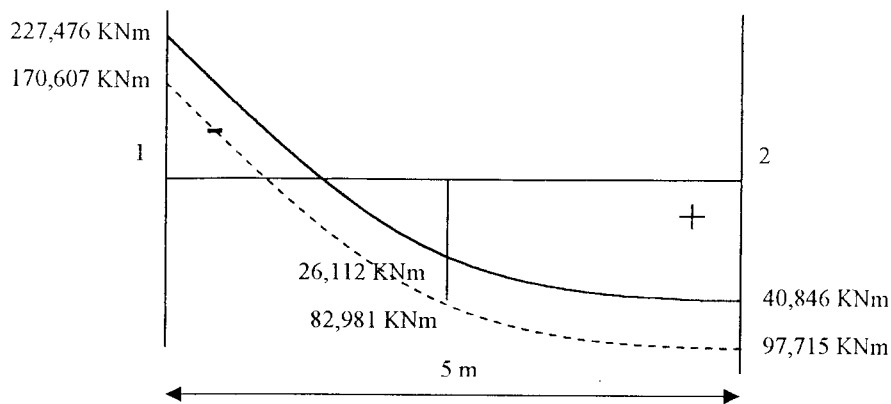
Berikut diberikan contoh perhitungan balok B1 ( As B = C , bentang 1 – 2 )



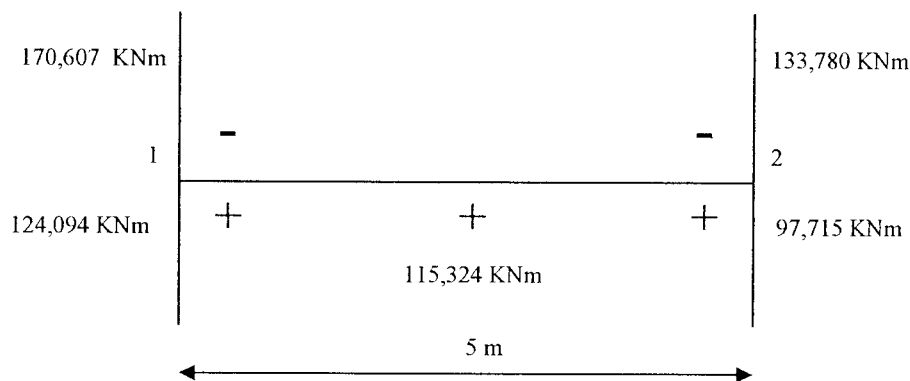
**Gambar 4.22** Momen akibat kombinasi beban gravitasi ( $1,2 M_D + 1,6 M_L$ )



**Gambar 4.23** Momen akibat kombinasi beban gempa kiri ( $0,9 M_D \pm M_E$  dan  $1,05 ( M_D + 0,9 M_L \pm M_E )$ )



Gambar 4.24 Momen akibat kombinasi beban gempa kanan ( $0,9 MD \pm ME$  dan  $1,05 (MD + 0,9 ML \pm ME)$ )



Gambar 4.25 Momen rencana terdistribusi

#### 4.4.1.2 Tulangan Tumpuan 1

Dipakai dimensi rencana 300/600

$$f_c' = 25 \text{ Mpa} \quad f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$M_u = 227,4757 \text{ KNm}$$

Momen tumpuan didistribusikan ke momen lapangan sebesar = 25%

$$227,4757 \times 25 \% = 56,869 \text{ KNm}$$

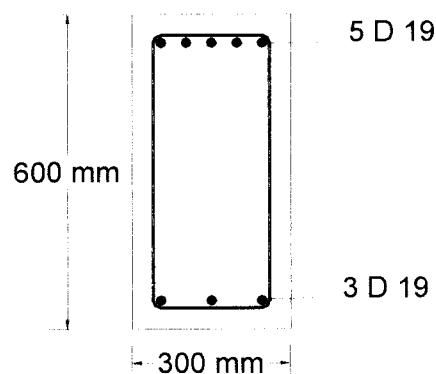
$$M_u \text{ akibat distribusi momen} = 227,4757 - 56,869 = 170,607 \text{ KNm}$$

$$\frac{M_u}{\phi} = \frac{170,607}{0,8} = 213,258 \text{ KNm}$$

$$s = \frac{b - 2.Pb - 2.\phi \text{ sengkang} - n.\phi \text{ tul.}}{(n - 1)}$$

$$= \frac{300 - 2.40 - 2.10 - 5.19}{(5 - 1)}$$

$$= 26,25 \text{ mm} > 25 \text{ mm, maka dipakai tulangan 1 lapis}$$



**Gambar 4.26** tulangan pokok balok B1 tumpuan 1

Kontrol kapasitas momen nominal tumpuan negatif :

$$a = \frac{A_{s_{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1417,645 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 300} = 88,95 \text{ mm} \quad (3.3.13)$$

$$M_n = A_{s_{ada}} \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2}) \quad (3.3.14)$$

$$= 1417,645 \cdot 400 \cdot (500 - \frac{88,95}{2})$$

$$= 258,309 \text{ KNm} > \frac{M_u}{\phi} = 213,258 \text{ KNm} \rightarrow \text{OK!}$$

Kontrol kapasitas momen nominal tumpuan positif :

$$a = \frac{A_{s_{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{850,587 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 300} = 53,370 \text{ mm}$$



$$\begin{aligned}
 Mn &= \Lambda_{s_{ada}} \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2}) \\
 &= 850,587 \cdot 400 \cdot (500 - \frac{53,370}{2}) \\
 &= 161,038 \text{ KNm} > \frac{Mu}{\phi} = 155,118 \text{ KNm} \rightarrow \text{OK}
 \end{aligned}$$

#### 4.4.1.3 Tulangan Lapangan

$$Mu = 70,731 \text{ KNm}$$

$$Mu \text{ akibat distribusi momen} = 115,324 \text{ KNm}$$

$$\frac{Mu}{\phi} = \frac{115,324}{0,8} = 144,155 \text{ KNm}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0271$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_b = 0,75 \cdot 0,0271 = 0,0203$$

$$\text{rasio tulangan rencana} = 0,5 \cdot \rho_{maks} = 0,5 \cdot 0,0203 = 0,01015$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \cdot 25} = 18,824$$

$$Rn = \rho \cdot f_y \cdot \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m \right) = 0,01015 \cdot 400 \cdot \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot 0,01015 \cdot 18,824 \right) = 3,675 \text{ Mpa}$$

$$d_{perlu} = \sqrt{\frac{Mu/\phi}{Rn \cdot b}} = \sqrt{\frac{144,155 \cdot 10^6}{3,675 \cdot 300}} = 361,598 \text{ mm}$$

$$d_{ada} = h - d' \text{ (} d' = 100 \text{ mm, diasumsikan menggunakan tulangan 2 lapis)}$$

$$= 600 - 100 = 500 \text{ mm} > d_{perlu}, \text{ maka dipakai tulangan sebelah.}$$

$$Rn_{ada} = \frac{Mu/\phi}{b \cdot d^2} = \frac{144,155 \cdot 10^6}{300 \cdot 500^2} = 1,922 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{ada} = \frac{Rn_{ada}}{Rn} \cdot \rho = \frac{1,922}{3,675} \cdot 0,01015 = 0,00531 > \rho_{min} = 0,0035$$

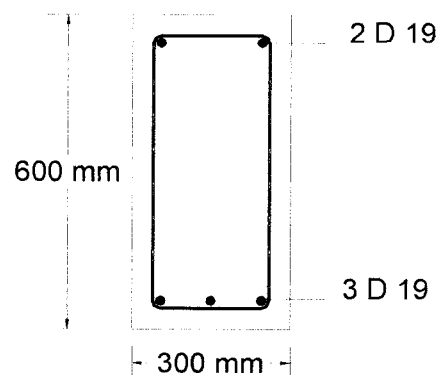
$$< \rho_{maks} = 0,0203$$

$$As_{perlu} = \rho_{ada} \cdot b \cdot d = 0,00531 \cdot 300 \cdot 500 = 796,285 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan } \emptyset 19 \text{ dengan } A1\emptyset = 283,529 \text{ mm}^2$$

$$\text{jumlah tulangan (n)} = \frac{As_{perlu}}{A1\phi} = \frac{796,285}{283,529} = 2,808 \text{ batang}$$

$$\text{dipakai 3D19, maka } As_{ada} = 3 \cdot 283,529 = 850,587 \text{ mm}^2 > As_{perlu}$$



**Gambar 4.27** tulangan pokok balok B1 lapangan

Kontrol kapasitas momen nominal :

$$a = \frac{As_{ada} \cdot fy}{0,85 \cdot fc' \cdot b} = \frac{850,587 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 300} = 53,370 \text{ mm}$$

$$Mn = As_{ada} \cdot fy \cdot (d - \frac{a}{2})$$

$$= 850,587 \cdot 400 \cdot (500 - \frac{53,370}{2})$$

$$= 161,038 \text{ KNm} > \frac{Mu}{\phi} = 144,155 \text{ KNm} \rightarrow \text{OK!}$$

#### 4.4.1.4 Tulangan Tumpuan 2

$$M_u = 178,373 \text{ KNm}$$

$$M_u \text{ akibat distribusi momen} = 133,780 \text{ KNm}$$

$$\frac{M_u}{\phi} = \frac{133,780}{0,8} = 167,225 \text{ KNm}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0271$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \rho_b = 0,75 \cdot 0,0271 = 0,0203$$

$$\text{rasio tulangan rencana} = 0,5 \cdot \rho_{\text{maks}} = 0,5 \cdot 0,0203 = 0,01015$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \cdot 25} = 18,824$$

$$R_n = \rho \cdot f_y \cdot \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m \right) = 0,01015 \cdot 400 \cdot \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot 0,01015 \cdot 18,824 \right) = 3,675 \text{ Mpa}$$

$$d_{\text{perlu}} = \sqrt{\frac{M_u / \phi}{R_n \cdot b}} = \sqrt{\frac{167,225 \cdot 10^6}{3,675 \cdot 300}} = 389,459 \text{ mm}$$

$$d_{\text{ada}} = h - d' \quad (d' = 100 \text{ mm, diasumsikan menggunakan tulangan 2 lapis})$$

$$= 600 - 100 = 500 \text{ mm} > d_{\text{perlu}}, \text{ maka dipakai tulangan sebelah.}$$

$$R_{n \text{ ada}} = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{167,225 \cdot 10^6}{300 \cdot 500^2} = 2,230 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{\text{ada}} = \frac{R_{n \text{ ada}}}{R_n} \cdot \rho = \frac{2,230}{3,675} \cdot 0,01015 = 0,00616 > \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

$$< \rho_{\text{maks}} = 0,0203$$

$$A_{S \text{ perlu}} = \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d = 0,00616 \cdot 300 \cdot 500 = 924 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan  $\emptyset 19$  dengan  $A_{1\emptyset} = 283,529 \text{ mm}^2$

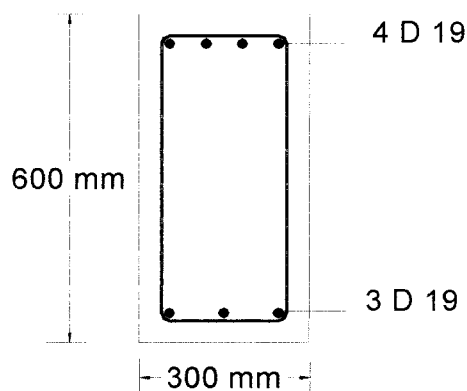
$$\text{jumlah tulangan (n)} = \frac{A_{s_{\text{perlu}}}}{A_{1\emptyset}} = \frac{924}{283,529} = 3,259 \text{ batang}$$

dipakai 4D19, maka  $A_{s_{\text{ada}}} = 4 \cdot 283,529 = 1134,116 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{perlu}}}$

$$s = \frac{b - 2 \cdot P_b - 2 \cdot \phi \text{ sengkang} - n \cdot \phi \text{ tul.}}{(n - 1)}$$

$$= \frac{300 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 10 - 4 \cdot 19}{(4 - 1)}$$

= 31,0 mm > 25 mm, maka dipakai tulangan 1 lapis



**Gambar 4.28** tulangan pokok balok B1 tumpuan 2

Kontrol kapasitas momen nominal tumpuan negatif :

$$a = \frac{A_{s_{\text{ada}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1134,116 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 300} = 71,160 \text{ mm}$$

$$M_n = A_{s_{\text{ada}}} \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2})$$

$$= 1134,116 \cdot 400 \cdot (500 - \frac{71,160}{2})$$

$$= 210,682 \text{ KNm} > \frac{M_u}{\phi} = 167,225 \text{ KNm} \rightarrow \text{OK!}$$

Kontrol kapasitas momen nominal tumpuan positif :

$$a = \frac{A_{s_{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{850,587.400}{0,85.25.300} = 53,370 \text{ mm}$$

$$M_n = A_{s_{ada}} \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2})$$

$$= 850,587.400 \cdot (500 - \frac{53,370}{2})$$

$$= 161,038 \text{ KNm} > \frac{M_u}{\phi} = 122,144 \text{ KNm} \rightarrow \text{OK}$$

#### 4.4.2 Perencanaan Tulangan Geser Balok

Adapun syarat penentuan gaya geser rencana balok adalah sebagai berikut :

$$V_{u,b} = 0,7 \phi_0 \left[ \frac{M_{nak,b} + M_{nak,b'}}{L_n} \right] + 1,05 \cdot V_g$$

Tetapi tidak lebih besar dari  $V_{u,b} = 1,07 ( V_{D,b} + V_{L,b} + 4/k \cdot V_{E,b} )$

$$V_D = 62,550 \text{ KN} ; \quad V_L = 25,01 \text{ KN} ; \quad V_E = 45,02 \text{ KN}$$

$$V_{u,b} = 0,7 \phi_0 \left[ \frac{M_{nak,b} + M_{nak,b'}}{L_n} \right] + 1,05 \cdot V_g$$

$$V_{u,b} = 0,7 \cdot 1,25 \left[ \frac{258,310 + 161,038}{4,475} \right] + 1,05(62,550 + 25,01) = 173,933 \text{ KN}$$

Dengan syarat tidak lebih besar dari :

$$V_{u,b} = 1,07 ( 62,550 + 25,01 + 4/1 \cdot 45,02 ) = 286,375 \text{ KN}$$

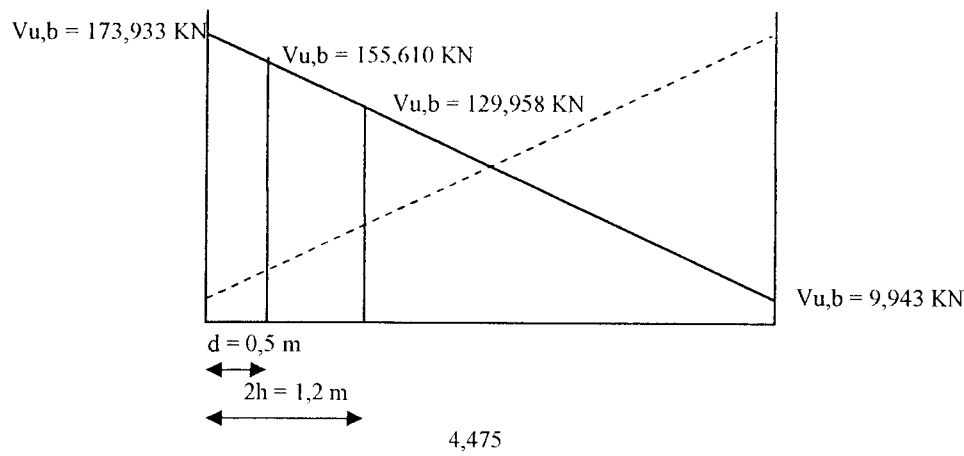
$$V_{u,b \text{ pakai}} = \left[ 1,05 V_g - 0,7 \phi_0 \left( \frac{M_{nak,b} + M_{nak,b'}}{L_n} \right) \right] +$$

$$\frac{L_n - d}{L_n} \left[ V_{u,b} - \left[ 1,05 V_g - 0,7 \phi_0 \left[ \frac{M_{nak,b} + M_{nak,b'}}{L_n} \right] \right] \right]$$

$$= \left[ 1,05.87,56 - 0,7.1,25 \left( \frac{258,310 + 161,038}{4,475} \right) \right] +$$

$$\frac{4,475 - 0,5}{4,475} \left[ 173,933 - \left[ 1,05.87,56 - 0,7.1,25 \left( \frac{258,310 + 161,038}{4,475} \right) \right] \right]$$

$$= 155,610 \text{ KN}$$



**Gambar 4.29** Diagram tegangan geser balok B1

1) Dalam daerah sendi plastis

$V_{u,b}$  untuk perencanaan di dalam daerah sendi plastis diambil sejauh  $d$  dari tumpuan, yaitu :

$$V_{u,b} = 155,610 \text{ KN}$$

$$V_c = 0$$

$$\frac{V_{u,b}}{\phi} = \frac{155,610}{0,6} = 259,350 \text{ KN}$$

Digunakan sengkang  $\square$  P10 mm, maka :  $A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 157 \text{ mm}^2$

Jarak sengkang :

$$s \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{\frac{V_{u,b}}{\phi} - V_c} = \frac{157 \cdot 240 \cdot 500}{259,350 - 0} \cdot 10^{-3} = 72,680 \text{ mm} \quad (3.3.35)$$

$$\leq \frac{d}{4} = \frac{500}{4} = 125 \text{ mm}$$

$$\leq 300 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan geser **P10 – 70 mm**

2) Diluar sendi plastis

Diambil jarak sejauh  $2h = 2.600 = 1200 \text{ mm}$  dengan  $V_{u,b} = 129,958 \text{ KN}$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d = 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 300 \cdot 500 = 125 \text{ KN}$$

$$V_s = \frac{V_{u,b}}{\phi} - V_c = \frac{129,958}{0,6} - 125 = 91,597 \text{ KN}$$

Digunakan sengkang  $\square$  P10 mm, maka :  $A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 157 \text{ mm}^2$

$$\text{Jadi ; } s \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{157 \cdot 240 \cdot 500}{91,597} \cdot 10^{-3} = 205,788 \text{ mm} \quad (3.3.32)$$

$$\leq \frac{d}{2} = \frac{500}{2} = 250 \text{ mm}$$

$$\leq 600 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan geser **P10 – 200 mm**

## 4.5 Perencanaan Kolom

### 4.5.1 Perhitungan Momen dan Gaya Aksial Rencana

#### 1. Momen untuk portal arah X

Data Momen K1 (As 3 = 6) lantai 1

(tabel 4.31 Lampiran II – 60 Perhitungan Momen Rencana Kolom Arah X)

$$M_{Dy} \text{ atas} = -0,27 \text{ KNm}$$

$$M_{Dy} \text{ bawah} = 0,17 \text{ KNm}$$

$$M_{Ly} \text{ atas} = -0,04 \text{ KNm}$$

$$M_{Ly} \text{ bawah} = 0,01 \text{ KNm}$$

$$M_{Ey} \text{ atas} = -74,52 \text{ KNm}$$

$$M_{Ey} \text{ bawah} = 79,56 \text{ KNm}$$

Atas

$$1,2 M_{Dy} + 1,6 M_{Ly} = 1,2 \cdot (-0,27) + 1,6 \cdot (-0,04) = -0,388 \text{ KNm}$$

$$1,05 (M_{Dy} + M_{Ly} + M_{Ey}) = 1,05 ((-0,27) + (-0,04) + (-74,52)) = -78,572 \text{ KNm}$$

Bawah

$$1,2 M_{Dy} + 1,6 M_{Ly} = 1,2 \cdot 0,17 + 1,6 \cdot 0,01 = 0,222 \text{ KNm}$$

$$1,05 (M_{Dx} + M_{Lx} + M_{Ex}) = 1,05 (0,17 + 0,01 + 79,56) = 83,727 \text{ KNm}$$

#### 2. Momen untuk portal arah Y

Data Momen

(tabel 4.30 Lampiran II – 58 Perhitungan Momen Rencana Kolom Arah Y)

$$M_{Dx} \text{ atas} = -23,10 \text{ KNm}$$

$$M_{Dx} \text{ bawah} = 10,02 \text{ KNm}$$

$$M_{Lx} \text{ atas} = -10,3 \text{ KNm}$$



$$M_{Lx} \text{ bawah} = 3,56 \text{ KNm}$$

$$M_{Ex} \text{ atas} = -32,90 \text{ KNm}$$

$$M_{Ex} \text{ bawah} = 73,46 \text{ KNm}$$

Atas

$$1,2 M_{Dx} + 1,6 M_{Lx} = 1,2 \cdot (-23,10) + 1,6 \cdot (-10,30) = -44,20 \text{ KNm}$$

$$1,05 (M_{Dx} + M_{Lx} + M_{Ex}) = 1,05 ((-23,10) + (-10,30) + (-32,90)) = -69,615 \text{ KNm}$$

Bawah

$$1,2 M_{Dx} + 1,6 M_{Lx} = 1,2 \cdot 10,02 + 1,6 \cdot 3,56 = 17,72 \text{ KNm}$$

$$1,05 (M_{Dx} + M_{Lx} + M_{Ex}) = 1,05 (10,02 + 3,56 + 73,46) = 91,392 \text{ KNm}$$

### 3. Gaya Aksial

Data Gaya Aksial

(tabel 4.32 Lampiran II – 60 Perhitungan Gaya Aksial Kolom)

$$P_D \text{ atas} = -812,50 \text{ KN}$$

$$P_D \text{ bawah} = -812,50 \text{ KN}$$

$$P_L \text{ atas} = -218,14 \text{ KN}$$

$$P_L \text{ bawah} = -218,14 \text{ KN}$$

$$P_E \text{ atas} = -112,54 \text{ KN}$$

$$P_E \text{ bawah} = -112,54 \text{ KN}$$

$$1,2 P_D + 1,6 P_L = 1,2 \cdot 812,50 + 1,6 \cdot 218,14 = 1324,02 \text{ KN}$$

$$1,05 (P_D + P_L + P_E) = 1,05 (812,50 + 218,14 + 112,54) = 1200,34 \text{ KN}$$

$$P_u \text{ pakai : Atas} = -1324,02 \text{ KN}$$

$$\text{Bawah} = -1324,02 \text{ KN}$$

#### 4.5.2 Kriteria Kolom dan Pembesaran Kolom

Menghitung Kekakuan Kolom

1. Arah X

$$\begin{aligned} E_c = E_g &= 4700 \sqrt{f'_c} \\ &= 4700 \sqrt{25} \\ &= 23500 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Profil 450x600

$$I_c \text{ (Inersia kolom)} = \frac{1}{12} \cdot 450 \cdot 600^3 = 8,1 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$\beta_d = \frac{1,2M_D}{1,2M_D + 1,6M_L} = \frac{1,2 \cdot 0,27}{1,2 \cdot 0,27 + 1,6 \cdot 0,04} = 0,835 \quad (3.4.39)$$

$$EI = \frac{E_c \cdot I_c}{2,5(1 + \beta_d)} = \frac{23500 \cdot 8,1 \cdot 10^9}{2,5(1 + 0,835)} = 4,15 \cdot 10^{13} \text{ Nmm}^2 \quad (3.4.38)$$

Menghitung momen inersia balok di kanan dan kiri kolom, dengan menganggap momen inersia penampang retak balok sebesar setengah dari momen inersia penampang bruto, maka :

1. Momen inersia balok di kanan kiri atas kolom yaitu :

$$I_{cr} = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \right) = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{1}{12} \cdot 300 \cdot 600^3 \right) = 2,7 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

2. Momen inersia balok di kanan kiri balok bawah = 0, karena ujung jepit.

$$L_c \text{ (panjang bersih kolom)} = 3,2 \text{ m}$$

$$L_g \text{ (panjang bersih balok)} = 4,55 \text{ m}$$

$$\Psi_{\text{atas}} = \Psi_{\text{bawah}} = \frac{\sum \left( \frac{EI}{Lc} \right)}{\sum \left( \frac{Ec.Icr}{Ig} \right)} \quad (3.4.31)$$

$$\Psi_{\text{atas}} = \frac{\left( \frac{4,15 \cdot 10^{13}}{3200} + \frac{4,15 \cdot 10^{13}}{2900} \right)}{\left( \frac{23500 \cdot 2,7 \cdot 10^9}{4550} + \frac{23500 \cdot 2,7 \cdot 10^9}{4550} \right)} = 0,978$$

$$\Psi_{\text{bawah}} = 0 \text{ (ujung jepit)}$$

Dari Nomogram portal tanpa pengaku, didapat  $k = 1,10$

$$\frac{k.lu}{r} = \frac{1,10 \cdot 3200}{0,3 \cdot 450} = 26,07 \geq 22 \text{ (termasuk kolom langsing)}$$

Beban tekuk Euler yang terjadi adalah

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(k.Lc)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 4,15 \cdot 10^{13}}{(1,10 \cdot 3200)^2} = 33056929 \text{ N} \quad (3.4.36)$$

Menghitung faktor pembesaran momen  $\delta_{by}$

$$\delta_{by} = \frac{C_m}{1 - \left( \frac{Pu}{\phi \cdot P_c} \right)} \geq 1 \quad (3.4.33)$$

$C_m = 1$  ( untuk portal tanpa pengaku)

$$\delta_{by} = \frac{1}{1 - \left( \frac{1324020}{0,65 \cdot 33056929} \right)} \geq 1$$

$$= 1,065 \geq 1$$

Menghitung faktor pembesaran momen  $\delta_{sy}$

$$\Sigma Pu = ( 2.1063708 + 2.1231356 + 2.1324024 + 2.1332212 )$$

$$= 9902600 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}\Sigma P_c &= (2.38710754 + 2.32884116 + 2.33050575 + 2.30705002) \\ &= 270700894 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\delta_{sy} = \frac{1}{1 - \sum \left( \frac{Pu}{\phi \cdot P_c} \right)} \geq 1 \quad (3.4.35)$$

$$= \frac{1}{1 - \left( \frac{9902600}{0,65 \cdot 270700894} \right)} \geq 1$$

$$= 1,0596 \geq 1$$

Momen akibat pembesaran momen

$$\begin{aligned}\text{Atas, } M_{by} &= 1,05 \cdot (M_{Dy} + 0,9 \cdot M_{Ly}) \\ &= 1,05 \cdot (0,27 + 0,9 \cdot 0,04) = 0,321 \text{ KNm}\end{aligned}$$

$$M_{sy} = 1,05 \cdot M_{Ey} = 1,05 \cdot 74,52 = 78,246 \text{ KNm}$$

$$\begin{aligned}\text{Bawah, } M_{by} &= 1,05 \cdot (M_{Dy} + 0,9 \cdot M_{Ly}) \\ &= 1,05 \cdot (0,17 + 0,9 \cdot 0,01) = 0,188 \text{ KNm}\end{aligned}$$

$$M_{sy} = 1,05 \cdot M_{Ey} = 1,05 \cdot 79,56 = 83,538 \text{ KNm}$$

$$\begin{aligned}\text{Muy, bawah} &= \delta_{by} M_{by} + \delta_{sy} M_{sy} \\ &= (1,065 \cdot 0,188) + (1,0596 \cdot 83,538) \\ &= 88,720 \text{ KNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Muy, atas} &= \delta_{by} M_{by} + \delta_{sy} M_{sy} \\ &= (1,065 \cdot 0,321) + (1,0596 \cdot 78,246) \\ &= 83,255 \text{ KNm}\end{aligned}$$

## 2. Arah Y

$$\begin{aligned}
 E_c = E_g &= 4700 \sqrt{f'c} \\
 &= 4700 \sqrt{25} \\
 &= 23500 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Profil 450 x 600

$$I_c \text{ (Inersia kolom)} = \frac{1}{12} \cdot 450^3 \cdot 600 = 4,56 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$\beta d = \frac{1,2M_D}{1,2M_D + 1,6M_L} = \frac{1,2 \cdot 23,1}{1,2 \cdot 23,1 + 1,6 \cdot 10,3} = 0,627$$

$$EI = \frac{E_c \cdot I_c}{2,5(1 + \beta \cdot d)} = \frac{23500 \cdot 4,56 \cdot 10^9}{2,5(1 + 0,627)} = 2,63 \cdot 10^{14} \text{ Nmm}^2$$

Menghitung momen inersia balok di kanan dan kiri kolom, dengan menganggap momen inersia penampang retak balok sebesar setengah dari momen inersia penampang bruto, maka :

1. Momen inersia balok di kanan kiri atas kolom yaitu :

$$I_{cr} = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \right) = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{1}{12} \cdot 300 \cdot 500^3 \right) = 1,56 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

2. Momen inersia balok di kanan kiri balok bawah = 0, karena ujung jepit.

$$L_c \text{ (panjang bersih kolom)} = 3,25 \text{ m}$$

$$L_g \text{ (panjang bersih balok)} = 4,4 \text{ m}$$

$$\Psi_{atas} = \Psi_{bawah} = \frac{\sum \left( \frac{EI}{L_c} \right)}{\sum \left( \frac{E_c \cdot I_{cr}}{L_g} \right)}$$

$$\Psi_{\text{atas}} = \frac{\left( \frac{2,63 \cdot 10^{13}}{3250} + \frac{2,63 \cdot 10^{13}}{3000} \right)}{\left( \frac{23500 \cdot 1,56 \cdot 10^9}{4400} \right)} = 2,02$$

$$\Psi_{\text{bawah}} = 0 \text{ (ujung jepit)}$$

Dari Nomogram portal tanpa pengaku, didapat  $k = 1,28$

$$\frac{k \cdot l_u}{r} = \frac{1,28 \cdot 3250}{0,3 \cdot 600} = 23,111 \geq 22 \text{ (termasuk kolom langsing)}$$

Beban tekuk Euler yang terjadi adalah

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(k \cdot L_c)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2,63 \cdot 10^{13}}{(1,28 \cdot 3250)^2} = 15011396 \text{ N}$$

Menghitung faktor pembesaran momen  $\delta_{bx}$

$$\delta_{bx} = \frac{C_m}{1 - \left( \frac{P_u}{\phi \cdot P_c} \right)} \geq 1$$

$C_m = 1$  ( untuk portal tanpa pengaku)

$$\delta_{bx} = \frac{1}{1 - \left( \frac{1324024}{0,65 \cdot 15011396} \right)} \geq 1$$

$$= 1,16$$

Menghitung faktor pembesaran momen  $\delta_{sx}$

$$\Sigma P_u = ( 1324024 + 1823076 + 1731612 + 1344912 + 73272 )$$

$$= 6296896 \text{ N}$$

$$\Sigma P_c = ( 15011396 + 9809577 )$$

$$= 24820973 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \delta_{sx} &= \frac{1}{1 - \sum \left( \frac{Pu}{\phi \cdot Pc} \right)} \geq 1 \\ &= \frac{1}{1 - \left( \frac{6296896}{0,65 \cdot 24820973} \right)} \geq 1 \\ &= 1,64 \end{aligned}$$

Momen akibat pembesaran momen

$$\begin{aligned} \text{Atas, } M_{bx} &= 1,05 \cdot (M_{Dx} + 0,9 \cdot M_{Lx}) \\ &= 1,05 \cdot (23,01 + 0,9 \cdot 10,3) = 33,988 \text{ KNm} \\ M_{sx} &= 1,05 \cdot M_{Ex} = 1,05 \cdot 32,09 = 34,545 \text{ KNm} \\ \text{Bawah, } M_{bx} &= 1,05 \cdot (M_{Dx} + 0,9 \cdot M_{Lx}) \\ &= 1,05 \cdot (10,02 + 0,9 \cdot 3,56) = 13,885 \text{ KNm} \\ M_{sx} &= 1,05 \cdot M_{Ex} = 1,05 \cdot 73,46 = 77,133 \text{ KNm} \\ \text{Mux, bawah} &= \delta_{bx} M_{bx} + \delta_{sx} M_{sx} \\ &= (1,16 \cdot 13,885) + (1,64 \cdot 77,133) \\ &= 142,574 \text{ KNm} \\ \text{Mux, atas} &= \delta_{bx} M_{bx} + \delta_{sx} M_{sx} \\ &= (1,16 \cdot 33,988) + (1,64 \cdot 34,545) \\ &= 95,983 \text{ KNm} \end{aligned}$$

### 4.5.3 Analisis Gaya Aksial dan Momen akibat balok

Perhitungan kolom K1 ( As 3 – 6 ) lantai 1

$$h = 3,5 \text{ m}$$

$$h_n = 3,2 \text{ m}$$

$$R_v = 1 \text{ (jumlah lantai ; } 1 < n \leq 4 \text{ )}$$

$\omega_d = 1,3$  kecuali untuk kolom lantai 1 dan lantai paling atas yang kemungkinan terjadi sendi plastis pada kolom,  $\omega_d = 1$

$$k = 1$$

a. Perhitungan Arah X

$$M_{kap(kiri)} = 1,25. M_{nak} = 1,25. 210,682 = 263,353 \text{ KNm}$$

$$M_{kap(kanan)} = 1,25. M_{nak} = 1,25. 161,038 = 201,298 \text{ KNm}$$

menghitung gaya aksial rencana :

$$\begin{aligned} P_{u,k_y} &= 0,7. R_v. \frac{M_{kap_{kiri}} + M_{kap_{kanan}}}{l} + 1,05. N_g \\ &= 0,7. 1. \frac{263,353}{5} + \frac{201,298}{5} + 1,05(812,50 + 218,14) \\ &= 1147 \text{ KN} \end{aligned}$$

tidak perlu melebihi :

$$\begin{aligned} P_{u,k_y} &= 1,05 (N_D + N_L + 4.N_E) \\ &= 1,05 (812,50 + 218,14 + 4.112,54) \\ &= 1554,84 \text{ KN} \end{aligned}$$

menghitung  $\alpha$  :

$$M_{E,K \text{ atas}} = 74,52 \text{ KNm}$$

$$M_{E,K \text{ bawah}} = 79,56 \text{ KNm}$$



$$\alpha_{ka} = \frac{M_{E,k(lt+latas)}}{M_{E,k(lt+latas)} + M_{E,k(ltbawah)}} = \frac{74,52}{74,52 + 79,56} = 0,484$$

$$\alpha_{kb} = \frac{M_{E,k(ltbawah)}}{M_{E,k(lt+latas)} + M_{E,k(ltbawah)}} = \frac{79,56}{74,52 + 79,56} = 0,516$$

menghitung momen rancang kolom :

$$\begin{aligned} \text{Mu}_{k_y \text{ atas}} &= \frac{h}{hn} \odot d \cdot \alpha \cdot 0,7 \cdot \left( \frac{I_{ki}}{I'_{ki}} M_{kap,ki} + \frac{I_{ka}}{I'_{ka}} M_{kap,ka} \right) \\ &= \frac{3,5}{3,2} \cdot 1,0 \cdot 0,484 \cdot 0,7 \cdot \left( \frac{5}{4,55} \cdot 263,353 + \frac{5}{4,55} \cdot 201,298 \right) \\ &= 189 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mu}_{k_y \text{ bawah}} &= \frac{h}{hn} \odot d \cdot \alpha \cdot 0,7 \cdot \left( \frac{I_{ki}}{I'_{ki}} M_{kap,ki} + \frac{I_{ka}}{I'_{ka}} M_{kap,ka} \right) \\ &= \frac{3,5}{3,2} \cdot 1,0 \cdot 0,516 \cdot 0,7 \cdot \left( \frac{5}{4,55} \cdot 263,353 + \frac{5}{4,55} \cdot 201,298 \right) \\ &= 202 \text{ KNm} \end{aligned}$$

tidak perlu melebihi :

$$\begin{aligned} \text{Mu}_{k} &= 1,05(M_{Dy} + M_{Ly} + \frac{4}{k} M_{Ly}) \\ &= 1,05 (0,27 + 0,04 + \frac{4}{1} (74,52)) \\ &= 313,310 \text{ KNm} \end{aligned}$$

b. .Perhitungan Arah Y

$$M_{kap(kiri)} = 1,25 \cdot M_{nak} = 1,25 \cdot 178,927 = 223,659 \text{ KNm}$$

$$M_{kap(kanan)} = 1,25 \cdot M_{nak} = 1,25 \cdot 0 = 0 \text{ KNm}$$

menghitung gaya aksial rencana :

$$\begin{aligned}
 P_{u,k_x} &= 0,7 \cdot R_v \cdot \frac{M_{kap_{kiri}} + M_{kap_{kanan}}}{l} + 1,05 \cdot N_g \\
 &= 0,7 \cdot 1 \cdot \frac{223,659 + 0}{5} + 1,05(812,50 + 218,14) \\
 &= 1113 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

tidak perlu melebihi :

$$\begin{aligned}
 P_{u,k_x} &= 1,05 (N_D + N_L + 4 \cdot N_E) \\
 &= 1,05 (812,50 + 218,50 + 4 \cdot 112,54) \\
 &= 1554,84 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

menghitung  $\alpha$  :

$$M_{E,K \text{ atas}} = 32,9 \text{ KNm}$$

$$M_{E,K \text{ bawah}} = 73,46 \text{ KNm}$$

$$\alpha_{ka} = \frac{M_{E,k(lt+latas)}}{M_{E,k(lt+latas)} + M_{E,k(ltbawah)}} = \frac{32,9}{32,9 + 73,46} = 0,309$$

$$\alpha_{kb} = \frac{M_{E,k(ltbawah)}}{M_{E,k(lt+latas)} + M_{E,k(ltbawah)}} = \frac{73,46}{32,9 + 73,46} = 0,691$$

menghitung momen rancang kolom :

$$\begin{aligned}
 M_{u,k_x \text{ atas}} &= \frac{h}{hn} \omega d \cdot \alpha \cdot 0,7 \cdot \left( \frac{l_{ki}}{l'_{ki}} M_{kap, ki} + \frac{l_{ka}}{l'_{ka}} M_{kap, ka} \right) \\
 &= \frac{3,5}{3,25} \cdot 1,0 \cdot 0,309 \cdot 0,7 \cdot \left( \frac{5}{4,4} \cdot 223,659 + \frac{5}{4,4} \cdot 0 \right) \\
 &= 59 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mu,k}_x \text{ bawah} &= \frac{h}{hn} \omega d \cdot \alpha \cdot 0,7 \cdot \left( \frac{l_{ki}}{l'_{ki}} M_{kap,ki} + \frac{l_{ka}}{l'_{ka}} M_{kap,ka} \right) \\
 &= \frac{3,5}{3,25} \cdot 1,0 \cdot 0,691 \cdot 0,7 \cdot \left( \frac{5}{4,4} \cdot 223,659 + \frac{5}{4,4} \cdot 0 \right) \\
 &= 132 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

tidak perlu melebihi :

$$\begin{aligned}
 \text{Mu,k} &= 1,05(M_{Dx} + M_{Lx} + \frac{4}{k} M_{Ex}) \\
 &= 1,05 (23,1 + 10,3 + \frac{4}{1} (73,46)) \\
 &= 343,602 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

#### 4.5.4 Perencanaan Tulangan Lentur Kolom

Untuk perencanaan penulangan kolom dipakai nilai terbesar dari hasil analisis SAP 2000 dan momen akibat momen kapasitas balok, maka :

$$P_{u,k} = 1324 \text{ KN}$$

$$\text{Mu,k}_x = 132 \text{ KNm}$$

$$\text{Mu,k}_y = 202 \text{ KNm}$$

$$\frac{P_{u,k}}{\phi} = \frac{1324}{0,65} = 2037 \text{ KN}$$

$$\frac{\text{Mu,k}_x}{\phi} = \frac{132}{0,65} = 203,077 \text{ KNm}$$

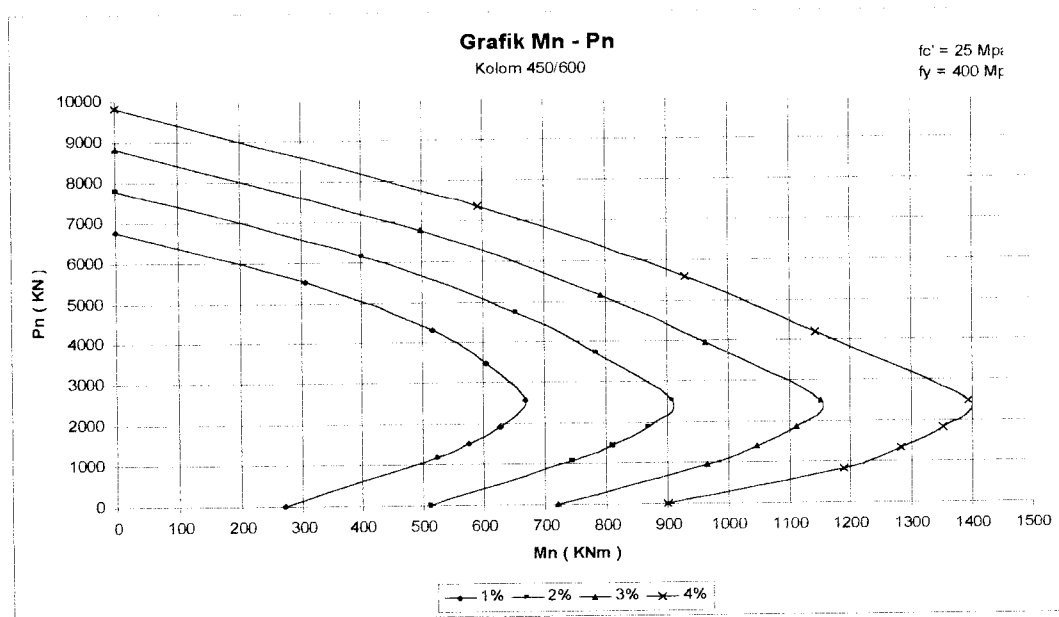
$$\frac{\text{Mu,k}_y}{\phi} = \frac{202}{0,65} = 310,377 \text{ KNm}$$

$$e = \frac{M}{P} = \frac{202}{1324} = 0,153 \text{ m} > e_{\min} = (15 + 0,03 \cdot h) \text{ mm}$$

$$= (15 + 0,03 \cdot 600) = 33 \text{ mm} \text{ Ok!}$$

$$e = \frac{M}{P} = \frac{132}{1324} = 0,099 \text{ m} > e_{\min} = (15 + 0,03 \cdot h) \text{ mm}$$

$$= (15 + 0,03 \cdot 600) = 33 \text{ mm} \text{ Ok!}$$



**Gambar 4.30** Grafik Mn - Pn kolom

a. Arah x

$$\frac{P_{u,k}}{\phi} = \frac{1324}{0,65} = 2037 \text{ KN}$$

$$\frac{M_{u,k_y}}{\phi} = \frac{202}{0,65} = 310,769 \text{ KNm}$$

Dari grafik Mn vs Pn didapat  $\rho_g = 1,0 \%$

$$A_{st} = 0,010 \cdot 450 \cdot 600 = 2700 \text{ mm}^2$$

$$A_s = A_s' = 0,5 \cdot A_{st} = 1350 \text{ mm}^2$$

dipakai 4 D22 dengan  $A_{s_{ada}} = A_{s'_{ada}} = 1521 \text{ mm}^2$

Cek eksentrisitas balance ( $e_b$ )

$$X_b = \frac{600 \cdot d}{600 + f_y} = \frac{600 \cdot 530}{600 + 400} = 318 \text{ mm} \quad (3.4.12)$$

$$a_b = \beta_1 \cdot X_b = 0,85 \cdot 318 = 270,3 \text{ mm} \quad (3.4.21)$$

$$f's = 600 \frac{(X_b - d')}{X_b} = 600 \frac{(318 - 70)}{318} = 468 \text{ MPa} > f_y = 400 \text{ MPa} \quad (3.4.22)$$

Dengan demikian digunakan  $f's = f_y = 400 \text{ MPa}$

$$C_{cb} = 0,85 \cdot f_c \cdot b \cdot a_b = 0,85 \cdot 25 \cdot 450 \cdot 270,3 = 2584743,75 \text{ N} \quad (3.4.23)$$

$$C_{sb} = A_s' (f_s' - 0,85 \cdot f_c) = 1521 \cdot (400 - 0,85 \cdot 25) = 576078,75 \text{ N} \quad (3.4.24)$$

$$T_{sb} = A_s \cdot f_y = 1521 \cdot 400 = 608400 \text{ N} \quad (3.4.25)$$

$$\begin{aligned} P_{nb} &= C_{cb} + C_{sb} - T_{sb} = 2297550 + 576078,75 - 608400 \\ &= 2552422,50 \text{ N} = 2552 \text{ KN} \end{aligned} \quad (3.4.26)$$

$$M_{nb} = C_{cb} \left[ \frac{h}{2} - \frac{a_b}{2} \right] + C_{sb} \left( \frac{h}{2} - d' \right) + T_{sb} \left( d - \frac{h}{2} \right) \quad (3.4.27)$$

$$= 2584743,75 \left[ \frac{600}{2} - \frac{270,3}{2} \right] + 576078,75 \cdot \left( \frac{600}{2} - 70 \right) + 608400 \cdot \left( 530 - \frac{600}{2} \right)$$

$$= 698 \text{ KNm}$$

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} = \frac{698}{2552} = 0,274 \text{ m} \quad (3.4.28)$$

$$e = \frac{M_{u_k, y} / \phi}{P_{u_k} / \phi} = \frac{310,769}{2037} = 0,153 \text{ m}$$

karena  $e < e_b$   $\longrightarrow$  kolom mengalami patah desak

Kontrol tegangan pada daerah desak :( Rumus Whitney )

$$P_n = \frac{A_s' \cdot f_y}{\frac{e}{(d - d')} + 0,5} + \frac{b \cdot h \cdot f_c'}{\frac{3 \cdot h \cdot e}{d^2} + 1,18}$$

$$= \frac{1521 \cdot 400}{\frac{153}{(530 - 70)} + 0,5} + \frac{450 \cdot 600 \cdot 25}{\frac{3 \cdot 600 \cdot 153}{530^2} + 1,18}$$

$$= 730715,405 + 31243392,366 = 3859107,771 \text{ N}$$

$$P_n = 3860 \text{ KN} > \frac{P_{u,k}}{\phi} = 2037 \text{ KN} \dots\dots\dots \text{Ok!}$$

$$M_n = P_n \cdot e$$

$$= 3860 \cdot 0,153$$

$$= 589 \text{ KNm} > \frac{M_{u,k_y}}{\phi} = 310,769 \text{ KNm}$$

b. Arah y

$$\frac{P_{u,k}}{\phi} = \frac{1324}{0,65} = 2037 \text{ KN}$$

$$\frac{M_{u,k_x}}{\phi} = \frac{132}{0,65} = 203,077 \text{ KNm}$$

Dari grafik  $M_n$  vs  $P_n$  didapat  $\rho_g = 1\%$

$$A_{st} = 0,01 \cdot 450 \cdot 600 = 2700 \text{ mm}^2$$

$$A_s = A_s' = 0,5 \cdot A_{st} = 1350 \text{ mm}^2$$

dipakai 4D 22 dengan  $A_{s_{ada}} = A_{s'_{ada}} = 1521 \text{ mm}^2$

Cek eksentrisitas balance ( $e_b$ )

$$c_b = \frac{600 \cdot d}{600 + f_y} = \frac{600 \cdot 380}{600 + 400} = 228 \text{ mm}$$

$$a_b = \beta_1 \cdot c_b = 0,85 \cdot 228 = 193,8 \text{ mm}$$

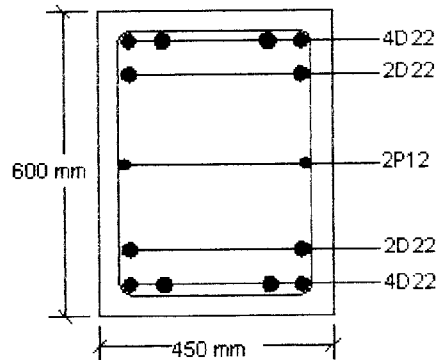
$$f'_{sb} = 600 \frac{(c_b - d')}{c_b} = 600 \frac{(228 - 70)}{228} = 415,789 \text{ MPa} > f_y = 400 \text{ MPa}$$

digunakan  $f'_{sb} = f_y = 400 \text{ MPa}$

$$C_{cb} = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a_b = 0,85 \cdot 25 \cdot 600 \cdot 193,8 = 2470950 \text{ N}$$

$$C_{sb} = A_s' (f'_s - 0,85 \cdot f'_c) = 1521 \cdot (400 - 0,85 \cdot 25) = 576078,75 \text{ N}$$

$$T_{sb} = A_s \cdot f_y = 1521 \cdot 400 = 608400 \text{ N}$$



**Gambar 4.31** Penampang Kolom dengan Tulangan

#### 4.5.5 Perencanaan Tulangan Geser Kolom

$$M_{u,k} \text{ atas} = 189 \text{ KNm}$$

$$M_{u,k} \text{ bwh} = 202 \text{ KNm}$$

$$V_{D,k} = 9,46 \text{ KN}$$

$$V_{L,k} = 3,96 \text{ KN}$$

$$V_{E,k} = 30,78 \text{ KN}$$

$$h_n = 3,2 \text{ m}$$

$$V_{u,k} = \frac{M_{u,ky_{\text{atas}}} + M_{u,ky_{\text{bawah}}}}{h_n} = \frac{189 + 202}{3,2} = 122,188 \text{ KN} \quad (3.6.14)$$

tetapi tidak perlu lebih besar dari :

$$V_{u,k} = 1,05 (V_{D,k} + V_{L,k} + \frac{4}{k} (V_{E,k})) \quad (3.6.15)$$

$$= 1,05 ( 9,46 + 3,96 + \frac{4}{1} \cdot (30,78))$$

$$= 143,367 \text{ KN}$$

**di daerah sejauh  $l_0$** 

kekuatan beton dalam menahan gaya geser dianggap 0 ( $V_c = 0$ )

$$V_s = \frac{V_{U,k}}{\phi} = 203,647 \text{ KN}$$

Dipakai tulangan geser  $\square$  P10 mm, maka :

$$A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 157 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak ( s )} < \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{157 \cdot 240 \cdot 530}{203,647 \cdot 10^3} = 98,064 \text{ mm} \quad (3.3.30)$$

$$< d/4 = 132,5 \text{ mm}$$

$$< 16 \cdot D = 160 \text{ mm}$$

Digunakan sengkang **P<sub>10-90</sub> mm**

**di luar daerah  $l_0$** 

$$V_c = \left( 1 + \frac{P_{U,k}}{14 \cdot A_g} \right) \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d = \left( 1 + \frac{1324 \cdot 10^3}{14 \cdot 450 \cdot 600} \right) \frac{1}{6} \sqrt{25} \cdot 450 \cdot 530$$

$$= 268,365 \text{ KN} > \frac{V_{U,k}}{\phi} = 203,647 \text{ KN}$$

Dipakai tulangan geser  $\square$  P10 mm, maka :

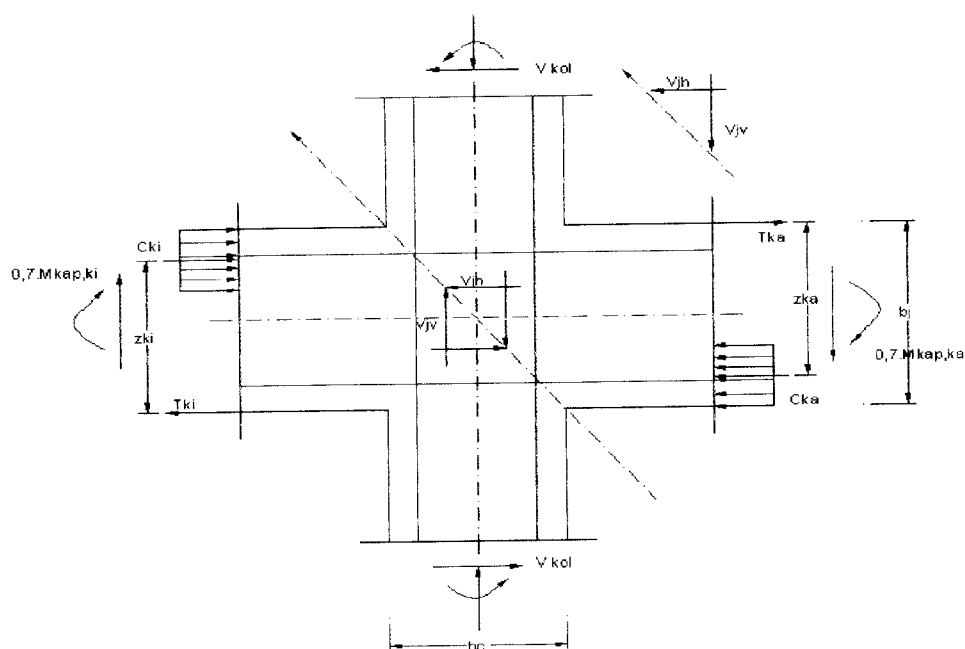
$$\text{Jarak ( s )} < d/2 = 265 \text{ mm}$$

$$< 16 \cdot D = 160 \text{ mm}$$

Digunakan sengkang **P<sub>10-160</sub> mm**



#### 4.5.7. Pertemuan Balok Kolom



Gambar 4.32 Joint Balok Kolom dalam

##### a. Perhitungan gaya-gaya dalam

###### 1). Sumbu X

$$b_j = bc = 450 \text{ mm}$$

$$= bb + 0,5 \cdot hc = 300 + 0,5 \cdot 600 = 600 \text{ mm}$$

$$b_j \text{ pakai} = 450 \text{ mm}$$

$$h_c = 600 \text{ mm}$$

$$V_{kol,x} = \frac{0,7 \cdot \phi_o \cdot \left( \sum \frac{l_x}{l_{nx}} \cdot M_{nak,bx} + 0,3 \cdot \sum \frac{l_y}{l_{ny}} \cdot M_{nak,by} \right)}{\frac{1}{2} \cdot (h_a + h_b)} \quad (3.6.20)$$

$$V_{kol,x} = 0,7 \cdot 1,25 \cdot \left[ \left( \frac{5}{4,55} \cdot 210,682 + \frac{5}{4,55} \cdot 161,038 \right) + 0,3 \cdot \left( \frac{5}{4,4} \cdot 178,927 + 0 \right) \right] / \frac{1}{2} \cdot (3,5 + 3,5)$$

$$= 117,370 \text{ KN}$$

$$z_{ki,x} = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 530 = 477 \text{ mm} = 0,477 \text{ m}$$

$$z_{ka,x} = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 530 = 477 \text{ mm} = 0,477 \text{ m}$$

$$C_{ki,x} = T_{ki,x} = 0,7 \cdot \phi_o \cdot (M_{nak,bx-ki}) / z_{ki,x}$$

$$= 0,7 \cdot 1,25 \cdot (210,682) / 0,477 = 386,471 \text{ KN} \quad (3.6.18)$$

$$C_{ka,x} = T_{ka,x} = 0,7 \cdot \phi_o \cdot (M_{nak,bx-ka}) / z_{ka,x}$$

$$= 0,7 \cdot 1,25 \cdot (161,038) / 0,477 = 295,405 \text{ KN} \quad (3.6.19)$$

$$V_{jh,x} = C_{ki,x} + T_{ka,x} - V_{kol,x} = 386,471 + 295,405 - 117,370$$

$$= 564,506 \text{ KN}$$

Kontrol tegangan geser horizontal :

$$v_{jh,x} = \frac{V_{jh,x}}{b_j \cdot h_c} \leq 1,5 \sqrt{f'c} \quad (3.6.21)$$

$$v_{jh,x} = \frac{564,506}{0,45 \cdot 0,6} = 2090,763 \text{ KN/m}^2$$

$$= 2,1 \text{ N/mm}^2 < 1,5 \cdot \sqrt{25} = 7,5 \text{ N/mm}^2 \dots\dots\dots \text{Ok!}$$

$$V_{ch,x} = 2/3 \cdot \sqrt{\left\{ \left( \frac{P_{u,k}}{A_g} \right) - 0,1 \cdot f'c \right\}} \cdot b_j \cdot h_c$$

$$V_{ch,x} = 2/3 \cdot \sqrt{\left\{ \left( \frac{1324,02 \cdot 10^3}{600 \cdot 450} \right) - 0,1 \cdot 25 \right\}} \cdot 450 \cdot 600 \quad (3.6.23)$$

$$= 279,074 \text{ KN}$$

$$\begin{aligned}
 V_{sh,x} &= V_{jh,x} - V_{eh,x} \\
 &= 564,506 - 279,074 = 285,432 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

2). Arah Y

$$\begin{aligned}
 b_j &= bc = 600 \text{ mm} \\
 &= bb + 0,5 \cdot hc = 300 + 0,5 \cdot 450 = 525 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$b_j$  pakai = 525 mm

$h_c = 450 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
 V_{kol,y} &= \frac{0,7 \cdot \phi_o \cdot \left( 0,3 \cdot \sum \frac{I_x}{I_{nx}} \cdot M_{nak,bx} + \sum \frac{I_y}{I_{ny}} \cdot M_{nak,by} \right)}{\frac{1}{2} \cdot (h_a + h_b)} \\
 V_{kol,y} &= 0,7 \cdot 1,25 \cdot \left[ 0,3 \cdot \left( \frac{5}{4,55} \cdot 210,682 + \frac{5}{4,55} \cdot 161,038 \right) \right. \\
 &\quad \left. + \left( \frac{5}{4,4} \cdot 178,927 + 0 \right) \right] / \frac{1}{2} \cdot (3,5 + 3,5) \\
 &= 81,468 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$z_{ki,y} = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 430 = 387 \text{ mm} = 0,387 \text{ m}$$

$$z_{ka,y} = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 430 = 387 \text{ mm} = 0,387 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 C_{ki,y} &= T_{ki,y} = 0,7 \cdot \phi_o \cdot (M_{nak,by-ki}) / z_{ki,y} \\
 &= 0,7 \cdot 1,25 \cdot 178,927 / 0,387 = 404,551 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{ka,y} &= T_{ka,y} = 0,7 \cdot \phi_o \cdot (M_{nak,by-ka}) / z_{ka,y} \\
 &= 0,7 \cdot 1,25 \cdot 0 / 0,477 = 0 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{jh,y} &= C_{ki,y} + T_{ka,y} - V_{kol,y} \\
 &= 404,551 + 0 - 81,468 = 323,083 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Kontrol tegangan geser horizontal :

$$v_{jh,y} = \frac{V_{jh,y}}{b_j \cdot h_c} \leq 1,5 \sqrt{f'c}$$

$$v_{jh,y} = \frac{323,083}{0,450 \cdot 0,525} = 1367,546 \text{ KN/m}^2$$

$$= 1,37 \text{ N/mm}^2 < 1,5 \cdot \sqrt{25} = 7,5 \text{ N/mm}^2 \dots\dots\dots \text{Ok!}$$

$$V_{ch,y} = 2/3 \cdot \sqrt{\left\{ \left( \frac{P_{u,k}}{A_g} \right) - 0,1 f'c \right\}} \cdot b_j \cdot h_c$$

$$V_{ch,y} = 2/3 \cdot \sqrt{\left\{ \left( \frac{1324,02 \cdot 10^3}{600 \cdot 450} \right) - 0,1 \cdot 25 \right\}} \cdot 450 \cdot 525$$

$$= 244,190 \text{ KN}$$

$$V_{sh,y} = V_{jh,y} - V_{ch,y}$$

$$= 323,083 - 244,190 = 78,893 \text{ KN}$$

**b. Penulangan Geser Horizontal**

$$V_{sh,mak} = V_{sh,x} = 285,432 \text{ KN}$$

$$A_{jh} = \frac{V_{sh,mak}}{f_y} = \frac{285432}{400} = 713,580 \text{ mm}^2$$

Digunakan sengkang  $\square$  P10 dengan  $A_v = 157 \text{ mm}^2$

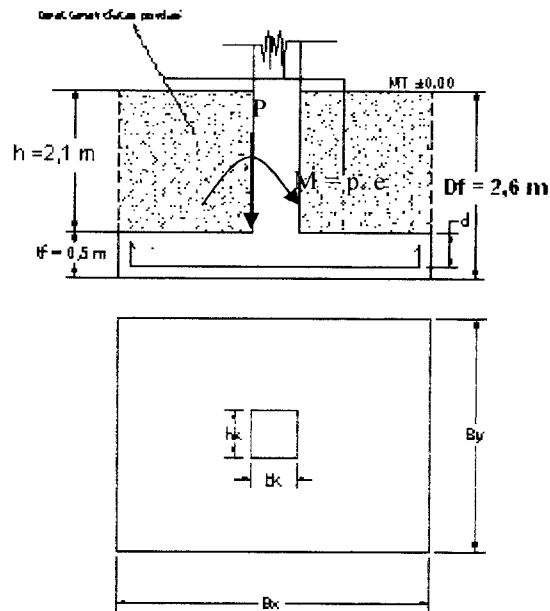
$$\text{Jumlah lapis sengkang} = \frac{713,580}{157} = 4,545 \text{ lapis}$$

digunakan sengkang  $\square$  5P10

## 4.6 Perencanaan Pondasi

### 4.6.1 Perencanaan Pondasi Telapak Setempat (PS)

#### A. Perencanaan Dimensi Pondasi



**Gambar 4.33** Pondasi telapak setempat

$$\sigma_{\text{tanah}} = 700 \text{ KN/m}^2$$

$$\gamma_{\text{tanah}} = 16,254 \text{ KN/m}^3$$

$$F'_c = 25 \text{ Mpa}$$

$$\gamma_{\text{beton}} = 24 \text{ KN/m}^3$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$\text{Asumsi tebal pelat (tf)} = 500 \text{ mm}$$

$$P = 1877,391 \text{ KN}$$

$$\text{Ukuran kolom :}$$

$$M_x \text{ tetap} = 7,223 \text{ KNm}$$

$$h_k = 600 \text{ mm}$$

$$M_y \text{ tetap} = 1,369 \text{ KNm}$$

$$b_k = 450 \text{ mm}$$

$$M_x \text{ sementara} = 91,636 \text{ KNm}$$

$$M_y \text{ sementara} = 125,517 \text{ KNm}$$

$$\begin{aligned}
\sigma_{\text{netto tanah}} &= \sigma_{\text{tanah}} - \Sigma(h \cdot \gamma_{\text{beton}}) - \Sigma(h \cdot \gamma_{\text{tanah}}) & (3.7.6) \\
&= 700 - (0,5 \cdot 24) - (2,1 \cdot 16,254) \\
&= 653,867 \text{ KN/m}^2
\end{aligned}$$

### 1. Tinjauan Terhadap Beban Tetap

Digunakan pondasi penampang bujur sangkar, dicoba dengan nilai  $B_x = B_y = 1,8 \text{ m}$

Luas penampang pelat pondasi :

$$A = B_x \cdot B_y = 1,8 \times 1,8 = 3,24 \text{ m}^2$$

Kontrol luas pelat pondasi dan tegangan yang terjadi :

$$\sigma_{\text{terjadi}} = \frac{P}{A} \pm \frac{6 \cdot M_y}{B_x^2 \cdot B_y} \pm \frac{6 \cdot M_x}{B_y^2 \cdot B_x} \quad (3.7.1)$$

$$\begin{aligned}
\sigma_{\text{terjadi max}} &= \frac{1877,391}{3,24} + \frac{6 \cdot 1,369}{1,8^2 \cdot 1,8} + \frac{6 \cdot 7,223}{1,8^2 \cdot 1,8} \\
&= 588,281 \text{ KN/m}^2 < \sigma_{\text{nettotanah}} = 653,867 \text{ KN/m}^2 \quad \text{.....Ok!}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\sigma_{\text{terjadi min}} &= \frac{1877,391}{3,24} - \frac{6 \cdot 1,369}{1,8^2 \cdot 1,8} - \frac{6 \cdot 7,223}{1,8^2 \cdot 1,8} \\
&= 570,602 \text{ KN/m}^2 > 0 \quad \text{.....Ok!}
\end{aligned}$$

### 2. Tinjauan Terhadap Beban Sementara

Eksentrisitas yang terjadi :

$$e_x = \frac{M_y}{P} = \frac{1,369}{1877,391} = 0,00073 \text{ m}$$

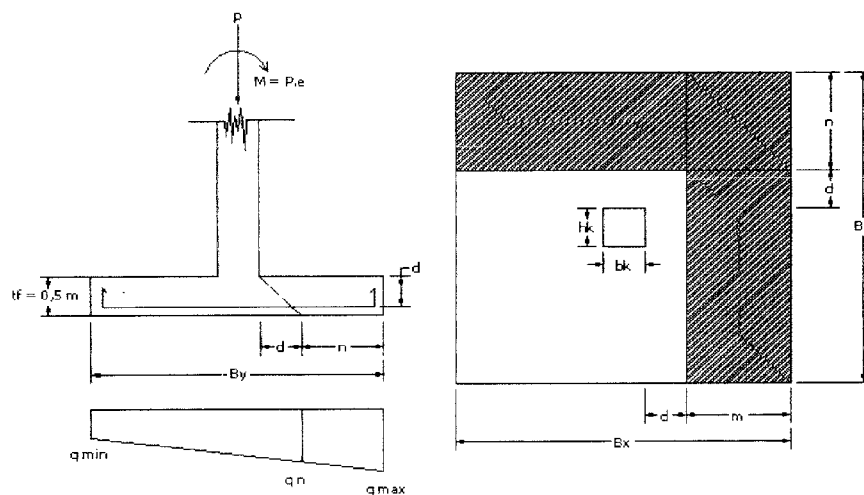
$$e_y = \frac{M_x}{P} = \frac{7,223}{1877,391} = 0,00385 \text{ m}$$

$\frac{B}{6} = \frac{1,8}{6} = 0,3 > e_x \text{ dan } e_y$  (beban eksentrisitas di dalam teras), maka :

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{terjadi}} &= \frac{P}{A} \left( 1 + \frac{6.ex}{Bx} + \frac{6.ey}{By} \right) & (3.7.1) \\ &= \frac{1877,391}{3,24} \left( 1 + \frac{6.0,00073}{1,8} + \frac{6.0,00385}{1,8} \right) \\ &= 588,230 \text{ KN/m}^2 < 1,5 \cdot \sigma_{\text{netto}} = 1,5 \cdot 653,867 = 980,799 \text{ KN/m}^2 \text{ .....Ok !}\end{aligned}$$

### B. Perencanaan Geser Satu Arah



**Gambar 4.34** Pondasi dengan geser satu arah

→ Ditinjau pada arah momen terbesar.

$$P = 1877,391 \text{ KN}$$

$$M_x = 7,223 \text{ KNm}$$

$$M_y = 1,369 \text{ KNm}$$

Jarak pusat tulangan tarik ke serat tekan beton :

$$d = t_f - p_b - \frac{1}{2} \cdot \varnothing_{\text{tul. pokok}} = 500 - 70 - \frac{1}{2} \cdot 19 = 420,5 \text{ mm} = 0,400 \text{ m}$$

$$m = \frac{B_x - b_k - 2 \cdot d}{2} = \frac{1,8 - 0,45 - 2 \cdot 0,40}{2} = 0,275 \text{ m} \quad (3.7.18)$$

$$n = \frac{By - hk - 2.d}{2} = \frac{1,8 - 0,6 - 2.0,40}{2} = 0,2 \text{ m} \quad (3.7.20)$$

berdasarkan momen yang terbesar yaitu  $M_x = 7,223 \text{ KNm}$ , maka geser yang ditinjau adalah arah y.

- Tegangan kontak yang terjadi :

$$q_{\text{terjadi } y} = \frac{P}{A} \pm \frac{6.M_x}{By^2.Bx}$$

$$= \frac{1877,391}{3,24} \pm \frac{6.7,223}{1,8^2.1,8}$$

$$q_{\text{tjd } y_{\text{mak}}} = 586,873 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{\text{tjd } y_{\text{min}}} = 572,011 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{\text{tjd } n} = \frac{(q_{\text{tjd } y_{\text{mak}}} - q_{\text{tjd } y_{\text{min}}}) \cdot (By - n)}{By} + q_{\text{tjd } y_{\text{min}}}$$

$$= \frac{(586,873 - 572,011) \cdot (1,8 - 0,2)}{1,8} + 572,011$$

$$= 585,222 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{\text{tjd } n} = \frac{1}{2} \cdot (q_{\text{tjd } x_{\text{mak}}} + q_{\text{tjd } x_{\text{min}}}) = \frac{1}{2} \cdot (586,873 + 572,011)$$

$$= 579,442 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Jadi } q_{\text{tjd } n} = 585,222 \text{ KN/m}^2$$

- Gaya geser akibat beban luar yang bekerja pada penampang kritis pondasi :

$$V_u = q_{\text{tjd } n} \cdot n \cdot Bx = 585,222 \cdot 0,2 \cdot 1,8 = 210,680 \text{ KN}$$

$$\frac{V_u}{\phi} = \frac{210,680}{0,6} = 351,133 \text{ KN}$$

- Kekuatan beton menahan geser:

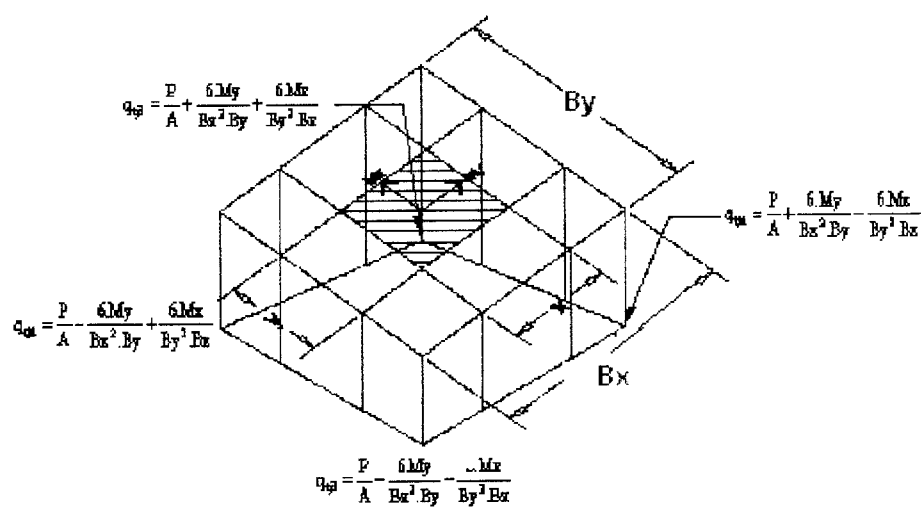
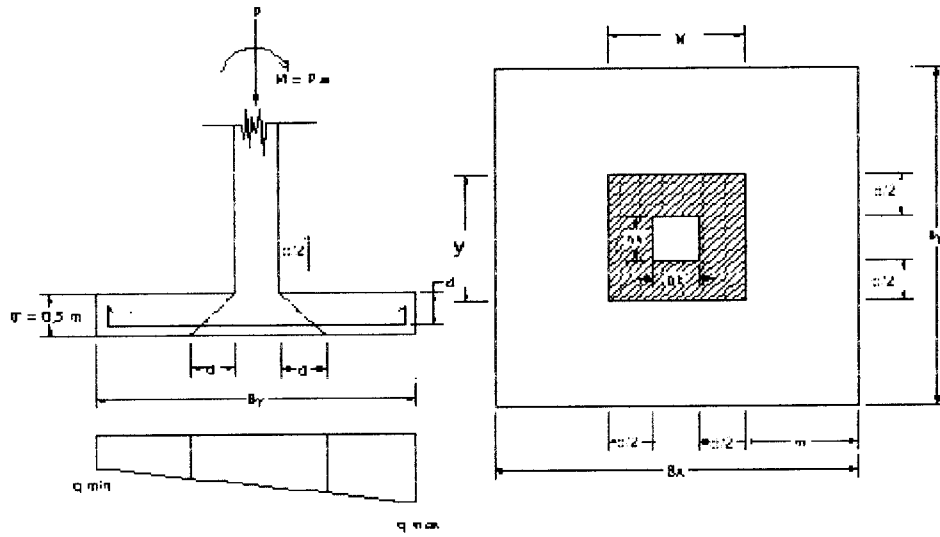
$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot Bx \cdot d = 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 1,8 \cdot 0,400 \cdot 10^3 = 600 \text{ KN} \quad (3.7.21)$$



- Kontrol gaya geser :

$$V_c = 600 \text{ KN} \geq \frac{V_u}{\phi} = 351,133 \text{ KN} \dots\dots\dots\text{Ok!}$$

**C. Perencanaan Geser Dua Arah**



**Gambar 4.35** Pondasi dengan geser dua arah

$$\begin{aligned}
 x &= bk + d && (3.7.24) \\
 &= 450 + 400 \\
 &= 850 \text{ mm} = 0,850 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 y &= hk + d & (3.7.25) \\
 &= 600 + 400 \\
 &= 1000 \text{ mm} = 1,0 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Tegangan kontak yang terjadi :

$$\begin{aligned}
 q_{\text{tjd}} &= \frac{P}{A} \pm \frac{6.M_y}{B_x^2.B_y} \pm \frac{6.M_x}{B_y^2.B_x} \\
 &= \frac{1877,391}{3,24} \pm \frac{6.1,369}{1,8^2.1,8} \pm \frac{6.7,223}{1,8^2.1,8}
 \end{aligned}$$

$$q_{\text{tjd max}} = 588,281 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{\text{tjd min}} = 570,602 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{\text{tjd pakai}} = \frac{1}{2} (q_{\text{tjd max}} + q_{\text{tjd min}}) = \frac{1}{2} (588,281 + 570,602) = 579,442 \text{ KN/m}^2$$

- Gaya geser akibat beban luar yang bekerja pada penampang kritis pondasi :

$$\begin{aligned}
 V_u &= q_{\text{tjd pakai}} \cdot ((B_x.B_y) - (x.y)) & (3.7.23) \\
 &= 579,442 \cdot ((1,8 \cdot 1,8) - (0,850.1,0)) = 1384,866 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$V_u / \phi = 1384,866 / 0,6 = 2308,111 \text{ KN}$$

- Kekuatan beton menahan geser :

$$\beta_c = \frac{\text{sisipanjang}}{\text{sisipendek}} = \frac{y}{x} = \frac{1}{0,85} = 1,176$$

$$b_o = 2 \cdot (x+y) = 2 \cdot (850 + 1000) = 3600 \text{ mm} \quad (3.7.28)$$

$$V_{c1} = (1 + \frac{2}{\beta_c}) \cdot (2 \cdot \sqrt{f'_c}) \cdot b_o \cdot d \quad (3.7.27)$$

$$= (1 + \frac{2}{1,176}) \cdot (2 \cdot \sqrt{25}) \cdot 3600 \cdot 0,40 \cdot 10^3 = 38890 \text{ KN}$$

$$V_{c2} = 4 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d = 4 \cdot \sqrt{25} \cdot 3600 \cdot 0,400 \cdot 10^3 = 28800 \text{ KN} \quad (3.7.26)$$

$$V_c = 38890 \text{ KN} \geq \frac{V_u}{\phi} = 2308,111 \text{ KN} \dots \text{Ok!}$$

#### D. Kuat Tumpuan Pondasi

- Kuat tumpuan Pondasi :

$$\phi \cdot P_n = \phi \cdot (0,85 \cdot f_c \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}})$$

$$\text{Luas penampang kolom } (A_1) = b_k \cdot h_k = 0,45 \cdot 0,60 = 0,27 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas pelat pondasi } (A_2) = B_x \cdot B_y = 1,8 \cdot 1,8 = 3,24 \text{ m}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{3,24}{0,27}} = 3,464 > 2 \text{ (jika lebih besar dari 2, dipakai nilai 2)}$$

$$\begin{aligned} \phi \cdot P_n &= \phi \cdot (0,85 \cdot f_c \cdot A_1 \cdot 2) \\ &= 0,7 \cdot (0,85 \cdot 25 \cdot 0,27 \cdot 2) \cdot 10^3 = 8032,5 \text{ KN} \end{aligned}$$

- Kuat tumpuan kolom :

$$\begin{aligned} \phi \cdot P_n &= \phi \cdot (0,85 \cdot f_c \cdot A_1) \\ &= 0,7 \cdot (0,85 \cdot 25 \cdot 0,27) \cdot 10^3 = 4016,25 \text{ KN} \end{aligned}$$

- Kontrol kuat tumpuan :

$$\phi \cdot P_{n\text{pondasi}} = 8032,5 \text{ KN} > \phi \cdot P_{n\text{kolom}} = 4016,25 \text{ KN} \dots \text{Ok!}$$

#### E. Perencanaan Tulangan Lentur Pondasi

Karena penampang pondasi berbentuk bujur sangkar, sehingga arah x dan arah y sama panjang, maka perencanaan tulangan lenturnya dianggap sama.

$$L = \frac{B_x - b_k}{2} = \frac{1,8 - 0,45}{2} = 0,675 \text{ m} \quad (3.7.29)$$

$$q_{\text{terjadi}} = 588,281 \text{ KN/m}^2$$

$$M_u = 0,5 \cdot q_{\text{terjadi}} \cdot L^2 = 0,5 \cdot 588,281 \cdot 0,675^2 = 134,018 \text{ KNm} \quad (3.7.30)$$

$$\frac{Mu}{\phi} = \frac{134,018}{0,8} = 167,523 \text{ KNm}$$

- Digunakan tulangan pokok  $\varnothing_{19}$  mm, maka :  $A_{1\varnothing} = 283,529 \text{ mm}^2$
- Tebal pelat pondasi  $t_f = 500$  mm, selimut beton ( $P_b$ ) = 70 mm  
 $d = t_f - P_b - 0,5 \cdot \varnothing_{\text{tul. pokok}} = 500 - 70 - 0,5 \cdot 19 = 421$  mm

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 25} = 18,82 \quad (3.7.33)$$

Koefisien ketahanan ( $R_n$ ), diambil nilai  $b$  tiap 1000 mm :

$$R_n = \frac{Mu/\phi}{b \cdot d^2} = \frac{167,523 \cdot 10^6}{1000 \cdot 421^2} = 0,945 \text{ MPa} \quad (3.7.34)$$

Rasio Tulangan :

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \cdot \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0271$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0271 = 0,0203$$

$$\rho_{\text{ada}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{18,82} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,82 \cdot 0,945}{400}} \right) = 0,00242 < \rho_{\max} = 0,0203$$

$$< \rho_{\min} = 0,0035$$

$$1,33 \cdot \rho_{\text{ada}} = 0,00322 < \rho_{\min, \text{maka}} : \rho_{\text{perlu}} = 0,00322$$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d = 0,00322 \cdot 1000 \cdot 421 = 1355,62 \text{ mm}^2$$

$$0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 500 = 1000 \text{ mm}^2 < A_{S_{\text{perlu}}}, \text{ maka, } A_{S_{\text{perlu}}} = 1355,62 \text{ mm}^2$$

Jarak antar tulangan :

$$s \leq \frac{A_{01} \cdot b}{A_{S_{perlu}}} = \frac{283,529 \cdot 1000}{1355,62} = 209,151 \text{ mm}$$

$$s \leq 2 \cdot h = 2 \cdot 500 = 1000 \text{ mm}$$

$$s \leq 250 \text{ mm}$$

→ Dipakai Tulangan Pokok : D<sub>19</sub> – 200 mm

$$A_{S_{ada}} = \frac{A_{10} \cdot 1000}{s} = \frac{283,529 \cdot 1000}{200} = 1417,645 \text{ mm}^2$$

• Kontrol Kapasitas Lentur Pelat pondasi :

$$a = \frac{A_{S_{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{1417,645 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 26,685 \text{ mm}$$

$$M_n = A_{S_{ada}} \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2})$$

$$= 1417,645 \cdot 400 (421 - \frac{26,685}{2})$$

$$= 231,165 \text{ KNm} \geq \frac{M_u}{\phi} = 167,523 \text{ KNm} \dots\dots\dots \text{Ok !}$$

### Perencanaan Tulangan Bagi Pondasi

$$A_{S_{bagi}} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 500 = 1000 \text{ mm}^2$$

• Digunakan tulangan bagi Ø12 mm, maka: A<sub>1Ø</sub> = 113,097 mm<sup>2</sup>

Jarak antar tulangan susut :

$$s \leq \frac{A_{01} \cdot b}{A_{S_{susut}}} = \frac{113,097 \cdot 1000}{1000} = 113,097 \text{ mm} \approx 110 \text{ mm}$$

→ Dipakai Tulangan Susut : P<sub>12</sub> – 110 mm

#### 4.6.2 Perencanaan Pondasi Sumuran

$\sigma_{\text{tanah}}$	= 400 KN/m <sup>2</sup>	$\gamma_{\text{btanah}}$	= 16,254 KN/m <sup>3</sup>
$F'c$	= 25 Mpa	$\gamma_{\text{beton}}$	= 24 KN/m <sup>3</sup>
$f_y$	= 400 Mpa	Asumsi diameter sumuran ( $\emptyset$ ) = 3 m	
$P$	= 1877,391 KN	$b_j$ beton siklop	= 23 KN/ m <sup>3</sup>
$M_x$ tetap	= 7,223 KNm	$h$ sumuran	= 3,6 m
$M_y$ tetap	= 1,369 KNm		

##### A. Perencanaan Pondasi Sumuran

$$\begin{aligned}
 P_{\text{pondasi sumuran}} &= 0,25 \cdot \pi \cdot \emptyset^2 \cdot h \cdot b_j \text{ btn siklop} && (3.7.43) \\
 &= 0,25 \cdot \pi \cdot 3^2 \cdot 3,6 \cdot 23 \\
 &= 585,279 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{total}} &= P + P_{\text{pondasi sumuran}} && (3.7.44) \\
 &= 1877,391 + 585,279 \\
 &= 2462,6697 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\sigma_{\text{ijin di bawah sumuran}} = 400 \text{ KN/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\text{netto tanah}} &= \sigma_{\text{tanah}} - \Sigma(h \cdot \gamma_{\text{beton}}) - \Sigma(h \cdot \gamma_{\text{tanah}}) \\
 &= 400 - 3,6 \cdot 23 - 2,1 \cdot 16,254 - 0,5 \cdot 24 \\
 &= 361,867 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Aperlu} = \frac{P_{\text{total}}}{\sigma_{\text{tnh}}} = \frac{2462,6697}{361,867} = 9,08 \text{ m}^2 \quad (3.7.47)$$

$$\text{Diameter sumuran perlu} = \sqrt{\frac{\text{Aperlu}}{0,25 \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{9,01}{0,25 \cdot \pi}} = 3,41 \text{ m} \approx 3,5 \text{ m} \quad (3.7.48)$$

## 4.5 Perencanaan Tangga

### 4.5.1 Spesifikasi Struktur

a. Tinggi antar lantai ( $h$ ) = 3,5 m = 350 cm

b. Lebar bordes ( $L_b$ ) = 2,0 m = 200 cm

c. Tinggi optrede rencana diambil 18 cm

$$\text{jumlah optrede} = 350/18 = 19,4 \text{ dipakai } 20 \text{ buah} \quad (3.8.1)$$

$$\text{tinggi optrede pakai } (h'_o) = 350/20 = 17,5 \text{ cm} \quad (3.8.2)$$

$$\text{jumlah antrede} = 20 - 2 = 18 \text{ buah} \quad (3.8.3)$$

dipakai lebar antrede ( $L_a$ ) = 30 cm

d. dimensi tangga :

tangga dibagi menjadi dua (2) bagian, sehingga panjang bentang tangga ( $P_t$ ) :

$$P_t = (L_a \times \text{jumlah antrede}/2) + L_b \quad (3.8.4)$$

$$= (30 \times 18/2) + 200$$

$$= 470 \text{ cm} = 4,7 \text{ m}$$

$$\text{Lebar bersih tangga } (L_t) = 0,5 (4,7 - 3,0,15) = 2,125 \text{ m} = 212,5 \text{ cm} \quad (3.8.8)$$

e. Beban sandaran tangga :

tinggi sandaran = 1 m

tebal sandaran = 0,12 m

$$\text{berat sandaran tangga} = (0,12 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 2)/2,125 = 2,711 \text{ KN/m}^2$$

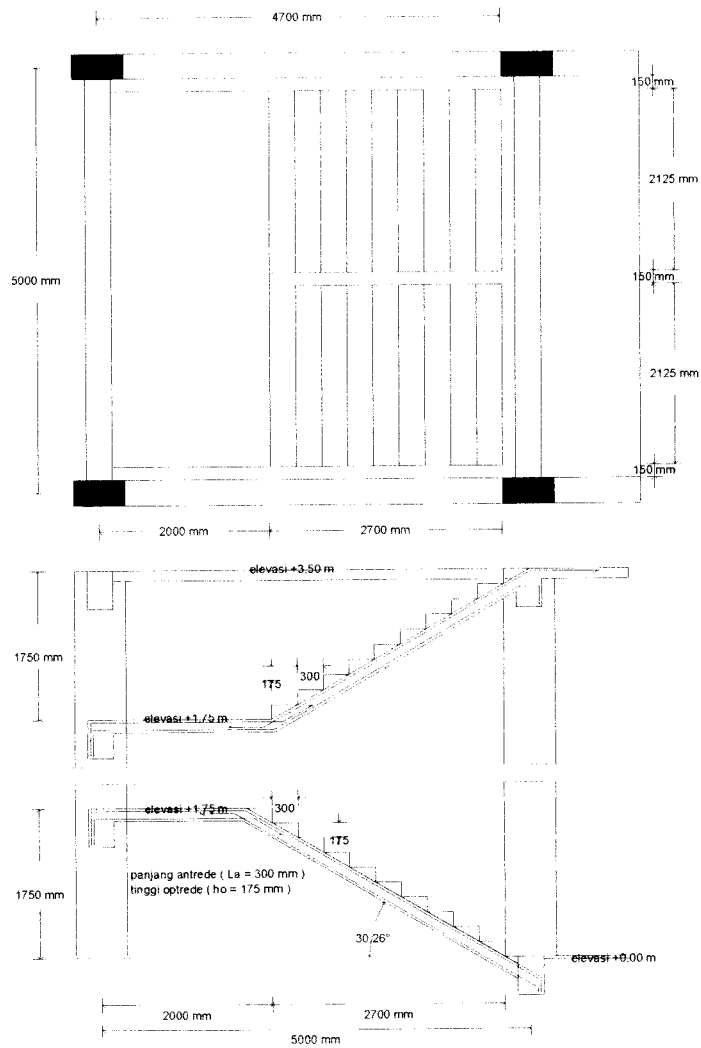
$$\text{berat sandaran bordes} = (0,12 \cdot 1 \cdot 24)/2,125 = 1,355 \text{ KN/m}^2$$

f. Sudut kemiringan tangga ( $\alpha$ ) :

$$\alpha = \arctgn \frac{h'_o}{L_a} = \arctgn \frac{17,5}{30} = 30,26^\circ \quad (3.8.6)$$

g. Tebal pelat tangga dan bordes diambil = 15 cm

$$\text{tebal pelat sisi miring (h')} = \frac{15}{\cos 30,26^\circ} = 17,366 \text{ cm} \quad (3.8.5)$$



**Gambar 4.36** Dimensi Tangga



#### 4.5.2 Pembebanan

##### a. Pembebanan bordes

Beban mati :

- Berat sendiri pelat =  $0,15 \times 24 = 3,60 \text{ KN/m}^2$
  - Berat spesi =  $0,03 \times 21 = 0,63 \text{ KN/m}^2$
  - Berat keramik =  $0,01 \times 20 = 0,20 \text{ KN/m}^2$
  - Berat sandaran =  $\underline{1,355 \text{ KN/m}^2} +$
- $$Q_D = 5,785 \text{ KN/m}^2$$

untuk lebar 2,125 m, maka  $q_D = 2,125 \times 5,785 = 12,294 \text{ KN/m}^2$

Beban hidup :  $Q_L = 300 \text{ kg/cm}^2 = 3 \text{ KN/m}^2$

$$q_L = 2,125 \times 3 = 6,375 \text{ KN/m}^2$$

$$q_U = 1,2q_D + 1,6q_L = 1,2 \cdot 12,294 + 1,6 \cdot 6,375 = 24,953 \text{ KN/m}^2$$

##### b. Pembebanan tangga

Beban mati :

- Berat sendiri =  $(0,17366 + 0,175/2) \times 24 = 6,268 \text{ KN/m}^2$
  - Berat spesi =  $0,03 \times 21 = 0,63 \text{ KN/m}^2$
  - Berat keramik =  $0,01 \times 20 = 0,20 \text{ KN/m}^2$
  - Berat sandaran =  $\underline{2,711 \text{ KN/m}^2} +$
- $$Q_D = 9,809 \text{ KN/m}^2$$

$q_D = 2,125 \times 9,809 = 20,844 \text{ KN/m}^2$

Beban hidup :  $Q_L = 300 \text{ kg/cm}^2 = 3 \text{ KN/m}^2$

$$q_L = 2,125 \times 3 = 6,375 \text{ KN/m}^2$$

$$q_U = 1,2q_D + 1,6q_L = 1,2 \cdot 20,844 + 1,6 \cdot 6,375 = 35,213 \text{ KN/m}^2$$

### 4.5.3 Penulangan Tangga

#### Perhitungan pelat bordes

Mu maks = 23,46 KNm

$$\frac{Mu}{\phi} = \frac{23,46}{0,8} = 29,325 \text{ KNm}$$

Digunakan tulangan Ø13 mm, sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$A_{1\emptyset} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 13^2 = 132,732 \text{ mm}^2$$

tebal pelat bordes (h) = 150 mm, selimut beton (Pb) = 20 mm, maka :

$$d = h - Pb - 0,5 \cdot \emptyset_{tul\ pokok} = 150 - 20 - 0,5 \cdot 13 = 123,5 \text{ mm} \quad (3.2.11)$$

Rasio tulangan :

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25}{400} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0271 \quad (3.2.8)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0271 = 0,0203 \quad (3.2.9)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035 \quad (3.2.10)$$

Koefisien ketahanan (Rn) :

$$R_n = \frac{\frac{Mu}{\phi}}{b \cdot d^2} = \frac{29,325 \cdot 10^6}{2125 \cdot 123,5^2} = 0,905 \text{ Mpa} \quad (3.2.13)$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 25} = 18,824 \quad (3.2.14)$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{18,824} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,824 \cdot 0,905}{400}} \right) \quad (3.2.15)$$

$$= 0,00231 < \rho_{maks} = 0,02302$$

$$< \rho_{min} = 0,0035$$

$$1,33 \cdot \rho = 1,33 \cdot 0,00231 = 0,00308 < \rho_{\min} = 0,0035$$

sehingga  $\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\min} = 0,00308$

$$A_s = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d \geq 0,002 \cdot b \cdot h \quad (3.2.16)$$

$$= 0,00308 \cdot 2125 \cdot 123,5 \geq 0,002 \cdot 2125 \cdot 150$$

$$= 807,084 \text{ mm}^2 > 637,5 \text{ mm}^2 \quad (\text{Ok!})$$

$$\text{jarak tulangan (s)} = \frac{A_1 \phi \cdot b}{A_s} = \frac{132,732 \cdot 2125}{807,084} = 349,476 \text{ mm} \quad (3.2.17)$$

$$\leq 2h = 2 \cdot 150 = 300 \text{ mm}$$

$$\leq 250$$

diambil terkecil  $s = 250 \text{ mm}$

**Dipakai tulangan pokok : D13 – 250 mm**

Kontrol kapasitas lentur pelat tangga yang terjadi :

$$A_{s_{\text{ada}}} = \frac{A_1 \phi \cdot b}{s} = \frac{132,732 \cdot 2125}{340} = 829,577 \text{ mm}^2 \quad (3.2.20)$$

$$a = \frac{A_{s_{\text{ada}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{829,577 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 2125} = 7,349 \text{ mm} \quad (3.2.21)$$

$$M_n = A_{s_{\text{ada}}} \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \geq \frac{M_u}{\phi} \quad (3.2.22)$$

$$= 829,577 \cdot 400 \left( 123,5 - \frac{7,349}{2} \right)$$

$$= 39,762 \text{ KNm} > 29,325 \text{ KNm} \dots\dots\dots (\text{Ok!})$$

#### 4.7.4 Perencanaan Balok Bordes

Dimensi rencana balok

$$\text{Tinggi ( h )} = 400 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar ( b )} = 300 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi efektif ( d )} &= 400 - 70 \text{ ( dianggap tul. sebelah 1 lapis )} \\ &= 330 \text{ mm} \end{aligned}$$

Pembebanan :

$$\text{- beban akibat tangga (33,33/2,125)= 15,685 KN/m}$$

$$\text{- berat sendiri} = 1,2 \cdot 0,3 \cdot 0,4 \cdot 24 = \underline{3,456 \text{ KN/m}} \quad +$$

$$q_u = 19,141 \text{ KN/m}$$

Momen tumpuan :

$$M_u = - \frac{1}{16} q_u \cdot L^2 = - \frac{1}{16} 19,141 \cdot 5^2 = - 29,907 \text{ KNm}$$

Momen lapangan :

$$M_u = \frac{1}{11} q_u \cdot L^2 = \frac{1}{11} 19,141 \cdot 5^2 = 43,502 \text{ KNm}$$

##### a. Perencanaan tulangan lentur balok bordes

Tulangan lapangan

$$\frac{M_u}{\phi} = \frac{43,502}{0,8} = 54,377 \text{ KNm}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0271$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_b = 0,75 \cdot 0,0271 = 0,0203$$

$$\text{rasio tulangan rencana} = 0,5 \cdot \rho_{maks} = 0,5 \cdot 0,0203 = 0,01015$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \cdot 25} = 18,824$$

$$R_n = \rho \cdot f_y \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m\right) = 0,01015 \cdot 400 \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \cdot 0,01015 \cdot 18,824\right) = 3,675 \text{ Mpa}$$

$$b \cdot d^2 = \frac{\Phi}{R_n} \cdot \frac{Mu}{\phi}$$

$$d_{\text{perlu}} = \sqrt{\frac{Mu/\phi}{R_n \cdot b}} = \sqrt{\frac{54,377 \cdot 10^6}{3,675 \cdot 300}} = 222,071 \text{ mm} < d = 330 \text{ mm}, \text{ maka dipakai}$$

tulangan sebelah

$$R_{n \text{ ada}} = \frac{Mu/\phi}{b \cdot d^2} = \frac{54,377 \cdot 10^6}{300 \cdot 330^2} = 1,664 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{\text{ada}} = \frac{R_{n \text{ ada}}}{R_n} \cdot \rho = \frac{1,664}{3,675} \cdot 0,01015 = 0,0046 > \rho_{\min} = 0,0035$$

$$< \rho_{\text{maks}} = 0,0203$$

$$A_{s \text{ perlu}} = \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d = 0,0046 \cdot 300 \cdot 330 = 455,505 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan Ø16 dengan  $A1\phi = 201,062 \text{ mm}^2$

$$\text{jumlah tulangan (n)} = \frac{A_{s \text{ perlu}}}{A1\phi} = \frac{455,505}{201,062} = 2,265 \text{ batang}$$

dipakai 3D16, maka  $A_{s \text{ ada}} = 3 \cdot 201,062 = 603,186 \text{ mm}^2 > A_{s \text{ perlu}}$

Kontrol kapasitas lentur yang terjadi :

$$a = \frac{A_{s \text{ ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{603,186 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 300} = 37,847 \text{ mm}$$

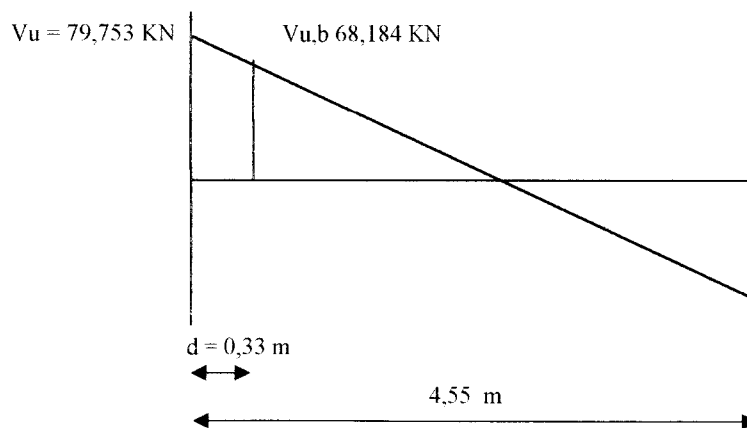
$$\begin{aligned}
 M_n &= A_{s_{ada}} \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2}) \\
 &= 603,186 \cdot 400 \cdot (330 - \frac{37,847}{2}) \\
 &= 75,055 \text{ KNm} > \frac{M_u}{\phi} = 57,162 \text{ KNm} \rightarrow \text{OK!}
 \end{aligned}$$

### b. perencanaan tulangan geser balok bordes

Gaya geser dukungan

$$\begin{aligned}
 V_u \text{ dukungan} &= \frac{1}{2} q_u \cdot L \\
 &= \frac{1}{2} 19,141 \cdot 5 \\
 &= 47,852 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\text{maka } \frac{V_u}{\Phi} = \frac{47,852}{0,6} = 79,753 \text{ KN}$$



$$V_u \text{ pakai} = \left( \frac{2,275 - 0,33}{2,275} \right) 79,753 = 68,184 \text{ KN}$$

Tegangan geser beton (  $V_c$  ) :

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d = 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 300 \cdot 330 = 82,5 \text{ KN}$$

$V_u$  pakai = 68,184 KN  $> \phi \cdot V_c = 49,5$  KN, maka

$$\phi(3 \cdot V_c) = 0,6(3 \cdot 82,5) = 148,5 \text{ KN}$$

$$\phi \cdot V_c < V_u \leq \phi(3 \cdot V_c) = 49,5 < 68,184 \leq 148,5$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = 68,184 - 82,5 = - 14,314 \text{ KN}$$

$$V_s \text{ min} = \frac{1}{3} \cdot b \cdot d = \frac{1}{3} \cdot 300 \cdot 330 = 33000 \text{ N} = 33 \text{ KN}$$

Maka diambil  $V_s \text{ min} = 33 \text{ KN}$

Digunakan sengkang  $\square$  P10 mm, maka :  $A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 157 \text{ mm}^2$

$$\text{Jadi ; } s \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{157 \cdot 240 \cdot 330}{33} \cdot 10^{-3} = 376,8 \text{ mm}$$

$$\leq \frac{d}{2} = \frac{330}{2} = 165 \text{ mm}$$

$$\leq 600 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan geser **P10 – 165 mm**

## BAB V

### PEMBAHASAN

#### 5.1 Umum

Pada gedung bertingkat perlakuan struktur akibat beban menyebabkan terjadinya distribusi gaya. Biasanya untuk mempersingkat hitungan, perencana menganggap elemen – elemen tertentu pada bangunan portal memiliki persamaan gaya. Sehingga hasil perhitungannya sama untuk elemen tersebut.

Spesifikasi bahan yang dipakai pada Tugas Akhir ini, untuk beton dipakai  $f_c' = 25$  Mpa khusus untuk kolom memakai  $f_c'$ , untuk baja tulangan dengan diameter kurang atau sama dengan 12 mm dipakai mutu baja  $f_y = 240$  MPa dan untuk diameter lebih besar dari 12 mm dipakai mutu baja  $f_y = 400$  MPa.

Pada Tugas Akhir ini digunakan program SAP 2000 untuk perhitungan portal guna mencari momen – momen yang terjadi pada struktur. Hasil momen tersebut dikalikan faktor – faktor dan momen terfaktor ini yang digunakan sebagai perhitungan perencanaan.

#### 5.2 Atap

Atap pada perencanaan ini menggunakan atap rangka baja sebagai kuda – kuda atap yang terdiri dari dua macam tipe kuda – kuda. Perencanaan kuda – kuda baja pada Tugas Akhir ini menggunakan metode tegangan kerja (*working stress design method*) dari AISC. Profil yang digunakan yaitu 2L 70 x 70 x 7,



2L 60 x 60 x 6, 2L 50 x 50 x 5, dan 2L 40 x 40 x 4. diameter baut  $\frac{5}{8}$  inchi dan tebal pelat sambung 1 cm.

### 5.3 Pelat

Pada bangunan ini terdiri dari pelat lantai dan pelat atap. Perencanaan tipe pelat berdasarkan perbandingan panjang sisi – sisinya dan dukungan pada pelat, sehingga didapatkan tipe pelat dua arah dengan ditumpu keempat sisinya. Perencanaan pelat mengacu pada PBI 1971 tabel 13.3.2.

Tebal pelat lantai direncanakan 120 mm sedangkan pelat atap 100 mm. Penentuan tebal pelat lantai dan pelat atap didasarkan pada panjang bentang sesuai dengan rumus SK-SNI T-15-1991-03. Pada pelat lantai digunakan tulangan pokok  $\varnothing$  10 mm dan tulangan bagi  $\varnothing$  8 mm, sedangkan pada pelat atap digunakan tulangan pokok dan susut  $\varnothing$  8 mm. Mutu baja yang digunakan pada pelat lantai dan pelat atap adalah  $f_y = 240$  MPa, sedangkan mutu betonnya  $f_c' = 25$  MPa.

### 5.4 Balok

Balok merupakan struktur portal sehingga direncanakan berdasarkan analisis portal. Pada perencanaan ini didapat penulangan yang menggunakan tulangan sebelah. Penentuan balok tersebut merupakan tulangan sebelah atau rangkap dapat ditinjau dari tinggi efektif dari balok. Apabila tinggi efektif balok yang direncanakan lebih besar dari tinggi efektif balok yang diperlukan, maka balok tersebut menggunakan tulangan sebelah. Dan apabila tinggi efektif balok yang direncanakan lebih kecil dari tinggi efektif balok yang diperlukan, maka balok tersebut menggunakan tulangan rangkap. Spesifikasi bahan yang digunakan

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Gedung yang didesain ulang terletak di jalan Singosari timur 1/A Semarang direncanakan menggunakan analisis 3-D dengan menggunakan program SAP 2000 terhadap berat sendiri, beban kerja dan beban gempa. Beban gempa yang bekerja adalah yang terjadi di wilayah Semarang (wilayah gempa 4).
2. Struktur bangunan gedung dibagi menjadi dua yaitu struktur atas (*upper structure*) dan struktur bawah (*sub structure*). Struktur atas merupakan elemen bangunan yang berada di atas permukaan tanah sedangkan struktur bawah merupakan elemen bangunan yang terletak di bawah permukaan tanah.
3. Dalam perencanaan ini menggunakan metode kekuatan batas yaitu beban kerja dinaikkan dengan memberikan faktor beban sehingga diperoleh suatu beban yang dipakai untuk perencanaan.
4. Perencanaan konstruksi meliputi :
  - Perencanaan menggunakan metode tegangan kerja.
  - Perencanaan pelat menggunakan metode koefisien momen dengan menganggap tumpuan tepi jepit elastis sehingga didapat koefisien momen dari tabel 13.3.2.PBI 1971.

- Perencanaan portal dengan daktilitas penuh meliputi balok dan kolom direncanakan berdasarkan SK SNI T-15-1991-03.

## 6.2 Saran

Dengan mempertimbangkan hal – hal tersebut di atas, maka dapat diberikan beberapa saran antara lain sebagai berikut :

1. Perlu adanya perhitungan sampai tahap akhir (RAB) pada tugas akhir ini, sehingga penghematan dari segi biaya dapat diketahui dengan jelas.
2. Perlu adanya re-desain untuk Tugas Akhir ini dengan peningkatan spesifikasi bahan yang lain sehingga diketahui sejauh mana efisiensi bahan yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I.-2*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung, 1971.

Anonim, *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung, 1983.

Anonim, *Pedoman Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Rumah dan Gedung SKBI-1.3.53.1987*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, 1987.

Anonim, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SK SNI T-15-1971-03*, Bandung, 1971.

AISC, *Load and Resistance Factor Design Specification*, American Institute of Steel Construction Inc, Chicago, 1999.

A. Kadir Aboe, Ir,MS. *Diktat Kuliah Struktur Beton-1*.

Chu-Kia Wang, Charles G. Salmon, *Disain Beton Bertulang*, Edisi Keempat, Jilid 2, Erlangga, Jakarta, 1989.

Chu-Kia Wang, Charles G. Salmon, *Disain Beton Bertulang*, Edisi Keempat, Jilid 1, Erlangga, Jakarta, 1993.

Edward G Nawi, *Beton Bertulang*, Refika Aditama, Bandung, 1998.

Fatkhurrahman. NS, Ir. MT, *Diktat Kuliah Struktur Beton*.

Gideon Kusuma, Takim Adriono, *Desain Struktur Rangka Beton Bertulang Di Daerah Rawan Gempa*, Erlangga, Jakarta, 1993.

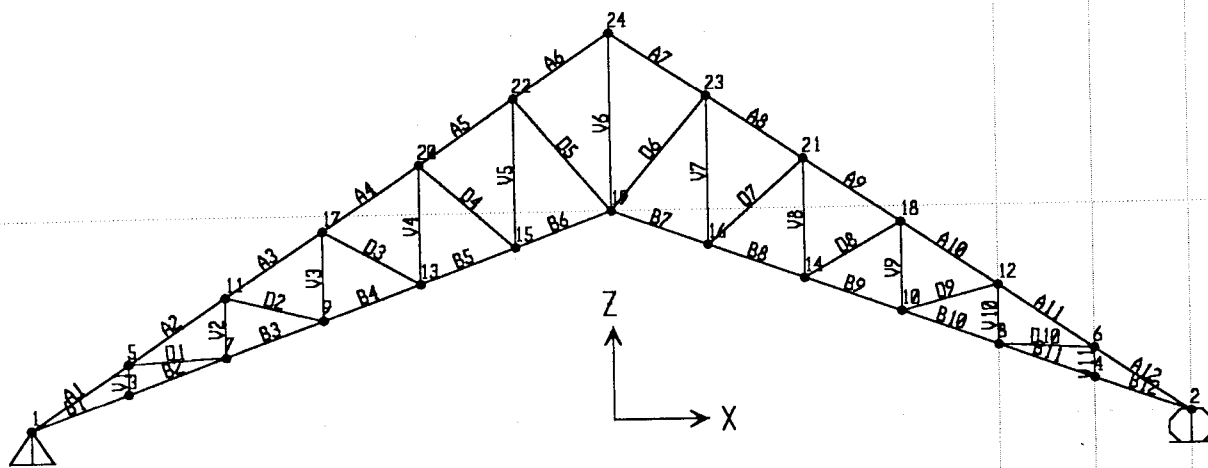
Ilman Noor, Ir, MSCE, *Catatan Kuliah Struktur Beton 1 & 2*.

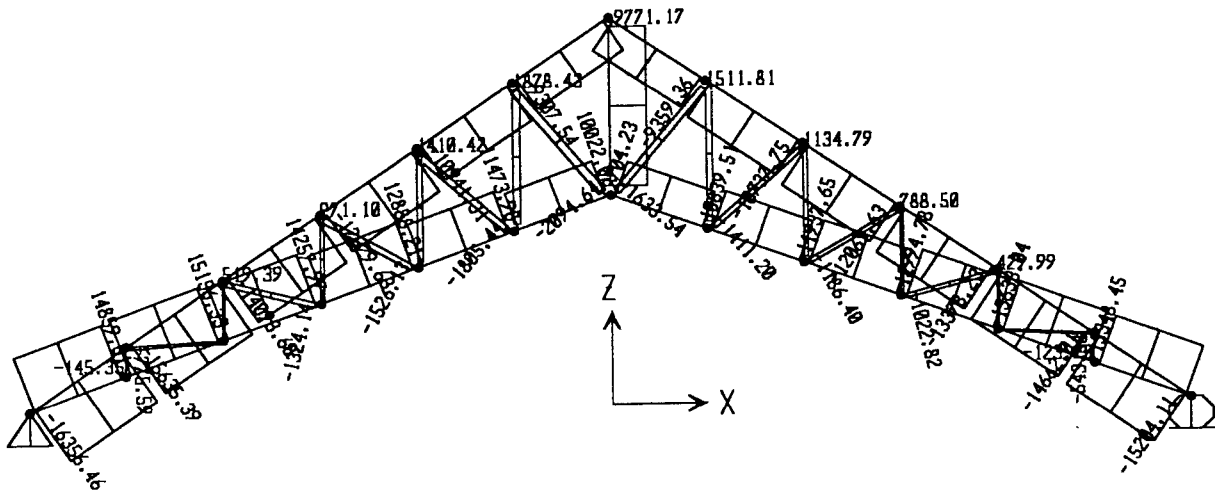
Ilman Noor, Ir, MSCE, *Catatan Kuliah Struktur Baja 1*.

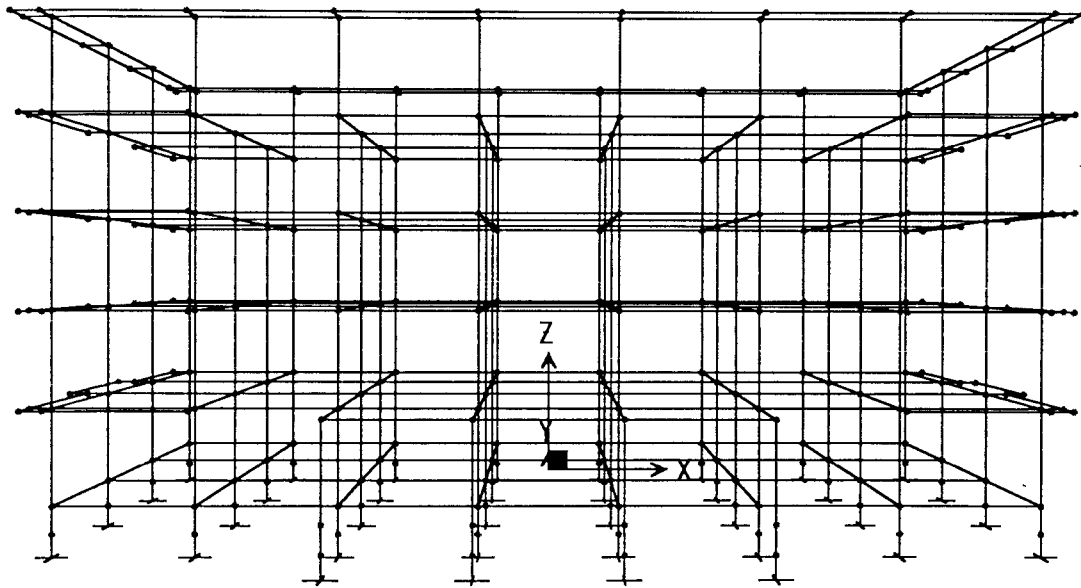
Istimawan Dipohusodo, *Struktur Beton Bertulang*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1994.

Salmon, C.G., Jhonson, J.E., *Struktur Baja-Desain dan Perilaku*, Jilid I, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1996.

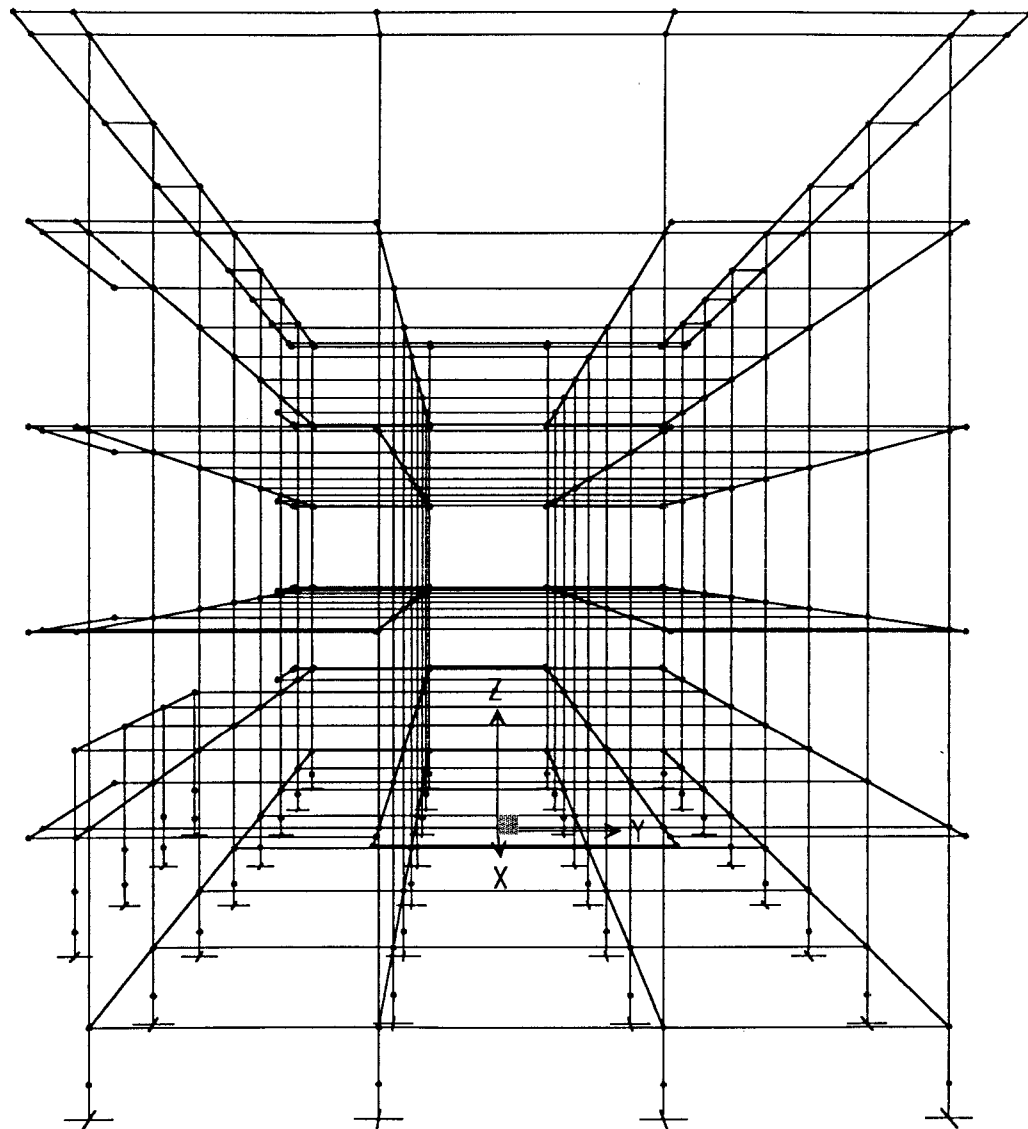
W.C. Vis, Gideon Kusuma, *Dasar -- Dasar Perencanaan Beton Bertulang*, Erlangga, Jakarta, 1997.

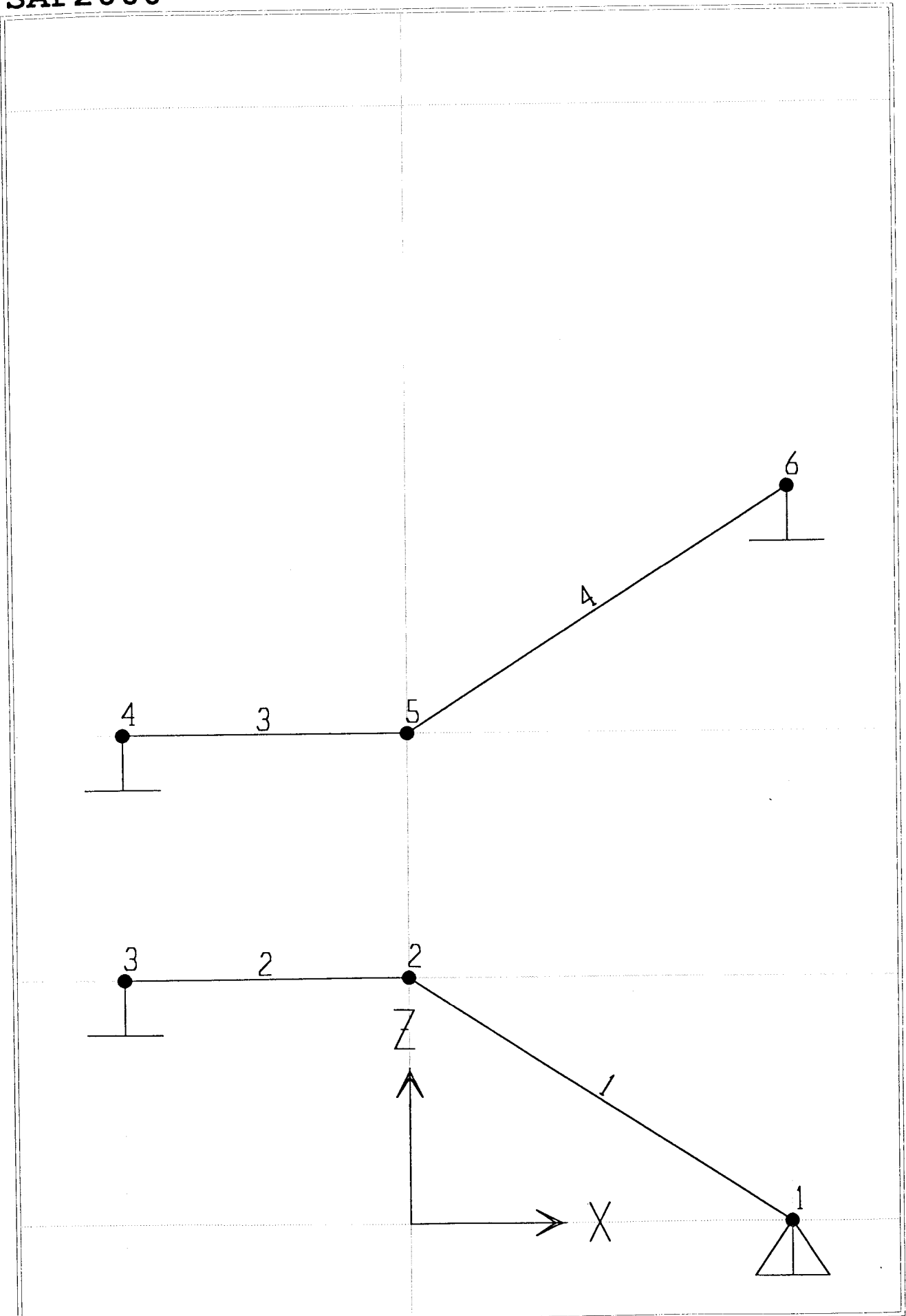


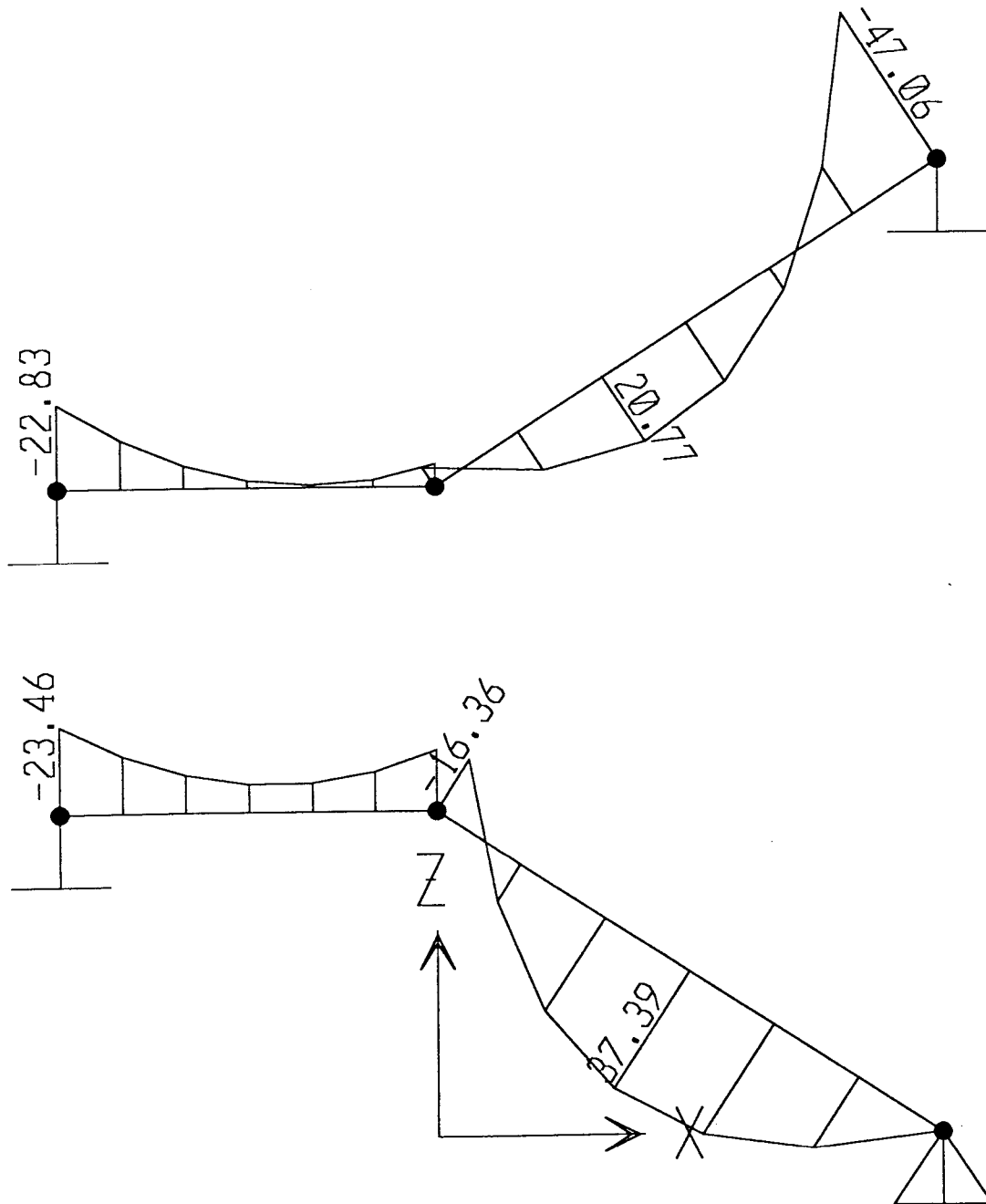


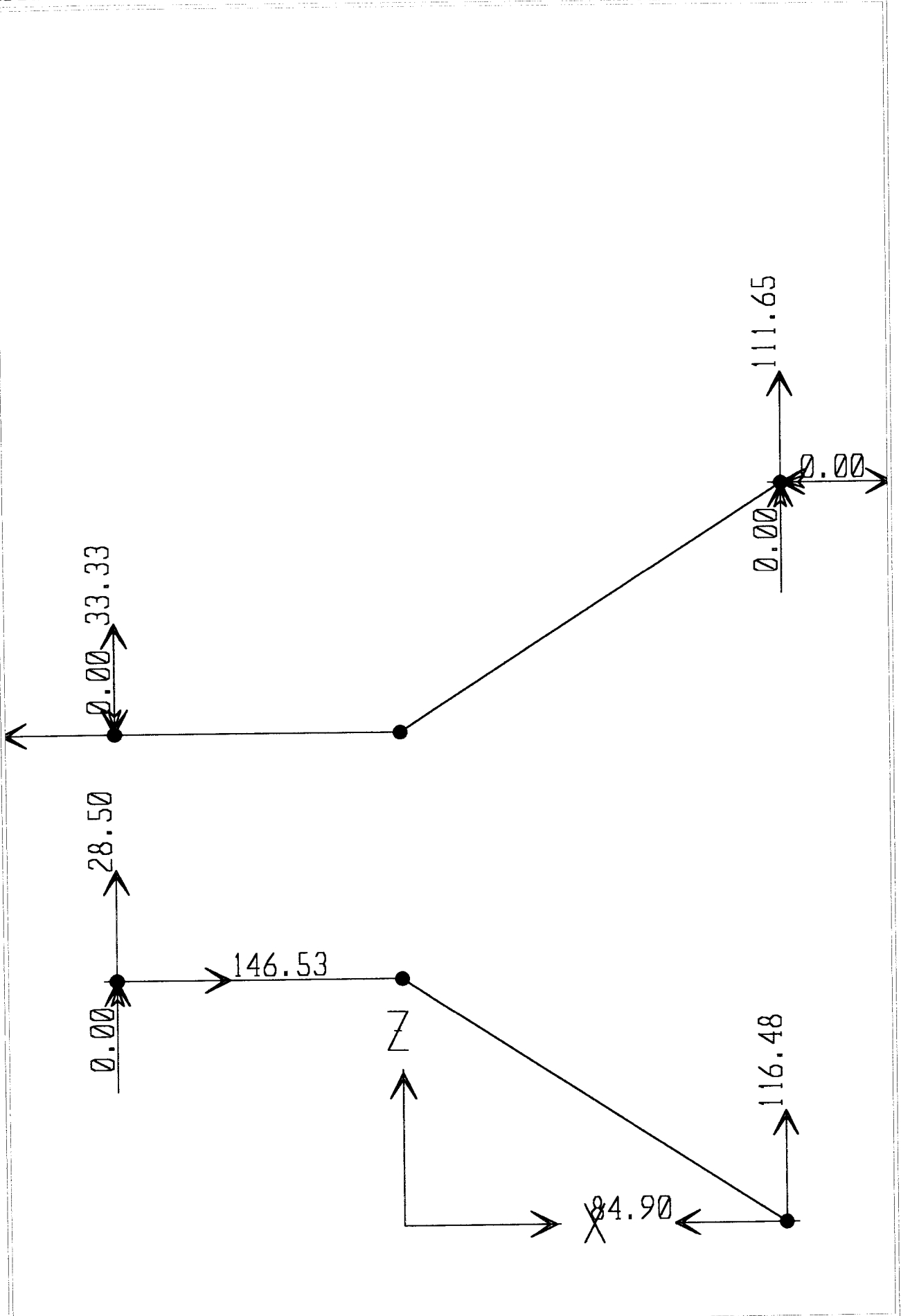












Tabel 4.10 Perencanaan Dimensi Batang Desak

Keterangan	Perencanaan Batang Desak	
	ATAS	DIAGONAL
gaya batang desak maks (kg)	16386.970	1995.290
panjang batang (cm) L	150.777	194.175
Fy (kg/cm <sup>2</sup> )	2531	2531
Fu (kg/cm <sup>2</sup> )	4078	4078
Es (kg/cm <sup>2</sup> )	2100000	2100000
K	1	1
asumsi K.L/r	50	50
Cc	128.009	128.009
Fs	1.806	1.806
Fapertu (kg/cm <sup>2</sup> )	1294.754	1294.754
Aperlu (cm <sup>2</sup> )	12.656	1.541
Profil pakai	<b>2L 70 x 70 x 7</b>	<b>2L 40 x 40 x 4</b>
Aprofil (cm <sup>2</sup> )	9.400	3.080
bf (cm)	70.000	40.000
tf (cm)	7.000	4.000
r profil (cm)	2.120	1.210
W (kg/m)	7.380	2.420
Ix = Iy (cm <sup>4</sup> )	42.400	4.480
e (cm)	1.970	1.120
tplat(cm)	1	1
Atotal (cm <sup>2</sup> )	18.800	6.160
x (cm)	2.470	1.620
Ix gab (cm <sup>4</sup> )	84.800	8.960
Iy gab (cm <sup>4</sup> )	131.236	18.939
ix gab (cm)	2.124	1.206
iy gab (cm)	2.642	1.753
r pakai (cm)	2.120	1.206
<b>Kontrol Local Buckling</b>	<b>OKE</b>	<b>OKE</b>
<b>Kontrol Beban</b>		
Kl/r pakai	71.121	161.002
Cc	128.009	128.009
Fa	1154.716	417.505
P kontrol (kg)	21708.658	2571.829
	<b>OKE</b>	<b>OKE</b>

Tabel 4.11 Perencanaan Dimensi Batang Tarik

Keterangan	Perencanaan Batang Tarik	
	BAWAH	VERTIKAL
gaya batang tarik maks (kg)	14660.236	9949.198
panjang batang (cm)	133.020	232.904
Fy (kg/cm <sup>2</sup> )	2531	2531
Fu (kg/cm <sup>2</sup> )	4078	4078
Es (kg/cm <sup>2</sup> )	2100000	2100000
r min (cm)	0.554	0.970
Ag1 perlu (cm <sup>2</sup> )	9.654	6.552
$\mu$	0.75	0.75
tp (cm)	1	1
d baut (in)	0.6250	0.6250
jumlah baut (n)	2	2
Alubang (cm <sup>2</sup> )	2.286	1.905
Ag2 perlu (cm <sup>2</sup> )	11.873	8.411
Profil pakai	<b>2L 60 x 60 x 6</b>	<b>2L 50 x 50 x 5</b>
A 1profil (cm <sup>2</sup> )	6.910	4.800
bf (cm)	60	50
tf (cm)	6	5
r profil (cm)	1.820	1.510
W (kg/m)	5.420	3.770
Ix = Iy (cm <sup>4</sup> )	22.800	11.000
e (cm)	1.690	1.400
Atotal = Abruto (cm <sup>2</sup> )	13.820	9.600
Anetto (cm <sup>2</sup> )	11.534	7.695
Aeffektif (cm <sup>2</sup> )	8.651	5.771
<b>Kontrol Tegangan</b>		
untuk batang tidak ada lubang		
fa (kg/cm <sup>2</sup> )	1060.799	1036.375
	<b>OKE</b>	<b>OKE</b>
untuk batang ada lubang		
fa (kg/cm <sup>2</sup> )	1694.727	1723.924
	<b>OKE</b>	<b>OKE</b>

Tabel 4.12 Profil Terpakai dan Berat Profil Terpakai

Batang	Profil Yang Digunakan	Berat Profil (kg/m)		Panjang Batang (m)	Berat Total Profil (kg) A x B
		A	B		
ATAS	2L 70 x 70 x 7	14.760	18.093		267.057
BAWAH	2L 60 x 60 x 6	10.840	15.963		173.035
DIAGONAL	2L 40 x 40 x 4	4.840	15.170		73.424
VERTIKAL	2L 50 x 50 x 5	7.540	13.974		105.366
			Berat Total (kg/m)		618.881

**Tabel 4.13** Perencanaan Plat Lantai ( 5 m x 5 m )

	Tul. lx / tx	Tul ly / ty
tinggi manfaat tulangan pelat lantai		
tebal pelat dipakai h (mm)	120	120
penutup beton Pb (mm)	20	20
diameter tulangan pokok $\Phi$ (mm)	<b>10</b>	<b>10</b>
arah x : dbx (mm)	95	95
arah y : dby (mm)	85	85
Mul = -Mt (KNm)	10.631	10.631
f'c (Mpa)	25	25
fy (Mpa)	240	240
b (mm)	1000	1000
d (mm)	95	85
faktor reduksi $\phi$	0.8	0.8
$\beta_1$	0.85	0.85
Mu/ $\Phi$ (KNm)	13.289	13.289
1.33 x Mu/ $\Phi$ (KNm)	17.674	17.674
rasio tulangan ( $\rho$ b)	0.05376	0.05376
$\rho$ min	0.00583	0.00583
$\rho$ maks	0.04032	0.04032
<b>menentukan luas tulangan As</b>		
m	11.294	11.294
koefisien ketahanan Rn (Mpa)	1.472	1.839
$\rho$ ada	0.00636	0.00803
1.33 x $\rho$ ada	0.00846	0.01068
$\rho$ pakai	0.00636	0.00803
As perlu (mm <sup>2</sup> )	604.554	682.328
Atulangan (mm <sup>2</sup> )	78.571	78.571
jarak tulangan pokok s (mm)	129.966	115.152
jarak tulangan pokok pakai s (mm)	<b>125</b>	<b>110</b>
As ada (mm <sup>2</sup> )	628.571	714.286
<b>kontrol kapasitas lentur pelat</b>		
a (mm)	7.099	8.067
Mn (KNm)	13.796	13.880
	<b>OKE</b>	<b>OKE</b>
<b>tulangan pokok</b>	<b>P10 - 125</b>	<b>P10 - 110</b>
As bagi (mm <sup>2</sup> )	240	240
$\Phi$ tulangan bagi (mm)	<b>8</b>	<b>8</b>
Atulangan (mm <sup>2</sup> )	50.286	50.286
jarak tulangan bagi s (mm)	209.524	209.524
jarak tulangan bagi pakai s (mm)	<b>200</b>	<b>200</b>
<b>tulangan bagi</b>	<b>P8 - 200</b>	<b>P8 - 200</b>

Tabel 4.14 Perencanaan Plat Atap Tipe 1 ( 5 m x 3 m )

	Tul. lx / tx	Tul ly / ty
tinggi manfaat tulangan pelat lantai		
tebal pelat dipakai h (mm)	120	120
penutup beton Pb (mm)	20	20
diameter tulangan pokok $\Phi$ (mm)	<b>10</b>	<b>10</b>
arah x : dbx (mm)	95	95
arah y : dby (mm)	85	85
Mul = -Mt (KNm)	6.240	3.827
f'c (Mpa)	25	25
fy (Mpa)	240	240
b (mm)	1000	1000
d (mm)	95	85
faktor reduksi $\phi$	0.8	0.8
$\beta_1$	0.85	0.85
Mu/ $\Phi$ (KNm)	7.800	4.784
1.33 x Mu/ $\Phi$ (KNm)	10.374	6.363
rasio tulangan (pb)	0.05376	0.05376
$\rho$ min	0.00583	0.00583
$\rho$ maks	0.04032	0.04032
<b>menentukan luas tulangan As</b>		
m	11.294	11.294
koefisien ketahanan Rn (Mpa)	0.864	0.662
$\rho$ ada	0.00368	0.00280
1.33 x $\rho$ ada	0.00489	0.00373
$\rho$ pakai	0.00489	0.00373
As perlu (mm <sup>2</sup> )	464.671	316.906
Atulangan (mm <sup>2</sup> )	78.571	78.571
jarak tulangan pokok s (mm)	169.091	247.933
jarak tulangan pokok pakai s (mm)	<b>160</b>	<b>200</b>
As ada (mm <sup>2</sup> )	491.071	392.857
<b>kontrol kapasitas lentur pelat</b>		
a (mm)	5.546	4.437
Mn (KNm)	10.870	7.805
	<b>OKE</b>	<b>OKE</b>
<b>tulangan pokok</b>	<b>P10 - 160</b>	<b>P10 - 200</b>
As bagi (mm <sup>2</sup> )	240	240
$\Phi$ tulangan bagi (mm)	<b>8</b>	<b>8</b>
Atulangan (mm <sup>2</sup> )	50.286	50.286
jarak tulangan bagi s (mm)	209.524	209.524
jarak tulangan bagi pakai s (mm)	<b>200</b>	<b>200</b>
<b>tulangan bagi</b>	<b>P8 - 200</b>	<b>P8 - 200</b>



Tabel 4.15 Perencanaan Plat Atap Tipe 2 ( 5 m x 1.5 m )

	Tul. lx / tx
<b>tinggi manfaat tulangan pelat atap</b>	
tebal pelat dipakai h (mm)	100
penutup beton Pb (mm)	20
diameter tulangan pokok $\Phi$ (mm)	<b>8</b>
arah x : dbx (mm)	76
arah y : dby (mm)	68
Mul = -Mt (KNm)	0.747
f'c (Mpa)	25
fy (Mpa)	240
b (mm)	1000
d (mm)	76
faktor reduksi $\phi$	0.8
$\beta_1$	0.85
Mu/ $\Phi$ (KNm)	0.934
1.33 x Mu/ $\Phi$ (KNm)	1.242
rasio tulangan (pb)	0.054
$\rho$ min	0.00583
$\rho$ maks	0.04032
<b>menentukan luas tulangan As</b>	
m	11.294
koefisien ketahanan Rn (Mpa)	0.162
$\rho$ ada	0.00068
1.33 x $\rho$ ada	0.00090
$\rho$ pakai	0.00090
As perlu (mm <sup>2</sup> )	200
Atulangan (mm <sup>2</sup> )	50.286
jarak tulangan pokok s (mm)	251.429
jarak tulangan pokok pakai s (mm)	<b>200</b>
As ada (mm <sup>2</sup> )	251.429
kontrol kapasitas lentur pelat	
a (mm)	2.840
Mn (KNm)	<b>4.500</b>
	<b>OKE</b>
<b>tulangan pokok</b>	<b>P8 - 200</b>
As susut (mm <sup>2</sup> )	<b>200</b>
$\Phi$ tulangan susut (mm)	<b>8</b>
Atulangan (mm <sup>2</sup> )	50.286
jarak tulangan susut s (mm)	251.429
jarak tulangan susut pakai s (mm)	<b>200</b>
<b>tulangan susut</b>	<b>P8 - 200</b>

Tabel 4.16 Perencanaan Plat Atap ( 5 m x 1.0 m )

	Tul. lx / tx
<b>tinggi manfaat tulangan pelat atap</b>	
tebal pelat dipakai h (mm)	100
penutup beton Pb (mm)	20
diameter tulangan pokok $\Phi$ (mm)	<b>8</b>
arah x : dbx (mm)	76
arah y : dby (mm)	68
Mul = -Mt (KNm)	0.332
f'c (Mpa)	25
fy (Mpa)	240
b (mm)	1000
d (mm)	76
faktor reduksi $\phi$	0.8
$\beta_1$	0.85
Mu/ $\Phi$ (KNm)	0.415
1.33 x Mu/ $\Phi$ (KNm)	0.552
rasio tulangan ( $\rho_b$ )	0.054
$\rho$ min	0.00583
$\rho$ maks	0.04032
<b>menentukan luas tulangan As</b>	
m	11.294
koefisien ketahanan Rn (Mpa)	0.072
$\rho$ ada	0.00030
1.33 x $\rho$ ada	0.00040
$\rho$ pakai	0.00040
As perlu (mm <sup>2</sup> )	200
Atulangan (mm <sup>2</sup> )	50.286
jarak tulangan pokok s (mm)	251.429
jarak tulangan pokok pakai s (mm)	<b>200</b>
As ada (mm <sup>2</sup> )	251.429
kontrol kapasitas lentur pelat	
a (mm)	2.840
Mn (KNm)	<b>4.500</b>
	<b>OKE</b>
<b>tulangan pokok</b>	<b>P8 - 200</b>
As susut (mm <sup>2</sup> )	200
$\Phi$ tulangan susut (mm)	<b>8</b>
Atulangan (mm <sup>2</sup> )	50.286
jarak tulangan susut s (mm)	251.429
jarak tulangan susut pakai s (mm)	<b>200</b>
<b>tulangan susut</b>	<b>P8 - 200</b>

Tabel 4.17 Momen Rencana Balok Portal As A = D, Lantai 1 (Bentang 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4, 4 - 5, 5 - 6, 7 - 8)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah X (KNm)		1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana		
						X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)	
As A = D	1	1 - 2	Tumpuan	-6.2330	-0.7650	56.5677	-8.7036	50.9580	-62.1774	52.1285	-66.6637	-66.6637	-66.6637	52.1285	-66.6637	52.1285
		Lapangan	5.1447	-0.1517	3.5526	5.9309	8.1828	1.0776	8.9888	1.5283	8.9888	1.5283	8.9888	8.9888	8.9888	8.9888
		Tumpuan	-9.7276	0.4616	-49.4625	-10.9347	-58.2174	-40.7076	-61.7135	42.1578	-61.7135	42.1578	-61.7135	-61.7135	42.1578	-61.7135
	2 - 3	Tumpuan	-9.1603	0.0784	43.9972	-10.8668	35.7529	-52.2414	36.6529	-55.7411	-55.7411	-55.7411	-55.7411	36.6529	-55.7411	36.6529
		Lapangan	4.3016	0.0389	-0.2145	5.2242	3.6589	4.0860	4.3282	4.7787	4.7787	4.7787	4.7787	5.2242	4.7787	5.2242
		Tumpuan	-8.4865	-0.0007	-44.4262	-10.1848	-52.0640	-36.7884	-55.5589	37.7361	-55.5589	37.7361	-55.5589	-55.5589	37.7361	-55.5589
	3 - 4	Tumpuan	-8.6586	-0.0489	44.5936	-10.4686	36.8008	-52.3863	37.6855	-55.9610	-55.9610	-55.9610	-55.9610	37.6855	-55.9610	37.6855
		Lapangan	4.4215	-0.0114	0.0528	5.2876	4.0321	3.9266	4.6872	4.5764	4.5764	4.5764	4.5764	5.2876	4.5764	5.2876
		Tumpuan	-8.7484	0.0262	-44.4881	-10.4562	-52.3616	-36.6145	-55.8735	37.5514	-55.8735	37.5514	-55.8735	-55.8735	37.5514	-55.8735
	4 - 5	Tumpuan	-8.8176	-0.0003	44.3585	-10.5816	36.4226	-52.2943	37.3176	-55.8352	-55.8352	-55.8352	-55.8352	37.3176	-55.8352	37.3176
		Lapangan	4.3689	-0.0026	0.0198	5.2385	3.9518	3.9122	4.6057	4.5641	4.5641	4.5641	4.5641	5.2385	4.5641	5.2385
		Tumpuan	-8.6946	-0.0049	-44.3189	-10.4413	-52.1440	-36.4937	-55.6687	37.4009	-55.6687	37.4009	-55.6687	-55.6687	37.4009	-55.6687
	5 - 6	Tumpuan	-8.8013	0.0309	44.3013	-10.5121	36.3802	-52.2225	37.3043	-55.7285	-55.7285	-55.7285	-55.7285	37.3043	-55.7285	37.3043
		Lapangan	4.4086	-0.0114	-0.0147	5.2721	3.9530	3.9825	4.6028	4.6338	4.6338	4.6338	4.6338	5.2721	4.6338	5.2721
		Tumpuan	-8.6316	-0.0536	-44.3308	-10.4437	-52.0992	-36.5624	-55.6612	37.4335	-55.6612	37.4335	-55.6612	-55.6612	37.4335	-55.6612
	6 - 7	Tumpuan	-8.5013	0.0044	44.0124	-10.1945	36.3612	-51.6635	37.2908	-55.1352	-55.1352	-55.1352	-55.1352	37.2908	-55.1352	37.2908
		Lapangan	4.3201	0.0390	0.2518	5.2466	4.1399	3.6363	4.8374	4.3087	4.3087	4.3087	4.3087	5.2466	4.3087	5.2466
		Tumpuan	-9.1085	0.0736	-43.5088	-10.8123	-51.7064	-35.3112	-55.1786	36.1900	-55.1786	36.1900	-55.1786	-55.1786	36.1900	-55.1786
	7 - 8	Tumpuan	-9.7513	0.4672	48.7879	-10.9540	40.0117	-57.5640	41.4299	-61.0246	-61.0246	-61.0246	-61.0246	41.4299	-61.0246	41.4299
		Lapangan	5.1043	-0.1528	-3.4753	5.8807	1.1866	8.0592	1.5661	8.8642	8.8642	8.8642	8.8642	5.1043	8.8642	8.8642
		Tumpuan	-6.2901	-0.7728	-55.7384	-8.7846	-61.3995	-50.0773	-65.8602	51.1904	-65.8602	51.1904	-65.8602	-65.8602	51.1904	-65.8602

Tabel 4.17 Momen Rencana Balok Portal As A = D, Lantai 2 (Bentang 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4, 4 - 5, 5 - 6, 7 - 8)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah X (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
							X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)
As A = D	2	1 - 2	Tumpuan	-39.9888	-9.6731	105.6821	-63.4636	-141.6721	69.6921	-141.6721	59.8368	-162.0956	-162.0956	69.6921
		Lapangan	23.4014	9.1618	10.8247	42.7404	10.2365	44.5953	31.8860	10.2365	44.5953	21.8633	44.5953	44.5953
		Tumpuan	-43.0001	-13.6701	-84.0326	-73.4722	-122.7327	45.3325	-146.3026	-122.7327	45.3325	30.1659	-146.3026	45.3325
	2 - 3	Tumpuan	-43.4837	-13.3006	69.6525	-73.4613	-108.7878	30.5172	-108.7878	30.5172	14.9083	-131.3620	-131.3620	30.5172
		Lapangan	22.6889	7.7199	-1.3996	39.5785	21.8196	29.6490	19.0204	21.8196	29.6490	32.5882	39.5785	39.5785
		Tumpuan	-40.9302	-12.9264	-72.4518	-69.7984	-109.2890	35.6146	-131.2665	-109.2890	35.6146	20.8822	-131.2665	35.6146
	3 - 4	Tumpuan	-42.1816	-12.9633	74.1170	-71.3592	-112.0804	21.2819	-112.0804	21.2819	21.2819	-134.3639	-134.3639	21.2819
		Lapangan	22.6153	7.8293	0.2245	39.6653	20.1292	31.3806	20.5783	20.1292	31.3806	30.9090	39.6653	39.6653
		Tumpuan	-42.3795	-13.0446	-73.6680	-71.7288	-111.8095	35.5264	-134.1770	-111.8095	35.5264	20.5257	-134.1770	35.5264
	4 - 5	Tumpuan	-42.1316	-13.0218	73.2144	-71.3928	-111.1328	20.3314	-111.1328	20.3314	20.3314	-133.4189	-133.4189	20.3314
		Lapangan	22.7187	7.8071	0.0341	39.7538	20.4127	31.2682	20.4810	20.4127	31.2682	31.1965	39.7538	39.7538
		Tumpuan	-42.2227	-13.0307	-73.1461	-71.5163	-111.1466	35.1457	-133.4513	-111.1466	35.1457	20.1556	-133.4513	35.1457
	5 - 6	Tumpuan	-42.3739	-13.0359	73.3315	-71.7061	-111.4680	20.1866	-111.4680	20.1866	20.1866	-133.8096	-133.8096	20.1866
		Lapangan	22.7657	7.8297	-0.1495	39.8463	20.6385	31.1461	20.3396	20.6385	31.1461	31.4600	39.8463	39.8463
		Tumpuan	-41.8865	-12.9713	-73.6304	-71.0178	-111.3283	35.9326	-133.5506	-111.3283	35.9326	21.0733	-133.5506	35.9326
	6 - 7	Tumpuan	-41.1418	-12.9144	71.7599	-70.0331	-108.7875	19.9450	-108.7875	19.9450	19.9450	-130.7508	-130.7508	19.9450
		Lapangan	22.5473	7.7188	1.4146	39.4068	18.8780	32.4542	21.7071	18.8780	32.4542	29.4836	39.4068	39.4068
		Tumpuan	-43.5554	-13.3147	-68.9308	-73.5700	-108.1306	29.7309	-130.6929	-108.1306	29.7309	14.0618	-130.6929	29.7309
	7 - 8	Tumpuan	-43.4646	-13.6702	82.5070	-74.0299	-121.6251	28.0761	-121.6251	28.0761	28.0761	-145.1885	-145.1885	28.0761
		Lapangan	23.7938	9.1682	-10.3463	43.2216	31.7607	22.7838	11.0681	31.7607	22.7838	44.5110	44.5110	44.5110
		Tumpuan	-38.7395	-9.6601	-103.1995	-61.9435	-138.0651	68.3339	-158.1647	-138.0651	68.3339	58.5542	-158.1647	68.3339

Tabel 4.17 Momen Rencana Balok Portal As A = D, Lantai 3 (Bentang 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4, 4 - 5, 5 - 6, 7 - 8)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD ( KNm )	ML ( KNm )	ME arah X ( KNm )	1,2 MD + 1,6 ML ( KNm )			0,9 MD ± ME			1,05 (MD + 0,9ML ± ME)			Momen Rencana	
							X ki ( KNm )	X kn ( KNm )	X kn ( KNm )	X ki ( KNm )	X kn ( KNm )	X kn ( KNm )	X ki ( KNm )	X kn ( KNm )	Negatif ( KNm )	Positif ( KNm )	
As A = D	3	1 - 2	Tumpuan	-39.6139	-10.7161	91.4565	-64.6825	55.8040	-127.1090	44.3080	-147.7506	-147.7506	55.8040	-147.7506	55.8040		
		Lapangan	23.5534	8.9609	8.8656	42.6015	30.0636	12.3324	42.5080	23.8902	42.6015	42.6015	42.6015	42.6015			
		Tumpuan	-43.0711	-13.0288	-73.7253	-72.5313	-112.4892	34.9614	-134.9483	19.8748	-134.9483	-134.9483	34.9614	-134.9483	34.9614		
	2 - 3	Tumpuan	-43.9686	-12.9582	63.7811	-73.4954	24.2094	-103.3528	8.5576	-125.3827	-125.3827	-125.3827	24.2094	-125.3827	24.2094		
		Lapangan	22.6636	7.8355	-0.8581	39.7330	19.5391	21.2553	30.3003	32.1022	39.7330	39.7330	39.7330	39.7330			
		Tumpuan	-40.4960	-13.0375	-65.4972	-69.4552	-101.9436	29.0509	-123.6133	13.9308	-123.6133	-123.6133	29.0509	-123.6133	29.0509		
	3 - 4	Tumpuan	-41.9700	-13.0150	66.1091	-71.1880	28.3361	-103.8820	13.0469	-125.7822	-125.7822	-125.7822	28.3361	-125.7822	28.3361		
		Lapangan	22.7021	7.8101	0.1109	39.7387	20.5428	20.3209	31.3342	31.1013	39.7387	39.7387	39.7387	39.7387			
		Tumpuan	-42.4175	-13.0315	-65.8872	-71.7514	-104.0630	27.7114	-126.0347	12.3284	-126.0347	-126.0347	27.7114	-126.0347	27.7114		
	4 - 5	Tumpuan	-42.1852	-13.0155	65.6568	-71.4471	27.6901	-103.6235	12.3455	-125.5338	-125.5338	-125.5338	27.6901	-125.5338	27.6901		
		Lapangan	22.6977	7.8137	0.0325	39.7393	20.4605	20.3955	31.2507	31.1825	39.7393	39.7393	39.7393	39.7393			
		Tumpuan	-42.2110	-13.0237	-65.5918	-71.4910	-103.5817	27.6020	-125.5003	12.2425	-125.5003	-125.5003	27.6020	-125.5003	27.6020		
	5 - 6	Tumpuan	-42.3176	-13.0231	65.5817	-71.6180	27.4959	-103.6676	12.1205	-125.6011	-125.6011	-125.6011	27.4959	-125.6011	27.4959		
		Lapangan	22.8372	7.8105	-0.0450	39.9014	20.5084	20.5985	31.3127	31.4072	39.9014	39.9014	39.9014	39.9014			
		Tumpuan	-41.7998	-13.0226	-65.6718	-70.9959	-103.2915	28.0520	-125.1515	12.7592	-125.1515	-125.1515	28.0520	-125.1515	28.0520		
	6 - 7	Tumpuan	-40.6541	-13.0258	64.7998	-69.6261	28.2111	-101.3885	13.0436	-123.0359	-123.0359	-123.0359	28.2111	-123.0359	28.2111		
		Lapangan	22.6140	7.8356	0.9009	39.6738	21.2535	19.4518	32.0953	30.2035	39.6738	39.6738	39.6738	39.6738			
		Tumpuan	-43.9095	-12.9697	-62.9980	-73.4430	-102.5166	23.4795	-124.5093	7.7866	-124.5093	-124.5093	23.4795	-124.5093	23.4795		
	7 - 8	Tumpuan	-43.0794	-13.0210	72.5529	-72.5288	33.7815	-111.3244	18.6424	-133.7187	-133.7187	-133.7187	33.7815	-133.7187	33.7815		
		Lapangan	23.5017	8.9588	-8.5930	42.5360	12.5585	29.7445	24.1201	42.1655	42.5360	42.5360	42.5360	42.5360			
		Tumpuan	-39.7090	-10.7281	-89.7390	-64.8158	-125.4771	54.0009	-146.0585	42.3934	-146.0585	-146.0585	54.0009	-146.0585	54.0009		

Tabel 4.17 Momen Rencana Balok Portal As A = D, Lantai 4 (Bentang 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4, 4 - 5, 5 - 6, 7 - 8)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah X (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana			
							X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)		
As A = D	4	1 - 2	Tumpuan	-39.9106	-11.0743	66.4206	-65.6117	30.5010	-102.3402	17.3703	-122.1130	-122.1130	30.5010	-122.1130	30.5010	
			Lapangan	23.4475	8.9453	6.4322	42.4495	27.5350	14.6705	39.8270	26.3193	42.4495	42.4495	42.4495	42.4495	42.4495
			Tumpuan	-42.9860	-12.7018	-53.5561	-71.9061	-92.2435	14.8687	-113.3724	-0.9046	-113.3724	-113.3724	14.8687	-113.3724	14.8687
	2 - 3		Tumpuan	-44.1256	-12.8269	48.3705	-73.4737	8.6575	-88.0835	-7.6643	-109.2423	-109.2423	8.6575	-109.2423	8.6575	
			Lapangan	22.7061	7.8816	-0.4362	39.8579	19.9993	20.8717	30.8315	31.7475	39.8579	39.8579	39.8579	39.8579	
			Tumpuan	-40.2539	-13.0766	-49.2428	-69.2272	-85.4714	13.0143	-106.3289	-2.9190	-106.3289	-106.3289	13.0143	-106.3289	13.0143
	3 - 4		Tumpuan	-41.8821	-13.0274	49.1210	-71.1024	11.4271	-86.8149	-4.7101	-107.8642	-107.8642	11.4271	-107.8642	11.4271	
			Lapangan	22.7314	7.8052	0.0287	39.7660	20.4869	20.4295	31.2740	31.2137	39.7660	39.7660	39.7660	39.7660	
			Tumpuan	-42.4469	-13.0288	-49.0636	-71.7823	-87.2658	10.8614	-108.3982	-5.3646	-108.3982	-108.3982	10.8614	-108.3982	10.8614
	4 - 5		Tumpuan	-42.1834	-13.0157	48.9755	-71.4452	11.0104	-86.9406	-5.1681	-108.0167	-108.0167	11.0104	-108.0167	11.0104	
			Lapangan	22.6984	7.8148	0.0324	39.7418	20.4610	20.3962	31.2523	31.1843	39.7418	39.7418	39.7418	39.7418	
			Tumpuan	-42.2114	-13.0214	-48.9107	-71.4880	-86.9010	10.9205	-107.9835	-5.2709	-107.9835	-107.9835	10.9205	-107.9835	10.9205
	5 - 6		Tumpuan	-42.2743	-13.0230	48.8297	-71.5659	10.7828	-86.9765	-5.4236	-107.9658	-107.9658	10.7828	-107.9658	10.7828	
			Lapangan	22.8809	7.8059	0.0021	39.9465	20.5949	20.5907	31.4037	31.3993	39.9465	39.9465	39.9465	39.9465	
			Tumpuan	-41.7556	-13.0319	-48.8254	-70.9578	-86.4055	11.2454	-107.4253	-4.8919	-107.4253	-107.4253	11.2454	-107.4253	11.2454
	6 - 7		Tumpuan	-40.3094	-13.0652	48.6066	-69.2757	12.3281	-84.8851	-3.6346	-105.7085	-105.7085	12.3281	-105.7085	12.3281	
			Lapangan	22.6420	7.8813	0.5476	39.7805	20.9254	19.8301	31.7970	30.6469	39.7805	39.7805	39.7805	39.7805	
			Tumpuan	-44.1983	-12.8388	-47.5113	-73.5800	-87.2898	7.7328	-108.4277	-8.6540	-108.4277	-108.4277	7.7328	-108.4277	7.7328
	7 - 8		Tumpuan	-42.9904	-12.6986	52.7674	-71.9062	14.0761	-91.4587	-1.7343	-112.5459	-112.5459	14.0761	-112.5459	14.0761	
			Lapangan	23.4427	8.9444	-6.4400	42.4423	14.6584	27.5384	26.3053	39.8293	42.4423	42.4423	42.4423	42.4423	
			Tumpuan	-39.9160	-11.0792	-65.6474	-65.6258	-101.5718	29.7230	-121.3114	16.5482	-121.3114	-121.3114	16.5482	-121.3114	29.7230

Tabel 4.17 Momen Rencana Balok Portal As A = D, Lantai 5 (Bentang 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4, 4 - 5, 5 - 6, 7 - 8)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah X (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana		
							X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)	
As A = D	5	1 - 2	Tumpuan	-39.2253	-10.2973	37.2547	-63.5461	1.9519	-72.5575	-11.8001	-90.0350	-90.0350	-90.0350	1.9519	
			Lapangan	23.6915	9.2668	4.5845	43.2567	25.9068	16.7379	38.4469	28.8195	43.2567	43.2567	43.2567	43.2567
			Tumpuan	-43.1835	-12.8357	-28.0858	-72.3573	-66.9509	-10.7793	-86.9625	-27.9823	-86.9625	-86.9625	-86.9625	-10.7793
	2 - 3		Tumpuan	-44.4324	-12.9923	26.6038	-74.1064	-13.3854	-66.5929	-30.9977	-86.8656	-86.8656	-86.8656	-13.3854	
			Lapangan	22.6841	7.8306	-0.3446	39.7499	20.0711	20.7603	30.8564	31.5801	39.7499	39.7499	39.7499	39.7499
			Tumpuan	-39.9911	-13.0132	-27.2930	-68.8104	-63.2850	-8.6990	-82.9457	-25.6304	-82.9457	-82.9457	-82.9457	-8.6990
	3 - 4		Tumpuan	-41.8651	-12.9876	27.1466	-71.0183	-10.5320	-64.8252	-27.7277	-84.7356	-84.7356	-84.7356	-10.5320	
			Lapangan	22.7003	7.8172	-0.0470	39.7479	20.3833	20.4773	31.1733	31.2719	39.7479	39.7479	39.7479	39.7479
			Tumpuan	-42.5260	-13.0446	-27.2406	-71.9025	-65.5140	-11.0328	-85.5821	-28.3768	-85.5821	-85.5821	-85.5821	-11.0328
	4 - 5		Tumpuan	-42.0931	-13.0189	27.4039	-71.3420	-10.4799	-65.2876	-27.7265	-85.2747	-85.2747	-85.2747	-10.4799	
			Lapangan	22.7372	7.8103	-0.0343	39.7812	20.4292	20.4978	31.2188	31.2909	39.7812	39.7812	39.7812	39.7812
			Tumpuan	-42.2242	-13.0271	-27.4725	-71.5123	-65.4743	-10.5292	-85.4921	-27.7998	-85.4921	-85.4921	-85.4921	-10.5292
	5 - 6		Tumpuan	-42.3031	-13.0365	27.4961	-71.6221	-10.5768	-65.5689	-27.8669	-85.6086	-85.6086	-85.6086	-10.5768	
			Lapangan	22.9084	7.8181	0.0273	39.9989	20.6449	20.5902	31.4705	31.4131	39.9989	39.9989	39.9989	39.9989
			Tumpuan	-41.6718	-12.9941	-27.4414	-70.7967	-64.9460	-10.0633	-84.8483	-27.2214	-84.8483	-84.8483	-84.8483	-10.0633
	6 - 7		Tumpuan	-40.1168	-12.9980	27.9454	-68.9371	-8.1597	-64.0505	-25.0631	-83.7485	-83.7485	-83.7485	-8.1597	
			Lapangan	22.5844	7.8306	0.1308	39.6302	20.4567	20.1952	31.2508	30.9762	39.6302	39.6302	39.6302	39.6302
			Tumpuan	-44.5061	-13.0075	-27.6838	-74.2193	-67.7393	-12.3716	-88.0915	-29.9554	-88.0915	-88.0915	-88.0915	-12.3716
	7 - 8		Tumpuan	-43.1612	-12.8290	28.3847	-72.3199	-10.4604	-67.2298	-27.6388	-87.2466	-87.2466	-87.2466	-10.4604	
			Lapangan	23.6845	9.2639	-3.7950	43.2437	17.5211	25.1110	29.6384	37.6078	43.2437	43.2437	43.2437	43.2437
			Tumpuan	-39.2615	-10.3098	-35.9746	-63.6095	-71.3099	0.6393	-88.7407	-13.1940	-88.7407	-88.7407	-88.7407	0.6393

Tabel 4.17 Momen Rencana Balok Portal As A = D, (Bentang 8 - 8')

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah X (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
							(KNm)	(KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)
As A = D	2	8 - 8'	Tumpuan	-31.5781	-3.2017	-2.6931	-43.0163	-31.1134	-25.7272	-39.0103	-33.3548	-43.0163	-25.7272	
			Lapangan	-15.1743	-1.5857	-2.3979	-20.7463	-16.0547	-11.2590	-19.9493	-14.9138	-20.7463	-20.7463	
			Tumpuan	-1.0427	-0.1405	-2.1026	-1.4759	-3.0410	1.1642	-3.4353	0.9802	-3.4353	1.1642	
3	8 - 8'		Tumpuan	0.0678	-0.0386	-2.8757	0.0196	-2.8147	2.9367	-2.9848	3.0542	-2.9848	3.0542	
			Lapangan	-15.5739	-1.6036	-3.1044	-21.2544	-17.1209	-10.9121	-21.1276	-14.6084	-21.2544	-21.2544	
			Tumpuan	-33.4878	-3.3392	-3.3331	-45.5281	-33.4721	-26.8059	-41.8175	-34.8180	-45.5281	-26.8059	
4	8 - 8'		Tumpuan	-33.5509	-3.3866	-2.2853	-45.6797	-32.4811	-27.9106	-40.8283	-36.0293	-45.6797	-27.9106	
			Lapangan	-15.6372	-1.6379	-2.1186	-21.3853	-16.1921	-11.9548	-20.1914	-15.7423	-21.3853	-21.3853	
			Tumpuan	0.0045	-0.0599	-1.9520	-0.0905	-1.9479	1.9560	-2.1014	1.9977	-2.1014	1.9977	
5	8 - 8'		Tumpuan	-33.5673	-3.1155	-1.3216	-45.2654	-31.5321	-28.8890	-39.5774	-36.8021	-45.2654	-28.8890	
			Lapangan	-15.6837	-1.3997	-1.2134	-21.0598	-15.3287	-12.9019	-19.0646	-16.5164	-21.0598	-21.0598	
			Tumpuan	-0.0721	0.1455	-1.1052	0.1462	-1.1701	1.0403	-1.0987	1.2222	-1.1701	1.2222	



Tabel 4.17 Momen Rencana Balok Portal As A = D, Atap (Bentang 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4, 4 - 5, 5 - 6, 7 - 8)

Portal As A = D	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah X (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
							X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)
	ATAP	1 - 2	Tumpuan	-13.1177	-2.4547	6.4438	-19.6688	-18.2497	-5.3622	-9.3273	-22.8592	-22.8592	-22.8592	-5.3622
			Lapangan	5.0236	0.4317	0.7844	6.7190	3.7368	5.3056	6.5063	4.8591	6.7190	6.7190	6.7190
			Tumpuan	-9.9919	0.4015	-4.8751	-11.3479	-4.1176	-13.8677	-15.2309	-4.9933	-15.2309	-15.2309	-4.1176
		2 - 3	Tumpuan	-11.8797	-0.5412	7.4637	-15.1216	-18.1555	-3.2280	-5.1482	-20.8221	-20.8221	-20.8221	-3.2280
			Lapangan	5.6880	0.6219	0.0387	7.8207	5.0806	5.1579	6.6008	6.5195	7.8207	7.8207	7.8207
			Tumpuan	-9.9009	-1.1316	-7.3864	-13.6916	-1.5244	-16.2972	-19.2210	-3.7096	-19.2210	-19.2210	-1.5244
		3 - 4	Tumpuan	-10.8401	-0.9209	6.9382	-14.4816	-16.6943	-2.8179	-4.9672	-19.5374	-19.5374	-19.5374	-2.8179
			Lapangan	5.6557	0.5071	-0.0787	7.5982	5.1688	5.0115	6.3351	6.5003	7.5982	7.5982	7.5982
			Tumpuan	-11.0051	-0.9816	-7.0955	-14.7767	-2.8091	-17.0001	-19.9333	-5.0327	-19.9333	-19.9333	-2.8091
		4 - 5	Tumpuan	-11.1205	-0.9532	7.3118	-14.8698	-17.3203	-2.6966	-4.8999	-20.2548	-20.2548	-20.2548	-2.6966
			Lapangan	5.5792	0.5140	-0.0379	7.5174	5.0591	4.9834	6.3041	6.3836	7.5174	7.5174	7.5174
			Tumpuan	-10.8778	-0.9354	-7.3876	-14.5500	-2.4024	-17.1776	-20.0626	-4.5487	-20.0626	-20.0626	-2.4024
		5 - 6	Tumpuan	-10.9616	-0.9993	7.5069	-14.7528	-17.3723	-2.3586	-4.5718	-20.3362	-20.3362	-20.3362	-2.3586
			Lapangan	5.6713	0.5076	-0.0132	7.6177	5.1174	5.0910	6.4207	6.4484	7.6177	7.6177	7.6177
			Tumpuan	-10.8525	-0.9021	-7.5333	-14.4665	-2.2340	-17.3005	-20.1576	-4.3377	-20.1576	-20.1576	-2.2340
		6 - 7	Tumpuan	-9.7490	-1.1439	8.3954	-13.5290	-17.1695	-0.3787	-2.5023	-20.1326	-20.1326	-20.1326	-0.3787
			Lapangan	5.6962	0.6222	-0.1904	7.8310	5.3170	4.9361	6.3691	6.7690	7.8310	7.8310	7.8310
			Tumpuan	-12.0153	-0.5283	-8.7763	-15.2636	-2.0375	-19.5900	-22.3303	-3.9002	-22.3303	-22.3303	-3.9002
		7 - 8	Tumpuan	-10.0237	0.3760	6.2931	-11.4268	-15.3144	-2.7282	-3.5618	-16.7773	-16.7773	-16.7773	-2.7282
			Lapangan	5.0112	0.4322	-0.5793	6.7049	5.0894	3.9307	5.0619	6.2785	6.7049	6.7049	6.7049
			Tumpuan	-13.1106	-2.4283	-7.4518	-19.6180	-4.3478	-19.2513	-23.8852	-8.2365	-23.8852	-23.8852	-4.3478

Tabel 4.17 Momen Rencana Balok Portal As A = D, Atap 1 (Bentang 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4, 4 - 5, 5 - 6, 7 - 8)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	Momen arah X		1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
						(KNm)	(KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)
As A = D	ATAP 1	1 - 2	Tumpuan	-5.1012	-0.9744	0.3125	-7.6805	-4.2786	-4.9036	-4.9036	-5.9489	-6.6052	-7.6805	-4.2786	
			Lapangan	3.9450	0.0605	0.1862	4.8308	3.7367	3.3643	3.3643	4.3950	4.0040	4.8308	4.8308	
			Tumpuan	-7.2588	1.0954	0.0599	-6.9578	-6.4730	-6.5928	-6.5928	-6.5237	-6.6494	-6.9578	-6.4730	
		2 - 3	Tumpuan	-7.9651	0.4219	3.5018	-8.8831	-3.6668	-10.6704	-10.6704	-4.2877	-11.6416	-11.6416	-11.6416	-3.6668
			Lapangan	3.3809	0.1079	0.1290	4.2297	3.1718	2.9138	2.9138	3.7873	3.5165	4.2297	4.2297	
			Tumpuan	-5.5231	-0.2062	-3.2439	-6.9576	-8.2147	-1.7269	-1.7269	-9.4002	-2.5880	-9.4002	-9.4002	-1.7269
		3 - 4	Tumpuan	-6.4988	0.0651	2.5805	-7.6944	-3.2684	-8.4294	-8.4294	-4.0527	-9.4718	-9.4718	-9.4718	-3.2684
			Lapangan	3.4765	0.0061	-0.0547	4.1816	3.0742	3.1836	3.1836	3.5987	3.7136	4.1816	4.1816	
			Tumpuan	-6.7981	-0.0529	-2.6900	-8.2424	-8.8083	-3.4283	-3.4283	-10.0125	-4.3635	-10.0125	-10.0125	-3.4283
		4 - 5	Tumpuan	-6.8266	0.0140	2.8185	-8.1695	-3.3254	-8.9624	-8.9624	-4.1952	-10.1141	-10.1141	-10.1141	-3.3254
			Lapangan	3.3910	0.0067	-0.0168	4.0799	3.0352	3.0687	3.0687	3.5493	3.5845	4.0799	4.0799	
			Tumpuan	-6.6413	-0.0007	-2.8520	-7.9708	-8.8292	-3.1252	-3.1252	-9.9687	-3.9794	-9.9687	-9.9687	-3.1252
		5 - 6	Tumpuan	-6.7239	-0.0379	2.8997	-8.1293	-3.1518	-8.9512	-8.9512	-4.0513	-10.1406	-10.1406	-10.1406	-3.1518
			Lapangan	3.5080	0.0066	0.0036	4.2201	3.1608	3.1536	3.1536	3.6934	3.6858	4.2201	4.2201	
			Tumpuan	-6.5102	0.0511	-2.8925	-7.7305	-8.7516	-2.9667	-2.9667	-9.8245	-3.7503	-9.8245	-9.8245	-2.9667
		6 - 7	Tumpuan	-5.3826	-0.1851	3.7871	-6.7552	-1.0572	-8.6314	-8.6314	-1.8501	-9.8030	-9.8030	-9.8030	-1.0572
			Lapangan	3.3796	0.1079	-0.2263	4.2282	2.8153	3.2679	3.2679	3.4129	3.8881	4.2282	4.2282	
			Tumpuan	-8.1083	0.4009	-4.2397	-9.0885	-11.5372	-3.0578	-3.0578	-12.5866	-3.6832	-12.5866	-12.5866	-3.0578
		7 - 8	Tumpuan	-7.2673	1.1105	1.5667	-6.9440	-4.9738	-8.1073	-8.1073	-4.9362	-8.2263	-8.2263	-8.2263	-4.9362
			Lapangan	3.9330	0.0578	-0.4437	4.8121	3.0960	3.9834	3.9834	3.7184	4.6502	4.8121	4.8121	
			Tumpuan	-5.1167	-0.9949	-2.4541	-7.7318	-7.0591	-2.1509	-2.1509	-8.8895	-3.7359	-8.8895	-8.8895	-2.1509

Tabel 4.17 Momen Rencana Balok Portal As A = D, (Bentang 1' - 1, 1" - 1, 8 - 8")

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah X (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)			0,9 MD ± ME			1,05 (MD + 0,9ML ± ME)			Momen Rencana		
							X ki (KNm)	X kn (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)			
As A = D	2	1' - 1	Tumpuan	-33.959	-3.264	4.088	-45.9729	-26.4746	-34.6509	-34.4486	-43.0336	-45.9729	-26.4746					
			Lapangan	-16.7253	-1.6509	3.7414	-22.7117	-11.3113	-18.7941	-15.1931	-23.0501	-23.0501	-23.0501	-23.0501				
			Tumpuan	-1.7640	-0.2083	3.3947	-2.4501	1.8071	-4.9823	1.5154	-5.6135	-5.6135	-5.6135	1.8071				
	3	1' - 1	Tumpuan	-33.4927	-3.3414	3.4299	-45.5375	-26.7136	-33.5733	-34.7236	-41.9263	-45.5375	-26.7136					
			Lapangan	-15.5782	-1.6055	3.1883	-21.2626	-10.8321	-17.2087	-14.5266	-21.2220	-21.2220	-21.2220	-21.2626				
			Tumpuan	0.0642	-0.0403	2.9468	0.0126	3.0046	-2.8889	3.1235	-3.0647	-3.0647	-3.0647	3.1235				
	4	1' - 1	Tumpuan	-33.5479	-3.3874	2.0168	-45.6773	-28.1763	-32.2099	-36.3088	-40.5440	-45.6773	-28.1763					
			Lapangan	-15.6342	-1.6387	1.8647	-21.3829	-12.2061	-15.9355	-16.0065	-19.9224	-19.9224	-21.3829	-21.3829				
			Tumpuan	0.0074	-0.0606	1.7126	-0.0880	1.7193	-1.7059	1.7488	-1.8477	-1.8477	-1.8477	1.7488				
	5	1' - 1	Tumpuan	-33.5633	-3.1141	4.5793	-45.2585	-25.6276	-34.7863	-33.3760	-42.9926	-45.2585	-25.6276					
			Lapangan	-15.6794	-1.3985	4.2058	-21.0529	-9.9057	-18.3172	-13.3689	-22.2010	-22.2010	-22.2010	-22.2010				
			Tumpuan	-0.0677	0.1465	3.8322	0.1532	3.7712	-3.8931	4.0911	-3.9564	-3.9564	-3.9564	4.0911				
ATAP	1" - 1	Tumpuan	-16.9089	-1.2974	7.6515	-22.3666	-7.5666	-22.8695	-10.9464	-27.0145	-27.0145	-7.5666						
		Lapangan	-6.6519	-0.3113	5.2588	-8.4803	-0.7279	-11.2454	-1.7570	-12.8003	-12.8003	-12.8003	-12.8003					
		Tumpuan	2.2552	0.5082	2.8661	3.5193	4.8957	-0.8364	5.8575	-0.1612	-0.8364	-0.8364	5.8575					
	8 - 8"	Tumpuan	Tumpuan	-16.9686	-1.3067	-0.2868	-22.4531	-15.5586	-14.9949	-19.3531	-18.7507	-22.4531	-14.9849					
			Lapangan	-6.6915	-0.3171	-0.3500	-8.5371	-6.3723	-5.6723	-7.6932	-6.9581	-6.9581	-8.5371	-8.5371				
			Tumpuan	2.2357	0.5059	-0.4132	3.4923	1.5990	2.4253	2.3917	3.2594	3.2594	1.5990	3.4923				

Momen Rencana Balok Portal As B = C, Lantai 1 (Bentang 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4, 4 - 5, 5 - 6, 7 - 8)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah X (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)			0,9 MD ± ME			1,05 (MD + 0,9ML ± ME)			Momen Rencana	
							X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)		
As B = C	1	1 - 2	Tumpuan	-7.7143	-1.4654	65.1661	-11.6017	58.2232	-72.1089	58.9396	-77.9091	-77.9091	-77.9091	-77.9091	-77.9091	-77.9091	58.9396
		Lapangan	4.8358	-0.2357	6.7171	5.4258	11.0693	-2.3648	11.9077	-2.1981	11.9077	-2.1981	11.9077	11.9077	11.9077	11.9077	11.9077
		Tumpuan	-8.8641	0.9940	-51.7320	-9.0466	-59.7097	43.7542	-62.6866	45.9505	-62.6866	45.9505	-62.6866	-62.6866	-62.6866	-62.6866	45.9505
	2 - 3	Tumpuan	-8.3984	0.0585	40.9221	-9.9845	33.3636	-48.4807	34.2052	-51.7313	-51.7313	-51.7313	-51.7313	-51.7313	-51.7313	-51.7313	34.2052
		Lapangan	4.2559	0.0549	-0.3673	5.1950	3.4630	4.1977	4.1349	4.9063	4.9063	4.9063	4.9063	4.9063	4.9063	4.9063	5.1950
		Tumpuan	-9.3398	0.0514	-41.6568	-11.1255	-50.0626	33.2510	-53.4978	33.9814	-53.4978	33.9814	-53.4978	-53.4978	-53.4978	-53.4978	33.9814
	3 - 4	Tumpuan	-7.8424	-0.0985	41.8363	-9.5685	34.7781	-48.8945	35.6005	-52.2557	-52.2557	-52.2557	-52.2557	-52.2557	-52.2557	-52.2557	35.6005
		Lapangan	4.5075	-0.0210	0.0946	5.3755	4.1514	3.9622	4.8124	4.6138	4.6138	4.6138	4.6138	4.6138	4.6138	4.6138	5.3755
		Tumpuan	-9.3926	0.0565	-41.6471	-11.1805	-50.1003	33.1939	-53.5381	33.9208	-53.5381	33.9208	-53.5381	-53.5381	-53.5381	-53.5381	33.9208
	4 - 5	Tumpuan	-8.9250	-0.0059	41.4576	-10.7194	33.4251	-49.4901	34.1537	-52.9073	-52.9073	-52.9073	-52.9073	-52.9073	-52.9073	-52.9073	34.1537
		Lapangan	4.2611	-0.0077	0.0210	5.1010	3.8560	3.8140	4.4890	4.4448	4.4448	4.4448	4.4448	4.4448	4.4448	4.4448	5.1010
		Tumpuan	-8.8028	-0.0096	-41.4156	-10.5787	-49.3381	33.4930	-52.7383	34.2344	-52.7383	34.2344	-52.7383	-52.7383	-52.7383	-52.7383	34.2344
	5 - 6	Tumpuan	-9.4431	0.0599	41.4498	-11.2358	32.9509	-49.9486	33.6636	-53.3809	-53.3809	-53.3809	-53.3809	-53.3809	-53.3809	-53.3809	33.6636
		Lapangan	4.4964	-0.0208	-0.0534	5.3624	3.9934	4.1001	4.6455	4.7576	4.7576	4.7576	4.7576	4.7576	4.7576	4.7576	5.3624
		Tumpuan	-7.8141	-0.1016	-41.5565	-9.5394	-48.5892	34.5238	-51.9351	35.3336	-51.9351	35.3336	-51.9351	-51.9351	-51.9351	-51.9351	35.3336
	6 - 7	Tumpuan	-9.3493	0.0549	41.1970	-11.1312	32.7827	-49.6114	33.4921	-53.0217	-53.0217	-53.0217	-53.0217	-53.0217	-53.0217	-53.0217	33.4921
		Lapangan	4.2693	0.0545	0.3994	5.2103	4.2418	3.4429	4.9536	4.1148	4.1148	4.1148	4.1148	4.1148	4.1148	4.1148	5.2103
		Tumpuan	-8.3622	0.0540	-40.3982	-9.9482	-47.9241	32.8722	-51.1473	33.6888	-51.1473	33.6888	-51.1473	-51.1473	-51.1473	-51.1473	33.6888
	7 - 8	Tumpuan	-8.9035	0.9935	50.9098	-9.0946	42.8966	-58.9229	45.0455	-61.8650	-61.8650	-61.8650	-61.8650	-61.8650	-61.8650	-61.8650	45.0455
		Lapangan	4.8151	-0.2333	-6.5414	5.4049	-2.2078	10.8750	-2.0330	11.7039	11.7039	11.7039	11.7039	11.7039	11.7039	11.7039	11.7039
		Tumpuan	-7.7163	-1.4600	-63.9925	-11.5956	-70.9372	57.0478	-76.6740	57.7102	-76.6740	57.7102	-76.6740	-76.6740	-76.6740	-76.6740	57.7102

Momen Rencana Balok Portal As B = C, Lantai 2 (Bentang 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4, 4 - 5, 5 - 6, 6 - 7 - 8)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah X (KNm)		1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
						(KNm)	(KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)		
As B = C	2	1 - 2	Tumpuan	-60.3331	-25.0106	133.8009	-112.4167	79.5011	-188.1007	53.5061	-227.4757	-227.4757	-227.4757	79.5011	
		Lapangan	31.1504	16.6280	21.2471	63.9853	49.2825	6.7883	70.7309	26.1120	70.7309	70.7309	70.7309	70.7309	
		Tumpuan	-56.0118	-25.0667	-91.3068	-107.3210	-141.7174	40.8961	-178.3726	13.3716	-178.3726	-178.3726	-178.3726	40.8961	
	2 - 3	Tumpuan	-57.9135	-25.8271	61.4834	-110.8195	9.3613	-113.6055	-20.6581	-149.7733	-149.7733	-149.7733	-149.7733	9.3613	
		Lapangan	33.8975	15.6807	-2.8534	65.7661	27.6543	33.3612	47.4146	53.4067	53.4067	53.4067	53.4067	65.7661	
		Tumpuan	-52.9374	-26.1448	-67.1902	-105.3566	-114.8339	19.5466	-150.8408	-9.7413	-150.8408	-150.8408	-150.8408	19.5466	
	3 - 4	Tumpuan	-42.7589	-25.9980	70.5059	-92.9075	32.0229	-108.9889	4.5662	-143.4962	-143.4962	-143.4962	-143.4962	32.0229	
		Lapangan	20.8533	15.6380	0.3754	50.0448	19.1434	18.3926	37.0681	36.2797	36.2797	36.2797	36.2797	50.0448	
		Tumpuan	-39.4928	-26.0593	-69.7551	-89.0862	-105.2986	34.2115	-139.3363	7.1493	-139.3363	-139.3363	-139.3363	34.2115	
	4 - 5	Tumpuan	-39.1979	-26.0476	69.1016	-88.7136	33.8235	-104.3797	6.7839	-138.3294	-138.3294	-138.3294	-138.3294	33.8235	
		Lapangan	22.7505	15.6152	0.0374	52.2849	20.5129	20.4380	38.6837	38.6051	38.6051	38.6051	38.6051	52.2849	
		Tumpuan	-39.2595	-26.0553	-69.0267	-88.7999	-104.3603	33.6931	-138.3228	6.6333	-138.3228	-138.3228	-138.3228	33.6931	
	5 - 6	Tumpuan	-39.4791	-26.0506	69.4360	-89.0558	33.9049	-104.9672	6.8370	-138.9786	-138.9786	-138.9786	-138.9786	33.9049	
		Lapangan	20.9952	15.6374	-0.3135	50.2140	18.5822	19.2091	36.4932	37.1514	37.1514	37.1514	37.1514	50.2140	
		Tumpuan	-42.4889	-26.0080	-70.0629	-92.5995	-108.3029	31.8230	-142.7570	4.3752	-142.7570	-142.7570	-142.7570	31.8230	
	6 - 7	Tumpuan	-53.1729	-26.1400	66.3869	-105.6315	18.5313	-114.2425	-10.8276	-150.2401	-150.2401	-150.2401	-150.2401	18.5313	
		Lapangan	33.7905	15.6839	2.8866	65.6427	33.2980	27.5248	53.3322	47.2703	47.2703	47.2703	47.2703	65.6427	
		Tumpuan	-57.8921	-25.8256	-60.6136	-110.7914	-112.7165	8.5108	-148.8362	-21.5475	-148.8362	-148.8362	-148.8362	8.5108	
	7 - 8	Tumpuan	-56.2788	-25.0384	89.8718	-107.5960	39.2209	-140.5227	11.6114	-177.1194	-177.1194	-177.1194	-177.1194	39.2209	
		Lapangan	31.3467	16.6066	-20.7580	64.1865	7.4540	48.9700	26.8113	70.4031	70.4031	70.4031	70.4031	70.4031	
		Tumpuan	-59.6738	-25.0818	-131.3878	-111.7394	-185.0942	77.6814	-224.3169	51.5974	-224.3169	-224.3169	-224.3169	77.6814	

Momen Rencana Balok Portal As B = C, Lantai 4 (Bentang 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4, 4 - 5, 5 - 6, 7 - 8)

Portal As B = C	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah X (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
							X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)
	4	1 - 2	Tumpuan	-56.5686	-27.7615	81.0031	-112.3006	30.0914	-131.9148	-0.5783	-170.6848	-170.6848	-170.6848	30.0914
			Lapangan	32.7996	16.3113	11.4746	65.4577	40.9943	18.0451	61.9021	37.8055	65.4577	65.4577	65.4577
			Tumpuan	-56.4780	-22.9492	-58.0539	-104.4924	-108.8841	7.2237	-141.9455	-20.0323	-141.9455	-141.9455	7.2237
		2 - 3	Tumpuan	-56.9968	-24.8611	47.0175	-108.1740	-4.2796	-98.3147	-33.9720	-132.7088	-132.7088	-132.7088	-4.2796
			Lapangan	33.8551	15.9968	-0.7889	66.2209	29.6807	31.2585	49.8364	51.4931	66.2209	66.2209	66.2209
			Tumpuan	-53.9388	-26.4787	-48.5953	-107.0925	-97.1402	0.0504	-132.6832	-30.6331	-132.6832	-132.6832	0.0504
		3 - 4	Tumpuan	-40.4795	-26.0918	47.6591	-90.3222	11.2275	-84.0906	-17.1182	-117.2022	-117.2022	-117.2022	11.2275
			Lapangan	20.9603	15.5914	-0.0230	50.0987	18.8413	18.8872	36.7181	36.7663	50.0987	50.0987	50.0987
			Tumpuan	-41.5582	-26.0587	-47.7050	-91.5637	-85.1074	10.3026	-118.3518	-18.1713	-118.3518	-118.3518	10.3026
		4 - 5	Tumpuan	-39.7512	-26.0277	47.8091	-89.3458	12.0330	-83.5851	-16.1354	-116.5345	-116.5345	-116.5345	12.0330
			Lapangan	22.2526	15.6396	0.0736	51.7264	20.1009	19.9537	38.2219	38.0673	51.7264	51.7264	51.7264
			Tumpuan	-39.7021	-26.0284	-47.6619	-89.2847	-83.3937	11.9300	-116.3270	-16.2371	-116.3270	-116.3270	11.9300
		5 - 6	Tumpuan	-41.3863	-26.0602	47.3731	-91.3599	10.1255	-84.6208	-18.3407	-117.8243	-117.8243	-117.8243	10.1255
			Lapangan	21.0991	15.5913	-0.0035	50.2649	18.9857	18.9926	36.8941	36.8914	50.2649	50.2649	50.2649
			Tumpuan	-40.3739	-26.0906	-47.3801	-90.1936	-83.7166	11.0435	-116.7973	-17.2991	-116.7973	-116.7973	11.0435
		6 - 7	Tumpuan	-53.9747	-26.4801	47.0148	-107.1377	-1.5624	-95.5919	-32.3316	-131.0626	-131.0626	-131.0626	-1.5624
			Lapangan	33.7989	15.9962	1.2611	66.1525	31.6801	29.1578	51.9294	49.2810	66.1525	66.1525	66.1525
			Tumpuan	-57.0735	-24.8609	-44.4925	-108.2656	-95.8586	-6.8736	-130.1378	-36.7036	-130.1378	-130.1378	-6.8736
		7 - 8	Tumpuan	-56.5078	-22.9576	57.5561	-104.5415	6.6990	-108.4131	-20.5942	-141.4620	-141.4620	-141.4620	6.6990
			Lapangan	32.7926	16.3130	-12.4648	65.4520	17.0485	41.9782	36.7600	62.9361	65.4520	65.4520	65.4520
			Tumpuan	-56.5527	-27.7498	-82.4857	-112.2629	-133.3832	31.5883	-172.2139	1.0061	-172.2139	-172.2139	31.5883

Momen Rencana Balok Portal As B = C, Lantai 5 (Bentang 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4, 4 - 5, 5 - 6, 6, 7 - 8)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah X (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
							(KNm)	(KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)
As B = C	5	1 - 2	Tumpuan	-56.2347	-25.1268	70.3973	-107.6845	-121.0085	19.7861	-121.0085	-8.8741	-156.7084	-156.7084	19.7861
		Lapangan	32.7827	17.1919	17.3618	66.8462	12.1426	46.8662	12.1426	68.8980	68.8980	32.4382	68.8980	68.8980
		Tumpuan	-56.8459	-23.8228	-35.6736	-106.3315	-15.4876	-86.8349	-119.6580	-15.4876	-119.6580	-44.7434	-119.6580	-15.4876
	2 - 3	Tumpuan	-57.6738	-25.0188	17.0546	-109.2387	-68.9610	-34.8519	-68.9610	-34.8519	-66.2930	-102.1076	-102.1076	-34.8519
		Lapangan	34.5135	15.9610	-2.3161	66.9539	33.3783	28.7460	33.3783	48.8904	48.8904	53.7543	66.9539	66.9539
		Tumpuan	-51.9451	-26.3924	-21.6869	-104.5619	-25.0637	-68.4374	-102.2543	-25.0637	-102.2543	-56.7120	-104.5619	-25.0637
	3 - 4	Tumpuan	-42.1418	-26.0959	22.8951	-92.3235	-60.8227	-15.0325	-60.8227	-15.0325	-44.8696	-92.9493	-92.9493	-15.0325
		Lapangan	20.2621	15.5888	0.2463	49.2565	17.9896	18.4822	17.9896	36.2652	36.2652	35.7480	49.2565	49.2565
		Tumpuan	-41.2923	-26.0600	-22.4025	-91.2467	-14.7606	-59.5655	-14.7606	-59.5655	-91.5052	-44.4610	-91.5052	-14.7606
	4 - 5	Tumpuan	-39.4743	-26.0259	22.1869	-89.0107	-57.7138	-13.3400	-57.7138	-13.3400	-42.7453	-89.3388	-89.3388	-13.3400
		Lapangan	22.3208	15.6398	-0.0160	51.8085	20.1046	20.0727	20.1046	38.1996	38.1996	38.2331	51.8085	51.8085
		Tumpuan	-39.8425	-26.0279	-22.2188	-89.4557	-13.6394	-58.0771	-13.6394	-58.0771	-89.7608	-43.1013	-89.7608	-13.6394
	5 - 6	Tumpuan	-40.9706	-26.0576	21.9371	-90.8568	-58.8106	-14.9365	-58.8106	-14.9365	-44.6096	-90.6774	-90.6774	-14.9365
		Lapangan	20.5810	15.5883	0.0931	49.6384	18.4398	18.6059	18.4398	36.4282	36.4282	36.2537	49.6384	49.6384
		Tumpuan	-41.8258	-26.0992	-21.7709	-91.9497	-15.8723	-59.4141	-15.8723	-59.4141	-91.4403	-45.7214	-91.4403	-15.8723
	6 - 7	Tumpuan	-52.2899	-26.3906	22.3285	-104.9727	-69.3894	-24.7323	-69.3894	-24.7323	-56.3985	-103.2884	-103.2884	-24.7323
		Lapangan	34.3472	15.9613	0.7340	66.7547	30.1785	31.6464	30.1785	51.9187	51.9187	50.3773	66.7547	66.7547
		Tumpuan	-57.6616	-25.0202	-20.8606	-109.2262	-31.0349	-72.7560	-31.0349	-72.7560	-106.0923	-62.2852	-109.2262	-31.0349
	7 - 8	Tumpuan	-56.7990	-23.8219	26.5090	-106.2739	-77.6281	-24.6102	-77.6281	-24.6102	-54.3163	-109.9851	-109.9851	-24.6102
		Lapangan	32.7744	17.1879	-8.2597	66.8299	37.7567	21.2372	37.7567	41.9830	41.9830	59.3284	66.8299	66.8299
		Tumpuan	-56.2980	-25.1356	-43.0284	-107.7746	-7.6398	-93.6966	-128.0459	-7.6398	-128.0459	-37.6862	-128.0459	-7.6398

Momen Rencana Balok Portal As B = C, Lantai 2 (Bentang 0 - 1', 1' - 1', 1" - 1, 8 - 8')

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah X (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
							X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)
As B = C	2	0 - 1'	Tumpuan	-12.4253	-1.0938	0.4537	-16.6604	-10.7291	-11.6365	-13.6039	-14.5566	-16.6604	-10.7291	
			Lapangan	-5.8620	-0.5382	0.4289	-7.8954	-4.8469	-5.7046	-6.2133	-7.1139	-7.8954	-7.8954	
			Tumpuan	-0.0909	-0.0285	0.4040	-0.1547	0.3222	-0.4859	0.3018	-0.5466	-0.5466	0.3222	
	2	1' - 1	Tumpuan	-58.1456	-5.3932	-6.4330	-78.4038	-58.7640	-45.8980	-72.9041	-59.3948	-78.4038	-45.8980	
			Lapangan	-33.8610	-2.9779	-5.9271	-45.3979	-36.4019	-24.5478	-44.5916	-32.1448	-45.3979	-45.3979	
			Tumpuan	-10.6628	-0.8005	-5.4211	-14.0761	-15.0176	-4.1755	-17.6445	-6.2603	-17.6445	-4.1755	
	3	1' - 1	Tumpuan	-32.0431	-2.7445	-5.3408	-42.8429	-34.1795	-23.4980	-41.8466	-30.6310	-42.8429	-23.4980	
			Lapangan	-14.9643	-1.2208	-5.0332	-19.9105	-18.5011	-8.4347	-22.1511	-11.5813	-22.1511	-11.5813	
			Tumpuan	-0.1577	0.1322	-4.7257	0.0223	-4.8677	4.5838	-5.0027	4.9214	-5.0027	4.9214	
	4	1' - 1	Tumpuan	-31.9537	-2.6848	-3.3677	-42.6400	-32.1260	-25.3906	-39.6245	-32.5524	-42.6400	-25.3906	
			Lapangan	-14.8994	-1.1783	-3.2028	-19.7645	-16.6122	-10.2066	-20.1207	-13.3949	-20.1207	-13.3949	
			Tumpuan	-0.1171	0.1575	-3.0379	0.1114	-3.1433	2.9325	-3.1639	3.2156	-3.1639	3.2156	
	5	1' - 1	Tumpuan	-32.0432	-2.9969	-5.4428	-43.2469	-34.2816	-23.3961	-42.1923	-30.7625	-43.2469	-23.3961	
			Lapangan	-14.9357	-1.4472	-5.0231	-20.2383	-18.4652	-8.4190	-22.3243	-11.7758	-22.3243	-11.7758	
			Tumpuan	-0.1003	-0.0681	-4.6035	-0.2293	-4.6937	4.5132	-5.0033	4.6640	-5.0033	4.6640	
ATAP	1" - 1	Tumpuan	-24.1551	-2.2590	-8.3524	-32.6005	-30.0919	-13.3872	-36.2676	-18.7276	-36.2676	-13.3872		
		Lapangan	-10.4790	-1.0031	-6.9878	-14.1798	-16.4189	-2.4433	-19.2881	-4.6137	-19.2881	-4.6137		
		Tumpuan	1.8471	0.0861	-5.6232	2.3543	-3.9608	7.2855	-3.8935	7.9251	-3.9608	7.9251		
	8 - 8'	Tumpuan	-24.5394	-2.3778	1.6848	-33.2517	-20.4006	-23.7703	-26.2442	-29.7824	-33.2517	-20.4006		
		Lapangan	-10.6602	-1.0588	1.4862	-14.4863	-8.1080	-11.0804	-10.6333	-13.7543	-14.4863	-10.6333		
			Tumpuan	1.8689	0.0936	1.2876	2.3924	2.9696	3.4027	0.6988	3.4027	0.3945	3.4027	



Momen Rencana Balok Portal As B = C, (Bentang 8 - 8')

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah X (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
							X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)
As B = C	2	8 - 8'	Tumpuan	-55.7905	-5.6849	6.2360	-76.0443	-43.9754	-56.4475	-57.4043	-70.5000	-76.0443	-43.9754	
			Lapangan	-32.1904	-3.1881	5.7309	-43.7294	-23.2405	-34.7023	-30.7953	-42.8301	-43.7294	-43.7294	
			Tumpuan	-9.6768	-0.9291	5.2257	-13.0988	-3.4835	-13.9349	-5.5517	-16.5257	-16.5257	-3.4835	
	8' - 9	Tumpuan	-11.2649	-1.2439	-0.5355	-15.5082	-10.6739	-9.6029	-13.5660	-12.4414	-15.5082	-9.6029		
		Lapangan	-5.2625	-0.6137	-0.5134	-7.2969	-5.2496	-4.2229	-6.6446	-5.5665	-7.2969	-7.2969		
		Tumpuan	-0.0524	-0.0293	-0.4912	-0.1098	-0.5384	0.4440	-0.5985	0.4330	-0.5985	0.4440		
	3	8 - 8'	Tumpuan	-0.1542	0.1332	4.6162	0.0281	4.4774	-4.7549	4.8110	-4.8830	-4.8830	4.8110	
			Lapangan	-14.9602	-1.2188	4.9237	-19.9022	-8.5404	-18.3879	-11.6900	-22.0298	-22.0298	-22.0298	
			Tumpuan	-32.0383	-2.7414	5.2313	-42.8321	-23.6032	-34.0657	-30.7379	-41.7236	-42.8321	-23.6032	
	4	8 - 8'	Tumpuan	-31.9568	-2.6816	3.6436	-42.6387	-25.1175	-32.4047	-32.2629	-39.9145	-42.6387	-25.1175	
			Lapangan	-14.9009	-1.1759	3.4550	-19.7625	-9.9558	-16.8658	-13.1294	-20.3849	-20.3849	-20.3849	
			Tumpuan	-0.1170	0.1591	3.2664	0.1141	3.1611	-3.3718	3.4572	-3.4023	-3.4023	3.4572	
	5	8 - 8'	Tumpuan	-32.0383	-2.9906	2.0152	-43.2309	-26.8192	-30.8497	-34.3503	-38.5823	-43.2309	-26.8192	
			Lapangan	-14.9311	-1.4420	1.9162	-20.2245	-11.5218	-15.3541	-15.0283	-19.0523	-20.2245	-20.2245	
			Tumpuan	-0.0959	-0.0641	1.8171	-0.2177	1.7308	-1.9035	1.7466	-2.0693	-2.0693	1.7466	



Momen Rencana Balok Portal As D', (Bentang 1 - 1', 8 - 8')

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah X (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
							(KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)	
As D'	2	1 - 1'	Tumpuan	-10.4479	-0.6403	7.9534	-13.5619	-1.4497	-17.3564	-3.2243	-19.9263	-19.9263	-1.4497	
			Lapangan	-11.5997	-0.3085	14.6081	-14.4133	4.1684	-25.0479	2.8673	-27.8098	-27.8098	-27.8098	
			Tumpuan	-15.0237	-0.1474	21.2629	-18.2643	7.7416	-34.7842	6.4119	-38.2402	-38.2402	7.7416	
	8 - 8'		Tumpuan	-14.9440	-0.1551	-20.8269	-18.1810	-34.2765	7.3773	-37.7061	6.0305	-37.7061	7.3773	
			Lapangan	-11.5475	-0.3183	-14.3199	-14.3663	-24.7127	3.9271	-27.4616	2.6102	-27.4616	-27.4616	
			Tumpuan	-10.4232	-0.6521	-7.8128	-13.5512	-17.1937	-1.5680	-19.7641	-3.3571	-19.7641	-1.5680	
	3	1 - 1'	Tumpuan	-10.4299	-0.8297	7.0781	-13.8433	-2.3088	-16.4651	-4.3034	-19.1675	-19.1675	-2.3088	
			Lapangan	-11.1760	-0.4591	13.5137	-14.1458	3.4552	-23.5721	2.0207	-26.3580	-26.3580	-2.3088	
			Tumpuan	-14.1943	-0.2592	19.9492	-17.4478	7.1743	-32.7240	5.7978	-36.0955	-36.0955	7.1743	
	8 - 8'		Tumpuan	-14.1786	-0.2636	-19.5317	-17.4361	-32.2924	6.7709	-35.6449	5.3716	-35.6449	6.7709	
			Lapangan	-11.1672	-0.4633	-13.2388	-14.1419	-23.2893	3.1884	-26.0642	1.7374	-26.0642	-2.3088	
			Tumpuan	-10.4279	-0.8337	-6.9460	-13.8474	-16.3311	-2.4391	-19.0304	-4.4438	-19.0304	-2.4391	
	4	1 - 1'	Tumpuan	-10.4923	-0.8812	4.9612	-14.0007	-4.4819	-14.4043	-6.6404	-17.0589	-17.0589	-4.4819	
			Lapangan	-11.1577	-0.4988	9.6716	-14.1873	-0.3704	-19.7135	-2.0318	-22.3421	-22.3421	-2.3421	
			Tumpuan	-14.0952	-0.2871	14.3819	-17.3735	1.6963	-27.0676	0.0298	-30.1723	-30.1723	1.6963	
	8 - 8'		Tumpuan	-14.0916	-0.2939	-14.2464	-17.3803	-26.9288	1.5639	-30.0327	-0.1153	-30.0327	1.5639	
			Lapangan	-11.1534	-0.5042	-9.6145	-14.1909	-19.6526	-0.4236	-22.2828	-2.0924	-22.2828	-2.2828	
			Tumpuan	-10.4874	-0.8852	-4.9826	-14.0011	-14.4212	-4.4560	-17.0799	-6.6165	-17.0799	-4.4560	
	5	1 - 1'	Tumpuan	-10.3352	-0.6737	3.7133	-13.4802	-5.5884	-13.0150	-7.5897	-15.3876	-15.3876	-5.5884	
			Lapangan	-11.0331	-0.2798	5.9988	-13.6875	-3.9310	-15.9286	-5.5505	-18.1479	-18.1479	-5.5505	
			Tumpuan	-14.0032	-0.0566	8.2843	-16.8943	-4.3186	-20.8871	-6.0583	-23.4553	-23.4553	-4.3186	
	8 - 8'		Tumpuan	-14.0013	-0.0638	-7.7495	-16.9036	-20.3506	-4.8517	-22.8986	-6.6247	-22.8986	-4.8517	
			Lapangan	-11.0323	-0.2861	-5.2293	-13.8965	-15.1584	-4.6998	-17.3450	-6.3635	-17.3450	-6.3635	
			Tumpuan	-10.3354	-0.6791	-2.7091	-13.4890	-12.0110	-6.5928	-14.3384	-8.6493	-14.3384	-6.5928	

Momen Rencana Balok Portal As D", Atap (Bentang 1 -1", 1 -2, 2 -3, 3 -4, 4 -5, 5 -6, 7 -8, 8 -8")

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah X (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana		
							X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)	
As D"	ATAP	1 - 1"	Tumpuan	-3.7276	-0.5403	2.7198	-5.3375	-6.0746	-0.6350	-1.5687	-7.2802	-7.2802	-7.2802	-0.6350	
			Lapangan	-3.9569	-0.5916	1.7769	-5.6949	-5.3381	-1.7843	-2.8481	-6.5796	-6.5796	-6.5796	-6.5796	-6.5796
			Tumpuan	-5.2662	-0.7263	0.8340	-7.4816	-5.5736	-3.9056	-5.3402	-7.0916	-7.0916	-7.0916	-7.0916	-3.9056
		1 - 2	Tumpuan	-7.9629	-1.4091	2.1716	-11.8100	-9.3382	-4.9950	-7.4124	-11.9728	-11.9728	-11.9728	-11.9728	-4.9950
			Lapangan	5.9697	0.7687	1.1672	8.3935	4.2056	6.5399	8.2201	5.7691	8.3935	8.3935	8.3935	8.3935
			Tumpuan	-10.3377	-0.1369	0.1627	-12.6243	-9.4666	-9.1412	-10.8131	-11.1548	-12.6243	-12.6243	-12.6243	-9.1412
		2 - 3	Tumpuan	-10.2448	-0.1760	2.0640	-12.5753	-11.2843	-7.1563	-8.7562	-13.0905	-13.0905	-13.0905	-13.0905	-7.1563
			Lapangan	5.2405	0.7282	0.2467	7.4537	4.4697	4.9632	6.4497	5.9316	7.4537	7.4537	7.4537	4.9632
			Tumpuan	-9.5142	-1.4510	-1.5705	-13.7386	-6.9922	-10.1333	-13.0101	-9.7120	-13.7386	-13.7386	-13.7386	-6.9922
		3 - 4	Tumpuan	-9.2643	-1.3223	0.6503	-13.2328	-8.9882	-7.6876	-10.2942	-11.6599	-13.2328	-13.2328	-13.2328	-7.6876
			Lapangan	5.0413	0.3992	-0.1533	6.6882	4.6905	4.3838	5.5096	5.8316	6.6882	6.6882	6.6882	4.3838
			Tumpuan	-10.8931	-0.9627	-0.9569	-14.6121	-8.8469	-10.7607	-13.3524	-11.3428	-14.6121	-14.6121	-14.6121	-8.8469
		4 - 5	Tumpuan	-10.5830	-0.9859	1.1618	-14.2770	-10.6864	-8.3629	-10.8239	-13.2636	-14.2770	-14.2770	-14.2770	-8.3629
			Lapangan	4.5343	0.5555	-0.0048	6.3300	4.0856	4.0761	5.2810	5.2910	6.3300	6.3300	6.3300	4.0761
			Tumpuan	-10.5885	-0.9864	-1.1713	-14.2844	-8.3584	-10.7009	-13.2799	-10.8202	-14.2844	-14.2844	-14.2844	-8.3584
		5 - 6	Tumpuan	-10.8936	-0.9609	1.0144	-14.6097	-10.8186	-8.7899	-11.2812	-13.4113	-14.6097	-14.6097	-14.6097	-8.7899
			Lapangan	5.0377	0.3945	0.1387	6.6764	4.3952	4.6727	5.8081	5.5167	6.6764	6.6764	6.6764	4.6727
			Tumpuan	-9.2710	-1.3335	-0.7369	-13.2588	-7.6070	-9.0808	-11.7684	-10.2209	-13.2588	-13.2588	-13.2588	-9.0808
		6 - 7	Tumpuan	-9.5164	-1.4656	1.7023	-13.7646	-10.2671	-6.8624	-9.5997	-13.1646	-13.7646	-13.7646	-13.7646	-6.8624
			Lapangan	5.2463	0.7336	-0.2697	7.4693	4.9913	4.4520	5.9187	6.4850	7.4693	7.4693	7.4693	4.4520
			Tumpuan	-10.2310	-0.1506	-2.2416	-12.5182	-6.9663	-11.4496	-13.2387	-8.5312	-13.2387	-13.2387	-13.2387	-6.9663
		7 - 8	Tumpuan	-10.3133	-0.1083	0.1365	-12.5492	-9.4185	-9.1454	-10.7880	-11.0746	-12.5492	-12.5492	-12.5492	-9.1454
			Lapangan	5.9403	0.7647	-1.2698	8.3518	6.6161	4.0765	5.6266	8.2932	8.3518	8.3518	8.3518	4.0765
			Tumpuan	-8.0461	-1.4457	-2.6761	-11.9685	-4.5654	-9.9176	-12.6245	-7.0047	-12.6245	-12.6245	-12.6245	-4.5654
		8" - 8	Tumpuan	-3.7740	-0.5570	-0.8305	-5.4199	-2.5661	-4.2271	-5.3610	-3.6170	-5.4199	-5.4199	-5.4199	-2.5661
			Lapangan	-4.0169	-0.6142	-1.1690	-5.8030	-2.4462	-4.7842	-6.0256	-3.5707	-6.0256	-6.0256	-6.0256	-4.7842
			Tumpuan	-5.3398	-0.7548	-1.5075	-7.6154	-3.2983	-6.3133	-7.9029	-4.7372	-7.9029	-7.9029	-7.9029	-6.3133

Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 1 = 8, Lantai 1 dan 2 (Bentang D - C, C - B, B - A)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah Y (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana		
							Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)	
As 1 = 8	1	D - C	Tumpuan	-7,8586	-0,6631	45,4000	-10,4913	38,3273	-52,4728	38,7919	-56,5482	-56,5482	38,7919	-56,5482	38,7919
			Lapangan	4,7739	-0,1699	4,6158	5,4568	8,9123	-0,3193	9,6986	0,0055	0,0055	9,6986	9,6986	9,6986
			Tumpuan	-8,8437	0,3233	-36,1685	-10,0951	-44,1278	28,2092	-46,9572	28,9966	28,9966	-46,9572	-46,9572	28,9966
			C - B	Tumpuan	-9,1579	0,0583	28,8013	-10,8982	20,5592	-37,0435	20,6807	-39,8021	-39,8021	20,6807	20,6807
				Lapangan	4,2723	0,0914	0,0090	5,2730	3,8541	3,8361	4,5817	4,5628	5,2730	5,2730	5,2730
				Tumpuan	-8,5474	0,1244	-28,7833	-10,0578	-36,4760	21,0907	-39,0797	21,3653	-39,0797	-39,0797	21,3653
			B - A	Tumpuan	-7,7212	0,5122	35,9362	-8,4459	28,9871	-42,8853	30,1098	-45,3562	-45,3562	30,1098	30,1098
				Lapangan	4,4211	-0,2047	-4,4962	4,9778	-0,5172	8,4752	-0,2723	9,1697	9,1697	9,1697	9,1697
			Tumpuan	-9,6865	-0,9217	-44,9286	-13,0985	-53,6464	36,2107	-58,2168	36,1331	-58,2168	-58,2168	36,2107	
2	D - C	Tumpuan	-28,2704	-15,1304	81,9981	-58,1332	56,5548	-107,4415	42,1158	-130,0802	-130,0802	42,1158	-130,0802	56,5548	
			Lapangan	14,4009	10,3984	13,2316	33,9185	26,1924	-0,2708	38,8406	11,0542	11,0542	38,8406	38,8406	
			Tumpuan	-29,6570	-15,6540	-55,5349	-60,6348	-82,2261	28,8436	-104,2445	12,3787	-104,2445	-104,2445	12,3787	28,8436
			C - B	Tumpuan	-46,4145	-15,1009	36,4449	-79,8588	-5,3281	-78,2180	-24,7384	-101,2727	-101,2727	-24,7384	-5,3281
				Lapangan	26,8670	8,1736	-0,0444	45,3182	24,1359	24,2247	35,8878	35,9810	45,3182	45,3182	
				Tumpuan	-44,3751	-14,7654	-36,5338	-76,8748	-76,4714	-3,4038	-98,9077	-22,1867	-98,9077	-22,1867	-3,4038
			B - A	Tumpuan	-31,7881	-15,5321	56,6832	-62,9971	28,0739	-85,2925	11,4620	-107,5728	-107,5728	11,4620	28,0739
				Lapangan	16,9749	10,6071	-13,5852	37,3412	1,6922	28,8626	13,5828	42,1118	42,1118	42,1118	42,1118
			Tumpuan	-20,9913	-14,8351	-83,8537	-48,9256	-102,7458	64,9615	-124,1063	51,9863	-124,1063	-124,1063	64,9615	

Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 1 = 8, (Bentang D' - D, D'' - D, A' - A)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah Y (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana				
							Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)			
As 1 = 8		2 D' - D	Tumpuan	-31.7960	-2.3984	-22.1446	-41.9927	-50.7610	-6.4718	-58.9042	-12.4005	-58.9042	-6.4718	-58.9042	-6.4718		
			Lapangan	-10.3154	-0.7108	-13.9277	-13.5158	-23.2116	4.6439	-26.1270	3.1213	-26.1270	-26.1270	-26.1270	-26.1270	-26.1270	
			Tumpuan	10.0931	0.6354	-5.7109	13.1284	3.3729	14.7947	5.2018	17.1947	17.1947	3.3729	17.1947	3.3729	17.1947	17.1947
		3 D' - D	Tumpuan	-30.6772	-2.2242	-19.9072	-40.3714	-47.5166	-7.7022	-55.2155	-13.4103	-55.2155	-7.7022	-55.2155	-7.7022	-7.7022	
			Lapangan	-9.6941	-0.5352	-12.4553	-12.4892	-21.1799	3.7306	-23.7625	2.3935	-23.7625	-23.7625	-23.7625	-23.7625	-23.7625	-23.7625
			Tumpuan	10.2168	0.8126	-5.0033	13.5603	4.1918	14.1985	6.2420	16.7490	16.7490	4.1918	16.7490	4.1918	16.7490	16.7490
		4 D' - D	Tumpuan	-30.4356	-2.1841	-14.4820	-40.0174	-41.8741	-12.9101	-49.2275	-18.8153	-49.2275	-12.9101	-49.2275	-12.9101	-12.9101	
			Lapangan	-9.5427	-0.4911	-9.0633	-12.2370	-17.6518	0.4748	-20.0004	-0.9675	-20.0004	-20.0004	-20.0004	-20.0004	-20.0004	-20.0004
			Tumpuan	10.2779	0.8607	-3.6446	13.7106	5.6055	12.8947	7.7783	15.4320	15.4320	5.6055	15.4320	5.6055	15.4320	15.4320
		5 D' - D	Tumpuan	-30.3957	-2.1542	-7.0400	-39.9215	-34.3961	-20.3161	-41.3431	-26.5592	-41.3431	-20.3161	-41.3431	-20.3161	-20.3161	
			Lapangan	-9.5074	-0.5140	-4.3639	-12.2312	-12.9206	-4.1927	-15.0506	-5.8863	-15.0506	-15.0506	-15.0506	-15.0506	-15.0506	-15.0506
			Tumpuan	10.3086	0.7849	-1.6879	13.6262	7.5899	10.9657	9.7935	13.3381	13.3381	7.5899	13.3381	7.5899	13.3381	13.3381
ATAP	D'' - D	Tumpuan	2.6333	0.4269	-0.0086	3.8431	2.3614	2.3786	3.1594	3.1774	2.3614	3.1774	2.3614	2.3614	3.8431		
		Lapangan	-5.3235	-0.4600	-0.2369	-7.1242	-5.0281	-4.5543	-6.2731	-5.7756	-6.2731	-5.7756	-6.2731	-5.7756	-7.1242	-7.1242	
		Tumpuan	-14.6304	-1.5135	-0.4652	-19.9781	-13.6326	-13.6326	-12.7021	-16.3037	-16.3037	-12.7021	-16.3037	-12.7021	-12.7021	-12.7021	
	A' - A	Tumpuan	2.6561	0.3973	-0.0662	3.8230	2.3244	2.4567	3.0949	3.2338	2.3244	3.0949	2.3244	2.3244	3.8230		
		Lapangan	-5.0164	-0.3463	0.2286	-6.5739	-4.2861	-4.7434	-5.3545	-5.8346	-5.3545	-5.8346	-5.3545	-5.8346	-6.5739	-6.5739	
		Tumpuan	-14.0390	-1.2566	0.5234	-18.8574	-12.1117	-13.1586	-15.3788	-16.4781	-16.4781	-12.1117	-16.4781	-12.1117	-12.1117	-12.1117	

Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 1 = 8, Lantai 3 dan 4 (Bentang D - C, C - B, B - A)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah Y (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
							Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)
As 1 = 8	3	D - C	Tumpuan	-31.0445	-16.4395	74.3159	-63.5566	46.3758	-102.2559	29.8996	-126.1637	-126.1637	46.3758	
		Lapangan	15.3690	10.3314	11.6677	34.9718	25.4989	2.1635	38.1507	13.6485	38.1507	38.1507	38.1507	
		Tumpuan	-24.9486	-14.4790	-50.9805	-53.1048	-73.4342	28.5267	-93.4082	13.6508	-93.4082	-93.4082	28.5267	
C - B	C - B	Tumpuan	-44.9820	-13.9224	37.7984	-76.2541	-2.6854	-78.2821	-20.6994	-100.0760	-100.0760	-100.0760	-2.6854	
		Lapangan	22.4634	7.2800	-0.0809	38.6040	20.1362	20.2979	30.3812	30.5510	30.5510	38.6040	38.6040	
		Tumpuan	-39.8830	-13.1843	-37.9601	-68.9545	-73.8548	2.0654	-94.1944	-14.4782	-14.4782	-94.1944	2.0654	
B - A	B - A	Tumpuan	-27.5737	-14.3236	52.0284	-56.0062	27.2121	-76.8447	12.1417	-97.1180	-97.1180	-97.1180	27.2121	
		Lapangan	18.0086	10.5593	-11.8084	38.5051	4.3993	28.0161	16.4887	41.2863	41.2863	41.2863	41.2863	
		Tumpuan	-23.1383	-16.1392	-75.6452	-53.5887	-96.4696	54.8207	-118.9742	39.8807	-118.9742	-118.9742	54.8207	
4 D - C	4 D - C	Tumpuan	-31.4984	-16.7129	53.8327	-64.5387	25.4842	-82.1813	7.6574	-105.3914	-105.3914	-105.3914	25.4842	
		Lapangan	15.0878	10.2693	8.7231	34.5363	22.3021	4.8559	34.7060	16.3874	16.3874	34.7060	34.7060	
		Tumpuan	-25.0552	-14.3298	-36.3865	-52.9938	-58.9361	13.8368	-78.0554	-1.6437	-1.6437	-78.0554	13.8368	
C - B	C - B	Tumpuan	-45.4101	-13.9115	30.0485	-76.7505	-10.8206	-70.9175	-29.2761	-92.3778	-92.3778	-92.3778	-10.8206	
		Lapangan	22.7392	7.4000	-0.0393	39.1269	20.4259	20.5046	30.8278	30.9104	30.9104	39.1269	39.1269	
		Tumpuan	-38.9033	-12.9552	-30.1272	-67.4123	-65.1401	-4.8858	-84.7247	-21.4576	-21.4576	-84.7247	-4.8858	
B - A	B - A	Tumpuan	-27.8006	-14.1509	37.1919	-56.0021	12.1713	-62.2124	-3.5118	-81.6147	-81.6147	-81.6147	12.1713	
		Lapangan	17.9298	10.5249	-8.8475	38.3555	7.2893	24.9843	19.4824	38.0621	38.0621	38.3555	38.3555	
		Tumpuan	-23.0690	-16.3807	-54.8869	-53.8919	-75.6490	34.1248	-97.3334	17.9290	-97.3334	-97.3334	34.1248	

Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 1 = 8, Lantai 5 dan Atap (Bentang D - C, C - B, B - A)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah Y (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
							Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)
As 1 = 8		5 D - C	Tumpuan	-30.4409	-16.2975	27.4604	-62.6052	0.0635	-54.8572	-18.5308	-76.1975	-76.1975	0.0635	
			Lapangan	15.3163	10.5199	4.7781	35.2115	18.5627	9.0066	31.0404	21.0065	35.2115	35.2115	
			Tumpuan	-25.6556	-14.2440	-17.9042	-53.5770	-40.9942	-5.1858			-21.5994	-59.1983	-5.1858
		C - B	Tumpuan	-45.4281	-14.1054	19.3231	-77.0824	-21.5622	-60.2084	-40.7399	-81.3184	-81.3184	-21.5622	
			Lapangan	22.5062	7.2250	-0.0272	38.5674	20.2284	20.2827	30.4305	30.4876	38.5674	38.5674	
			Tumpuan	-39.3512	-13.1113	-19.3775	-68.1995	-54.7936	-16.0386			-33.3626	-74.0553	-16.0386
		B - A	Tumpuan	-27.9825	-14.0431	18.5868	-56.0479	-6.5975	-43.7710	-23.1352	-62.1684	-62.1684	-6.5975	
			Lapangan	18.5145	10.8067	-4.8829	39.5081	11.7801	21.5460	24.5255	34.7797	39.5081	39.5081	
			Tumpuan	-21.7175	-15.9249	-28.3527	-51.5409	-47.8984	8.8069			-8.0822	-67.6227	8.8069
ATAP		D - C	Tumpuan	-11.4051	-2.4695	4.3392	-17.6372	-5.9253	-14.6038	-9.7528	-18.8652	-18.8652	-5.9253	
			Lapangan	4.7426	0.3439	0.5496	6.2413	4.8179	3.7187	5.8817	4.7276	6.2413	6.2413	
			Tumpuan	-9.3498	0.0739	-3.2401	-11.1015	-11.6550	-5.1747			-6.3453	-13.1496	-5.1747
		C - B	Tumpuan	-12.1095	-1.1658	8.7115	-16.3967	-2.1870	-19.6100	-4.6696	-22.9637	-22.9637	-2.1870	
			Lapangan	5.3244	0.7420	-0.0299	7.5764	4.7621	4.8218	6.2604	6.3231	7.5764	7.5764	
			Tumpuan	-7.4818	-0.4336	-8.7713	-9.6719	-15.5048	2.0377			0.9442	-17.4754	2.0377
		B - A	Tumpuan	-8.2081	0.3386	4.0383	-9.3079	-3.3490	-11.4256	-4.0583	-12.5387	-12.5387	-3.3490	
			Lapangan	4.8538	0.3778	-0.7785	6.4290	3.5899	5.1469	4.6360	6.2709	6.4290	6.4290	
			Tumpuan	-12.3244	-2.6663	-5.5954	-19.0553	-16.6873	-5.4966			-9.5851	-21.3354	-5.4966



Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 1 = 8, Atap 1 (Bentang D - C, C - B, B - A)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD ( KNm )	ML ( KNm )	ME arah Y ( KNm )	1,2 MD + 1,6 ML ( KNm )		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
							Y ki ( KNm )	Y kn ( KNm )	Y ki ( KNm )	Y kn ( KNm )	Y ki ( KNm )	Y kn ( KNm )	Negatif ( KNm )	Positif ( KNm )
As 1 = 8	ATAP 1	D - C	-6.9269	0.9207	-0.2688	26.8897	0.6748	27.7184	-26.0611	28.9470	-27.5215	-27.5215	28.9470	
			3.4861	-0.0684	0.0401	4.6777	-0.0180	4.6162	-4.7393	4.8777	-4.9455	-4.9455	-4.9455	
			-6.3509	-1.0575	0.3489	-17.5343	-0.7107	-18.4860	16.5825	-19.1916	17.6304	-19.1916	17.6304	
		C - B	-4.9379	0.4948	0.2293	18.7679	0.9606	19.2132	-18.3226	20.4425	-18.9700	-18.9700	20.4425	
			3.4345	0.1828	-0.0037	-0.0277	0.2136	0.1368	0.1923	0.1594	0.2177	0.2177	0.2177	
			-8.4432	-0.1291	-0.2366	-18.8234	-0.5335	-18.9396	18.7071	-20.1237	19.4053	-20.1237	19.4053	
		B - A	-7.6645	-1.2991	0.1599	18.1839	-1.3030	17.0148	-19.3531	17.8802	-20.3060	-20.3060	17.8802	
			3.7774	-0.0192	0.0446	-4.7706	0.0483	-4.7879	4.7533	-4.9871	5.0311	5.0311	5.0311	
			-5.0307	1.2607	-0.0707	-27.7251	1.3997	-26.5906	28.8597	-27.8544	30.3682	-27.8544	30.3682	

Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 2 = 7, Lantai 1 dan 2 (Bentang D - C, C - B, B - A)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah Y (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana		
							Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)	
As 2 = 7	1	D - C	Tumpuan	-8.7557	-1.3755	45.6803	-12.7077	37.8001	-53.5605	37.4709	-58.4577	-58.4577	37.8001		
			Lapangan	4.7558	-0.2034	1.1111	5.3816	5.3913	3.1691	5.9680	3.6348	5.9680	5.9680	5.9680	
			Tumpuan	-7.9827	0.9688	-43.4582	-8.0292	-50.6426		36.2737	-53.0974	38.1647	-53.0974	38.1647	
	C - B		Tumpuan	-9.1759	0.0357	42.0293	-10.9539	33.7710	-50.2877	34.5299	-53.7317	-53.7317	34.5299	34.5299	
			Lapangan	4.1930	0.0304	0.0119	5.0803	3.7856	3.7618	4.438	4.4189	5.0803	5.0803	5.0803	
			Tumpuan	-8.6881	0.0251	-42.0056	-10.3856	-49.8249		34.1863	-53.2047	35.0071	-53.2047	35.0071	35.0071
	B - A		Tumpuan	-7.4274	1.1757	43.2291	-7.0318	36.5444	-49.9138	38.7028	-52.0783	-52.0783	38.7028	38.7028	
			Lapangan	4.4946	-0.2342	-1.0317	5.0188	3.0134	5.0769	3.4147	5.5813	5.5813	5.5813	5.5813	
			Tumpuan	-9.8334	-1.6440	-45.2926	-14.4305	-54.1426		36.4425	-59.4359	35.6785	-59.4359	36.4425	36.4425
	2	D - C	Tumpuan	-41.4674	-24.7157	96.5089	-89.3059	59.1882	-133.8295	34.4372	-168.2314	-168.2314	59.1882	59.1882	
			Lapangan	22.1715	16.7568	3.9133	53.4167	23.8677	16.0411	43.2243	35.0063	53.4167	53.4167	53.4167	
			Tumpuan	-38.1479	-25.1041	-88.6822	-85.9440	-123.0153		54.3492	-156.8950	29.3377	-156.8950	54.3492	54.3492
	C - B		Tumpuan	-57.6264	-26.1733	83.9794	-111.0289	32.1156	-135.8431	2.9368	-173.4198	-173.4198	32.1156	32.1156	
			Lapangan	33.4117	15.6695	0.0516	65.1652	30.1221	30.0189	49.9442	49.8358	65.1652	65.1652	65.1652	
			Tumpuan	-54.1961	-25.8210	-83.8761	-106.3489	-132.6526		35.0996	-169.3766	6.7632	-169.3766	35.0996	35.0996
	B - A		Tumpuan	-42.3643	-25.1853	88.4479	-91.1337	50.3200	-126.5758	24.5876	-161.1530	-161.1530	50.3200	50.3200	
			Lapangan	23.8822	16.9422	-3.9705	55.7662	17.5235	25.4645	36.9177	45.2557	55.7662	55.7662	55.7662	
			Tumpuan	-33.8296	-24.2636	-96.3889	-79.4173	-126.8355		65.9422	-159.6585	42.7581	-159.6585	65.9422	65.9422

Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 2 = 7, Lantai 3 dan 4 (Bentang D - C, C - B, B - A)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah Y (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
							(KNm)	(KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)
As 2 = 7	3	D - C	Tumpuan	-44.5195	-27.1650	90.8206	-96.8874	50.7531	-130.8881	22.9452	-167.7780	-167.7780	50.7531	
			Lapangan	22.2662	16.4900	3.5389	53.1034	23.5785	16.5007	42.6784	35.2467	53.1034	53.1034	
			Tumpuan	-34.9064	-23.1884	-83.7427	-78.9892	-115.1585	52.3270	-146.4946	29.3651	-146.4946	-146.4946	52.3270
		C - B	Tumpuan	-59.4387	-26.2316	81.2168	-113.2970	27.7220	-134.7116	-1.9219	-172.4771	-172.4771		27.7220
			Lapangan	33.2681	15.8524	0.0103	65.2855	29.9516	29.9310	49.9228	49.9011	65.2855	65.2855	
			Tumpuan	-52.6710	-25.3969	-81.1961	-103.8403	-128.6000	33.7922	-164.5605	5.9513	-164.5605	-164.5605	33.7922
	4	B - A	Tumpuan	-40.6799	-23.3557	83.3150	-86.1850	46.7031	-119.9269	22.6957	-152.2658	-152.2658		46.7031
			Lapangan	23.7843	16.6533	-3.3856	55.1864	18.0203	24.7915	37.1560	44.2657	55.1864	55.1864	
			Tumpuan	-35.7098	-26.6711	-90.0862	-85.5255	-122.2250	57.9474	-157.2899	31.8910	-157.2899	-157.2899	57.9474
		D - C	Tumpuan	-45.6727	-28.1985	66.8959	-99.9249	25.7905	-108.0013	-4.3632	-144.8446	-144.8446		25.7905
			Lapangan	22.1418	16.4500	2.5176	52.8902	22.4453	17.4100	41.4377	36.1506	52.8902	52.8902	
			Tumpuan	-34.0020	-22.2348	-61.8606	-76.3782	-92.4624	31.2588	-121.6677	8.2396	-121.6677	-121.6677	31.2588
	5	C - B	Tumpuan	-59.9952	-26.2570	61.8873	-114.0054	7.8916	-115.8829	-22.8262	-152.7894	-152.7894		7.8916
			Lapangan	33.3891	15.9552	0.0572	65.5952	30.1074	29.9930	50.1962	50.0761	65.5952	65.5952	
			Tumpuan	-51.8724	-25.1661	-61.7729	-102.5126	-108.4581	15.0877	-143.1095	-13.3864	-143.1095	-143.1095	15.0877
		B - A	Tumpuan	-40.2441	-22.4374	61.4980	-84.1928	25.2783	-97.7177	1.1133	-128.0326	-128.0326		25.2783
			Lapangan	23.6670	16.6161	-2.5605	54.9860	18.7398	23.8607	37.8640	43.2410	54.9860	54.9860	
			Tumpuan	-36.3803	-27.6638	-66.6190	-87.9185	-99.3613	33.8767	-134.2916	5.6083	-134.2916	-134.2916	33.8767

Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 2 = 7, Lantai 5 dan Atap (Bentang D - C, C - B, B - A)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah Y (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
							Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)
As 2 = 7	5	D - C	Tumpuan	-41.9363	-26.9426	38.5834	-93.4317	0.8408	-76.3261	-28.9812	-110.0065	-110.0065	0.8408	
			Lapangan	22.6465	16.9586	2.1595	54.3096	22.5414	18.2223	42.0723	37.5372	54.3096	54.3096	
			Tumpuan	-36.7290	-22.4735	-34.2644	-80.0323	-67.3204	1.2083	-95.7804	-23.8253	-95.7804	-95.7804	1.2083
		C - B	Tumpuan	-59.1377	-26.3439	35.4991	-113.1154	-17.7248	-88.7230	-49.7155	-124.2635	-124.2635	-17.7248	
			Lapangan	33.5269	15.8339	-0.1076	65.5665	30.0666	30.2818	50.0533	50.2793	65.5665	65.5665	
			Tumpuan	-52.4543	-25.3217	-35.7143	-103.4599	-82.9232	-11.4946	-116.5061	-41.5061	-116.5061	-116.5061	-11.4946
		B - A	Tumpuan	-42.2152	-22.6466	33.6195	-86.8927	-4.3742	-71.6131	-30.4265	-101.0274	-101.0274	-4.3742	
			Lapangan	24.7423	17.1998	-1.5725	57.2104	20.6955	23.8406	40.5820	43.8844	57.2104	57.2104	
			Tumpuan	-32.2586	-26.2873	-36.7646	-80.7699	-65.7973	7.7319	-97.3158	-20.1102	-97.3158	-97.3158	7.7319
ATAP 1	D - C	Tumpuan	-3.3281	3.2556	-7.4191	1.2153	-10.4144	4.4238	-8.2080	7.3722	-10.4144	-10.4144	7.3722	
		Lapangan	3.1261	-0.3614	-0.8554	3.1732	1.9581	3.6689	2.0428	3.8391	3.8391	3.8391		
		Tumpuan	-10.6696	-3.9784	5.7084	-19.1689	-3.8943	-15.3110	-8.9689	-20.9564	-20.9564	-20.9564	-3.8943	
		C - B	Tumpuan	-4.8798	0.7970	-11.8178	-4.5806	-16.2096	7.4259	-16.7794	8.0380	-16.7794	-16.7794	8.0380
			Lapangan	3.4574	0.4993	0.1137	4.9477	3.2254	2.9980	4.2215	3.9827	4.9477	4.9477	
			Tumpuan	-8.4553	0.2016	12.0452	-9.8239	4.4354	-19.6550	3.9599	-21.3351	-21.3351	-21.3351	3.9599
		B - A	Tumpuan	-10.9787	-4.2059	-10.4023	-19.9038	-20.2831	0.5215	-26.4246	-4.5798	-26.4246	-26.4246	0.5215
			Lapangan	2.9479	-0.3658	-0.5438	2.9523	2.1093	3.1970	2.1786	3.3207	3.3207	3.3207	
			Tumpuan	-3.3755	3.4744	9.3146	1.5084	6.2767	-12.3526	9.5194	-10.0413	-12.3526	-12.3526	9.5194

Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 2 = 7, Lantai 2 - 5 & Atap (Bentang D' - D, D'' - D, A' - A)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah Y (KNm)		1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
						(KNm)	(KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)
As 2 = 7	2	D' - D	Tumpuan	0.1630	-0.1201	-0.6030	0.0035	-0.4564	0.7497	-0.5755	0.6909	-0.5755	0.6909	-0.5755	0.7497
			Lapangan	-14.8125	-1.7273	-0.3367	-20.5387	-13.6679	-12.9945	-17.5390	-16.8319	-20.5387	-16.8319	-20.5387	-20.5387
			Tumpuan	-32.0600	-3.5053	-0.0703	-44.0805	-28.9244	-28.7837	-37.0494	-36.9017	-44.0805	-36.9017	-44.0805	-28.7837
	3	D' - D	Tumpuan	0.2221	-0.0889	-0.7640	0.1242	-0.5642	0.9639	-0.6531	0.9514	-0.6531	0.9514	-0.6531	0.9639
			Lapangan	-14.8452	-1.6559	-0.5313	-20.4637	-13.8920	-12.8294	-17.7102	-16.5945	-20.4637	-16.5945	-20.4637	-20.4637
			Tumpuan	-32.1846	-3.3936	-0.2986	-44.0513	-29.2648	-28.6676	-37.3143	-36.6873	-44.0513	-36.6873	-44.0513	-28.6676
	4	D' - D	Tumpuan	0.2001	-0.0915	-0.5439	0.0936	-0.3639	0.7240	-0.4475	0.6947	-0.4475	0.6947	-0.4475	0.7240
			Lapangan	-14.8767	-1.6427	-0.3750	-20.4804	-13.7640	-13.0140	-17.5667	-16.7791	-20.4804	-16.7791	-20.4804	-20.4804
			Tumpuan	-32.2256	-3.3645	-0.2061	-44.0540	-29.2091	-28.7969	-37.2328	-36.8000	-44.0540	-36.8000	-44.0540	-28.7969
	5	D' - D	Tumpuan	-0.0172	-0.2087	-0.5719	-0.3546	-0.5873	0.5564	-0.8157	0.3852	-0.8157	0.3852	-0.8157	0.5564
			Lapangan	-15.1311	-1.8013	-0.5346	-21.0394	-14.1526	-13.0834	-18.1512	-17.0286	-21.0394	-17.0286	-21.0394	-21.0394
			Tumpuan	-32.5172	-3.5645	-0.4973	-44.7239	-29.7628	-28.7681	-38.0337	-36.9893	-44.7239	-36.9893	-44.7239	-28.7681
ATAP	D' - D	Tumpuan	-25.7874	-1.9067	-0.4061	-33.9956	-23.6147	-22.8026	-29.3050	-28.4523	-29.3050	-28.4523	-29.3050	-22.8026	
		Lapangan	-11.8419	-0.8281	-0.3016	-15.5352	-10.9593	-10.3560	-13.5332	-12.8998	-15.5352	-12.8998	-15.5352	-15.5352	
		Tumpuan	0.7537	0.0839	-0.1972	1.0386	0.4811	0.8755	0.6635	1.0777	0.6635	1.0777	0.4811	1.0777	
	A' - A	Tumpuan	-25.3844	-1.9263	0.6305	-33.5433	-22.2155	-23.4764	-27.8119	-29.1359	-27.8119	-29.1359	-27.8119	-22.2155	
		Lapangan	-11.5800	-0.8140	0.5221	-15.1985	-9.8999	-10.9441	-12.3801	-13.4765	-15.1985	-13.4765	-15.1985	-15.1985	
		Tumpuan	0.8743	0.1315	0.4138	1.2597	1.2007	0.3731	1.4768	0.6079	1.4768	0.6079	1.4768	1.4768	

Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 3 = 6, Lantai 1 dan 2 (Bentang D - C, C - B, B - A)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah Y (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana		
							Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)	
As 3 = 6	1	D - C	Tumpuan	-9.3706	-1.5148	41.0769	-13.6684	32.6433	-49.5105	31.8601	-54.4014	-54.4014	-54.4014	32.6433	
			Lapangan	4.0894	-0.2333	1.6476	4.5340	5.3280	2.0328	5.8033	2.3434	5.8033	5.8033	5.8033	
			Tumpuan	-8.7006	1.0482	-37.7817	-8.7636	-45.6123	29.9512	-47.8159	31.5257	-47.8159	-47.8159	31.5257	
		C - B		Tumpuan	-8.2477	0.1525	35.1825	-9.6533	27.7596	-42.6055	28.4256	-45.4577	-45.4577	-45.4577	28.4256
				Lapangan	4.6060	0.0331	-0.0841	5.5802	4.0613	4.2295	4.7793	4.9559	4.9559	4.9559	5.5802
				Tumpuan	-8.7903	-0.0862	-35.3507	-10.6863	-43.2620	27.4394	-46.4295	27.8069	-46.4295	-46.4295	27.8069
	2	D - C	B - A	Tumpuan	-8.1393	1.3132	36.3953	-7.6660	29.0699	-43.7207	30.9098	-45.5203	-45.5203	30.9098	
				Lapangan	4.1202	-0.2393	-0.8119	4.5613	2.8963	4.5201	3.2476	4.9526	4.9526	4.9526	4.9526
				Tumpuan	-9.8702	-1.7919	-38.0191	-14.7113	-46.9023	29.1360	-51.9772	27.8630	-51.9772	-51.9772	27.8630
		C - B		Tumpuan	-49.3096	-24.2935	69.1533	-98.0412	24.7747	-113.5320	-2.1215	-147.3435	-147.3435	-147.3435	24.7747
				Lapangan	35.8542	16.9787	-2.0125	70.1909	30.2562	34.2813	51.5786	55.8049	55.8049	55.8049	70.1909
				Tumpuan	-57.6279	-25.0824	-73.1784	-109.2853	-125.0435	21.3133	-161.0495	-7.3748	-161.0495	-161.0495	21.3133
	3	D - C	C - B	Tumpuan	-41.7010	-25.9974	77.6047	-91.6370	40.0738	-115.1356	13.1314	-149.8385	-149.8385	40.0738	
				Lapangan	20.9467	15.6848	0.4312	50.2316	19.2832	18.4207	37.2689	36.3633	36.3633	36.3633	50.2316
				Tumpuan	-40.3640	-25.9665	-76.7422	-89.9832	-113.0698	40.4146	-147.4998	13.6588	-147.4998	-147.4998	13.6588
		B - A		Tumpuan	-57.7788	-24.9738	79.8318	-109.2926	27.8309	-131.8327	-0.4446	-168.0914	-168.0914	-168.0914	27.8309
				Lapangan	35.4090	16.9412	-3.4632	69.5967	28.4049	35.3312	49.5525	56.8252	56.8252	56.8252	69.5967
				Tumpuan	-50.0491	-24.4772	-86.7582	-99.2224	-131.8023	41.7140	-166.7785	15.4136	-166.7785	-166.7785	15.4136

Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 3 = 6, Lantai 3 dan 4 (Bentang D - C, C - B, B - A)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah Y (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
							Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)
As 3 = 6	3	D - C	Tumpuan	-55.5206	-27.4593	94.4724	-110.5596	44.5038	-144.4409	14.9503	-183.4416	-183.4416	44.5038	
			Lapangan	34.4004	16.6100	4.6154	67.8564	35.5757	26.3450	56.6629	46.9707	67.8564	67.8564	
			Tumpuan	-54.3245	-22.6540	-85.2416	-101.4359	-134.1337	36.3496	-167.9526	11.0549	-167.9526	-167.9526	36.3496
		C - B	Tumpuan	-42.4458	-26.0397	79.6333	-92.5984	41.4321	-117.8345	14.4394	-152.7905	-152.7905	41.4321	
				Lapangan	21.4532	15.8934	-0.1406	51.1733	19.1672	19.4485	37.3975	37.6928	51.1733	51.1733
				Tumpuan	-38.6063	-25.5068	-79.9146	-87.1384	-114.6602	45.1689	-148.5508	19.2698	-148.5508	-148.5508
		B - A	Tumpuan	-58.3758	-23.1651	82.1523	-107.1152	29.6141	-134.6905	3.0743	-169.4456	-169.4456	29.6141	
				Lapangan	34.7464	16.6480	-3.2000	68.3325	28.0717	34.4718	48.8561	55.5761	68.3325	68.3325
				Tumpuan	-50.7772	-26.8722	-88.5524	-103.9281	-134.2518	42.8529	-171.6902	14.2697	-171.6902	-171.6902
	4	D - C	Tumpuan	-55.5034	-28.5695	68.2970	-112.3152	18.3439	-118.2500	-13.5648	-156.9885	-156.9885	18.3439	
				Lapangan	34.3546	16.5778	2.2652	67.7499	33.1843	28.6539	54.1167	49.3598	67.7499	67.7499
				Tumpuan	-54.4334	-21.6083	-63.7666	-99.8934	-112.7566	14.7765	-144.5298	-10.6200	-144.5298	-144.5298
		C - B	Tumpuan	-42.5293	-25.9612	62.9783	-92.5731	24.7019	-101.2547	-3.0619	-135.3163	-135.3163	24.7019	
				Lapangan	21.5847	16.0077	0.0831	51.5139	19.5093	19.3431	37.8784	37.7039	51.5139	51.5139
				Tumpuan	-38.2597	-25.3568	-62.8121	-86.4825	-97.2458	28.3784	-130.0875	1.8179	-130.0875	-130.0875
		B - A	Tumpuan	-58.5449	-22.1416	62.5565	-105.6803	9.8662	-115.2469	-16.7115	-148.0802	-148.0802	9.8662	
				Lapangan	34.5431	16.6026	-2.5051	68.0159	28.5837	33.5939	49.3294	54.5901	68.0159	68.0159
				Tumpuan	-51.0147	-27.9866	-67.5667	-105.9962	-113.4799	21.6534	-150.9578	-9.0678	-150.9578	-150.9578

Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 3 = 6, Lantai 5 dan Atap (Bentang D - C, C - B, B - A)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD ( KNm )	ML ( KNm )	ME arah Y ( KNm )	1,2 MD + 1,6 ML ( KNm )		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana		
							MD ( KNm )	ML ( KNm )	Y ki ( KNm )	Y kn ( KNm )	Y ki ( KNm )	Y kn ( KNm )	Negatif ( KNm )	Positif ( KNm )	
As 3 = 6	D - C	Tumpuan	-49.4553	-26.9789	40.7255	-102.5126	-3.7843	-85.2353	-34.6613	-120.1849	-120.1849	-3.7843	-120.1849	-3.7843	
		Lapangan	36.2927	17.2003	2.2236	71.0717	34.8870	30.4398	56.6964	52.0268	71.0717	71.0717	52.0268	71.0717	
		Tumpuan	-56.6052	-21.9538	-36.2783	-103.0523	-87.2230	-14.6663	-42.0896	-118.2740	-118.2740	-118.2740	-14.6663	-118.2740	-14.6663
C - B	Tumpuan	-42.9697	-26.0578	36.3115	-93.2561	-2.3613	-74.9842	-31.6157	-107.8698	-107.8698	-107.8698	-2.3613	-107.8698	-2.3613	
	Lapangan	20.5916	15.8756	-0.1660	50.1108	18.3665	18.6984	36.4493	36.7978	50.1108	50.1108	36.7978	50.1108	36.7978	
	Tumpuan	-39.8055	-25.5244	-36.6434	-88.6056	-72.4683	0.8184	-27.4408	-104.3918	-104.3918	-104.3918	-27.4408	-104.3918	-27.4408	
B - A	Tumpuan	-59.7271	-22.3904	34.7331	-107.4971	-19.0213	-88.4875	-47.4025	-120.3421	-120.3421	-120.3421	-19.0213	-120.3421	-19.0213	
	Lapangan	36.5521	17.2231	-1.5275	71.4195	31.3694	34.4244	53.0517	56.2594	71.4195	71.4195	53.0517	71.4195	53.0517	
	Tumpuan	-45.8146	-26.4968	-37.7881	-97.3723	-79.0212	-3.4450	-112.8223	-33.4672	-112.8223	-112.8223	-33.4672	-112.8223	-33.4672	
ATAP 1	D - C	Tumpuan	-5.5077	3.8615	-8.5206	-0.4307	-13.4775	3.5637	6.8127	-13.4775	-13.4775	6.8127	-13.4775	6.8127	
		Lapangan	2.1933	-0.4301	-0.8594	1.9438	1.1146	2.8333	0.9942	2.7989	2.8333	2.8333	0.9942	2.8333	0.9942
		Tumpuan	-10.3557	-4.7218	6.8019	-19.9817	-2.5183	-16.1220	-8.1936	-22.4775	-22.4775	-22.4775	-8.1936	-22.4775	-8.1936
C - B	Tumpuan	-5.4405	0.6859	-12.2707	-5.4312	-17.1671	7.3742	7.8199	-17.9486	-17.9486	-17.9486	7.8199	-17.9486	7.8199	
	Lapangan	3.9552	0.5535	0.0974	5.6319	3.6571	3.4623	4.7783	4.5738	5.6319	5.6319	4.7783	5.6319	4.7783	
	Tumpuan	-6.8990	0.4211	12.4655	-7.6050	6.2563	-18.6746	6.2427	-19.9347	-19.9347	-19.9347	6.2427	-19.9347	6.2427	
B - A	Tumpuan	-9.1713	-4.4826	-11.2757	-18.1778	-19.5299	3.0215	-25.7055	-2.0265	-25.7055	-25.7055	-2.0265	-25.7055	-2.0265	
	Lapangan	2.2068	-0.4107	-0.6213	1.9912	1.3648	2.6075	1.2767	2.5815	2.6075	2.6075	1.2767	2.6075	1.2767	
	Tumpuan	-6.6650	3.6613	10.0330	-2.1399	4.0346	-16.0315	6.9964	-14.0730	-14.0730	-14.0730	6.9964	-14.0730	6.9964	



Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 3 =6, Lantai 2 &amp; Atap (Bentang E - D, D' - D, A' - A)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD ( KNm )	ML ( KNm )	ME arah Y ( KNm )	1,2 MD + 1,6 ML ( KNm )			0,9 MD ± ME			1,05 (MD + 0,9ML ± ME)			Momen Rencana		
							Y ki ( KNm )	Y kn ( KNm )	Y ki ( KNm )	Y ki ( KNm )	Y kn ( KNm )	Y ki ( KNm )	Y kn ( KNm )	Y ki ( KNm )	Y kn ( KNm )	Negatif ( KNm )	Positif ( KNm )	
As 3 = 6	2	E - D	Tumpuan	9.4768	0.6855	-92.9424	12.4689	-84.4133	101.4715	-86.9911	108.1880	-86.9911	108.1880	-86.9911	108.1880	-86.9911	108.1880	
			Lapangan	3.2137	-0.6962	-7.0285	2.7425	-4.1362	9.9208	-4.6635	10.0964	-4.6635	10.0964	10.0964	10.0964	10.0964	10.0964	10.0964
			Tumpuan	-19.7895	-4.3279	78.8854	-30.6719	61.0749	-96.6959	57.9609	-107.6984	57.9609	-107.6984	-107.6984	-107.6984	-107.6984	-107.6984	61.0749
ATAP	D'' - D	Tumpuan																
		Lapangan	-25.2419	-2.7521	0.0266	-34.6936	-22.6911	-22.7444	-29.0768	-29.0768	-29.1327	-34.6936	-29.1327	-34.6936	-34.6936	-34.6936	-22.6911	
		Tumpuan	-11.8429	-1.2553	-0.0347	-16.2199	-10.6933	-10.6238	-13.6577	-13.6577	-13.5848	-16.2199	-13.5848	-16.2199	-16.2199	-16.2199	-16.2199	
			Tumpuan	0.2062	0.0748	-0.0961	0.3672	0.0894	0.2817	0.1863	0.3892	0.0894	0.3892	0.0894	0.3892	0.0894	0.3892	
			Lapangan															
			Tumpuan															
		A' - A	Tumpuan	0.1173	0.0472	0.1194	0.2163	0.2249	-0.0138	0.2931	0.0424	-0.0138	0.2931	0.0424	-0.0138	-0.0138	0.2931	
			Lapangan	-11.5900	-1.0732	0.1023	-15.6252	-10.3287	-10.5333	-13.0763	-13.0763	-13.2912	-15.6252	-13.2912	-15.6252	-15.6252	-15.6252	-15.6252
			Tumpuan	-24.6473	-2.3604	0.0852	-33.3534	-22.0974	-22.2678	-28.0208	-28.0208	-28.1998	-33.3534	-28.1998	-33.3534	-33.3534	-33.3534	-22.0974

Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 4 = 5, Lantai 1 dan 2 (Bentang D - C, C - B, B - A)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah Y (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)			0,9 MD ± ME			1,05 (MD + 0,9ML ± ME)			Momen Rencana			
							Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)			
As 4 = 5	1	D - C	Tumpuan	-8.250263	-1.417768	39.17328	31.7480	-46.5985	31.1294	-51.1345	-51.1345	31.7480	-51.1345	31.7480	-51.1345	31.7480	-51.1345	31.7480	
			Lapangan	4.325795	-0.2255294	1.602474	4.8301	2.2907	5.4957	6.0116	2.6464	6.0116	2.6464	6.0116	6.0116	6.0116	6.0116	6.0116	6.0116
			Tumpuan	-9.348147	0.9667095	-35.96833	-9.6710		-44.3817	27.5550	-46.6688	28.8647	28.8647	-46.6688	28.8647	-46.6688	28.8647	-46.6688	28.8647
	C - B	Tumpuan	-9.026896	0.2029722	33.44138	-10.5075	-41.5656	25.3172	-41.5656	25.8270	-44.3999	-44.3999	25.8270	-44.3999	-44.3999	25.8270	-44.3999	25.8270	
		Lapangan	4.509759	0.03262708	-0.08291935	5.4639	4.1417	3.9759	4.1417	4.6790	4.8531	5.4639	4.6790	4.8531	5.4639	4.8531	5.4639	5.4639	
		Tumpuan	-8.203586	-0.137718	-33.60721	-10.0647		-40.9904	26.2240	-44.0315	26.5437	-44.0315	26.5437	-44.0315	-44.0315	26.5437	-44.0315	26.5437	
	B - A	Tumpuan	-7.888655	1.363938	34.57324	-7.2841		27.4735	-41.6730	29.3077	-43.2961	-43.2961	29.3077	-43.2961	-43.2961	29.3077	-43.2961	29.3077	
		Lapangan	4.122606	-0.2405287	-0.7644112	4.5623	2.9459	2.9459	4.4748	3.2988	4.9041	4.9041	3.2988	4.9041	4.9041	4.9041	4.9041	4.9041	
		Tumpuan	-10.11613	-1.844996	-36.10206	-15.0913		-45.2066	26.9975	-50.2726	25.5417	25.5417	-50.2726	25.5417	-50.2726	25.5417	-50.2726	25.5417	
	2	D - C	Tumpuan	-30.91675	-24.27757	66.01299	-75.9442		38.1879	-93.8381	13.9087	-124.7185	-124.7185	13.9087	-124.7185	-124.7185	13.9087	-124.7185	38.1879
Lapangan			24.99586	16.93971	-2.051815	57.0986		20.4445	24.5481	40.0993	44.4081	57.0986	40.0993	44.4081	57.0986	44.4081	57.0986	57.0986	
Tumpuan			-43.04987	-25.17636	-70.11662	-91.9420		-108.8615	31.3717	-142.6165	4.6284	-142.6165	31.3717	-142.6165	-142.6165	31.3717	-142.6165	31.3717	
C - B		Tumpuan	-41.24917	-25.90882	74.58157	-90.9531		37.4573	-111.7058	10.5152	-146.1061	-146.1061	10.5152	-146.1061	-146.1061	10.5152	-146.1061	37.4573	
		Lapangan	21.61165	15.6848	0.4308466	51.0297		19.8813	19.0196	37.9668	37.0620	51.0297	37.9668	37.0620	51.0297	37.0620	51.0297	51.0297	
		Tumpuan	-39.48587	-26.0549	-73.71987	-89.0709		-109.2572	38.1826	-143.4879	11.3238	-143.4879	11.3238	-143.4879	-143.4879	11.3238	-143.4879	38.1826	
B - A	Tumpuan	-57.07984	-24.89541	76.57587	-108.3285		25.2040	-127.9477	-3.0553	-163.8647	-163.8647	-3.0553	-163.8647	-163.8647	-3.0553	-163.8647	25.2040		
	Lapangan	35.4868	16.9372	-3.313795	69.6837		28.5243	35.2519	49.7873	56.7463	69.6837	49.7873	56.7463	69.6837	56.7463	69.6837	69.6837		
	Tumpuan	-50.5924	-24.56351	-83.20346	-100.0125		-128.7366	37.6703	-163.6982	11.0291	-163.6982	11.0291	-163.6982	-163.6982	11.0291	-163.6982	37.6703		

Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 4 = 5, Lantai 3 dan 4 (Bentang D - C, C - B, B - A)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah Y (KNm)		1,2 MD + 1,6 ML (KNm)			0,9 MD ± ME			1,05 (MD + 0,9ML ± ME)			Momen Rencana		
						(KNm)	(KNm)	(KNm)	(KNm)	(KNm)	(KNm)	(KNm)	(KNm)	(KNm)	(KNm)	(KNm)	(KNm)	(KNm)	(KNm)
As 4 = 5	3	D - C	Tumpuan	-35.1053	-27.2631	92.2476	-85.7472	60.6529	-123.8424	34.2359	-159.4841	-159.4841	-159.4841	-159.4841	-159.4841	-159.4841	-159.4841	60.6529	
			Lapangan	23.9387	16.6238	4.5394	55.3246	26.0843	17.0055	45.6115	36.0788	36.0788	36.0788	36.0788	36.0788	36.0788	36.0788	55.3246	
			Tumpuan	-40.9756	-22.8227	-83.1689	-85.6870	-120.0469	46.2908	-151.9191	22.7355	22.7355	22.7355	22.7355	22.7355	22.7355	22.7355	-151.9191	46.2908
	C - B	Tumpuan	-43.9278	-25.9579	77.6453	-94.2460	38.1103	-117.1803	10.8732	-152.1820	-152.1820	-152.1820	-152.1820	-152.1820	-152.1820	-152.1820	-152.1820	38.1103	
		Lapangan	21.9398	15.8897	-0.1473	51.7512	19.5986	19.8931	37.8979	38.2071	38.2071	38.2071	38.2071	38.2071	38.2071	38.2071	51.7512		
		Tumpuan	-36.1510	-25.5961	-77.9398	-84.3349	-110.4757	45.4040	-143.9836	19.6900	19.6900	19.6900	19.6900	19.6900	19.6900	19.6900	-143.9836	45.4040	
	B - A	Tumpuan	-57.3541	-23.0900	80.1079	-105.7689	28.4892	-131.7265	2.0715	-166.1551	-166.1551	-166.1551	-166.1551	-166.1551	-166.1551	-166.1551	-166.1551	28.4892	
		Lapangan	34.8755	16.6447	-3.1261	68.4820	28.2618	34.5140	49.0660	55.6309	55.6309	55.6309	55.6309	55.6309	55.6309	55.6309	68.4820		
		Tumpuan	-51.5409	-26.9540	-86.3601	-104.9754	-132.7469	39.9733	-170.2675	11.0887	11.0887	11.0887	11.0887	11.0887	11.0887	11.0887	-170.2675	39.9733	
	4	D - C	Tumpuan	-34.5068	-28.3991	67.5121	-86.8467	36.4559	-98.5682	7.8184	-133.9569	-133.9569	-133.9569	-133.9569	-133.9569	-133.9569	-133.9569	-133.9569	36.4559
			Lapangan	23.8529	16.5826	2.2344	55.1555	23.7020	19.2331	43.0622	38.3699	38.3699	38.3699	38.3699	38.3699	38.3699	38.3699	55.1555	
			Tumpuan	-41.7458	-21.7691	-63.0432	-84.9256	-100.6144	25.4720	-130.6003	1.7904	1.7904	1.7904	1.7904	1.7904	1.7904	-130.6003	25.4720	
C - B		Tumpuan	-44.9939	-25.8596	62.2263	-95.3680	21.7319	-102.7208	-6.3432	-137.0185	-137.0185	-137.0185	-137.0185	-137.0185	-137.0185	-137.0185	-137.0185	21.7319	
		Lapangan	22.0393	16.0058	0.0837	52.0564	19.9191	19.7516	38.3546	38.1788	38.1788	38.1788	38.1788	38.1788	38.1788	38.1788	52.0564		
		Tumpuan	-34.8859	-25.4621	-62.0589	-82.6025	-93.4562	30.6616	-125.8537	4.4699	4.4699	4.4699	4.4699	4.4699	4.4699	-125.8537	30.6616		
B - A	Tumpuan	-57.3972	-22.0583	61.8080	-104.1699	10.1505	-113.4655	-16.2138	-146.0105	-146.0105	-146.0105	-146.0105	-146.0105	-146.0105	-146.0105	-146.0105	10.1505		
	Lapangan	34.7022	16.5985	-2.4811	68.2002	28.7509	33.7131	49.5177	54.7281	54.7281	54.7281	54.7281	54.7281	54.7281	54.7281	68.2002			
	Tumpuan	-51.8442	-28.0781	-66.7702	-107.1380	-113.4300	20.1105	-151.0789	-10.8614	-10.8614	-10.8614	-10.8614	-10.8614	-10.8614	-10.8614	-151.0789	20.1105		



Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 4 = 5, Lantai 2 &amp; Atap (Bentang E - D, D'' - D, A' - A)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD ( KNm )	ML ( KNm )	ME arah Y ( KNm )	1,2 MD + 1,6 ML ( KNm )			0,9 MD ± ME			1,05 (MD + 0,9ML ± ME)			Momen Rencana	
							Y ki ( KNm )	Y kn ( KNm )	Y ki ( KNm )	Y ki ( KNm )	Y kn ( KNm )	Y ki ( KNm )	Y kn ( KNm )	Y ki ( KNm )	Y kn ( KNm )	Negatif ( KNm )	Positif ( KNm )
As 4 = 5	2	E - D	Tumpuan	7.0699	-0.1350	-88.5740	8.2680	-82.2111	94.9369	-85.7068	100.2986	-85.7068	100.2986	-85.7068	100.2986		
			Lapangan	6.0881	-0.1266	-6.5934	7.1032	-1.1142	12.0727	-0.6503	13.1960	-0.6503	13.1960	13.1960	13.1960		
			Tumpuan	-18.9238	-4.6182	75.3871	-30.0976	58.3557	-92.4185	54.9223	-103.3906	-103.3906	-103.3906	58.3557	58.3557		
ATAP	D'' - D	Tumpuan	-26.2928	-2.4463	-0.0162	-35.4655	-23.6798	-23.6473	-29.9363	-29.9363	-29.9021	-35.4655	-23.6473	-35.4655			
		Lapangan	-12.4955	-1.1490	-0.0077	-16.8329	-11.2536	-11.2383	-14.2141	-14.2141	-14.1980	-16.8329	-16.8329	-16.8329			
		Tumpuan	-0.0481	-0.0183	0.0009	-0.0871	-0.0424	-0.0443	-0.0669	-0.0669	-0.0688	-0.0871	-0.0424	-0.0424			
A' - A	A' - A	Tumpuan	0.0948	0.0006	0.0081	0.1147	0.0935	0.0772	0.1087	0.1087	0.0916	0.0772	0.1147	0.1147			
		Lapangan	-11.8482	-1.0330	-0.0023	-15.8706	-10.6657	-10.6611	-13.4192	-13.4192	-13.4144	-15.8706	-15.8706	-15.8706			
		Tumpuan	-25.1412	-2.2332	-0.0128	-33.7427	-22.6399	-22.6144	-28.5221	-28.5221	-28.4953	-33.7427	-22.6144	-22.6144			



Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 8' = 1', Lantai 4 dan 5 (Bentang D' - D, D - C, B - A)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah Y (KNm)		1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME			1,05 (MD + 0,9ML ± ME)			Momen Rencana		
						Y	X	Y ki	Y kn	Y ki	Y kn	Y ki	Y kn	Negatif (KNm)	Positif (KNm)			
As 8' = 1'	4	D - D	Tumpuan	-15.7634	-1.8753	14.6881	-0.9678	-21.9166	-27.4064	-2.9013	-33.7463	-0.9678	-33.7463	-0.9678	-33.7463	-0.9678	-0.9678	
			Lapangan	-11.9847	-1.2369	9.4383	-2.2917	-16.3606	-19.2807	-3.8425	-23.6630	-3.8425	-23.6630	-23.6630	-23.6630	-23.6630	-23.6630	-23.6630
			Tumpuan	-10.4780	-0.7691	4.1885	-5.6605	-13.8042	-13.1999	-7.3308	-16.1267	-7.3308	-16.1267	-16.1267	-16.1267	-16.1267	-5.6605	-5.6605
	D - C	Tumpuan	-15.1241	-0.7139	-10.5299	-19.2911	-23.0886	-4.1348	-27.6113	-5.4985	-27.6113	-5.4985	-27.6113	-27.6113	-27.6113	-4.1348	-4.1348	
		Lapangan	25.0339	3.1254	8.1332	35.0413	29.8504	15.2107	37.7790	20.6993	37.7790	20.6993	37.7790	37.7790	37.7790	37.7790	37.7790	
		Tumpuan	-27.3705	-2.9500	26.7963	-37.5646	-48.7501	-0.5168	-3.3907	-59.6628	-3.3907	-59.6628	-59.6628	-59.6628	-59.6628	-0.5168	-0.5168	
	B - A	Tumpuan	-15.4973	-1.6809	-19.2348	-21.2862	-31.2589	3.3637	-38.0572	2.3359	-38.0572	2.3359	-38.0572	-38.0572	-38.0572	3.3637	3.3637	
		Lapangan	30.0318	3.6727	-5.0627	41.9145	22.4722	31.5851	29.6883	40.3200	29.6883	40.3200	41.9145	41.9145	41.9145	41.9145	41.9145	
		Tumpuan	-17.0015	-0.8883	9.1093	-21.8231	-7.1029	-23.4997	-9.1262	-28.2558	-9.1262	-28.2558	-28.2558	-28.2558	-28.2558	-7.1029	-7.1029	
	5	D' - D	Tumpuan	-15.5118	-1.7053	7.5373	-21.3426	-7.1771	-20.7442	-9.9847	-25.8131	-9.9847	-25.8131	-25.8131	-25.8131	-7.1771	-7.1771	
Lapangan			-11.7656	-1.0554	4.8985	-15.8073	-6.1804	-14.9977	-8.2078	-18.4947	-8.2078	-18.4947	-18.4947	-18.4947	-18.4947	-18.4947	-18.4947	
Tumpuan			-10.2915	-0.5761	2.2598	-13.2716	-7.2286	-11.2961	-8.9778	-13.7233	-8.9778	-13.7233	-13.7233	-13.7233	-13.7233	-7.2286	-7.2286	
D - C	Tumpuan	-15.2716	-0.8049	-5.0694	-19.6138	-18.3069	-9.1820	-22.1187	-11.4730	-22.1187	-11.4730	-22.1187	-22.1187	-22.1187	-9.1820	-9.1820		
	Lapangan	25.2185	3.3051	4.3463	35.5505	26.6083	18.7850	34.1664	25.0392	34.1664	25.0392	35.5505	35.5505	35.5505	35.5505	35.5505		
	Tumpuan	-26.8538	-2.4995	13.7619	-36.2237	-11.7827	-36.5541	-16.1085	-45.0084	-16.1085	-45.0084	-45.0084	-45.0084	-45.0084	-11.7827	-11.7827		
B - A	Tumpuan	-14.9759	-1.3129	-10.0100	-20.0716	-22.4873	-4.4693	-27.4758	-6.4548	-27.4758	-6.4548	-27.4758	-27.4758	-27.4758	-4.4693	-4.4693		
	Lapangan	30.3664	3.8340	-2.7941	42.5741	24.8151	29.8445	32.5740	38.4417	29.8445	38.4417	42.5741	42.5741	42.5741	42.5741	42.5741		
	Tumpuan	-16.8537	-0.9339	4.4217	-21.7186	-11.1888	-19.1479	-13.9361	-23.2217	-13.9361	-23.2217	-23.2217	-23.2217	-23.2217	-11.1888	-11.1888		

Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 8" = 1", Atap (Bentang D" - D, D - C, C - B, B - A, A - A')

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah Y (KNm)		1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana		
						(KNm)	(KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)	
As 8" = 1"	Atap	D" - D	Tumpuan	-6.0650	-0.6333	0.8599	-8.2913	-4.5987	-6.3184	-6.0639	-7.8696	-8.2913	-4.5987	-8.2913	-4.5987	
			Lapangan	-4.2829	-0.5655	0.5805	-6.0444	-3.2741	-4.4352	-4.4220	-5.6411	-6.0444	-6.0444	-6.0444	-6.0444	-6.0444
			Tumpuan	-3.5808	-0.5811	0.3012	-5.2268	-2.9216	-3.5239	-3.9928	-4.6253	-5.2268	-5.2268	-5.2268	-2.9216	-2.9216
	D - C	Tumpuan	-9.3457	-0.7003	0.8225	-12.3353	-7.5887	-9.2337	-9.6112	-11.3384	-12.3353	-12.3353	-12.3353	-7.5887	-12.3353	-7.5887
		Lapangan	5.8414	0.5659	1.1555	7.9152	6.4128	4.1017	7.8815	5.4550	7.9152	7.9152	7.9152	6.4128	7.9152	7.9152
		Tumpuan	-9.2115	-1.2512	1.4885	-13.0557	-6.8018	-9.7789	-9.2915	-12.4174	-13.0557	-13.0557	-13.0557	-6.8018	-13.0557	-6.8018
	C - B	Tumpuan	-7.9794	-0.4635	-2.5489	-10.3169	-9.7303	-4.6326	-11.4927	-6.1401	-11.4927	-11.4927	-11.4927	-4.6326	-11.4927	-4.6326
		Lapangan	5.9871	0.8744	0.0599	8.5835	5.4483	5.3285	7.1756	7.0498	8.5835	8.5835	8.5835	5.4483	8.5835	8.5835
		Tumpuan	-10.2865	-0.8711	2.6686	-13.7374	-6.5892	-11.9264	-8.8219	-14.4260	-14.4260	-14.4260	-14.4260	-6.5892	-14.4260	-6.5892
	B - A	Tumpuan	-9.8167	-1.3718	-2.1402	-13.9749	-10.9752	-6.8947	-13.8511	-9.3566	-13.9749	-13.9749	-13.9749	-6.8947	-13.9749	-6.8947
		Lapangan	6.4167	0.6707	-1.3325	8.7732	4.4425	7.1076	5.9722	8.7705	8.7732	8.7732	8.7732	4.4425	8.7732	8.7732
		Tumpuan	-7.5899	-0.3701	-0.5248	-9.7001	-7.3558	-6.3061	-8.8703	-7.7681	-9.7001	-9.7001	-9.7001	-6.3061	-9.7001	-6.3061
A - A'	Tumpuan	-3.7389	-0.5810	-0.4770	-5.4162	-3.8420	-2.8880	-4.9757	-3.9740	-5.4162	-5.4162	-5.4162	-3.8420	-5.4162	-2.8880	
	Lapangan	-4.4784	-0.5954	-0.8530	-6.3268	-4.8855	-3.1775	-6.1606	-4.3693	-6.3268	-6.3268	-6.3268	-4.8855	-6.3268	-4.3693	
	Tumpuan	-6.2979	-0.6933	-1.2290	-8.6666	-6.8971	-4.4390	-8.5584	-5.9774	-8.6666	-8.6666	-8.6666	-6.8971	-8.6666	-4.4390	



Tabel 4.18 Momen Rencana Balok Portal As 9 = 0, Atap (Bentang C - B)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah Y (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
							Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Y ki (KNm)	Y kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)
As 9 = 0	2	C - B	Tumpuan	-12.1220	-1.5504	-2.3907	-17.0270	-13.3005	-8.5191	-16.7035	-11.6929	-17.0270	-8.5191	
			Lapangan	6.3638	0.8070	-0.6321	8.9278	5.0953	6.3595	6.7809	8.1083	8.9278	8.9278	
			Tumpuan	-11.3151	-1.3825	1.1265	-15.7901	-9.0570	-11.3101	-12.0044	-14.3702	-15.7901	-9.0570	

Tabel 4.17 Momen Rencana Balok Portal As E, Lantai 2 (Bentang 3 - 4, 4 - 5, 5 - 6)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD (KNm)	ML (KNm)	ME arah X (KNm)	1,2 MD + 1,6 ML (KNm)		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
							X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	X ki (KNm)	X kn (KNm)	Negatif (KNm)	Positif (KNm)
As E	2	3 - 4	Tumpuan	-8.3013	-0.9751	35.3947	-11.5217	27.9236	-42.8659	27.5266	-46.8023	-46.8023	27.9236	
			Lapangan	16.0322	2.0932	4.4057	22.5877	18.8346	10.0233	23.4378	14.1859	23.4378	23.4378	
			Tumpuan	-24.5769	-3.0885	-26.5834	-34.4339	-48.7026	4.4642	-56.6370	-0.8118	-56.6370	4.4642	
			Tumpuan	-22.8657	-2.8665	18.7492	-32.0252	-1.8299	-39.3284	-7.0311	-46.4045	-46.4045	-1.8299	
			Lapangan	9.6158	1.2585	0.0005	13.5526	8.6548	8.6537	11.2865	11.2853	13.5526	13.5526	
			Tumpuan	-22.8452	-2.8665	-18.7482	-32.0006	-39.3088	-1.8125	-46.3818	-7.0107	-46.3818	-1.8125	
			Tumpuan	-24.6076	-3.0879	26.5585	-34.4697	4.4117	-48.7053	-0.8696	-56.6424	-56.6424	4.4117	
			Lapangan	16.0378	2.0928	-4.3931	22.5938	10.0409	18.8272	14.2046	23.4302	23.4302	23.4302	
			Tumpuan	-8.2593	-0.9765	-35.3448	-11.4736	-42.7782	27.9114	-46.7071	27.5169	-46.7071	27.9114	

Tabel 4.19 Perencanaan Tulangan Lentur Balok B1 ( As B = C , bentang 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4, 4 - 5, 5 - 6, 6 - 7, 7 - 8 )

	Tumpuan 1 (-)	Lapangan	Tumpuan 2 (-)	Tumpuan 1 (+)	Tumpuan 2 (+)
Mu (KN-M)	<b>170.607</b>	<b>115.324</b>	<b>133.78</b>	<b>124.094</b>	<b>97.715</b>
Mu/Φ (KN-M)	213.259	144.155	167.225	155.118	122.144
f'c (Mpa)	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
fy (Mpa)	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>
β1	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
b ada (mm)	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>
h ada (mm)	<b>600</b>	<b>600</b>	<b>600</b>	<b>600</b>	<b>600</b>
d ada (mm)	500	500	500	500	500
d' (mm)	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
ρb	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
ρmax	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
ρ pakai	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
m	18.824	18.824	18.824	18.824	18.824
Rn	3.675	3.675	3.675	3.675	3.675
d perlu (mm)	439.783	361.576	389.435	375.073	332.829
	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>
Rn ada	2.843	1.922	2.230	2.068	1.629
ρ ada	0.008	0.005	0.006	0.006	0.005
As (mm <sup>2</sup> )	1179.039	796.987	924.534	857.595	675.294
Ø tul (mm)	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
A1Ø (mm <sup>2</sup> )	283.529	283.529	283.529	283.529	283.529
n	4.158	2.811	3.261	3.025	2.382
n ada	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
As ada (mm <sup>2</sup> )	1417.644	850.586	1134.115	850.586	850.586
a (mm)	88.950	53.370	71.160	53.370	53.370
Mn (KN-M)	258.31	161.038	210.682	161.038	161.038
	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>

Tabel 4.19 Perencanaan Tulangan Lentur Balok B1 ( As A = D , bentang 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4, 4 - 5, 5 - 6, 6 - 7, 7 - 8 )

	Tumpuan 1 (-)	Lapangan	Tumpuan 2 (-)	Tumpuan 1 (+)	Tumpuan 2 (+)
Mu (KN-M)	<b>121.572</b>	<b>81.171</b>	<b>109.727</b>	<b>106.268</b>	<b>85.856</b>
Mu/Φ (KN-M)	151.965	101.464	137.159	132.835	107.320
f'c (Mpa)	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
fy (Mpa)	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>
β1	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
b ada (mm)	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>
h ada (mm)	<b>600</b>	<b>600</b>	<b>600</b>	<b>600</b>	<b>600</b>
d ada (mm)	500	500	500	500	500
d' (mm)	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
ρb	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
ρmax	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
ρ pakai	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
m	18.824	18.824	18.824	18.824	18.824
Rn	3.675	3.675	3.675	3.675	3.675
d perlu (mm)	371.242	303.347	352.693	347.089	311.979
	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>
Rn ada	2.026	1.353	1.829	1.771	1.431
ρ ada	0.006	0.004	0.005	0.005	0.004
As (mm <sup>2</sup> )	840.166	560.961	758.307	734.402	593.338
Ø tul (mm)	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
A1Ø (mm <sup>2</sup> )	283.529	283.529	283.529	283.529	283.529
n	2.963	1.978	2.675	2.590	2.093
n ada	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
As ada (mm <sup>2</sup> )	1134.115	567.057	1134.115	850.586	850.586
a (mm)	71.160	35.580	71.160	53.370	53.370
Mn (KN-M)	210.682	109.376	210.682	161.038	161.038
	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>

**Tabel 4.20** Perencanaan Tulangan Lentur Balok B2 ( As 1 = 8, bentang D - C, C - B, B - A )

	Tumpuan D (-)	Lapangan	Tumpuan C (-)	Tumpuan D (+)	Tumpuan C (+)
Mu (KN-M)	<b>97.560</b>	<b>64.902</b>	<b>78.184</b>	<b>82.616</b>	<b>61.364</b>
Mu/Φ (KN-M)	121.950	81.128	97.730	103.270	76.705
fc (Mpa)	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
fy (Mpa)	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>
β1	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
b ada (mm)	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>
h ada (mm)	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>
d ada (mm)	430	430	430	430	430
d' (mm)	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>
ρb	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
ρmax	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
ρ pakai	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
m	18.824	18.824	18.824	18.824	18.824
Rn	3.675	3.675	3.675	3.675	3.675
d perlu (mm)	332.564	271.250	297.714	306.036	263.753
	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>
Rn ada	2.198	1.463	1.762	1.862	1.383
ρ ada	0.006	0.004	0.005	0.005	0.004
As (mm <sup>2</sup> )	783.980	521.544	628.277	663.892	493.113
Ø tul (mm)	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
A1Ø (mm <sup>2</sup> )	283.529	283.529	283.529	283.529	283.529
n	2.765	1.839	2.216	2.342	1.739
n ada	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
As ada (mm <sup>2</sup> )	1134.115	567.057	850.586	850.586	567.057
a (mm)	71.160	35.580	53.370	53.370	35.580
Mn (KN-M)	178.927	93.499	137.222	137.222	93.499
	<b>OK...!</b>	<b>OK...!</b>	<b>OK...!</b>	<b>OK...!</b>	<b>OK...!</b>

**Tabel 4.20** Perencanaan Tulangan Lentur Balok B2 ( As 2 = 7, bentang D - C, C - B, B - A )

	Tumpuan C (-)	Lapangan	Tumpuan B (-)	Tumpuan C (+)	Tumpuan B (+)
Mu (KN-M)	<b>130.065</b>	<b>81.457</b>	<b>127.033</b>	<b>74.460</b>	<b>78.455</b>
Mu/Φ (KN-M)	162.581	101.821	158.791	93.075	98.069
fc (Mpa)	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
fy (Mpa)	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>
β1	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
b ada (mm)	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>
h ada (mm)	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>
d ada (mm)	430	430	430	430	430
d' (mm)	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>
ρb	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
ρmax	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
ρ pakai	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
m	18.824	18.824	18.824	18.824	18.824
Rn	3.675	3.675	3.675	3.675	3.675
d perlu (mm)	383.990	303.881	379.488	290.537	298.229
	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>
Rn ada	2.931	1.836	2.863	1.678	1.768
ρ ada	0.008	0.005	0.008	0.005	0.005
As (mm <sup>2</sup> )	1045.186	654.578	1020.821	598.351	630.454
Ø tul (mm)	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
A1Ø (mm <sup>2</sup> )	283.529	283.529	283.529	283.529	283.529
n	3.686	2.309	3.600	2.110	2.224
n ada	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
As ada (mm <sup>2</sup> )	1134.115	850.586	1134.115	567.057	850.586
a (mm)	71.160	53.370	71.160	35.580	53.370
Mn (KN-M)	178.927	137.222	178.927	93.499	137.222
	<b>OK...!</b>	<b>OK...!</b>	<b>OK...!</b>	<b>OK...!</b>	<b>OK...!</b>

Tabel 4.20 Perencanaan Tulangan Lentur Balok B2 ( As 3 = 6, bentang D - C, C - B, B - A )

	Tumpuan D (-)	Lapangan	Tumpuan C (-)	Tumpuan D (+)	Tumpuan C (+)
Mu (KN-M)	<b>137.582</b>	<b>84.821</b>	<b>125.965</b>	<b>86.492</b>	<b>70.746</b>
Mu/Φ (KN-M)	171.978	106.026	157.456	108.115	88.433
f'c (Mpa)	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
fy (Mpa)	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>
β1	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
b ada (mm)	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>
h ada (mm)	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>
d ada (mm)	430	430	430	430	430
d' (mm)	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>
ρb	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
ρmax	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
ρ pakai	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
m	18.824	18.824	18.824	18.824	18.824
Rn	3.675	3.675	3.675	3.675	3.675
d perlu (mm)	394.931	310.093	377.890	313.132	283.198
	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>
Rn ada	3.100	1.911	2.839	1.949	1.594
ρ ada	0.009	0.005	0.008	0.005	0.004
As (mm <sup>2</sup> )	1105.591	681.611	1012.239	695.039	568.506
Ø tul (mm)	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
A1Ø (mm <sup>2</sup> )	283.529	283.529	283.529	283.529	283.529
n	3.899	2.404	3.570	2.451	2.005
n ada	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
As ada (mm <sup>2</sup> )	1134.115	850.586	1134.115	850.586	567.057
a (mm)	71.160	53.370	71.160	53.370	35.580
Mn (KN-M)	178.927	137.222	178.927	137.222	93.499
	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>

Tabel 4.20 Perencanaan Tulangan Lentur Balok B2 ( As 4 = 5, bentang D - C, C - B, B - A )

	Tumpuan B (-)	Lapangan	Tumpuan A (-)	Tumpuan B (+)	Tumpuan A (+)
Mu (KN-M)	<b>124.616</b>	<b>85.603</b>	<b>127.701</b>	<b>71.056</b>	<b>81.512</b>
Mu/Φ (KN-M)	155.770	107.004	159.626	88.820	101.890
f'c (Mpa)	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
fy (Mpa)	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>
β1	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
b ada (mm)	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>
h ada (mm)	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>
d ada (mm)	430	430	430	430	430
d' (mm)	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>
ρb	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
ρmax	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
ρ pakai	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
m	18.824	18.824	18.824	18.824	18.824
Rn	3.675	3.675	3.675	3.675	3.675
d perlu (mm)	375.861	311.519	380.485	283.818	303.984
	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>
Rn ada	2.808	1.929	2.878	1.601	1.837
ρ ada	0.008	0.005	0.008	0.004	0.005
As (mm <sup>2</sup> )	1001.398	687.895	1026.189	570.997	655.020
Ø tul (mm)	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
A1Ø (mm <sup>2</sup> )	283.529	283.529	283.529	283.529	283.529
n	3.532	2.426	3.619	2.014	2.310
n ada	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
As ada (mm <sup>2</sup> )	1134.115	850.586	1134.115	567.057	850.586
a (mm)	71.160	53.370	71.160	35.580	53.370
Mn (KN-M)	178.927	137.222	178.927	93.499	137.222
	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>

Tabel 4.21 Perencanaan Tulangan Lentur Balok B3 ( As 3 = 6, bentang E -D )

	Tumpuan E ( - )	Lapangan	Tumpuan D ( - )	Tumpuan E ( + )	Tumpuan D ( + )
Mu (KN-M)	<b>125.113</b>	<b>37.021</b>	<b>80.774</b>	<b>65.243</b>	<b>82.823</b>
Mu/Φ (KN-M)	156.391	46.276	100.967	81.554	103.529
f'c (Mpa)	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
fy (Mpa)	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>
β1	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
b ada (mm)	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>
h ada (mm)	<b>450</b>	<b>450</b>	<b>450</b>	<b>450</b>	<b>450</b>
d ada (mm)	380	380	380	380	380
d' (mm)	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>
ρb	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
ρmax	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
ρ pakai	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
m	18.824	18.824	18.824	18.824	18.824
Rn	3.675	3.675	3.675	3.675	3.675
d perlu (mm)	376.609	204.863	302.604	271.961	306.419
	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>
Rn ada	3.610	1.068	2.331	1.883	2.390
ρ ada	0.010	0.003	0.006	0.005	0.007
As (mm <sup>2</sup> )	1137.681	336.640	734.494	593.269	753.128
Ø tul (mm)	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
A1Ø (mm <sup>2</sup> )	283.529	283.529	283.529	283.529	283.529
n	4.013	1.187	2.591	2.092	2.656
n ada	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
As ada (mm <sup>2</sup> )	1417.644	567.057	1134.115	850.586	850.586
a (mm)	88.950	35.580	71.160	53.370	53.370
Mn (KN-M)	190.262	82.158	156.245	120.210	120.210
	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>

Tabel 4.21 Perencanaan Tulangan Lentur Balok B3 ( As 4 = 5, bentang E -D )

	Tumpuan E ( - )	Lapangan	Tumpuan D ( - )	Tumpuan E ( + )	Tumpuan D ( + )
Mu (KN-M)	<b>126.146</b>	<b>39.044</b>	<b>77.543</b>	<b>64.280</b>	<b>79.782</b>
Mu/Φ (KN-M)	157.683	48.805	96.929	80.350	99.728
f'c (Mpa)	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
fy (Mpa)	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>
β1	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
b ada (mm)	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>
h ada (mm)	<b>450</b>	<b>450</b>	<b>450</b>	<b>450</b>	<b>450</b>
d ada (mm)	380	380	380	380	380
d' (mm)	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>
ρb	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
ρmax	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
ρ pakai	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
m	18.824	18.824	18.824	18.824	18.824
Rn	3.675	3.675	3.675	3.675	3.675
d perlu (mm)	378.161	210.386	296.491	269.947	300.741
	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>
Rn ada	3.640	1.127	2.238	1.855	2.302
ρ ada	0.010	0.003	0.006	0.005	0.006
As (mm <sup>2</sup> )	1147.074	355.036	705.116	584.512	725.476
Ø tul (mm)	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>
A1Ø (mm <sup>2</sup> )	283.529	283.529	283.529	283.529	283.529
n	4.046	1.252	2.487	2.062	2.559
n ada	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
As ada (mm <sup>2</sup> )	1417.644	567.057	1134.115	850.586	850.586
a (mm)	88.950	35.580	71.160	53.370	53.370
Mn (KN-M)	190.262	82.158	156.245	120.210	120.210
	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>

Tabel 4.22 Perencanaan Tulangan Lentur Balok B4

	Tumpuan D (-)	Lapangan	Tumpuan C (-)	Tumpuan D (+)	Tumpuan C (+)
Mu (KN-M)	<b>53.410</b>	<b>49.853</b>	<b>31.343</b>	<b>0</b>	<b>28.257</b>
Mu/ $\Phi$ (KN-M)	66.763	62.316	39.179	0.000	35.321
f <sub>c</sub> (Mpa)	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
f <sub>y</sub> (Mpa)	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>
$\beta_1$	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
b ada (mm)	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>
h ada (mm)	<b>350</b>	<b>350</b>	<b>350</b>	<b>350</b>	<b>350</b>
d ada (mm)	280	280	280	280	280
d' (mm)	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>
$\rho_b$	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
$\rho_{max}$	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
$\rho_{pakai}$	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
m	18.824	18.824	18.824	18.824	18.824
R <sub>n</sub>	3.675	3.675	3.675	3.675	3.675
d perlu (mm)	246.066	237.731	188.499	0.000	178.979
	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>
R <sub>n</sub> ada	2.839	2.650	1.666	0.0000	1.502
$\rho$ ada	0.008	0.007	0.005	0.000	0.004
A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	659.122	615.226	386.798	0.000	348.714
$\emptyset$ tul (mm)	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>
A1 $\emptyset$ (mm <sup>2</sup> )	201.062	201.062	201.062	201.062	201.062
n	3.278	3.060	1.924	0.000	1.734
n ada	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
A <sub>s</sub> ada (mm <sup>2</sup> )	804.248	804.248	603.186	402.124	402.124
a (mm)	50.463	50.463	37.847	25.231	25.231
M <sub>n</sub> (KN-M)	81.959	81.959	62.991	43.009	43.009
	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>

Tabel 4.23 Perencanaan Tulangan Lentur Balok BA

	Tumpuan B (-)	Lapangan	Tumpuan A (-)	Tumpuan B (+)	Tumpuan A (+)
Mu (KN-M)	<b>15.230</b>	<b>10.108</b>	<b>20.891</b>	<b>24.844</b>	<b>25.445</b>
Mu/Φ (KN-M)	19.038	12.635	26.114	31.055	31.806
f <sub>c</sub> (Mpa)	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>25</b>
f <sub>y</sub> (Mpa)	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>
β <sub>1</sub>	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
b ada (mm)	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>	<b>200</b>
h ada (mm)	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>
d ada (mm)	230	230	230	230	230
d' (mm)	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>
ρ <sub>b</sub>	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
ρ <sub>max</sub>	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
ρ pakai	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
m	18.824	18.824	18.824	18.824	18.824
R <sub>n</sub>	3.675	3.675	3.675	3.675	3.675
d perlu (mm)	160.929	131.105	188.480	205.540	208.011
	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>
R <sub>n</sub> ada	1.799	1.194	2.468	2.935	3.006
ρ ada	0.005	0.003	0.007	0.008	0.008
A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	228.809	151.858	313.858	373.246	382.275
Ø tul (mm)	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>
A <sub>1Ø</sub> (mm <sup>2</sup> )	201.062	201.062	201.062	201.062	201.062
n	1.138	0.755	1.561	1.856	1.901
n ada	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
A <sub>s</sub> ada (mm <sup>2</sup> )	603.186	402.124	603.186	402.124	402.124
a (mm)	56.770	37.847	56.770	37.847	37.847
M <sub>n</sub> (KN-M)	48.644	33.952	48.644	33.952	33.952
	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>

Tabel 4.24 Mnak Balok B1

	B1		B1	
	tump 1	tump 2	tump 1	tump 2
fy (Mpa)	400	400	400	400
fc' (Mpa)	25	25	25	25
$\beta_1$	0.85	0.85	0.85	0.85
b (mm)	300	300	300	300
h (mm)	600	600	600	600
d' (mm)	100	100	100	100
d pakai (mm)	500	500	500	500
d tulangan (mm)	19	19	19	19
As tulangan (mm <sup>2</sup> )	283.529	283.529	283.529	283.529
n tulangan atas	5	4	4	4
n tulangan bawah	3	3	3	3
As tulangan atas (mm <sup>2</sup> )	1417.644	1134.115	1134.115	1134.115
As tulangan bawah (mm <sup>2</sup> )	850.586	850.586	850.586	850.586
$\rho$	0.0095	0.0076	0.0076	0.0076
$\rho'$	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057
$\rho_1$	0.0038	0.0019	0.0019	0.0019
fs'	833.386	2266.773	2266.773	2266.773
fs' pakai	400	400	400	400
a (mm)	35.5801	17.7900	17.7900	17.7900
Mn1 (KNm)	109.3763	55.6969	55.6969	55.6969
Mn2 (KNm)	136.0938	136.0938	136.0938	136.0938
Mnak - (KNm)	245.4701	191.7907	191.7907	191.7907
$\rho$ aktual	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057
m	18.8235	18.8235	18.8235	18.8235
Rn (Mpa)	2.1472	2.1472	2.1472	2.1472
Mnak + (KNm)	161.0381	161.0381	161.0381	161.0381

Tabel 4.25 Mnak Balok B2

	B2		B2		B2		B2	
	tump D	tump C	tump C	tump B	tump D	tump C	tump B	tump A
fy (Mpa)	400	400	400	400	400	400	400	400
fc' (Mpa)	25	25	25	25	25	25	25	25
$\beta_1$	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
b (mm)	300	300	300	300	300	300	300	300
h (mm)	500	500	500	500	500	500	500	500
d' (mm)	100	100	100	100	100	100	100	100
d pakai (mm)	400	400	400	400	400	400	400	400
d tulangan (mm)	19	19	19	19	19	19	19	19
As tulangan (mm <sup>2</sup> )	283.529	283.529	283.529	283.529	283.529	283.529	283.529	283.529
n tulangan atas	4	3	4	4	4	4	4	4
n tulangan bawah	3	2	2	3	3	2	2	3
As tulangan atas (mm <sup>2</sup> )	1134.115	850.586	1134.115	1134.115	1134.115	1134.115	1134.115	1134.115
As tulangan bawah (mm <sup>2</sup> )	850.586	567.057	567.057	850.586	850.586	567.057	567.057	850.586
$\rho$	0.0095	0.0071	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095
$\rho'$	0.0071	0.0047	0.0047	0.0071	0.0071	0.0047	0.0047	0.0071
$\rho_1$	0.0024	0.0024	0.0047	0.0024	0.0024	0.0047	0.0047	0.0024
fs'	2266.773	2266.773	833.386	2266.773	2266.773	833.39	833.386	2266.773
fs' pakai	400	400	400	400	400	400	400	400
a (mm)	17.7900	17.7900	35.5801	17.7900	17.7900	35.5801	35.5801	17.7900
Mn1 (KNm)	44.3558	44.3558	86.6940	44.3558	44.3558	86.6940	86.6940	44.3558
Mn2 (KNm)	102.0703	68.0469	68.0469	102.0703	102.0703	68.0469	68.0469	102.0703
Mnak - (KNm)	146.4261	112.4027	154.7409	146.4261	146.4261	154.7409	154.7409	146.4261
$\rho$ aktual	0.0071	0.0047	0.0047	0.0071	0.0071	0.0047	0.0047	0.0071
m	18.8235	18.8235	18.8235	18.8235	18.8235	18.8235	18.8235	18.8235
Rn (Mpa)	2.6461	1.8061	1.8061	2.6461	2.6461	1.8061	1.8061	2.6461
Mnak + (KNm)	127.0146	86.6940	86.6940	127.0146	127.0146	86.6940	86.6940	127.0146



Tabel 4.26 Mnak Balok B3

	B3		B3	
	tump E	tump D	tump E	tump D
fy (Mpa)	400	400	400	400
fc' (Mpa)	25	25	25	25
$\beta_1$	0.85	0.85	0.85	0.85
b (mm)	300	300	300	300
h (mm)	450	450	450	450
d' (mm)	70	70	70	70
d pakai (mm)	380	380	380	380
d tulangan (mm)	16	16	16	16
As tulangan (mm <sup>2</sup> )	201.062	201.062	201.062	201.062
n tulangan atas	5	4	5	4
n tulangan bawah	3	3	3	3
As tulangan atas (mm <sup>2</sup> )	1005.310	804.248	1005.310	804.248
As tulangan bawah (mm <sup>2</sup> )	603.186	603.186	603.186	603.186
$\rho$	0.0088	0.0071	0.0088	0.0071
$\rho'$	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053
$\rho_1$	0.0035	0.0018	0.0035	0.0018
fs'	814.909	2229.818	814.909	2229.818
fs' pakai	400	400	400	400
a (mm)	25.2313	12.6157	25.2313	12.6157
Mn1 (KNm)	59.0936	30.0541	59.0936	30.0541
Mn2 (KNm)	74.7950	74.7950	74.7950	74.7950
Mnak - (KNm)	133.8886	104.8491	133.8886	104.8491
$\rho$ aktual	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053
m	18.8235	18.8235	18.8235	18.8235
Rn (Mpa)	2.0110	2.0110	2.0110	2.0110
Mnak + (KNm)	87.1185	87.1185	87.1185	87.1185

Tabel 4.27 Mnak Balok B4

	B4	
	tump E	tump D
fy (Mpa)	400	400
fc' (Mpa)	25	25
$\beta_1$	0.85	0.85
b (mm)	300	300
h (mm)	350	350
d' (mm)	70	70
d pakai (mm)	280	280
d tulangan (mm)	16	16
As tulangan (mm <sup>2</sup> )	201.062	201.062
n tulangan atas	4	3
n tulangan bawah	2	2
As tulangan atas (mm <sup>2</sup> )	804.248	603.186
As tulangan bawah (mm <sup>2</sup> )	402.124	402.124
$\rho$	0.0096	0.0072
$\rho'$	0.0048	0.0048
$\rho_1$	0.0048	0.0024
fs'	814.909	2229.818
fs' pakai	400	400
a (mm)	25.2313	12.6157
Mn1 (KNm)	43.0087	22.0116
Mn2 (KNm)	33.7784	33.7784
Mnak - (KNm)	76.7871	55.7900
$\rho$ aktual	0.0048	0.0048
m	18.8235	18.8235
Rn (Mpa)	1.8286	1.8286
Mnak + (KNm)	43.0087	43.0087

Tabel 4.28 Mnak Balok BA

	BA	
	tump B	tump A
fy (Mpa)	400	400
fc' (Mpa)	25	25
$\beta_1$	0.85	0.85
b (mm)	200	200
h (mm)	300	300
d' (mm)	70	70
d pakai (mm)	230	230
d tulangan (mm)	16	16
As tulangan (mm <sup>2</sup> )	201.062	201.062
n tulangan atas	3	3
n tulangan bawah	2	2
As tulangan atas (mm <sup>2</sup> )	603.186	603.186
As tulangan bawah (mm <sup>2</sup> )	402.124	402.124
$\rho$	0.0131	0.0131
$\rho'$	0.0087	0.0087
$\rho_1$	0.0044	0.0044
fs'	1286.546	1286.546
fs' pakai	400	400
a (mm)	18.9235	18.9235
Mn1 (KNm)	17.7367	17.7367
Mn2 (KNm)	25.7359	25.7359
Mnak - (KNm)	43.4727	43.4727
$\rho$ aktual	0.0087	0.0087
m	18.8235	18.8235
Rn (Mpa)	3.2090	3.2090
Mnak + (KNm)	33.9516	33.9516

Tabel 4.29 Perencanaan Tulangan Geser

Balok	Ln (m)	b (mm)	h (mm)	d (mm)	Mnak,b (KNm)	Mnak,b' (KNm)	VD (KN)	VL (KN)	H1	1,05.Vg	Vu,b (KN)	Vu,bpakai (KN)	Ø Tul (mm)	Di daerah sendi plastis			Di luar sendi plastis			
														Vs (KN)	s (mm)	Tul Geser	Vu,b (KN)	Vs (KN)	s (mm)	Tul Geser
B1	4.48	300	600	500	258.310	161.038	62.550	25.01	81.995	91.938	173.933	155.610	10	259.351	72.680	P10 - 70	129.958	91.597	205.788	P10 - 200
B1	4.55	300	600	500	210.682	161.038	47.630	13.30	71.485	63.977	135.461	119.750	10	199.584	94.444	P10 - 90	97.755	37.925	250	P10 - 250
B2	4.48	300	500	430	178.927	93.499	29.750	16.28	53.268	48.332	101.599	91.362	10	152.270	106.459	P10 - 100	77.792	22.154	215	P10 - 210
B2	4.4	300	500	430	178.927	137.222	62.370	25.07	62.871	91.812	154.683	142.394	10	237.324	68.306	P10 - 60	126.105	102.675	157.883	P10 - 150
B2	4.4	300	500	430	178.927	137.222	62.850	25.77	62.871	93.051	155.922	143.633	10	239.389	71.585	P10 - 70	121.835	95.558	169.642	P10 - 160
B3	2.48	300	450	380	190.262	120.210	19.700	2.80	109.763	23.625	133.388	99.683	10	166.138	86.227	P10 - 80	53.560	104.740	154.770	P10 - 150
B3	2.48	300	450	380	190.262	120.210	22.250	3.74	109.763	27.290	137.052	103.347	10	172.246	83.170	P10 - 80	57.225	127.313	112.523	P10 - 110
B4	4.4	300	350	280	81.959	43.009	38.650	2.43	24.852	43.134	67.986	64.823	10	108.038	70.000	P10 - 70	60.078	30.130	140	P10 - 140
BA	4.4	200	300	230	43.473	33.952	12.560	1.73	15.397	15.005	30.401	28.792	10	47.986	67.500	P10 - 60	26.202	5.337	115	P10 - 110

**Tabel 4.30** Perhitungan Momen Rencana Kolom Arah y (As 1 = 8)

Portal	Kolom	Lantai	Mdx		Mlx		Mex		Atas				Bawah					
			atas (KNm)	bawah (KNm)	atas (KNm)	bawah (KNm)	atas (KNm)	bawah (KNm)	1,2MD+1,6ML (KNm)	Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)	1,2MD+1,6ML (KNm)	Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)
As 1 = 8	K1 (A)	1	-18.06	6.98	-6.92	2.08	-57.24	100.1	-32.744	-25.502	-60.102	-85.60	-85.60	11.704	9.3	105.1	114.42	114.42
		2	-19.76	19.00	-9.10	9.54	-63.49	56.30	-38.272	-29.348	-66.665	-96.01	-96.01	38.064	29.0	59.1	88.08	88.08
		3	-19.56	18.70	-9.00	8.78	-57.37	38.79	-37.872	-29.043	-60.239	-89.28	-89.28	36.488	27.9	40.7	68.66	68.66
		4	-20.64	18.77	-10.05	9.2	-41.49	16.88	-40.848	-31.169	-43.565	-74.73	-74.73	37.244	28.4	17.7	46.13	46.13
		5	-3.62	16.05	-2.95	7.46	-16.02	-3.18	-9.064	-6.589	-16.821	-23.41	-23.41	31.196	23.9	-3.3	20.56	31.20
	K2 (B)	1	-1.33	0.26	0.44	-0.17	-49.09	50.22	-0.892	-0.981	-51.545	-52.53	-52.53	0.040	0.1	52.7	52.84	52.84
		2	1.48	-0.76	0.97	-0.98	-55.44	55.49	3.328	2.471	-58.212	-55.74	-58.21	-2.480	-1.7	58.3	56.54	58.26
		3	2.45	-2.73	0.90	-0.98	-45.67	44.14	4.380	3.423	-47.954	-44.53	-47.95	-4.844	-3.8	46.3	42.55	46.35
		4	3.20	-3.05	1.11	-1.03	-30.10	28.14	5.616	4.409	-31.605	-27.20	-31.61	-5.308	-4.2	29.5	25.37	29.55
		5	1.41	-1.81	0.07	-0.59	-11.76	10.80	1.804	1.547	-12.348	-10.80	-12.35	-3.116	-2.5	11.3	8.88	11.34
	K3 (C)	1	2.14	-1.30	-0.38	0.09	-49.34	50.39	1.960	1.888	-51.807	-49.92	-51.81	-1.416	-1.3	52.9	51.63	52.91
		2	2.79	-4.06	-0.63	0.53	-55.82	55.86	2.340	2.334	-58.611	-56.28	-58.61	-4.024	-3.8	58.7	54.89	58.65
		3	2.47	-2.45	-0.50	0.54	-45.99	44.51	2.164	2.121	-48.290	-46.17	-48.29	-2.076	-2.1	46.7	44.67	46.74
		4	2.92	-3.01	-0.58	0.48	-30.25	28.31	2.576	2.518	-31.763	-29.24	-31.76	-2.844	-2.7	29.7	27.02	29.73
		5	2.12	-1.95	0.29	0.19	-11.55	10.57	3.008	2.500	-12.128	-9.63	-12.13	-2.036	-1.9	11.1	9.23	11.10
	K4 (D)	1	1.27	-4.20	5.21	-1.78	-61.27	102.1	9.860	6.257	-64.334	-58.08	-64.33	-7.888	-6.1	107.2	101.06	107.15
		2	5.34	-6.32	7.67	-8.36	-68.55	61.96	18.680	12.855	-71.978	-59.12	-71.98	-20.960	-14.5	65.1	50.52	65.06
		3	5.57	-6.65	7.62	-7.71	-60.97	42.51	18.876	13.049	-64.019	-50.97	-64.02	-20.316	-14.3	44.6	30.37	44.64
		4	7.80	-7.23	8.82	-8.16	-43.87	19.42	23.472	16.525	-46.064	-29.54	-46.06	-21.732	-15.3	20.4	5.09	-21.73
		5	3.23	-3.99	2.75	-6.42	-16.89	-3.50	8.276	5.990	-17.735	-11.74	-17.73	-15.060	-10.3	-3.7	-13.93	-15.06

Tabel 4. : Perhitungan Momen Rencana Kolom Arah y (As 2 = 7)

Portal	Kolom	Lantai	MDx		MLx		Mex		Atas				Bawah					
			atas (KNm)	bawah (KNm)	atas (KNm)	bawah (KNm)	atas (KNm)	bawah (KNm)	1,2MD+1,6ML (KNm)	Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)	1,2MD+1,6ML (KNm)	Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)
As 2 = 7	K1 (A)	1	-16.12	6.76	-10.02	3.28	-45.40	88.16	-35.376	-26.395	-47.670	-74.065	-74.065	13.360	10.20	92.57	102.77	102.77
		2	-18.55	18.03	-13.40	14.05	-55.81	51.30	-43.700	-32.141	-58.601	-90.741	-90.741	44.116	32.21	53.87	86.07	86.07
		3	-17.72	17.45	-13.28	13.12	-52.01	34.29	-42.512	-31.156	-54.611	-85.766	-85.766	41.932	30.72	36.00	66.73	66.73
		4	-23.26	18.93	-16.42	14.23	-37.35	14.45	-54.184	-39.940	-39.218	-79.157	-79.157	45.484	33.32	15.17	48.50	48.50
		5	12.73	9.18	0.05	9.58	-9.55	-0.06	15.356	13.414	-10.028	3.3863	15.356	26.344	18.69	-0.06	18.63	26.34
K2 (B)	1	-6.11	1.25	-0.41	0.23	-81.45	111.7	-7.988	-6.803	-85.523	-92.325	-92.325	1.868	1.53	117.3	118.84	118.84	
	2	-5.82	4.89	-0.66	0.08	-97.26	95.28	-8.040	-6.735	-102.123	-108.86	-108.86	5.996	5.21	100.0	105.25	105.25	
	3	-5.82	5.05	-1.50	1.18	-85.08	70.85	-9.384	-7.529	-89.334	-96.863	-96.863	7.948	6.42	74.39	80.81	80.81	
	4	-4.47	4.69	-0.76	1.03	-59.44	40.73	-6.580	-5.412	-62.412	-67.824	-67.824	7.276	5.90	42.77	48.66	48.66	
	5	-1.50	4.38	-2.64	1.69	-21.14	11.29	-6.024	-4.070	-22.197	-26.267	-26.267	7.960	6.20	11.85	18.05	18.05	
K3 (C)	1	6.10	-3.42	0.16	-0.29	-81.55	112.0	7.576	6.556	-85.628	-79.071	-79.071	-4.568	-3.87	117.6	113.73	117.60	
	2	11.33	-12.86	1.04	-0.84	-97.54	95.39	15.260	12.879	-102.417	-89.538	-102.42	-16.776	-14.3	100.2	85.86	100.16	
	3	12.22	-12.48	2.00	-1.89	-85.15	71.12	17.864	14.721	-89.408	-74.687	-89.408	-18.000	-14.9	74.68	59.79	74.68	
	4	13.86	-13.08	1.67	-1.91	-60.57	41.16	19.304	16.131	-63.599	-47.467	-63.599	-18.752	-15.5	43.22	27.68	43.22	
	5	5.16	-7.54	3.06	-2.08	-19.47	10.57	11.088	8.310	-20.444	-12.134	-20.444	-12.376	-9.88	11.10	1.22	-12.38	
K4 (D)	1	3.56	-4.71	8.41	-2.88	-46.82	89.15	17.728	11.685	-49.161	-37.476	-49.161	-10.260	-7.67	93.61	85.94	93.61	
	2	5.91	-7.04	11.79	-12.72	-56.22	52.46	25.956	17.347	-59.031	-41.684	-59.031	-28.800	-19.4	55.08	35.67	55.08	
	3	6.36	-7.13	11.83	-11.89	-52.96	34.59	26.560	17.857	-55.608	-37.751	-55.608	-27.580	-18.7	36.32	17.60	36.32	
	4	10.73	-7.82	14.83	-12.92	-35.07	14.15	36.604	25.281	-36.824	-11.543	-36.824	-30.056	-20.4	14.86	-5.56	-30.06	
	5	-11.48	0.42	-0.08	-8.38	-22.67	4.24	-13.904	-12.130	-23.804	-35.933	-35.933	-12.904	-7.48	4.45	-3.03	-12.90	

Tabel 4. : Perhitungan Momen Rencana Kolom Arah y ( As 3 = 6 )

Portal	Kolom	Lantai	MDx		MLx		Mex		Atas					Bawah				
			atas (KNm)	bawah (KNm)	atas (KNm)	bawah (KNm)	atas (KNm)	bawah (KNm)	Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)	1,2MD+1,6ML (KNm)	Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)	
As 3 = 6	K1 (A)	1	-23.10	10.02	-10.30	3.56	-32.90	73.46	-44.200	-33.989	-34.545	-68.53	-68.53	17.720	13.89	77.13	91.02	91.02
		2	-27.33	28.02	-13.56	14.18	-51.48	53.39	-54.492	-41.511	-54.054	-95.56	-95.56	56.312	42.82	56.06	98.88	98.88
		3	-25.06	25.40	-13.39	13.31	-52.85	37.15	-51.496	-38.967	-55.493	-94.46	-94.46	51.776	39.25	39.01	78.26	78.26
		4	-34.54	28.47	-16.93	14.61	-37.69	14.88	-68.536	-52.266	-39.575	-91.84	-91.84	57.540	43.70	15.62	59.32	59.32
		5	13.90	13.84	0.49	9.56	-9.44	0.21	17.464	15.058	-9.912	5.15	17.46	31.904	23.57	0.22	23.79	31.90
K2 (B)	1	5.03	-1.53	-0.74	0.58	-63.33	92.65	4.852	4.582	-66.497	-61.91	-66.50	-0.908	-1.06	97.28	96.22	97.28	
	2	9.71	-11.68	-0.87	0.24	-89.94	92.97	10.260	9.373	-94.437	-85.06	-94.44	-13.632	-12.0	97.62	85.58	97.62	
	3	9.08	-9.50	-1.72	1.45	-85.03	72.28	8.144	7.909	-89.282	-81.37	-89.28	-9.080	-8.60	75.89	67.29	75.89	
	4	13.15	-10.64	-1.17	1.47	-59.20	40.53	13.908	12.702	-62.160	-49.46	-62.16	-10.416	-9.78	42.56	32.77	42.56	
	5	1.22	-5.98	-2.96	1.95	-22.31	12.31	-3.272	-1.516	-23.426	-24.94	-24.94	-4.056	-4.44	12.93	8.49	12.93	
K3 (C)	1	-7.95	3.07	-0.06	0.02	-59.31	90.82	-9.636	-8.404	-62.276	-70.68	-70.68	3.716	3.24	95.36	98.60	98.60	
	2	-6.80	6.97	1.23	-0.97	-90.75	91.36	-6.192	-5.978	-95.288	-101.3	-101.3	6.812	6.40	95.93	102.33	102.33	
	3	-4.14	4.27	2.36	-2.14	-86.03	74.22	-1.192	-2.117	-90.332	-92.45	-92.45	1.700	2.46	77.93	80.39	80.39	
	4	-8.68	6.98	1.72	-1.97	-60.65	40.92	-7.664	-7.489	-63.683	-71.17	-71.17	5.224	5.47	42.97	48.43	48.43	
	5	1.39	3.84	3.44	-2.36	-21.00	12.05	7.172	4.710	-22.050	-17.34	-22.05	0.832	1.80	12.65	14.45	14.45	
K4 (D)	1	22.77	-9.33	9.77	-3.09	-66.87	82.89	42.956	33.141	-70.214	-37.07	-70.21	-16.140	-12.7	87.03	74.32	87.03	
	2	28.36	-34.34	13.80	-15.10	-63.92	92.59	56.112	42.819	-67.116	-24.30	-67.12	-65.368	-50.3	97.22	46.89	97.22	
	3	26.07	-26.13	13.68	-13.61	-52.86	31.11	53.172	40.301	-55.503	-15.20	-55.50	-53.132	-40.3	32.67	-7.63	-53.13	
	4	34.84	-28.34	17.19	-14.81	-35.42	15.52	69.312	52.827	-37.191	15.64	69.31	-57.704	-43.8	16.30	-27.46	-57.70	
	5	13.53	-13.04	-0.51	-9.67	-23.51	5.43	15.420	13.725	-24.686	-10.96	-24.69	-31.120	-22.8	5.70	-17.13	-31.12	
As 3 = 6	K5 (E)	1	-19.81	2.77	-4.36	0.60	79.01	-30.748	-24.921	82.961	58.04	82.96	4.284	3.48	-65.5	-62.03	-65.51	

Tabel 4. Perhitungan Momen Rencana Kolom Arah y (As 4 = 5)

Portal	Kolom	Lantai	Momen				Atas				Bawah							
			MDx atas (KNm)	MDx bawah (KNm)	MLx atas (KNm)	MLx bawah (KNm)	Mex atas (KNm)	Mex bawah (KNm)	Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)	Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)		
As 4 = 5	K1 (A)	1	-23.37	10.57	-10.36	3.66	-30.80	69.98	-44.620	-34.329	-32.340	-66.67	-66.67	18.540	14.56	73.48	88.036	88.036
		2	-27.76	28.69	-13.59	14.21	-49.12	52.12	-55.056	-41.991	-51.576	-93.57	-93.57	57.164	43.55	54.73	98.279	98.279
		3	-25.61	26.07	-13.44	13.37	-51.68	37.07	-52.236	-39.591	-54.264	-93.86	-93.86	52.676	40.01	38.92	78.932	78.932
		4	-35.29	29.06	-16.97	14.65	-37.36	15.03	-69.500	-53.091	-39.228	-92.32	-92.32	58.312	44.36	15.78	60.139	60.139
		5	14.05	14.16	0.39	9.63	-9.27	0.23	17.484	15.121	-9.734	5.39	17.48	17.48	32.400	23.97	0.242	24.21
	K2 (B)	1	5.39	-1.30	-0.85	0.71	-59.88	85.27	5.108	4.856	-62.874	-58.02	-62.87	-0.424	-0.694	92.68	91.989	92.684
		2	10.60	-12.12	-0.94	0.32	-86.42	90.21	11.216	10.242	-90.741	-80.50	-90.74	-14.032	-12.42	94.72	82.297	94.721
		3	10.29	-10.47	-1.83	1.57	-83.38	71.50	9.420	9.075	-87.549	-78.47	-87.55	-10.052	-9.51	75.08	65.565	75.075
		4	14.59	-12.06	-1.28	1.58	-58.69	40.44	15.460	14.110	-61.625	-47.51	-61.62	-11.944	-11.17	42.46	31.292	42.462
		5	3.36	-7.70	-3.06	2.04	-22.28	12.35	-0.864	0.636	-23.394	-22.76	-23.39	-5.976	-6.157	12.97	6.8103	12.968
	K3 (C)	1	-2.69	1.63	-0.16	0.15	-55.94	86.50	-3.484	-2.976	-58.737	-61.71	-61.71	2.196	1.853	90.83	92.678	92.678
		2	0.42	-0.55	1.14	-0.89	-87.20	88.55	2.328	1.518	-91.560	-90.04	-91.56	-2.084	-1.419	92.98	91.559	92.978
		3	2.48	-2.24	2.23	-1.99	-84.38	73.48	6.544	4.711	-88.599	-83.89	-88.60	-5.872	-4.233	77.15	72.921	77.154
		4	-0.35	-0.47	1.60	-1.86	-60.17	40.85	2.140	1.145	-63.179	-62.03	-63.18	-3.540	-2.251	42.89	40.641	42.893
		5	2.52	-0.63	3.33	-2.27	-20.98	12.12	8.352	5.793	-22.029	-16.24	-22.03	-4.388	-2.807	12.73	9.9194	12.726
	K4 (D)	1	15.13	-6.26	9.39	-2.89	-64.13	79.22	33.180	24.760	-67.337	-42.58	-67.34	-12.136	-9.304	83.18	73.877	83.181
		2	18.63	-23.23	13.68	-14.77	-60.99	90.24	44.244	32.489	-64.040	-31.55	-64.04	-51.508	-38.35	94.75	56.403	94.752
		3	16.61	-16.73	13.63	-13.58	-51.74	31.08	41.740	30.321	-54.327	-24.01	-54.33	-41.804	-30.4	32.63	2.2344	-41.804
		4	23.55	-18.17	17.14	-14.76	-35.09	15.71	55.684	40.925	-36.845	4.08	55.68	-45.420	-33.03	16.5	16.551	-45.42
		5	-15.67	-5.65	-0.41	-9.69	-23.45	5.50	-19.460	-16.841	-24.623	-41.46	-41.46	-22.284	-15.09	5.775	9.3146	-22.284
As 4 = 5	K5 (E)	1	-18.92	2.20	-4.59	0.57	75.27	-59.55	-30.048	-24.204	79.034	54.83	79.03	3.552	2.849	-62.53	-59.679	-62.528

Tabel 4.31 Perhitungan Momen Rencana Kolom Arah x (As A)

Portal	Kolom	Lantai	Mdy		Mly		Mey atas	Mey bawah	Atas				Bawah					
			atas (KNm)	bawah (KNm)	atas (KNm)	bawah (KNm)			1,2MD+1,6ML (KNm)	Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)	1,2MD+1,6ML (KNm)	Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)
As A	K 1 (1 = 8)	1	-3.21	2.73	-2.56	1.08	-52.17	64.04	-7.948	-5.790	-54.779	-60.568	-60.568	5.004	3.89	67.24	71.13	71.13
		2	-3.20	3.38	-3.67	3.79	-48.48	45.49	-9.712	-6.828	-50.904	-57.732	-57.732	10.120	7.13	47.76	54.90	54.90
		3	-3.12	3.12	-3.69	3.67	-41.41	36.16	-9.648	-6.763	-43.481	-50.244	-50.244	9.616	6.74	37.97	44.71	44.71
		4	-3.49	3.26	-4.22	3.92	-26.91	21.03	-10.940	-7.652	-28.256	-35.908	-35.908	10.184	7.13	22.08	29.21	29.21
		5	-0.30	2.14	-1.65	3.14	-7.41	1.36	-3.000	-1.874	-7.781	-9.6548	-9.6548	7.592	5.21	1.43	6.64	7.59
	K 1 (2 = 7)	1	0.25	-0.15	-0.11	0.01	-78.00	82.18	0.124	0.159	-81.900	-81.741	-81.9	-0.164	-0.15	86.29	86.14	86.29
		2	0.40	-0.34	-0.09	0.19	-77.38	76.46	0.336	0.335	-81.249	-80.914	-81.249	-0.104	-0.18	80.28	80.11	80.28
		3	0.55	-0.47	0.15	-0.11	-63.34	60.66	0.900	0.719	-66.507	-65.788	-66.507	-0.740	-0.60	63.69	63.10	63.69
		4	0.53	-0.55	0.06	-0.10	-42.75	38.82	0.732	0.613	-44.888	-44.274	-44.888	-0.820	-0.67	40.76	40.09	40.76
		5	0.93	-0.73	0.43	-0.24	-15.56	13.03	1.804	1.383	-16.338	-14.955	-16.338	-1.260	-0.99	13.68	12.69	13.68
	K 1 (3 = 6)	1	-0.27	0.17	-0.04	0.01	-74.52	79.56	-0.388	-0.321	-78.246	-78.567	-78.567	0.220	0.19	83.54	83.73	83.73
		2	-0.44	0.38	0.01	0.01	-73.67	72.17	-0.514	-0.453	-77.354	-77.807	-77.807	0.467	0.41	75.78	76.18	76.18
		3	-0.64	0.61	0.01	0.00	-61.11	57.99	-0.758	-0.666	-64.166	-64.832	-64.832	0.735	0.64	60.89	61.53	61.53
		4	-0.72	0.69	0.02	-0.04	-41.37	37.34	-0.832	-0.737	-43.439	-44.176	-44.176	0.764	0.69	39.21	39.89	39.89
		5	-0.57	0.66	0.00	0.01	-16.28	13.32	-0.689	-0.601	-17.094	-17.695	-17.695	0.806	0.70	13.99	14.69	14.69
	K 1 (4 = 5)	1	0.21	-0.13	0.00	0.01	-74.72	79.97	0.246	0.217	-78.456	-78.239	-78.456	-0.146	-0.13	83.97	83.84	83.97
		2	0.25	-0.25	-0.02	0.02	-73.73	72.36	0.268	0.244	-77.417	-77.173	-77.417	-0.268	-0.24	75.98	75.73	75.98
		3	0.19	-0.18	-0.01	0.01	-60.93	57.89	0.218	0.194	-63.977	-63.783	-63.977	-0.205	-0.18	60.78	60.60	60.78
		4	0.25	-0.21	-0.01	0.01	-41.12	37.18	0.287	0.255	-43.176	-42.921	-43.176	-0.242	-0.21	39.04	38.82	39.04
		5	0.11	-0.18	0.00	0.00	-16.77	13.89	0.130	0.115	-17.609	-17.494	-17.609	-0.211	-0.19	14.58	14.40	14.58

Tabel 4.1. Perhitungan Momen Rencana Kolom Arah x (As C)

Portal	Kolom	Lantai	Mdy					Mly					Atas					Bawah				
			atas (KNm)	bawah (KNm)	atas (KNm)	bawah (KNm)	Mly atas (KNm)	Mly bawah (KNm)	Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)	Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)	Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)		
As C	K3 (1 = 8)	1	-0.64	3.12	8.14	-2.75	-79.05	151.3	12.256	7.020	-83.003	-75.98	-83.00	-0.656	0.68	158.9	159.57	159.57	159.57	159.57		
		2	-9.66	3.44	11.66	-11.69	-82.17	66.56	7.064	0.876	-86.279	-85.40	-86.28	-14.576	-7.44	69.89	62.45	62.45	62.45	69.89		
		3	-12.61	13.35	12.26	-12.39	-78.63	44.49	4.484	-1.655	-82.562	-84.22	-84.22	-3.804	2.31	46.71	49.02	49.02	49.02	49.02		
		4	-11.59	11.58	16.57	-13.00	-7.67	8.50	12.604	3.489	-8.054	-4.56	12.60	-6.904	-0.13	8.93	8.80	8.80	8.80	8.93		
		5	20.29	12.29	-2.40	-5.50	-28.31	73.02	20.508	19.037	-29.726	-10.69	-29.73	5.948	7.71	76.67	84.38	84.38	84.38	84.38		
	K3 (2 = 7)	1	0.78	-0.41	-0.28	0.24	-73.20	75.90	0.488	0.554	-76.860	-76.31	-76.86	-0.108	-0.20	79.70	79.49	79.49	79.49	79.70		
		2	0.58	-0.84	-0.42	0.25	-79.63	79.38	0.024	0.212	-83.612	-83.40	-83.61	-0.608	-0.65	83.35	82.70	82.70	83.35	83.35		
		3	0.13	-0.06	-0.96	0.84	-62.56	60.70	-1.380	-0.771	-65.688	-66.46	-66.46	1.272	0.73	63.74	64.47	64.47	64.47	64.47		
		4	0.22	-0.18	-0.59	0.63	-48.55	42.53	-0.680	-0.327	-50.978	-51.30	-51.30	0.792	0.41	44.66	45.06	45.06	45.06	45.06		
		5	0.08	-0.37	-0.03	0.28	-0.88	3.19	0.048	0.056	-0.924	-0.87	-0.92	0.004	-0.12	3.35	3.23	3.23	3.35	3.35		
K3 (3 = 6)	1	-3.51	1.54	-0.06	0.03	-66.98	72.30	-4.308	-3.742	-70.329	-74.07	-74.07	1.896	1.65	75.92	77.56	77.56	77.56	77.56			
	2	-5.51	5.46	0.11	-0.08	-71.89	70.74	-6.436	-5.682	-75.485	-81.17	-81.17	6.424	5.66	74.28	79.93	79.93	79.93	79.93			
	3	-5.99	5.90	0.07	-0.07	-58.65	55.53	-7.076	-6.223	-61.583	-67.81	-67.81	6.968	6.13	58.31	64.44	64.44	64.44	64.44			
	4	-7.35	6.69	0.32	-0.32	-41.87	37.47	-8.308	-7.415	-43.964	-51.38	-51.38	7.516	6.72	39.34	46.07	46.07	46.07	46.07			
	5	0.17	1.42	-0.01	0.03	-1.19	2.46	0.188	0.169	-1.250	-1.08	-1.25	1.752	1.52	2.58	4.10	4.10	4.10	4.10			
K3 (4 = 5)	1	0.10	-0.16	-0.01	0.01	-67.73	72.76	0.104	0.096	-71.117	-71.02	-71.12	-0.176	-0.16	76.40	76.24	76.24	76.40	76.40			
	2	0.39	-0.21	0.02	-0.03	-72.17	71.22	0.500	0.428	-75.779	-75.35	-75.78	-0.300	-0.25	74.78	74.53	74.53	74.78	74.78			
	3	0.74	-0.64	-0.02	0.02	-58.59	55.68	0.856	0.758	-61.520	-60.76	-61.52	-0.736	-0.65	58.46	57.81	57.81	58.46	58.46			
	4	-0.84	-0.83	0.01	-0.05	-41.52	36.83	-1.000	-0.877	-43.596	-44.47	-44.47	-1.076	-0.92	38.67	37.75	37.75	38.67	38.67			
	5	0.01	-0.15	-0.01	0.02	-1.17	2.68	-0.003	0.001	-1.229	-1.23	-1.23	-0.148	-0.14	2.81	2.68	2.68	2.81	2.81			



Tabel 4. Perhitungan Momen Rencana Kolom Arah x (As B)

Portal	Kolom	Lantai	Mdy		Mly		Mey atas (KNm)	Mey bawah (KNm)	Atas			Bawah							
			atas (KNm)	bawah (KNm)	Mly atas (KNm)	Mly bawah (KNm)			Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)	1,2MD+1,6ML (KNm)	Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)		
As B	K2 (1 = 8)	1	-0.61	3.05	-7.84	2.68	-81.06	155.2	-13.276	-8.049	-85.113	-93.16	-93.16	-93.16	7.948	5.74	163.0	168.70	168.70
		2	-8.93	3.03	-11.45	11.32	-82.48	64.99	-29.036	-20.197	-86.604	-106.8	-106.8	-106.8	21.748	13.88	68.24	82.12	82.12
		3	-11.83	12.52	-12.06	12.20	-77.89	42.91	-33.492	-23.818	-81.785	-105.6	-105.6	-105.6	34.544	24.68	45.06	69.73	69.73
		4	-10.77	10.67	-16.33	12.80	-7.10	7.69	-39.052	-26.740	-7.455	-34.20	-39.05	-39.05	33.284	23.30	8.07	31.37	33.28
		5	19.40	11.50	2.34	5.40	-28.52	72.62	27.024	22.581	-29.946	-7.36	-29.95	-29.95	22.440	17.18	76.25	93.43	93.43
	K2 (2 = 7)	1	0.84	-0.43	-0.32	0.26	-75.15	77.86	0.496	0.580	-78.908	-78.33	-78.91	-78.91	-0.100	-0.21	81.75	81.55	81.75
		2	0.59	-0.88	-0.47	0.31	-80.79	80.45	-0.044	0.175	-84.830	-84.65	-84.83	-84.83	-0.560	-0.63	84.47	83.84	84.47
		3	0.08	-0.01	-1.02	0.89	-62.81	60.89	-1.536	-0.880	-65.951	-66.83	-66.83	-66.83	1.416	0.83	63.93	64.77	64.77
		4	0.22	-0.13	-0.67	0.70	-48.64	42.60	-0.808	-0.402	-51.072	-51.47	-51.47	-51.47	0.964	0.53	44.73	45.26	45.26
		5	-0.12	0.16	-0.02	0.25	-0.96	3.32	-0.176	-0.145	-1.008	-1.15	-1.15	-1.15	0.592	0.40	3.49	3.89	3.89
	K2 (3 = 6)	1	-3.53	1.46	-0.04	0.02	-68.79	74.17	-4.300	-3.744	-72.230	-75.97	-75.97	-75.97	1.784	1.55	77.88	79.43	79.43
		2	-5.25	5.40	0.12	-0.10	-73.07	71.75	-6.108	-5.399	-76.724	-82.12	-82.12	-82.12	6.320	5.58	75.34	80.91	80.91
		3	-5.40	5.39	0.07	-0.06	-58.97	55.76	-6.368	-5.604	-61.919	-67.52	-67.52	-67.52	6.372	5.60	58.55	64.15	64.15
		4	-6.65	6.04	0.31	-0.31	-41.98	37.57	-7.484	-6.690	-44.079	-50.77	-50.77	-50.77	6.752	6.05	39.45	45.50	45.50
		5	0.04	1.60	0.01	-0.02	-1.31	2.67	0.059	0.049	-1.376	-1.33	-1.38	-1.38	1.888	1.66	2.80	4.46	4.46
	K2 (4 = 5)	1	3.56	-1.63	-0.02	0.02	-69.52	74.62	4.240	3.719	-72.996	-69.28	-73.00	-73.00	-1.924	-1.69	78.35	76.66	78.35
		2	5.18	-5.29	0.01	-0.02	-73.34	72.23	6.232	5.448	-77.007	-71.56	-77.01	-77.01	-6.380	-5.57	75.84	70.27	75.84
		3	4.97	-4.95	-0.02	0.01	-58.89	55.90	5.932	5.200	-61.835	-56.63	-61.83	-61.83	-5.924	-5.19	58.70	53.51	58.70
		4	5.96	-5.44	0.05	-0.05	41.62	36.93	7.232	6.305	43.701	50.01	50.01	50.01	-6.608	-5.76	38.78	33.02	38.78
		5	0.05	-1.76	0.00	0.00	-1.30	2.92	0.063	0.054	-1.365	-1.31	-1.37	-1.37	-2.106	-1.84	3.07	1.22	3.07

Tabel 4.41 Perhitungan Momen Rencana Kolom Arah x (As D)

Portal	Kolom	Lantai	Mdy				Mly				Atas				Bawah			
			atas (KNm)	bawah (KNm)	atas (KNm)	bawah (KNm)	atas (KNm)	bawah (KNm)	Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)	1,2MD+1,6ML (KNm)	Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)	
As D	K4 (1 = 8)	1	1.43	-1.97	-3.13	1.29	-50.46	58.14	-3.292	-1.456	-52.983	-54.44	-54.44	-0.300	-0.849	61.05	60.198	61.047
		2	0.90	-0.86	-4.57	4.70	-58.96	58.10	-6.232	-3.374	-61.908	-65.28	-65.28	6.488	3.539	61.01	64.544	64.544
		3	0.78	-0.85	-4.60	4.56	-48.99	44.59	-6.424	-3.528	-51.440	-54.97	-54.97	6.276	3.417	46.82	50.236	50.236
		4	0.80	-0.72	-5.10	4.82	-31.39	26.49	-7.200	-3.980	-32.960	-36.94	-36.94	6.848	3.799	27.81	31.613	31.613
		5	-1.08	-0.14	-1.85	3.70	-8.35	3.82	-4.256	-2.882	-8.768	-11.65	-11.65	5.752	3.35	4.011	7.3605	7.3605
K4 (2 = 7)	1	0.89	-0.52	-1.10	0.44	-69.30	72.55	-0.692	-0.105	-72.765	-72.87	-72.87	0.080	-0.13	76.18	76.047	76.178	
	2	1.03	-1.16	-1.48	1.65	-80.75	80.65	-1.132	-0.317	-84.788	-85.10	-85.10	1.248	0.341	84.68	85.024	85.024	
	3	1.01	-0.94	-1.23	1.25	-65.96	63.59	-0.756	-0.102	-69.258	-69.36	-69.36	0.872	0.194	66.77	66.964	66.964	
	4	1.28	-1.18	-1.45	1.35	-43.89	40.36	-0.784	-0.026	-46.085	-46.11	-46.11	0.744	0.037	42.38	42.415	42.415	
	5	0.29	-0.65	-0.17	0.83	-15.67	13.54	0.076	0.144	-16.454	-16.31	-16.45	0.548	0.102	14.22	14.319	14.319	
K4 (3 = 6)	1	-2.13	0.89	-0.56	0.21	-63.80	69.35	-3.452	-2.766	-66.990	-69.76	-69.76	1.404	1.133	72.82	73.95	73.95	
	2	-0.30	1.84	-0.18	0.52	-74.19	73.79	-0.648	-0.485	-77.900	-78.38	-78.38	3.040	2.423	77.48	79.903	79.903	
	3	1.01	-1.07	0.11	-0.11	-61.10	57.85	1.388	1.164	-64.155	-62.99	-64.16	-1.460	-1.227	60.74	59.515	60.743	
	4	1.13	-1.04	0.12	-0.13	-41.21	37.10	1.548	1.300	-43.271	-41.97	-43.27	-1.456	-1.215	38.96	37.74	38.955	
	5	0.70	-0.83	0.15	-0.10	-16.21	13.29	1.080	0.877	-17.021	-16.14	-17.02	-1.156	-0.966	13.95	12.989	13.955	
K4 (4 = 5)	1	0.77	-0.37	-0.10	0.03	-64.43	69.44	0.764	0.714	-67.652	-66.94	-67.65	-0.396	-0.36	72.91	72.552	72.912	
	2	0.67	-0.91	-0.03	0.10	-74.96	74.94	0.756	0.675	-78.708	-78.03	-78.71	-0.932	-0.861	78.69	77.826	78.687	
	3	0.61	-0.50	0.03	-0.04	-61.11	57.97	0.780	0.669	-64.166	-63.50	-64.17	-0.664	-0.563	60.87	60.306	60.869	
	4	0.75	-0.73	0.00	-0.01	-40.99	37.03	0.903	0.789	-43.040	-42.25	-43.04	-0.884	-0.771	38.88	38.11	38.882	
	5	0.54	-0.61	0.02	-0.02	-16.57	13.75	0.680	0.586	-17.399	-16.81	-17.40	-0.764	-0.659	14.44	13.778	14.438	

1130

Tabel 4.42 Perhitungan Momen Rencana Kolom Arah x (As E)

Portal	Kolom	Lantai	Mdy				Mly				Atas				Bawah			
			atas (KNm)	bawah (KNm)	atas (KNm)	bawah (KNm)	atas (KNm)	bawah (KNm)	Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)	1,2MD+1,6ML (KNm)	Mb (KNm)	Ms (KNm)	Mb+Ms (KNm)	M pakai (KNm)	
As E	K5 (3 = 6)	1	6.31	-1.02	0.18	-0.03	-32.29	22.80	7.86	6.80	-33.905	-27.109	-33.905	-1.272	-1.099	23.94	22.841	23.94
		K5 (4 = 5)	1	1.41	-0.24	0.82	-0.13	39.47	23.97	3.00	2.26	41.444	43.699	43.699	-0.496	-0.375	25.17	24.794

Tabel 4.32 Perhitungan Gaya Aksial Rencana Kolom

Portal	Kolom	Lantai	PD (KN)	PL (KN)	PE (KN)	1,2PD+1,6PL (KN)	Pb (KN)	Ps (KN)	Pb + Ps (KN)	P pakai (KN)
As A	K 1(1 = 8) K1 (A)	1	-688.490	-148.450	-111.150	-1063.708	-878.787	-116.708	-995.495	-1064
		2	-553.830	-116.570	-74.010	-851.108	-703.920	-77.711	-781.631	-851
		3	-416.280	-83.540	-41.180	-633.200	-524.811	-43.239	-568.050	-633
		4	-278.720	-50.570	-17.570	-415.376	-345.755	-18.449	-364.203	-415
		5	-141.720	-17.320	-4.600	-197.776	-166.992	-4.830	-171.822	-198
	K 1(2 = 7) K1 (A)	1	-735.450	-218.010	-113.050	-1231.356	-1001.133	-118.703	-1119.836	-1231
		2	-587.050	-167.320	-76.710	-972.172	-792.089	-80.546	-872.634	-972
		3	-437.660	-116.210	-42.640	-711.128	-581.564	-44.772	-626.336	-711
		4	-288.050	-64.890	-17.470	-449.484	-370.587	-18.344	-388.931	-449
		5	-139.370	-13.660	-3.670	-189.100	-160.682	-3.854	-164.535	-189
	K 1(3 = 6) K1 (A)	1	-812.500	-218.140	-112.540	-1324.024	-1082.172	-118.167	-1200.339	-1324
		2	-643.180	-168.330	-79.110	-1041.144	-852.086	-83.066	-935.151	-1041
		3	-473.680	-117.570	-44.880	-756.528	-620.813	-47.124	-667.937	-757
		4	-304.080	-66.360	-18.820	-471.072	-388.962	-19.761	-408.723	-471
		5	-135.790	-15.540	-4.340	-187.812	-158.897	-4.557	-163.454	-188
	K 1(4 = 5) K1 (A)	1	-819.510	-218.000	-109.890	-1332.212	-1089.386	-115.385	-1204.770	-1332
		2	-649.220	-168.050	-77.920	-1047.944	-858.134	-81.816	-939.950	-1048
		3	-478.460	-117.280	-44.610	-761.800	-625.527	-46.841	-672.368	-762
		4	-307.420	-66.070	-18.880	-474.616	-392.165	-19.824	-411.989	-475
		5	-137.600	-15.210	-4.470	-189.456	-160.451	-4.694	-165.144	-189

Portal	Kolom	Lantai	PD (KN)	PL (KN)	PE (KN)	1,2PD+1,6PL (KN)	Pb (KN)	Ps (KN)	Pb + Ps (KN)	P pakai (KN)
As B	K2 (1 = 8) K2 (B)	1	-912.040	-239.090	-125.870	-1476.992	-1208.687	-132.164	-1340.850	-1477
		2	-686.580	-177.010	-80.510	-1107.112	-906.770	-84.536	-991.305	-1107
		3	-485.610	-119.090	-41.020	-773.276	-634.935	-43.071	-678.006	-773
		4	-284.540	-60.930	-13.040	-438.936	-362.744	-13.692	-376.436	-439
		5	-83.190	-3.300	-3.640	-105.108	-90.815	-3.822	-94.637	-105
	K2 (2 = 7) K2 (B)	1	-996.440	-392.770	-157.000	-1824.160	-1458.671	-158.485	-1517.156	-1824
		2	-755.290	-292.720	-106.060	-1374.700	-1100.411	-115.385	-1215.796	-1375
		3	-514.610	-194.320	-74.444	-928.444	-744.377	-81.816	-826.193	-928
		4	-275.070	-96.870	-32.690	-485.076	-390.537	-46.841	-437.378	-485
		5	-90.910	-33.400	-11.660	-142.736	-118.813	-13.325	-132.138	-143
	K2 (3 = 6) K2 (B)	1	-990.910	-396.240	-157.000	-1823.076	-1456.508	-161.306	-1461.306	-1823
		2	-750.750	-296.080	-106.060	-1374.628	-1099.172	-115.385	-1215.007	-1375
		3	-511.810	-196.720	-74.444	-928.924	-743.957	-81.816	-825.773	-929
		4	-273.240	-97.680	-32.690	-484.176	-389.466	-46.841	-436.307	-484
		5	-93.420	-33.420	-11.680	-142.792	-118.855	-13.325	-132.170	-143
	K2 (4 = 5) K2 (B)	1	-987.350	-395.360	-157.000	-1817.396	-1451.846	-161.306	-1456.371	-1817
		2	-746.440	-295.260	-106.060	-1368.144	-1093.785	-115.385	-1209.170	-1368
		3	-508.000	-196.110	-74.444	-923.376	-739.316	-81.816	-820.132	-923
		4	-270.730	-97.400	-32.690	-480.716	-386.537	-46.841	-433.378	-481
		5	-91.710	-31.680	-11.680	-140.740	-118.060	-13.325	-131.385	-141

Tabel Perhitungan Gaya Aksial Rencana Kolom

Portal	Kolom	Lantai	PD (KN)	PL (KN)	PE (KN)	1,2PD+1,6PL (KN)	Pb (KN)	Ps (KN)	Pb + Ps (KN)	P pakai (KN)
As C	K 3(1 = 8) K3 (C)	1	-906.470	-239.990	-121.610	-1471.748	-1203.783	-127.691	-1331.474	-1472
		2	-684.730	-178.190	-79.200	-1106.780	-906.066	-83.160	-989.226	-1107
		3	-486.510	-120.270	-41.190	-776.244	-637.119	-43.250	-680.369	-776
		4	-287.720	-62.050	-13.770	-444.544	-367.259	-14.459	-381.717	-445
		5	-88.890	-4.340	-3.900	-113.612	-97.892	-4.095	-101.987	-114
	K 3(2 = 7) K3 (C)	1	-997.100	-393.920	-54.900	-1826.792	-1460.571	-57.645	-1518.216	-1827
		2	-756.950	-293.840	-36.050	-1378.484	-1103.330	-37.853	-1141.182	-1378
		3	-516.320	-195.220	-21.270	-931.936	-747.117	-22.334	-769.451	-932
	K 3(3 = 6) K3 (C)	4	-276.440	-97.470	-12.970	-487.680	-392.606	-13.619	-406.224	-488
		5	-34.890	-1.320	-0.820	-43.980	-38.021	-0.861	-38.882	-44
		1	-914.530	-396.360	-4.590	-1731.612	-1376.435	-4.820	-1381.254	-1732
		2	-694.210	-296.140	-4.020	-1306.876	-1039.868	-4.221	-1044.089	-1307
		3	-475.380	-196.780	-0.740	-885.304	-705.768	-0.777	-706.545	-885
	K 3(4 = 5) K3 (C)	4	-256.280	-97.720	-0.300	-463.888	-371.700	-0.315	-372.015	-464
		5	-35.730	-1.660	-0.492	-45.532	-39.260	-0.517	-39.776	-46
1		-753.060	-395.540	-1.830	-1536.536	-1206.030	-1.922	-1207.952	-1537	
2		-575.870	-295.380	-4.260	-1163.652	-914.813	-4.473	-919.286	-1164	
3		-397.880	-196.200	-0.293	-791.376	-623.784	-0.308	-624.092	-791	
4	-218.650	-97.460	-0.162	-418.316	-331.916	-0.170	-332.086	-418		
5	-38.160	-1.650	-0.463	-48.432	-41.801	-0.486	-42.287	-48		

Tabel Perhitungan Gaya Aksial Rencana Kolom

Portal	Kolom	Lantai	PD (KN)	PL (KN)	PE (KN)	1,2PD+1,6PL (KN)	Pb (KN)	Ps (KN)	Pb + Ps (KN)	P pakai (KN)
As D	K 4(1 = 8) K2 (B)	1	-900.360	-191.610	-131.500	-1387.008	-1146.569	-138.075	-1284.644	-1387
		2	-711.840	-148.960	-88.130	-1092.544	-903.840	-92.537	-996.377	-1093
		3	-520.740	-105.140	-48.030	-793.112	-657.174	-50.432	-707.606	-793
		4	-329.550	-61.030	-19.240	-493.108	-410.109	-20.202	-430.311	-493
		5	-138.940	-17.310	-3.930	-194.424	-164.063	-4.127	-168.189	-194
	K 4(2 = 7) K2 (B)	1	-854.790	-252.310	-111.720	-1429.444	-1162.455	-117.306	-1279.761	-1429
		2	-677.660	-193.020	-75.820	-1122.024	-914.214	-79.611	-993.825	-1122
		3	-497.340	-133.180	-41.840	-809.896	-662.046	-43.932	-705.978	-810
		4	-316.750	-73.220	-16.830	-497.252	-409.469	-17.672	-427.140	-497
		5	-137.190	-13.270	-3.270	-185.860	-157.983	-3.434	-161.417	-186
	K 4(3 = 6) K2 (B)	1	-825.040	-221.790	-54.960	-1344.912	-1099.172	-57.708	-1156.880	-1345
		2	-643.700	-170.190	-83.000	-1044.744	-854.585	-87.150	-941.735	-1045
		3	-473.300	-119.290	-46.820	-758.824	-622.220	-49.161	-671.381	-759
		4	-302.990	-67.850	-20.160	-472.148	-389.382	-21.168	-410.550	-472
		5	-134.460	-16.880	-5.030	-188.360	-158.907	-5.282	-164.189	-188
K 4(4 = 5) K2 (B)	1	-756.720	-224.740	-52.820	-1267.648	-1030.533	-55.461	-1085.994	-1268	
	2	-579.170	-168.670	-80.060	-964.876	-785.232	-84.063	-869.295	-965	
	3	-430.920	-117.820	-45.230	-705.616	-576.177	-47.492	-623.669	-706	
	4	-282.700	-66.530	-19.280	-445.688	-366.692	-20.244	-386.936	-446	
	5	-136.160	-15.600	-4.560	-188.352	-159.348	-4.788	-164.136	-188	

Tabel Perhitungan Gaya Aksial Rencana Kolom

Portal	Kolom	Lantai	PD (KN)	PL (KN)	PE (KN)	1,2PD+1,6PL (KN)	Pb (KN)	Ps (KN)	Pb + Ps (KN)	P pakai (KN)
As E	K5 (3 = 6) K5 (4 = 5)	1	-54.380	-5.010	57.280	-73.272	-62.360	60.144	-2.216	-73
		1	-86.260	-9.420	54.660	-118.584	-100.464	57.393	-43.071	-119

**el 4.33** Penentuan Kriteria Kolom (arah x), As A

Kolom	Lt	b (mm)	h (mm)	Lc (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	E (Mpa)	βd	E <sub>lc</sub> (Nmm <sup>2</sup> )	Bagian Atas						Bagian Bawah						ψ atas	ψ bwh	k	kl/r	Analisis						
										Balok kanan			Balok kiri			Lc1 (m)	Balok kanan			Balok kiri							Lc2 (m)					
										Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm4)	Lg (m)	b (mm)		h (mm)	lcr (mm4)	Lg (m)	b (mm)	h (mm)							lcr (mm4)	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm4)
K1(1 = 6) As A	1	450	600	3.2	3.21	2.56	23500	0.48	5E+13	4.55	300	600	3E+09	0.58	300	350	5E+08	2.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.0	1.13	27	K.lgsg	
	2	450	600	2.9	3.2	3.67	23500	0.4	5E+13	4.55	300	600	3E+09	0.58	300	350	5E+08	2.9	4.55	300	600	3E+09	0.58	300	350	5E+08	3.2	1.0	1.0	1.30	28	K.lgsg
	3	450	600	2.9	3.12	3.69	23500	0.39	5E+13	4.55	300	600	3E+09	0.58	300	350	5E+08	2.9	4.55	300	600	3E+09	0.58	300	350	5E+08	2.9	1.1	1.1	1.32	28	K.lgsg
	4	450	600	2.9	3.49	4.22	23500	0.38	6E+13	4.55	300	600	3E+09	0.58	300	350	5E+08	2.98	4.55	300	600	3E+09	0.58	300	350	5E+08	2.9	1.0	1.1	1.32	28	K.lgsg
	5	450	600	2.98	0.3	1.65	23500	0.12	7E+13	4.55	200	300	2E+08	0.78	200	300	2E+08	0	4.55	300	600	3E+09	0.58	300	350	5E+08	2.9	2.9	1.3	1.58	35	K.lgsg
K1(2 = 7) As A	1	450	600	3.2	0.25	0.11	23500	0.63	5E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1	0.0	1.17	28	K.lgsg
	2	450	600	2.9	0.4	0.09	23500	0.77	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	3.2	1.1	1.0	1.30	28	K.lgsg
	3	450	600	2.9	0.55	0.15	23500	0.73	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	1.1	1.1	1.32	28	K.lgsg
	4	450	600	2.9	0.53	0.06	23500	0.87	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.98	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	1.0	1.0	1.30	28	K.lgsg
	5	450	600	2.98	0.93	0.43	23500	0.62	5E+13	4.55	200	300	2E+08	4.55	200	300	2E+08	0	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	6.8	1.1	1.80	40	K.lgsg
K1(3 = 6) As A	1	450	600	3.2	0.27	0.04	23500	0.84	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	0.0	1.10	26	K.lgsg	
	2	450	600	2.9	0.44	0.009	23500	0.97	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	3.2	1.0	0.9	1.30	28	K.lgsg
	3	450	600	2.9	0.64	0.006	23500	0.99	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0.9	0.9	1.30	28	K.lgsg
	4	450	600	2.9	0.72	0.02	23500	0.96	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.98	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0.9	1.0	1.30	28	K.lgsg
K1(4 = 5) As A	5	450	600	2.98	0.57	0.003	23500	0.99	4E+13	4.55	200	300	2E+08	4.55	200	300	2E+08	0	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	5.5	0.9	1.70	37	K.lgsg
	1	450	600	3.2	0.21	0.004	23500	0.98	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	3.2	1.0	0.9	1.30	28	K.lgsg
	2	450	600	2.9	0.25	0.02	23500	0.9	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	1.0	1.0	1.32	28	K.lgsg
	3	450	600	2.9	0.19	0.006	23500	0.96	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.98	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0.9	1.0	1.30	28	K.lgsg
	4	450	600	2.9	0.25	0.008	23500	0.96	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.98	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	5.5	0.9	1.70	37	K.lgsg
5	450	600	2.98	0.11	0.001	23500	0.99	4E+13	4.55	200	300	2E+08	4.55	200	300	2E+08	0	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	5.5	0.9	1.70	37	K.lgsg	

abe. 4. : Penentuan Kriteria Kolom (arah x), As B

Kolom	Lt (mm)	h (mm)	Lc (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	E (Mpa)	βd	Eic (N/mm <sup>2</sup> )	Bagian Atas						Bagian Bawah						ψ atas	ψ bwh	k	klir	Analisis								
									Balok kanan			Balok kiri			Lc1 (m)	Balok kanan			Balok kiri							Lc2 (m)							
									Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm <sup>4</sup> )	Lg (m)	b (mm)		h (mm)	lcr (mm <sup>4</sup> )	Lg (m)	b (mm)	h (mm)							lcr (mm <sup>4</sup> )	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm <sup>4</sup> )		
2 (1 = 8) As B	1	600	450	3.2	0.61	7.84	23500	0.06	4E+13	4.475	300	600	3E+09	1.2	300	350	5E+08	2.9	0	0	0	0	0	1.08	0	1.17	21	K.pndk					
	2	600	450	2.9	8.93	11.45	23500	0.37	3E+13	4.475	300	600	3E+09	0.5	300	350	5E+08	2.9	4.475	300	600	3E+09	1.2	300	350	5E+08	3.2	0.55	0.83	1.22	20	K.pndk	
	3	600	450	2.9	11.83	12.06	23500	0.42	3E+13	4.475	300	600	3E+09	0.5	300	350	5E+08	2.9	4.475	300	600	3E+09	0.5	300	350	5E+08	2.9	0.53	0.53	1.18	19	K.pndk	
	4	600	450	2.9	10.77	16.33	23500	0.33	3E+13	4.475	300	600	3E+09	0.5	300	350	5E+08	2.98	4.475	300	600	3E+09	0.5	300	350	5E+08	2.9	0.56	0.56	1.18	19	K.pndk	
	5	600	450	2.98	19.4	2.34	23500	0.86	2E+13	0	0	0	0	0	0.7	200	300	2E+08	0	4.475	300	600	3E+09	0.5	300	350	5E+08	2.9	1.02	0.4	1.2	20	K.pndk
2 (2 = 7) As B	1	450	600	3.2	0.84	0.32	23500	0.66	5E+13	4.55	300	600	3E+09	4.48	300	600	3E+09	2.9	0	0	0	0	0	0	1.07	0	1.2	28	K.lgsq				
	2	450	600	2.9	0.88	0.47	23500	0.58	5E+13	4.55	300	600	3E+09	4.48	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	600	3E+09	4.48	300	600	3E+09	3.2	1.18	1.12	1.32	28	K.lgsq	
	3	450	600	2.9	0.08	1.02	23500	0.06	7E+13	4.55	300	600	3E+09	4.48	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	600	3E+09	4.48	300	600	3E+09	2.9	1.77	1.77	1.53	33	K.lgsq	
	4	450	600	2.9	0.22	0.67	23500	0.2	6E+13	4.55	300	600	3E+09	4.48	300	600	3E+09	4.2	4.55	300	600	3E+09	4.48	300	600	3E+09	2.9	1.32	1.56	1.4	30	K.lgsq	
	5	450	600	4.2	0.12	0.02	23500	0.82	4E+13	4.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.55	300	600	3E+09	4.48	300	600	3E+09	2.9	0	0.87	1.1	34	K.lgsq
2 (3 = 6) As B	1	450	600	3.2	3.53	0.04	23500	0.99	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	3.2	0.96	0.91	1.3	28	K.lgsq	
	2	450	600	2.9	5.25	0.12	23500	0.97	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0.95	0.95	1.3	28	K.lgsq	
	3	450	600	2.9	5.4	0.07	23500	0.98	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0.82	0.97	1.22	26	K.lgsq	
	4	450	600	2.9	6.65	0.31	23500	0.94	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	4.2	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0	0.88	1.1	34	K.lgsq	
	5	450	600	4.2	0.04	0.007	23500	0.81	4E+13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0	0.9	0	1.1	26
2 (4 = 5) As B	1	450	600	3.2	3.56	0.02	23500	0.99	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	3.2	0.94	0.9	1.3	28	K.lgsq	
	2	450	600	2.9	5.18	0.01	23500	1	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0.94	0.94	1.3	28	K.lgsq	
	3	450	600	2.9	4.97	0.02	23500	0.99	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0.8	0.95	1.3	28	K.lgsq	
	4	450	600	2.9	5.96	0.05	23500	0.99	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	4.2	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0.8	0.95	1.3	28	K.lgsq	
	5	450	600	4.2	0.05	0.002	23500	0.95	4E+13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0	0.82	1.1	34	K.lgsq

abel 4. Penentuan Kriteria Kolom (arah x), As C

Kolom	Lt	b (mm)	h (mm)	Lc (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	E (Mpa)	βd	E <sub>lc</sub> (Nmm <sup>2</sup> )	Bagian Atas										Bagian Bawah										ψ atas	ψ bwh	k	kl/r	Analisis	
										Balok kanan					Balok kiri					Balok kanan					Balok kiri										
										Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm <sup>4</sup> )	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm <sup>4</sup> )	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm <sup>4</sup> )	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm <sup>4</sup> )	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm <sup>4</sup> )						Lc2 (m)
										(m)	(mm)	(mm)	(mm <sup>4</sup> )	(m)	(mm)	(mm)	(mm <sup>4</sup> )	(m)	(mm)	(mm)	(mm <sup>4</sup> )	(m)	(mm)	(mm)	(mm <sup>4</sup> )	(m)	(mm)	(mm)	(mm <sup>4</sup> )						(m)
3 (1 = 8) As C	1	600	450	3.2	3.12	8.14	23500	0.22	4E+13	4.475	300	600	3E+09	1.2	300	350	5E+08	2.9	0	0	0	0	0	1.62	0	1.2	21	K.pndk							
	2	600	450	2.9	3.44	11.66	23500	0.18	4E+13	4.475	300	600	3E+09	0.5	300	350	5E+08	2.9	4.48	300	3E+09	1.2	300	350	5E+08	3.2	0.64	0.97	1.23	20	K.pndk				
	3	600	450	2.9	13.35	12.26	23500	0.45	3E+13	4.475	300	600	3E+09	0.5	300	350	5E+08	2.9	4.48	300	3E+09	0.5	300	350	5E+08	2.9	0.52	0.52	1.15	19	K.pndk				
	4	600	450	2.9	11.58	16.57	23500	0.34	3E+13	4.475	300	600	3E+09	0.5	300	350	5E+08	2.98	4.48	300	3E+09	0.5	300	350	5E+08	2.9	0.55	0.56	1.16	19	K.pndk				
	5	600	450	2.98	20.29	2.4	23500	0.86	2E+13	0	0	0	0	0.7	200	300	2E+08	0	4.48	300	3E+09	0.5	300	350	5E+08	2.9	1.02	0.4	1.2	20	K.pndk				
3 (2 = 7) As C	1	450	600	3.2	0.78	0.28	23500	0.88	5E+13	4.55	300	600	3E+09	4.475	300	600	3E+09	2.9	0	0	0	0	0	1.06	0	1.15	27	K.lgsq							
	2	450	600	2.9	0.58	0.42	23500	0.51	5E+13	4.55	300	600	3E+09	4.475	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	3E+09	4.48	300	600	3E+09	3.2	1.24	1.18	1.3	28	K.lgsq				
	3	450	600	2.9	0.13	0.96	23500	0.09	7E+13	4.55	300	600	3E+09	4.475	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	3E+09	4.48	300	600	3E+09	2.9	1.71	1.71	1.5	32	K.lgsq				
	4	450	600	2.9	0.22	0.59	23500	0.22	6E+13	4.55	300	600	3E+09	4.475	300	600	3E+09	4.2	4.55	300	3E+09	4.48	300	600	3E+09	2.9	1.3	1.53	1.4	30	K.lgsq				
	5	450	600	4.2	0.08	0.03	23500	0.67	5E+13	4.55	0	0	0	0	0	0	0	0	4.55	300	600	3E+09	4.48	300	600	3E+09	2.9	0	0.95	1.1	34	K.lgsq			
3 (3 = 6) As C	1	450	600	3.2	3.51	0.06	23500	0.98	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0	0	0	0	0	0.91	0	1.1	26	K.lgsq							
	2	450	600	2.9	5.51	0.11	23500	0.97	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	3E+09	4.55	300	600	3E+09	3.2	0.95	0.91	1.3	28	K.lgsq				
	3	450	600	2.9	5.99	0.07	23500	0.98	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0.95	0.95	1.3	28	K.lgsq				
	4	450	600	2.9	7.35	0.32	23500	0.95	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	4.2	4.55	300	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0.82	0.97	1.3	28	K.lgsq				
	5	450	600	4.2	0.17	0.01	23500	0.93	4E+13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0	0.83	1.05	33	K.lgsq			
3 (4 = 5) As C	1	450	600	3.2	0.1	0.01	23500	0.88	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0	0	0	0	0	0.95	0	1.05	25	K.lgsq							
	2	450	600	2.9	0.39	0.02	23500	0.94	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	3E+09	4.55	300	600	3E+09	3.2	0.97	0.93	1.3	28	K.lgsq				
	3	450	600	2.9	0.74	0.02	23500	0.97	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0.96	0.96	1.3	28	K.lgsq				
	4	450	600	2.9	0.84	0.005	23500	0.99	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	4.2	4.55	300	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0.8	0.95	1.3	28	K.lgsq				
	5	450	600	4.2	0.007	0.007	23500	0.43	5E+13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0	1.11	1.05	33	K.lgsq			

ibel 4. Penentuan Kriteria Kolom (arah x), As D

Kolom	Lt	b (mm)	h (mm)	Lc (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	E (Mpa)	βd	E <sub>lc</sub> (Nmm <sup>2</sup> )	Bagian Atas										Bagian Bawah										ψ atas	ψ bwh	k	klr	Analisis		
										Balok kanan					Balok kiri					Balok kanan					Balok kiri											
										Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm <sup>4</sup> )	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm <sup>4</sup> )	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm <sup>4</sup> )	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm <sup>4</sup> )	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm <sup>4</sup> )						Lc1 (m)	Lc2 (m)
										(m)	(mm)	(mm)	(mm <sup>4</sup> )	(m)	(mm)	(mm)	(mm <sup>4</sup> )	(m)	(mm)	(mm)	(mm <sup>4</sup> )	(m)	(mm)	(mm)	(mm <sup>4</sup> )	(m)	(mm)	(mm)	(mm <sup>4</sup> )						(m)	(m)
4 (1 = 8) As D	1	450	600	3.2	1.43	3.13	23500	0.26	6E+13	4.55	300	600	3E+09	0.575	300	350	5E+08	2.9	0	0	0	0	0	1.11	0	1.1	26	K.lgsq								
	2	450	600	2.9	0.9	4.57	23500	0.13	7E+13	4.55	300	600	3E+09	0.575	300	350	5E+08	2.9	4.55	300	3E+09	0.58	300	350	5E+08	3.2	1.3	1.24	1.3	28	K.lgsq					
	3	450	600	2.9	0.78	4.6	23500	0.11	7E+13	4.55	300	600	3E+09	0.575	300	350	5E+08	2.9	4.55	300	3E+09	0.58	300	350	5E+08	2.9	1.32	1.32	1.3	28	K.lgsq					
	4	450	600	2.9	0.8	5.1	23500	0.11	7E+13	4.55	300	600	3E+09	0.575	300	350	5E+08	2.98	4.55	300	3E+09	0.58	300	350	5E+08	2.9	1.31	1.33	1.3	28	K.lgsq					
	5	450	600	2.98	1.08	1.85	23500	0.3	6E+13	4.55	200	300	2E+08	0.775	200	300	2E+08	0	4.55	300	3E+09	0.58	300	350	5E+08	2.9	2.46	1.11	1.52	33	K.lgsq					
4 (2 = 7) As D	1	450	600	3.2	0.52	1.1	23500	0.26	6E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0	0	0	0	0	1.42	0	1.4	28	K.lgsq								
	2	450	600	2.9	1.16	1.48	23500	0.37	6E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	3E+09	4.55	300	600	3E+09	3.2	1.37	1.31	1.4	30	K.lgsq					
	3	450	600	2.9	0.94	1.23	23500	0.36	6E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	1.38	1.38	1.4	30	K.lgsq					
	4	450	600	2.9	1.18	1.45	23500	0.38	6E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.98	4.55	300	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	1.35	1.37	1.4	30	K.lgsq					
	5	450	600	2.98	0.65	0.17	23500	0.74	4E+13	4.55	200	300	2E+08	4.55	200	300	2E+08	0	4.55	300	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	6.32	1.07	1.75	39	K.lgsq					
4 (3 = 6) As D	1	450	600	3.2	2.13	0.56	23500	0.74	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0	0	0	0	0	1.03	0	1.1	26	K.lgsq								
	2	450	600	2.9	0.3	0.18	23500	0.56	5E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	3E+09	4.55	300	600	3E+09	3.2	1.21	1.15	1.3	28	K.lgsq					
	3	450	600	2.9	1.01	0.11	23500	0.87	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	1.01	1.01	1.3	28	K.lgsq					
	4	450	600	2.9	1.13	0.12	23500	0.88	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.98	4.55	300	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0.99	1	1.3	28	K.lgsq					
	5	450	600	2.98	0.7	0.15	23500	0.78	4E+13	4.55	200	300	2E+08	4.55	200	300	2E+08	0	4.55	300	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	6.19	1.05	1.75	39	K.lgsq					
4 (4 = 5) As D	1	450	600	3.2	0.77	0.1	23500	0.85	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0	0	0	0	0	0.97	0	1.06	25	K.lgsq								
	2	450	600	2.9	0.67	0.03	23500	0.94	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	3E+09	4.55	300	600	3E+09	3.2	0.97	0.92	1.3	28	K.lgsq					
	3	450	600	2.9	0.61	0.03	23500	0.94	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	4.55	300	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0.97	0.97	1.3	28	K.lgsq					
	4	450	600	2.9	0.75	0.002	23500	1	4E+13	4.55	300	600	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.98	4.55	300	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	0.93	0.94	1.3	28	K.lgsq					
	5	450	600	2.98	0.54	0.02	23500	0.95	4E+13	4.55	200	300	2E+08	4.55	200	300	2E+08	0	4.55	300	3E+09	4.55	300	600	3E+09	2.9	5.64	0.95	1.7	37	K.lgsq					



Tabel 4.34 Penentuan Kriteria Kolom (arah y), As 1 = 8

Kolom	Lt (mm)	b (mm)	h (mm)	Lc (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	E (Mpa)	βd	E <sub>lc</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Bagian Atas										Bagian Bawah										ψ atas	ψ bwh	k	kl/r	Analisis
										Balok kanan					Balok kiri					Balok kanan					Balok kiri									
										Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm)	lcr (mm)	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm)	lcr (mm)	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm)	lcr (mm)	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm)	lcr (mm)					
K1 (A) As 1=8	1	450	600	3.25	18.06	6.92	23500	0.66	3E+13	0	0	0	0	0	4.48	300	500	2E+09	2E+09	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.01	0	1.25	23	K.lgsg
	2	450	600	3	19.76	9.1	23500	0.62	3E+13	0	0	0	0	0	4.48	300	500	2E+09	2E+09	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.15	2.07	1.6	27	K.lgsg
	3	450	600	3	19.56	9	23500	0.62	3E+13	0	0	0	0	0	4.48	300	500	2E+09	2E+09	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.15	2.15	1.6	27	K.lgsg
	4	450	600	3	20.64	10.05	23500	0.61	3E+13	0	0	0	0	0	4.48	300	500	2E+09	2E+09	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.17	2.17	1.62	27	K.lgsg
	5	450	600	3	3.62	2.95	23500	0.48	3E+13	0.7	200	300	2E+08	2E+08	4.48	200	300	2E+08	2E+08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1	16.3	2	33	K.lgsg
K2 (B) As 1=8	1	600	450	3.25	1.33	0.44	23500	0.69	4E+13	4.475	300	500	2E+09	2E+09	4.7	300	500	2E+09	2E+09	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8	0	1.25	30	K.lgsg
	2	600	450	3	1.48	0.97	23500	0.53	5E+13	4.475	300	500	2E+09	2E+09	4.7	300	500	2E+09	2E+09	3	4.475	300	500	2E+09	2E+09	4.7	300	500	2E+09	2.07	1.99	1.6	36	K.lgsg
	3	600	450	3	2.45	0.9	23500	0.67	5E+13	4.475	300	500	2E+09	2E+09	4.7	300	500	2E+09	2E+09	3	4.475	300	500	2E+09	2E+09	4.7	300	500	2E+09	1.9	1.9	1.6	36	K.lgsg
	4	600	450	3	3.2	1.11	23500	0.68	5E+13	4.475	300	500	2E+09	2E+09	4.7	300	500	2E+09	2E+09	3	4.475	300	500	2E+09	2E+09	4.7	300	500	2E+09	1.88	1.88	1.6	36	K.lgsg
	5	600	450	3	1.41	0.07	23500	0.94	4E+13	4.475	200	300	2E+08	2E+08	4.7	200	300	2E+08	2E+08	0	4.475	300	500	2E+09	2E+09	4.7	300	500	2E+09	5.68	1.64	1.8	40	K.lgsg
K3 (C) As 1=8	1	600	450	3.25	2.14	0.38	23500	0.81	4E+13	4.7	300	500	2E+09	2E+09	4.48	300	500	2E+09	2E+09	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.68	0	1.28	31	K.lgsg
	2	600	450	3	2.79	0.63	23500	0.77	4E+13	4.7	300	500	2E+09	2E+09	4.48	300	500	2E+09	2E+09	3	4.7	300	500	2E+09	2E+09	4.48	300	500	2E+09	1.79	1.72	1.52	34	K.lgsg
	3	600	450	3	2.47	0.5	23500	0.79	4E+13	4.7	300	500	2E+09	2E+09	4.48	300	500	2E+09	2E+09	3	4.7	300	500	2E+09	2E+09	4.48	300	500	2E+09	1.77	1.77	1.52	34	K.lgsg
	4	600	450	3	2.92	0.58	23500	0.79	4E+13	4.7	300	500	2E+09	2E+09	4.48	300	500	2E+09	2E+09	3	4.7	300	500	2E+09	2E+09	4.48	300	500	2E+09	1.77	1.77	1.52	34	K.lgsg
	5	600	450	3	2.12	0.29	23500	0.85	4E+13	4.7	200	300	2E+08	2E+08	4.48	200	300	2E+08	2E+08	0	4.7	300	500	2E+09	2E+09	4.48	300	500	2E+09	5.96	1.72	1.9	42	K.lgsg
K4 (D) As 1=8	1	450	600	3.25	1.27	5.21	23500	0.15	4E+13	4.475	300	500	2E+09	2E+09	0.5	300	350	5E+08	5E+08	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.71	0	1.1	20	K.pndk
	2	450	600	3	5.34	7.67	23500	0.34	3E+13	4.475	300	500	2E+09	2E+09	0.5	300	350	5E+08	5E+08	3	4.475	300	500	2E+09	2E+09	0.5	300	350	5E+08	0.64	0.61	1.2	20	K.pndk
	3	450	600	3	5.57	7.62	23500	0.35	3E+13	4.475	300	500	2E+09	2E+09	0.5	300	350	5E+08	5E+08	3	4.475	300	500	2E+09	2E+09	0.5	300	350	5E+08	0.63	0.63	1.2	20	K.pndk
	4	450	600	3	7.8	8.82	23500	0.4	3E+13	4.475	300	500	2E+09	2E+09	0.5	300	350	5E+08	5E+08	3	4.475	300	500	2E+09	2E+09	0.5	300	350	5E+08	0.61	0	1.1	18	K.pndk
	5	450	600	3	3.23	2.75	23500	0.47	3E+13	4.475	200	300	2E+08	2E+08	0.7	200	300	2E+08	2E+08	0	4.475	300	500	2E+09	2E+09	0.5	300	350	5E+08	1.11	0.58	1.22	20	K.pndk

Del 4. - Penentuan Kriteria Kolom (arah y), As 2 = 7

Kolom	Bagian Atas										Bagian Bawah										k	klr	Analisis									
	Lt	b (mm)	h (mm)	Lc (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	E (Mpa)	βd	Elc (N/mm <sup>2</sup> )	Balok kanan			Balok kiri			Lc1 (m)	Balok kanan			Balok kiri				Lc2 (m)								
										Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm4)	Lg (m)	b (mm)		h (mm)	lcr (mm4)	Lg (m)	b (mm)					h (mm)	lcr (mm4)	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm4)		
																															ψ atas	ψ
1 (A) ; 2 = 7	1	450	600	3.25	16.12	10.02	23500	0.55	3E+13	0	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3	0	0	0	0	0	0	2.13	0	1.3	23	K.lgsg			
	2	450	600	3	18.55	13.4	23500	0.51	3E+13	0	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3.25	2.27	2.18	1.6	27	K.lgsg	
	3	450	600	3	17.72	13.28	23500	0.5	3E+13	0	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3	2.28	2.28	1.6	27	K.lgsg	
	4	450	600	3	23.26	16.42	23500	0.52	3E+13	0	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3.1	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3	2.22	2.26	1.6	27	K.lgsg	
	5	450	600	3.1	12.73	0.05	23500	0.99	2E+13	0.7	200	300	2E+08	4.4	200	300	2E+08	0	0	0	0	4.4	200	300	2E+08	3	0.79	11.7	1.9	33	K.lgsg	
2 (B) ; 2 = 7	1	450	600	3.25	6.11	0.41	23500	0.92	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	0	0	0	0	0	0	0	0.86	0	1.1	20	K.pndk		
	2	450	600	3	5.82	0.66	23500	0.87	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3.25	0.92	0.88	1.3	22	K.pndk
	3	450	600	3	5.82	1.5	23500	0.74	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	0.98	0.98	1.3	22	K.pndk
	4	450	600	3	4.47	0.76	23500	0.82	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	4.1	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	0.82	0.94	1.3	22	K.pndk
	5	450	600	4.1	1.5	2.64	23500	0.3	3E+13	4.4	200	300	2E+08	4.4	200	300	2E+08	0	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	3.35	1.14	1.6	36	K.lgsg
3 (C) ; 2 = 7	1	450	600	3.25	6.1	0.16	23500	0.97	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	0	0	0	0	0	0	0	0.84	0	1.1	20	K.pndk		
	2	450	600	3	11.33	1.04	23500	0.89	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3.25	0.9	0.87	1.3	22	K.pndk
	3	450	600	3	12.22	2	23500	0.82	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	0.94	0.94	1.3	22	K.pndk
	4	450	600	3	13.86	1.67	23500	0.86	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	4.1	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	0.8	0.92	1.3	22	K.pndk
	5	450	600	4.1	5.16	3.06	23500	0.56	3E+13	4.4	200	300	2E+08	4.4	200	300	2E+08	0	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	2.79	0.95	1.5	34	K.lgsg
4 (D) ; 2 = 7	1	450	600	3.25	3.56	8.41	23500	0.24	3E+13	4.4	300	500	2E+09	0.5	300	350	5E+08	3	0	0	0	0	0	0	0	0.66	0	1.1	20	K.pndk		
	2	450	600	3	5.91	11.79	23500	0.27	3E+13	4.4	300	500	2E+09	0.5	300	350	5E+08	3	4.4	300	500	2E+09	0.5	300	350	5E+08	3.25	0.67	0.64	1.2	20	K.pndk
	3	450	600	3	6.36	11.83	23500	0.29	3E+13	4.4	300	500	2E+09	0.5	300	350	5E+08	3	4.4	300	500	2E+09	0.5	300	350	5E+08	3	0.66	0.66	1.2	20	K.pndk
	4	450	600	3	10.73	14.83	23500	0.35	3E+13	4.4	300	500	2E+09	0.5	300	350	5E+08	3.1	4.4	300	500	2E+09	0.5	300	350	5E+08	3	0.62	0	1.1	18	K.pndk
	5	450	600	3.1	11.48	0.08	23500	0.99	2E+13	4.4	200	300	2E+08	0.7	200	300	2E+08	0	4.4	300	500	2E+09	0.5	300	500	2E+09	3	0.79	0.17	1.15	20	K.pndk

h x As E

Kolom	Bagian Atas										Bagian Bawah										k	klr	Analisis							
	Lt	b (mm)	h (mm)	Hc (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	E (Mpa)	βd	Elc (N/mm <sup>2</sup> )	Balok kanan			Balok kiri			Hc1 (m)	Balok kanan			Balok kiri				Hc2 (m)						
										Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm4)	Lg (m)	b (mm)		h (mm)	lcr (mm4)	Lg (m)	b (mm)					h (mm)	lcr (mm4)	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm4)
(3 = 6) (4 = 5)	1	400	400	3.28	6.31	0.18	23500	0.96	1E+13	0	0	0	0	4.6	300	450	1E+09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	27	K.lgsg	
	1	400	400	3.28	1.41	0.82	23500	0.56	1E+13	4.6	300	450	1E+09	4.6	300	450	1E+09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	27	K.lgsg	

Tabel 4.1 : Penentuan Kriteria Kolom (arah y), As 3 = 6

Kolom	Lt	b (mm)	h (mm)	Lc (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	E (Mpa)	βd	E <sub>lc</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Bagian Atas										Bagian Bawah										ψ atas	ψ bwh	k	kl/r	Analisi						
										Balok kanan					Balok kiri					Lc1 (m)	Balok kanan					Balok kiri									Lc2 (m)					
										Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm4)	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm4)	Lg (m)	b (mm)		h (mm)	lcr (mm4)	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm4)	Lg (m)	b (mm)	h (mm)							lcr (mm4)	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm4)
K1 (A) As 3 = 6	1	450	600	3.25	23.1	10.3	23500	0.63	3E+13	0	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.02	0	1.28	23	K.lgsg							
	2	450	600	3	27.33	13.56	23500	0.6	3E+13	0	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3.25	0	0	2.14	2.05	1.6	27	K.lgsg							
	3	450	600	3	25.06	13.39	23500	0.58	3E+13	0	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3	0	0	2.16	2.16	1.6	27	K.lgsg							
	4	450	600	3	34.54	16.93	23500	0.6	3E+13	0	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3.1	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3	0	0	2.1	2.13	1.6	27	K.lgsg							
	5	450	600	3.1	13.9	0.49	23500	0.96	2E+13	0.7	200	300	2E+08	4.4	200	300	2E+08	0	0	0	0	4.4	200	300	2E+08	3	0	0	0.81	12	1.85	32	K.lgsg							
K2 (B) As 3 = 6	1	450	600	3.25	5.03	0.74	23500	0.84	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3	0	0	0.9	0	1.1	20	K.pndk							
	2	450	600	3	9.71	0.87	23500	0.89	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3.25	0	0.87	1.3	22	K.pndk								
	3	450	600	3	9.08	1.72	23500	0.8	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	0.95	0.95	1.3	22	K.pndk								
	4	450	600	3	13.15	1.17	23500	0.89	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	4.1	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	0.78	0.9	1.3	22	K.pndk								
K3 (C) As 3 = 6	5	450	600	4.1	1.22	2.96	23500	0.24	3E+13	4.4	200	300	2E+08	4.4	200	300	2E+08	0	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	3.52	1.2	1.6	36	K.lgsg								
	1	450	600	3.25	7.95	0.06	23500	0.99	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	0	0	0	0.83	0	1.1	20	K.pndk							
	2	450	600	3	6.8	1.23	23500	0.81	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3.25	0	0.91	1.3	22	K.pndk								
K4 (D) As 3 = 6	3	450	600	3	4.14	2.36	23500	0.57	3E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	1.09	1.09	1.3	22	K.pndk								
	4	450	600	3	8.68	1.72	23500	0.79	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	4.1	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	0.83	0.96	1.3	22	K.pndk								
	5	450	600	4.1	1.39	3.44	23500	0.23	3E+13	4.4	200	300	2E+08	4.4	200	300	2E+08	0	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	3.53	1.2	1.6	36	K.lgsg								
	1	450	600	3.25	22.77	9.77	23500	0.64	3E+13	4.4	300	500	2E+09	2.5	300	450	1E+09	3	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	0	0	0	0.88	0	1.1	20	K.pndk							
	2	450	600	3	28.36	13.8	23500	0.61	3E+13	4.4	300	500	2E+09	0	0	0	0	3	4.4	300	500	2E+09	2.5	300	450	1E+09	3.25	2.13	0.9	1.45	24	K.lgsg								
5 (E)	3	450	600	3	26.07	13.68	23500	0.59	3E+13	4.4	300	500	2E+09	0	0	0	0	3	4.4	300	500	2E+09	0	0	0	0	3	2.15	2.15	1.6	27	K.lgsg								
	4	450	600	3	34.84	17.19	23500	0.6	3E+13	4.4	300	500	2E+09	0	0	0	0	3.1	4.4	300	500	2E+09	0	0	0	0	3	2.1	2.13	1.6	27	K.lgsg								
	5	450	600	3.1	13.53	0.51	23500	0.95	2E+13	4.4	200	300	2E+08	0.7	200	300	2E+08	0	4.4	300	500	2E+09	0	0	0	0	3	0.81	1.72	1.3	22	K.lgsg								
	5	400	400	3.28	19.81	4.36	23500	0.77	1E+13	2.5	300	450	1E+09	0	0	0	0	3.3	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	0	0	0.32	0	1.03	28	K.lgsg								

tabel 4. Penentuan Kriteria Kolom (arah y), As 4 = 5

Kolom	Lt	b (mm)	h (mm)	Lc (m)	MD (KNm)	ML (KNm)	E (Mpa)	βd	Elc (Nmm <sup>2</sup> )	Bagian Atas										Bagian Bawah										ψ atas	ψ bw	k	kl/r	Analisis		
										Balok kanan					Balok kiri					Lc1 (m)	Balok kanan					Balok kiri									Lc2 (m)	
										Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm4)	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm4)	Lg (m)	b (mm)		h (mm)	lcr (mm4)	Lg (m)	b (mm)	h (mm)	lcr (mm4)	Lg (m)	b (mm)	h (mm)							lcr (mm4)
K1 (A) s 4 = 5	1	450	600	3.25	23.37	10.36	23500	0.63	3E+13	0	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.02	0	1.3	23	K.lgsg	
	2	450	600	3	27.76	13.59	23500	0.61	3E+13	0	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.13	2.05	1.6	27	K.lgsg	
	3	450	600	3	25.61	13.44	23500	0.59	3E+13	0	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.15	2.15	1.6	27	K.lgsg	
	4	450	600	3	35.29	16.97	23500	0.61	3E+13	0	0	0	0	4.4	300	500	2E+09	3.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.09	2.13	1.6	27	K.lgsg
	5	450	600	3.1	14.05	0.39	23500	0.96	2E+13	0.7	200	300	2E+08	4.4	200	300	2E+08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8	11.9	1.9	33	K.lgsg
K2 (B) s 4 = 5	1	450	600	3.25	5.39	0.85	23500	0.83	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	1.1	20	K.pndk	
	2	450	600	3	10.6	0.94	23500	0.89	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3.25	0.9	0.87	1.3	22	K.pndk
	3	450	600	3	10.29	1.83	23500	0.81	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	0.95	0.95	1.3	22	K.pndk
	4	450	600	3	14.59	1.28	23500	0.9	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	4.1	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	0.78	0.9	1.3	22	K.pndk
	5	450	600	4.1	3.36	3.06	23500	0.45	3E+13	4.4	200	300	2E+08	4.4	200	300	2E+08	0	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	2.99	1.02	1.55	35	K.lgsg
K3 (C) s 4 = 5	1	450	600	3.25	2.69	0.16	23500	0.93	2E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.85	0	1.1	20	K.pndk	
	2	450	600	3	0.42	1.14	23500	0.22	4E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3.25	1.41	1.35	1.4	23	K.lgsg
	3	450	600	3	2.48	2.23	23500	0.45	3E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	1.18	1.18	1.4	23	K.lgsg
	4	450	600	3	0.35	1.6	23500	0.14	4E+13	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	4.1	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	1.3	1.5	1.4	23	K.lgsg
	5	450	600	4.1	2.52	3.33	23500	0.36	3E+13	4.4	200	300	2E+08	4.4	200	300	2E+08	0	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	4.4	300	500	2E+09	3	3.19	1.09	1.6	36	K.lgsg
K4 (D) s 4 = 5	1	450	600	3.25	15.13	9.39	23500	0.55	3E+13	4.4	300	500	2E+09	2.5	300	450	1E+09	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.93	0	1.1	20	K.pndk	
	2	450	600	3	18.63	13.68	23500	0.51	3E+13	4.4	300	500	2E+09	0	0	0	0	3	4.4	300	500	2E+09	2.5	300	450	1E+09	3.25	2.27	0.96	1.45	24	K.lgsg				
	3	450	600	3	16.61	13.63	23500	0.48	3E+13	4.4	300	500	2E+09	0	0	0	0	3	4.4	300	500	2E+09	0	0	0	0	3	2.32	2.32	1.67	28	K.lgsg				
	4	450	600	3	23.55	17.14	23500	0.51	3E+13	4.4	300	500	2E+09	0	0	0	0	3.1	4.4	300	500	2E+09	0	0	0	0	3	2.23	2.27	1.7	28	K.lgsg				
	5	450	600	3.1	15.67	0.41	23500	0.97	2E+13	4.4	200	300	2E+08	0.7	200	300	2E+08	0	4.4	300	500	2E+09	0	0	0	0	3	0.8	1.71	1.35	23	K.lgsg				
(E)	5	450	400	3.3	18.92	4.59	23500	0.76	2E+13	2.5	300	450	1E+09	0	0	0	0	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.46	0	1.09	30	K.lgsg			

**Tabel 4.35** Women Rencana Kolom (Muy)

Kolom	Lt	L (m)	k	kL/r	kriteria	EI (Mpa)	Pu (N)	Pc (N)	δby	ΣPu (N)	ΣPc (N)	δsy	Bagian Atas			Bagian Bawah		
													Mby (KNm)	Msy (KNm)	Muy (KNm)	Mby (KNm)	Msy (KNm)	Muy (KNm)
K1(1 = 8) As A	1	3.2	1.13	26.8	K.lgsg	5.128E+13	1063708	38710754	1.044	9902600	270700894	1.060	-5.790	-54.779	-64.090	3.887	67.242	75.311
	2	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	5.457E+13	851108	37890924	1.036	7824736	244684167	1.052	-6.828	-50.904	-60.611	7.131	47.765	57.622
	3	2.9	1.32	28.4	K.lgsg	5.485E+13	633200	36945420	1.027	5725312	238603627	1.038	-6.763	-43.481	-52.093	6.744	37.968	46.350
	4	2.9	1.32	28.4	K.lgsg	5.506E+13	415376	37085536	1.018	3621096	238564656	1.024	-7.652	-28.256	-36.718	7.127	22.082	29.862
	5	2.98	1.58	34.8	K.lgsg	6.798E+13	197776	30367321	1.010	1528288	152152905	1.016	-1.874	-7.781	-9.796	5.214	1.428	6.717
K1(2 = 7) As A	1	3.2	1.17	27.7	K.lgsg	4.67E+13	1231356	32884116	1.061	9902600	270700894	1.060	0.159	-81.900	-86.616	-0.148	86.289	91.278
	2	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	4.304E+13	972172	29884461	1.053	7824736	244684167	1.052	0.335	-81.249	-85.101	-0.177	80.283	84.250
	3	2.9	1.32	28.4	K.lgsg	4.393E+13	711128	29586028	1.038	5725312	238603627	1.038	0.719	-66.507	-68.309	-0.597	63.693	65.514
	4	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	4.074E+13	449484	28291430	1.025	3621096	238564656	1.024	0.613	-44.888	-45.332	-0.672	40.761	41.047
	5	2.98	1.8	39.7	K.lgsg	4.704E+13	189100	16190019	1.018	1528288	152152905	1.016	1.383	-16.338	-15.186	-0.993	13.682	12.885
K1(3 = 6) As A	1	3.2	1.1	26.1	K.lgsg	4.149E+13	1324024	33050575	1.066	9902600	270700894	1.060	-0.321	-78.246	-83.255	0.188	83.538	88.720
	2	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	3.858E+13	1041144	26791899	1.064	7824736	244684167	1.052	-0.453	-77.354	-81.838	0.406	75.779	80.131
	3	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	3.831E+13	756528	26600455	1.046	5725312	238603627	1.038	-0.666	-64.166	-67.322	0.642	60.890	63.895
	4	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	3.876E+13	471072	26916914	1.028	3621096	238564656	1.024	-0.737	-43.439	-45.235	0.687	39.207	40.850
	5	2.98	1.7	37.5	K.lgsg	3.82E+13	187812	14740992	1.020	1528288	152152905	1.016	-0.601	-17.094	-17.976	0.702	13.986	14.921
K1(4 = 5) As A	1	3.2	1.1	26.1	K.lgsg	3.855E+13	1332212	30705002	1.072	9902600	270700894	1.060	0.217	-78.456	-82.903	-0.131	83.969	88.836
	2	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	4E+13	1047944	27747499	1.062	7824736	244684167	1.052	0.244	-77.417	-81.164	-0.244	75.978	79.651
	3	2.9	1.32	28.4	K.lgsg	3.885E+13	761800	26169910	1.047	5725312	238603627	1.038	0.194	-63.977	-66.226	-0.182	60.785	62.923
	4	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	3.887E+13	474616	26988448	1.028	3621096	238564656	1.024	0.255	-43.176	-43.946	-0.215	39.039	39.752
	5	2.98	1.7	37.5	K.lgsg	3.83E+13	189456	14778121	1.020	1528288	152152905	1.016	0.115	-17.609	-17.768	-0.186	14.585	14.624

Kolom	Lt	L (m)	k	kL/r	kriteria	EI (Mpa)	Pu (N)	Pc (N)	δby	ΣPu (N)	ΣPc (N)	δsy	Bagian Atas			Bagian Bawah		
													Mby (KNm)	Msy (KNm)	Muy (KNm)	Mby (KNm)	Msy (KNm)	Muy (KNm)
K2(1 = 8) As B	1	3.2	1.17	20.8	K.pndk	4.059E+13	1476992	-	-	13883248	183263992	1.132	-8.049	-85.113	-93.162	5.735	162.960	168.695
	2	2.9	1.22	19.7	K.pndk	3.128E+13	1107112	-	-	10449168	171354234	1.104	-20.197	-86.604	-106.801	13.879	68.240	82.118
	3	2.9	1.18	19	K.pndk	3.008E+13	773276	-	-	7108040	178663527	1.065	-23.818	-81.785	-105.603	24.675	45.056	69.731
	4	2.9	1.18	19	K.pndk	3.218E+13	438936	-	-	3777808	191143725	1.031	-26.740	-7.455	-34.195	23.300	8.075	31.374
	5	2.98	1.2	19.8	K.pndk	2.301E+13	105108	-	-	462752	113734418	1.006	22.581	-29.946	-7.365	17.178	76.251	93.429
K2(2 = 7) As B	1	3.2	1.2	28.4	K.lgsg	4.578E+13	1824160	30641970	1.101	13883248	183263992	1.132	0.580	-78.908	-88.679	-0.206	81.753	92.311
	2	2.9	1.32	28.4	K.lgsg	4.807E+13	1374700	32373837	1.070	10449168	171354234	1.104	0.175	-84.830	-93.424	-0.631	84.473	92.543
	3	2.9	1.53	32.9	K.lgsg	7.213E+13	928444	36162019	1.041	7108040	178663527	1.065	-0.880	-65.951	-71.166	0.834	63.935	68.971
	4	2.9	1.4	30.1	K.lgsg	6.358E+13	485076	38066857	1.020	3777808	191143725	1.031	-0.402	-51.072	-53.084	0.525	44.730	46.668
	5	4.2	1.1	34.2	K.lgsg	4.188E+13	42736	19363834	1.003	462752	113734418	1.006	-0.145	-1.008	-1.160	0.404	3.486	3.914
K2(3 = 6) As B	1	3.2	1.1	26.1	K.lgsg	3.836E+13	1823076	30552119	1.101	13883248	183263992	1.132	-3.744	-72.230	-85.881	1.552	77.879	89.861
	2	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	3.864E+13	1374628	26833046	1.086	10449168	171354234	1.104	-5.399	-76.724	-90.528	5.576	75.338	89.190
	3	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	3.84E+13	928924	26662758	1.057	7108040	178663527	1.065	-5.604	-61.919	-71.877	5.603	58.548	68.285
	4	2.9	1.22	26.2	K.lgsg	3.922E+13	484176	30921719	1.025	3777808	191143725	1.031	-6.690	-44.079	-52.316	6.049	39.449	46.884
	5	4.2	1.1	34.2	K.lgsg	4.205E+13	42792	19442656	1.003	462752	113734418	1.006	0.049	-1.376	-1.335	1.661	2.804	4.488
K2(4 = 5) As B	1	3.2	1.1	26.1	K.lgsg	3.821E+13	1817396	30437907	1.101	13883248	183263992	1.132	3.719	-72.996	-78.530	-1.693	78.351	86.823
	2	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	3.812E+13	1368144	26470234	1.086	10449168	171354234	1.104	5.448	-77.007	-79.060	-5.573	75.842	77.638
	3	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	3.817E+13	923376	26506987	1.057	7108040	178663527	1.065	5.200	-61.835	-60.372	-5.188	58.695	57.040
	4	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	3.828E+13	480716	26583286	1.029	3777808	191143725	1.031	6.305	43.701	51.557	-5.759	38.777	34.068
	5	4.2	1.1	34.2	K.lgsg	3.906E+13	40740	18060719	1.003	462752	113734418	1.006	0.054	-1.365	-1.319	-1.844	3.066	1.235

Tabel 4. Momen Rencana Kolom (Muy)

Kolom	Lt	L (m)	k	kL/r	kriteria	EI (Mpa)	Pu (N)	Pc (N)	δby	ΣPu (N)	ΣPc (N)	δsy	Bagian Atas			Bagian Bawah			
													Mby (KNm)	Msy (KNm)	Muy (KNm)	Mby (KNm)	Msy (KNm)	Muy (KNm)	
K3 (1 = 8) As C	1	3.2	1.2	21.3	K.pndk	3.501E+13	1471748	-	-	-	-	-	7.020	-83.003	-75.982	0.677	158.897	159.574	
	2	2.9	1.23	19.8	K.pndk	3.626E+13	1106780	-	-	-	-	-	0.876	-86.279	-85.403	-7.435	69.888	62.453	
	3	2.9	1.15	18.5	K.pndk	2.955E+13	776244	-	-	-	-	-	-1.655	-82.562	-84.216	2.309	46.715	49.023	
	4	2.9	1.16	18.7	K.pndk	3.187E+13	444544	-	-	-	-	-	-	3.489	-8.054	-4.564	-0.126	8.925	8.799
	5	2.98	1.2	19.8	K.pndk	2.298E+13	113612	-	-	-	-	-	-	19.037	-29.726	-10.689	7.707	76.671	84.378
K3 (2 = 7) As C	1	3.2	1.15	27.3	K.lgsg	4.542E+13	1826792	33102827	1.093	13133376	198261917	1.113	0.554	-76.860	-84.976	-0.204	79.695	88.516	
	2	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	5.046E+13	1378484	35043407	1.064	9911584	178274128	1.094	0.212	-83.612	-91.206	-0.646	83.349	90.458	
	3	2.9	1.5	32.2	K.lgsg	6.971E+13	931936	36360722	1.041	6769720	179810990	1.061	-0.771	-65.688	-70.529	0.731	63.735	68.414	
	4	2.9	1.4	30.1	K.lgsg	6.248E+13	487680	37412754	1.02	3628856	182270843	1.032	-0.327	-50.978	-52.921	0.406	44.657	46.482	
	5	4.2	1.1	34.2	K.lgsg	4.568E+13	43980	21124183	1.003	503112	136442115	1.006	0.056	-0.924	-0.873	-0.124	3.350	3.244	
K3 (3 = 6) As C	1	3.2	1.1	26.1	K.lgsg	3.85E+13	1731612	30666442	1.095	13133376	198261917	1.113	-3.742	-70.329	-82.408	1.645	75.915	86.331	
	2	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	3.857E+13	1306876	26783477	1.081	9911584	178274128	1.094	-5.682	-75.485	-88.688	5.657	74.277	87.341	
	3	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	3.836E+13	885304	26640621	1.054	6769720	179810990	1.061	-6.223	-61.583	-71.927	6.129	58.307	68.350	
	4	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	3.914E+13	463888	27181922	1.027	3628856	182270843	1.032	-7.415	-43.984	-52.968	6.722	39.344	47.490	
	5	4.2	1.05	32.7	K.lgsg	3.951E+13	45532	20048979	1.004	503112	136442115	1.006	0.169	-1.250	-1.087	1.519	2.583	4.122	
K3 (4 = 5) As C	1	3.2	1.05	24.9	K.lgsg	4.045E+13	1536536	35361689	1.072	13133376	198261917	1.113	0.096	-71.117	-79.084	-0.159	76.398	84.897	
	2	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	3.933E+13	1163652	27310180	1.070	9911584	178274128	1.094	0.428	-75.779	-82.408	-0.249	74.781	81.509	
	3	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	3.874E+13	791376	26904153	1.047	6769720	179810990	1.061	0.758	-61.520	-64.508	-0.653	58.464	61.374	
	4	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	3.822E+13	418316	26540745	1.025	3628856	182270843	1.032	-0.877	-43.596	-45.873	-0.919	38.672	38.952	
	5	4.2	1.05	32.7	K.lgsg	5.33E+13	48432	27047895	1.003	503112	136442115	1.006	0.001	-1.229	-1.235	-0.139	2.814	2.691	

Tabel 4. . Momen Rencana Kolom (Muy)

Kolom	Lt	L (m)	k	kL/r	kriteria	EI (Mpa)	Pu (N)	Pc (N)	δby	ΣPu (N)	ΣPc (N)	δsy	Bagian Atas			Bagian Bawah		
													Mby (KNm)	Msy (KNm)	Muy (KNm)	Mby (KNm)	Msy (KNm)	Muy (KNm)
K4 (1 = 8) As D	1	3.2	1.1	26.1	K.lgsg	6.066E+13	1387008	48318400	1.046	10858024	317629558	1.056	-1.456	-52.983	-57.448	-0.849	61.047	63.547
	2	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	6.746E+13	1092544	46943971	1.037	8448376	282614952	1.048	-3.374	-61.908	-68.392	3.539	61.005	67.616
	3	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	6.842E+13	793112	47511951	1.026	6134896	272855878	1.036	-3.528	-51.440	-56.904	3.417	46.820	52.004
	4	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	6.889E+13	493108	47837032	1.016	3816392	271126895	1.022	-3.980	-32.960	-37.733	3.799	27.815	32.290
	5	2.98	1.52	33.5	K.lgsg	5.837E+13	194424	28171091	1.011	1513992	149460072	1.016	-2.882	-8.768	-11.819	3.350	4.011	7.460
K4 (2 = 7) As D	1	3.2	1.2	28.4	K.lgsg	6.035E+13	1429444	40390440	1.058	10858024	317629558	1.056	-0.105	-72.765	-76.915	-0.130	76.178	80.268
	2	2.9	1.4	30.1	K.lgsg	5.557E+13	1122024	33271512	1.055	8448376	282614952	1.048	-0.317	-84.788	-89.209	0.341	84.683	89.125
	3	2.9	1.4	30.1	K.lgsg	5.581E+13	809896	33414702	1.039	6134896	272855878	1.036	-0.102	-69.258	-71.845	0.194	66.770	69.364
	4	2.9	1.4	30.1	K.lgsg	5.521E+13	497252	33059141	1.024	3816392	271126895	1.022	-0.026	-46.085	-47.131	0.037	42.378	43.354
K4 (3 = 6) As D	5	2.98	1.75	38.6	K.lgsg	4.372E+13	185860	15920359	1.018	1513992	149460072	1.016	0.144	-16.454	-16.567	0.102	14.217	14.546
	1	3.2	1.1	26.1	K.lgsg	4.375E+13	1344912	34847221	1.063	10858024	317629558	1.056	-2.766	-66.990	-73.649	1.133	72.818	78.064
	2	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	4.895E+13	1044744	33989470	1.050	8448376	282614952	1.048	-0.485	-77.900	-82.164	2.423	77.480	83.758
	3	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	4.065E+13	758824	28225785	1.043	6134896	272855878	1.036	1.164	-64.155	-65.239	-1.227	60.743	61.639
	4	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	4.059E+13	472148	28184106	1.026	3816392	271126895	1.022	1.300	-43.271	-42.894	-1.215	38.955	38.570
K4 (4 = 5) As D	5	2.98	1.75	38.6	K.lgsg	4.283E+13	188360	15594990	1.019	1513992	149460072	1.016	0.877	-17.021	-16.397	-0.966	13.955	13.191
	1	3.2	1.06	25.1	K.lgsg	4.11E+13	1267648	35258717	1.059	10858024	317629558	1.056	0.714	-67.652	-70.651	-0.360	72.912	76.578
	2	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	3.917E+13	964876	27202523	1.058	8448376	282614952	1.048	0.675	-78.708	-81.788	-0.861	78.687	81.570
	3	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	3.928E+13	705616	27275501	1.041	6134896	272855878	1.036	0.669	-64.166	-65.768	-0.563	60.869	62.463
	4	2.9	1.3	27.9	K.lgsg	3.814E+13	445688	26483169	1.027	3816392	271126895	1.022	0.789	-43.040	-43.182	-0.771	38.882	38.950
5	2.98	1.7	37.5	K.lgsg	3.899E+13	188352	15043596	1.02	1513992	149460072	1.016	0.586	-17.399	-17.077	-0.659	14.438	13.994	

Tabel 4. . Momen Rencana Kolom (Mux)

Kolom	Lt	L (m)	k	kL/r	kriteria	EI (Mpa)	Pu (N)	Pc (N)	δby	ΣPu (N)	ΣPc (N)	δsy	Bagian Atas			Bagian Bawah		
													Mby (KNm)	Msy (KNm)	Muy (KNm)	Mby (KNm)	Msy (KNm)	Muy (KNm)
K5 (3 = 6)	1	3.28	1	27.3	K.lgsg	1.021E+13	73272	9398618.9	1.012	383712	42405583	1.014	6.796	-33.905	-27.505	-1.099	23.940	23.165
	K5 (4 = 5)	1	3.28	1	27.3	K.lgsg	1.283E+13	118584	11804173	1.016	383712	42405583	1.014	2.255	1.481	3.792	-0.375	25.169

**Tabel 4.36** Momen Rencana Kolom (Mux)

Kolom	Lt	L (m)	k	kL/r	kriteria	EI (Mpa)	Pu (N)	Pc (N)	δbx	ΣPu (N)	ΣPc (N)	δsx	Bagian Atas			Bagian Bawah		
													Mbx (KNm)	Msx (KNm)	Mux (KNm)	Mbx (KNm)	Msx (KNm)	Mux (KNm)
K1 (A) As 1 = 8	1	3.25	1.25	22.57	K.lgs	2.58E+13	1063708	15411805	1.12	5399456	66302138	1.14	-25.502	-60.102	-97.243	9.295	105.126	130.582
	2	3	1.6	26.67	K.lgs	2.64E+13	8511108	11328026	1.13	4157544	53028911	1.14	-29.348	-66.665	-108.991	28.965	59.115	99.974
	3	3	1.6	26.67	K.lgs	2.64E+13	633200	11326581	1.09	2975832	51061077	1.10	-29.043	-60.239	-97.947	27.932	40.730	75.302
	4	3	1.62	27	K.lgs	2.67E+13	415376	11140987	1.06	1791964	50694667	1.06	-31.169	-43.565	-79.136	28.403	17.724	48.874
	5	3	33.33	2	K.lgs	2.9E+13	197776	7937587.8	1.04	610920	33766867	1.03	-6.589	-16.821	-24.154	23.902	-3.339	21.420
K2 (B) As 1 = 8	1	3.25	1.25	30.09	K.lgs	4.49E+13	1476992	26880340	1.09	5399456	66302138	1.14	-0.981	-51.545	-59.999	0.112	52.731	60.407
	2	3	1.6	35.56	K.lgs	4.96E+13	1107112	21266832	1.09	4157544	53028911	1.14	2.471	-58.212	-63.511	-1.724	58.265	64.382
	3	3	1.6	35.56	K.lgs	4.56E+13	773276	19516106	1.06	2975832	51061077	1.10	3.423	-47.954	-49.031	-3.793	46.347	46.873
	4	3	1.6	35.56	K.lgs	4.52E+13	438936	19370899	1.04	1791964	50694667	1.06	4.409	-31.605	-28.854	-4.176	29.547	26.920
	5	3	1.8	40	K.lgs	3.93E+13	105108	13298119	1.01	610920	33766867	1.03	1.547	-12.348	-11.136	-2.458	11.340	9.176
K3 (C) As 1 = 8	1	3.25	1.28	30.81	K.lgs	4.21E+13	1471748	24009992	1.10	5399456	66302138	1.14	1.888	-51.807	-57.143	-1.280	52.910	59.075
	2	3	1.52	33.78	K.lgs	4.31E+13	1106780	20434054	1.09	4157544	53028911	1.14	2.334	-58.611	-64.104	-3.762	58.653	62.594
	3	3	1.52	33.78	K.lgs	4.26E+13	776244	20218390	1.06	2975832	51061077	1.10	2.121	-48.290	-50.791	-2.062	46.736	49.147
	4	3	1.52	33.78	K.lgs	4.25E+13	444544	20182782	1.04	1791964	50694667	1.06	2.518	-31.763	-30.983	-2.707	29.726	28.633
	5	3	1.9	42.22	K.lgs	4.13E+13	113612	12531160	1.01	610920	33766867	1.03	2.500	-12.128	-9.939	-1.868	11.099	9.522
K4 (D) As 1 = 8	1	3.25	1.1	19.86	K.pndk	3.71E+13	1387008	-	-	-	-	-	6.257	-64.334	-58.077	-6.092	107.153	101.060
	2	3	1.2	20	K.pndk	3.19E+13	1092544	-	-	-	-	-	12.855	-71.978	-59.122	-14.536	65.058	50.522
	3	3	1.2	20	K.pndk	3.16E+13	793112	-	-	-	-	-	13.049	-64.019	-50.959	-14.268	44.636	30.367
	4	3	1.1	18.33	K.pndk	3.06E+13	493108	-	-	-	-	-	16.525	-46.064	-29.539	-15.303	20.391	5.088
	5	3	1.22	20.33	K.pndk	2.92E+13	194424	-	-	-	-	-	5.990	-17.735	-11.744	-10.256	-3.675	-13.931

Kolom	Lt	L (m)	k	kL/r	kriteria	EI (Mpa)	Pu (N)	Pc (N)	δbx	ΣPu (N)	ΣPc (N)	δsx	Bagian Atas			Bagian Bawah		
													Mbx (KNm)	Msx (KNm)	Mux (KNm)	Mbx (KNm)	Msx (KNm)	Mux (KNm)
K1 (A) As 2 = 7	1	3.25	1.3	23.47	K.lgs	2.77E+13	1231356	15308913	1.14	6311752	15308913	2.73	-26.395	-47.670	-160.474	10.198	92.568	264.761
	2	3	1.6	26.67	K.lgs	2.84E+13	972172	12154958	1.14	4847380	12154958	2.59	-32.141	-58.601	-188.283	32.209	53.865	176.107
	3	3	1.6	26.67	K.lgs	2.85E+13	711128	12229450	1.10	3381404	12229450	1.74	-31.156	-54.611	-129.254	30.721	36.0045	96.397
	4	3	1.6	26.67	K.lgs	2.83E+13	449484	12108818	1.06	1919492	12108818	1.32	-39.940	-39.218	-94.226	33.324	15.1725	55.408
	5	3.1	1.9	32.72	K.lgs	2.15E+13	189100	6108116.4	1.05	461676	20842176	1.04	13.414	-10.028	3.703	18.692	-0.063	19.562
K2 (B) As 2 = 7	1	3.25	1.1	19.86	K.pndk	2.23E+13	1824160	-	-	-	-	-	-6.803	-85.523	-92.325	1.530	117.306	118.836
	2	3	1.3	21.67	K.pndk	2.29E+13	1374700	-	-	-	-	-	-6.735	-102.123	-108.858	5.210	100.044	105.254
	3	3	1.3	21.67	K.pndk	2.46E+13	928444	-	-	-	-	-	-7.529	-89.334	-96.863	6.418	74.3925	80.810
	4	3	1.3	21.67	K.pndk	2.36E+13	485076	-	-	-	-	-	-5.412	-62.412	-67.824	5.898	42.7665	48.664
	5	4.1	1.6	36.44	K.lgs	3.3E+13	42736	7562816.9	1.01	461676	20842176	1.04	-4.070	-22.197	-27.086	6.196	11.8545	18.523
K3 (C) As 2 = 7	1	3.25	1.1	19.86	K.pndk	2.18E+13	1826792	-	-	-	-	-	6.556	-85.628	-79.071	-3.865	117.6	113.735
	2	3	1.3	21.67	K.pndk	2.26E+13	1378484	-	-	-	-	-	12.879	-102.417	-89.538	-14.297	100.1595	85.863
	3	3	1.3	21.67	K.pndk	2.35E+13	931936	-	-	-	-	-	14.721	-89.408	-74.687	-14.890	74.676	59.786
	4	3	1.3	21.67	K.pndk	2.3E+13	487680	-	-	-	-	-	16.131	-63.599	-47.467	-15.539	43.218	27.679
	5	4.1	1.5	34.17	K.lgs	2.75E+13	43980	7171242.2	1.01	461676	20842176	1.04	8.310	-20.444	-12.776	-9.883	11.0985	1.513
K4 (D) As 2 = 7	1	3.25	1.1	19.86	K.pndk	3.45E+13	1429444	-	-	-	-	-	11.685	-49.161	-37.476	-7.667	93.6075	85.940
	2	3	1.2	20	K.pndk	3.36E+13	1122024	-	-	-	-	-	17.347	-59.031	-41.684	-19.412	55.083	35.671
	3	3	1.2	20	K.pndk	3.33E+13	809896	-	-	-	-	-	17.857	-55.608	-37.751	-18.723	36.3195	17.597
	4	3	1.1	18.33	K.pndk	3.17E+13	497252	-	-	-	-	-	25.281	-36.824	-11.543	-20.420	14.8575	-5.563
	5	3.1	1.15	19.81	K.pndk	2.15E+13	185860	-	-	-	-	-	-12.130	-23.804	-35.933	-7.478	4.452	-3.026



Kolom	Lt	L (m)	k	kL/r	kriteria	EI (Mpa)	Pu (N)	Pc (N)	δbx	ΣPu (N)	ΣPc (N)	δsx	Bagian Atas			Bagian Bawah		
													Mbx (KNm)	Msx (KNm)	Mux (KNm)	Mbx (KNm)	Msx (KNm)	Mux (KNm)
													(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)
K1 (A) As 3 = 6	1	3.25	1.28	23.1	K.lgs	2.63E+13	1324024	15011396	1.16	6296896	24820973	1.64	-33.989	-34.545	-95.983	13.885	77.133	142.574
	2	3	1.6	26.7	K.lgs	2.67E+13	1041144	11453306	1.16	4767392	25358452	1.41	-41.511	-54.054	-124.310	42.821	56.060	128.655
	3	3	1.6	26.7	K.lgs	2.7E+13	756528	11582608	1.11	3329580	23133224	1.28	-38.967	-55.493	-114.595	39.248	39.008	93.734
	4	3	1.6	26.7	K.lgs	2.67E+13	471072	11432519	1.07	1891284	22876282	1.15	-52.266	-39.575	-101.145	43.700	15.624	64.558
	5	3.1	1.85	31.9	K.lgs	2.19E+13	187812	6573514.5	1.05	464496	35821538	1.02	15.058	-9.912	5.637	23.566	0.221	24.875
K2 (B) As 3 = 6	1	3.25	1.1	19.9	K.pndk	2.33E+13	1823076	-	-	-	-	-	4.582	-66.497	-61.914	-1.058	97.283	96.224
	2	3	1.3	21.7	K.pndk	2.26E+13	1374628	-	-	-	-	-	9.373	-94.437	-85.064	-12.037	97.619	85.581
	3	3	1.3	21.7	K.pndk	2.38E+13	928924	-	-	-	-	-	7.909	-89.282	-81.373	-8.605	75.894	67.289
	4	3	1.3	21.7	K.pndk	2.26E+13	484176	-	-	-	-	-	12.702	-62.160	-49.458	-9.783	42.557	32.774
	5	4.1	1.6	36.4	K.lgs	3.46E+13	42792	7946276.3	1.01	464496	35821538	1.02	-1.516	-23.426	-25.431	-4.436	12.926	8.715
K3 (C) As 3 = 6	1	3.25	1.1	19.9	K.pndk	2.15E+13	1731612	-	-	-	-	-	-8.404	-62.276	-70.680	3.242	95.361	98.603
	2	3	1.3	21.7	K.pndk	2.37E+13	1306876	-	-	-	-	-	-5.978	-95.288	-101.265	6.402	95.928	102.330
	3	3	1.3	21.7	K.pndk	2.73E+13	885304	-	-	-	-	-	-2.117	-90.332	-92.448	2.461	77.931	80.392
	4	3	1.3	21.7	K.pndk	2.39E+13	463888	-	-	-	-	-	-7.489	-63.683	-71.171	5.467	42.966	48.433
	5	4.1	1.6	36.4	K.lgs	3.47E+13	45532	7969213.9	1.01	464496	35821538	1.02	4.710	-22.050	-17.747	1.802	12.653	14.728
K4 (D) As 3 = 6	1	3.25	1.1	19.9	K.pndk	2.62E+13	1344912	-	-	-	-	-	33.141	-70.214	-37.072	-12.717	87.035	74.318
	2	3	1.45	24.2	K.lgs	2.67E+13	1044744	13905146	1.13	4767392	25358452	1.41	42.819	-67.116	-46.012	-50.327	97.220	79.877
	3	3	1.6	26.7	K.lgs	2.7E+13	758824	11550616	1.11	3329580	23133224	1.28	40.301	-55.503	-26.456	-40.298	32.666	-2.873
	4	3	1.6	26.7	K.lgs	2.67E+13	472148	11443763	1.07	1891284	22876282	1.15	52.827	-37.191	13.796	-43.752	16.296	-28.047
	5	3.1	1.3	22.4	K.lgs	2.19E+13	188360	13332533	1.02	464496	35821538	1.02	13.725	-24.686	-11.158	-22.830	5.702	-17.520
K5 (E)	1	3.275	1.03	28.1	K.lgs	1.13E+13	73272	9809577.1	1.01	6296896	24688164	1.65	-24.921	82.961	111.327	3.476	-65.510	-104.300

Kolom	Lt	L (m)	k	kL/r	kriteria	EI (Mpa)	Pu (N)	Pc (N)	δbx	ΣPu (N)	ΣPc (N)	δsx	Bagian Atas			Bagian Bawah		
													Mbx (KNm)	Msx (KNm)	Mux (KNm)	Mbx (KNm)	Msx (KNm)	Mux (KNm)
													(N)	(N)	(N)	(N)	(N)	(N)
K1 (A) As 4 = 5	1	3.25	1.3	23.5	K.lgs	2.63E+13	1332212	14540923	1.16	6072376	25947148	1.53	-34.329	-32.340	-89.463	14.557	73.479	129.416
	2	3	1.6	26.7	K.lgs	2.67E+13	1047944	11430423	1.16	4544616	45968710	1.18	-41.991	-51.576	-109.713	43.553	54.726	115.247
	3	3	1.6	26.7	K.lgs	2.7E+13	761800	11550797	1.11	3182168	39420548	1.14	-39.591	-54.264	-106.021	40.008	38.924	88.969
	4	3	1.6	26.7	K.lgs	2.66E+13	474616	11400116	1.07	1819336	43183174	1.07	-53.091	-39.228	-98.671	44.357	15.782	64.268
	5	3.1	1.9	32.7	K.lgs	2.18E+13	189456	6202895.7	1.05	466980	32899038	1.02	15.121	-9.734	5.916	23.968	0.242	25.397
K2 (B) As 4 = 5	1	3.25	1.1	19.9	K.pndk	2.35E+13	1817396	-	-	-	-	-	4.856	-62.874	-58.018	-0.694	92.684	91.989
	2	3	1.3	21.7	K.pndk	2.26E+13	1368144	-	-	-	-	-	10.242	-90.741	-80.499	-12.424	94.721	82.297
	3	3	1.3	21.7	K.pndk	2.37E+13	923376	-	-	-	-	-	9.075	-87.549	-78.474	-9.510	75.075	65.565
	4	3	1.3	21.7	K.pndk	2.26E+13	480716	-	-	-	-	-	14.110	-61.625	-47.515	-11.170	42.462	31.292
	5	4.1	1.55	35.3	K.lgs	2.95E+13	40740	7210298	1.01	466980	32899038	1.02	0.636	-23.394	-23.274	-6.157	12.968	7.046
K3 (C) As 4 = 5	1	3.25	1.1	19.9	K.pndk	2.22E+13	1536536	-	-	-	-	-	-2.976	-58.737	-61.713	1.853	90.825	92.678
	2	3	1.4	23.3	K.lgs	3.52E+13	1163652	19698189	1.10	4544616	45968710	1.18	1.518	-91.560	-106.314	-1.419	92.978	108.096
	3	3	1.4	23.3	K.lgs	2.94E+13	791376	16471870	1.08	3182168	39420548	1.14	4.711	-88.599	-96.075	-4.233	77.154	83.524
	4	3	1.4	23.3	K.lgs	3.75E+13	418316	21002641	1.03	1819336	43183174	1.07	1.145	-63.179	-66.377	-2.251	42.893	43.543
	5	4.1	1.6	36.4	K.lgs	3.14E+13	48432	7211545.8	1.01	466980	32899038	1.02	5.793	-22.029	-16.667	-2.807	12.726	10.174
K4 (D) As 4 = 5	1	3.25	1.1	19.9	K.pndk	2.77E+13	1267648	-	-	-	-	-	24.760	-67.337	-42.576	-9.304	83.181	73.877
	2	3	1.45	24.2	K.lgs	2.85E+13	964876	14840099	1.11	4544616	45968710	1.18	32.489	-64.040	-39.427	-38.349	94.752	69.137
	3	3	1.67	27.8	K.lgs	2.9E+13	705616	11397881	1.11	3182168	39420548	1.14	30.321	-54.327	-28.518	-30.400	32.634	3.662
	4	3	1.7	28.3	K.lgs	2.84E+13	445688	10780417	1.07	1819336	43183174	1.07	40.925	-36.845	4.306	-33.027	16.496	-17.651
	5	3.1	1.35	23.3	K.lgs	2.18E+13	188352	12274299	1.02	466980	32899038	1.02	-16.841	-24.623	-42.420	-15.090	5.775	-9.550
K5 (E)	1	3.3	1.09	30	K.lgs	1.63E+13	118584	12406225	1.01	6072376	26947148	1.53	-24.204	79.034	96.408	2.849	-62.528	-92.817

**Tabel 4.37** Analisis Gaya Aksial dan Momen Kolom Akibat Momen Kapasitas Balok arah x

Kolom	Lt	h (m)	Mnak blk (KNm)		Panjang blk L (m)		Ln (m)		ME <sub>k</sub> (KNm)		PD (KN)	PL (KN)	Pu,k (KN)	α ka	α kb	Mu,k (KNm)		
			kiri	kanan	kiri	kanan	kiri	kanan	atas	bawah						atas	bawah	
K1(1 = 8) As A	1	3.5	3.2	81.959	161.038	0.8	5	0.575	4.55	52.170	64.040	688.49	148.45	997	0.4489	0.5511	125	153
	2	3.5	2.9	81.959	161.038	0.8	5	0.575	4.55	48.480	45.490	553.83	116.57	822	0.5159	0.4841	206	193
	3	3.5	2.9	81.959	161.038	0.8	5	0.575	4.55	41.410	36.160	416.28	83.54	643	0.5338	0.4662	213	186
	4	3.5	2.9	81.959	161.038	0.8	5	0.575	4.55	26.910	21.030	278.72	50.57	464	0.5613	0.4387	224	175
	5	3.5	2.975	48.644	33.952	1	5	0.775	4.55	7.410	1.360	141.72	17.32	215	0.8449	0.1551	87	16
K1(2 = 7) As A	1	3.5	3.2	191.791	161.038	5	5	4.55	4.55	78.000	82.180	735.45	218.01	1063	0.487	0.513	181	190
	2	3.5	2.9	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	77.380	76.460	587.05	167.32	857	0.503	0.497	282	279
	3	3.5	2.9	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	63.340	60.660	437.66	116.21	647	0.5108	0.4892	286	274
	4	3.5	2.9	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	42.750	38.820	288.05	64.89	436	0.5241	0.4759	294	267
	5	3.5	2.975	48.644	33.952	5	5	4.55	4.55	15.560	13.030	139.37	13.66	175	0.5442	0.4558	51	43
K1(3 = 6) As A	1	3.5	3.2	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	74.520	79.560	812.5	218.14	1147	0.4836	0.5164	189	202
	2	3.5	2.9	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	73.670	72.170	643.18	168.33	917	0.5051	0.4949	283	278
	3	3.5	2.9	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	61.110	57.990	473.68	117.57	686	0.5131	0.4869	288	273
	4	3.5	2.9	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	41.370	37.340	304.08	66.36	454	0.5256	0.4744	295	266
	5	3.5	2.975	48.644	33.952	5	5	4.55	4.55	16.280	13.320	135.79	15.54	173	0.55	0.45	51	42
K1(4 = 5) As A	1	3.5	3.2	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	74.720	79.970	819.51	218	1154	0.483	0.517	189	202
	2	3.5	2.9	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	73.730	72.360	649.22	168.05	923	0.5047	0.4953	283	278
	3	3.5	2.9	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	60.930	57.890	478.46	117.28	691	0.5128	0.4872	288	273
	4	3.5	2.9	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	41.120	37.180	307.42	66.07	457	0.5252	0.4748	295	266
	5	3.5	2.975	48.644	33.952	5	5	4.55	4.55	16.770	13.890	137.6	15.21	175	0.547	0.453	51	42

Kolom	Lt	h (m)	Mnak blk (KNm)		Panjang blk L (m)		Ln (m)		ME <sub>k</sub> (KNm)		PD (KN)	PL (KN)	Pu,k (KN)	α ka	α kb	Mu,k (KNm)		
			kiri	kanan	kiri	kanan	kiri	kanan	atas	bawah						atas	bawah	
K2(1 = 8) As B	1	3.5	3.2	81.959	161.038	1.5	5	1.2	4.475	49.09	50.22	912.04	239.09	1285	0.4943	0.5057	134	137
	2	3.5	2.9	81.959	161.038	0.8	5	0.5	4.475	55.44	55.49	686.58	177.01	1025	0.4998	0.5002	213	214
	3	3.5	2.9	81.959	161.038	0.8	5	0.5	4.475	45.67	44.14	485.61	119.09	753	0.5085	0.4915	217	210
	4	3.5	2.9	81.959	161.038	0.8	5	0.5	4.475	30.1	28.14	284.54	60.93	481	0.5168	0.4832	221	206
	5	3.5	2.975	48.644	33.952	1	0	0.7	0	11.76	10.8	83.19	3.30	133	0.5213	0.4787	37	34
K2(2 = 7) As B	1	3.5	3.2	245.471	161.038	5	5	4.475	4.55	81.45	111.72	996.44	392.77	1530	0.4216	0.5784	182	250
	2	3.5	2.9	245.471	161.038	5	5	4.475	4.55	97.26	95.28	755.29	292.72	1172	0.5051	0.4949	313	307
	3	3.5	2.9	245.471	161.038	5	5	4.475	4.55	85.08	70.85	514.61	194.32	816	0.5456	0.4544	338	281
	4	3.5	2.9	245.471	161.038	5	5	4.475	4.55	59.44	40.73	275.07	96.87	462	0.5934	0.4066	288	172
	5	4.5	4.2	0	0	0	0	0	4.55	21.14	11.29	33.40	1.66	0	0.6519	0.3481	0	0
K2(3 = 6) As B	1	3.5	3.2	258.31	161.038	5	5	4.55	4.55	63.33	92.65	990.91	395.24	1530	0.406	0.594	179	262
	2	3.5	2.9	258.31	161.038	5	5	4.55	4.55	89.94	92.97	750.75	295.08	1173	0.4917	0.5083	311	322
	3	3.5	2.9	258.31	161.038	5	5	4.55	4.55	85.03	72.28	511.81	196.72	817	0.5405	0.4595	342	291
	4	3.5	2.9	258.31	161.038	5	5	4.55	4.55	59.2	40.53	273.24	97.68	463	0.5936	0.4064	296	177
	5	4.5	4.2	0	0	0	0	0	4.55	22.31	12.31	33.42	1.68	0	0.6444	0.3556	0	0
K2(4 = 5) As B	1	3.5	3.2	258.31	161.038	5	5	4.55	4.55	59.88	88.27	987.35	395.36	1525	0.4042	0.5958	178	263
	2	3.5	2.9	258.31	161.038	5	5	4.55	4.55	86.42	90.21	746.44	295.26	1167	0.4893	0.5107	310	323
	3	3.5	2.9	258.31	161.038	5	5	4.55	4.55	83.38	71.5	508.00	196.11	813	0.5384	0.4616	341	292
	4	3.5	2.9	258.31	161.038	5	5	4.55	4.55	58.69	40.44	270.73	97.40	460	0.5921	0.4079	295	258
	5	4.5	4.2	0	0	0	0	0	4.55	22.28	12.35	31.71	1.68	0	0.6434	0.3566	0	0

Tabel 4.1 Analisis Gaya Aksial dan Momen Kolom Akibat Momen Kapasitas Balok arah x

Kolom	Lt	h (m)	hn (m)	Mnak blk (KNm)		Panjang blk L (m)		Ln (m)		ME,k (KNm)		PD (KN)	PL (KN)	Pu,k (KN)	α ka	α kb	Mu,k (KNm)	
				kiri	kanan	kiri	kanan	kiri	kanan	atas	bawah						atas	bawah
K3 (1 = 8) As C	1	3.5	3.2	81.959	161.038	1.5	5	1.2	4.475	79.05	151.33	906.47	239.99	1280	0.3431	0.6569	93	178
	2	3.5	2.9	81.959	161.038	0.8	5	0.5	4.475	82.17	66.56	684.73	178.19	1024	0.5525	0.4475	236	191
	3	3.5	2.9	81.959	161.038	0.8	5	0.5	4.475	78.63	44.49	486.51	120.27	755	0.6386	0.3614	273	154
	4	3.5	2.9	81.959	161.038	0.8	5	0.5	4.475	7.67	8.50	287.72	62.05	485	0.4743	0.5257	203	224
	5	3.5	2.975	48.644	0	1	0	0	0.7	0	28.31	73.02	88.89	4.34	140	0.2794	0.7206	20
K3 (2 = 7) As C	1	3.5	3.2	258.31	161.038	5	5	4.475	4.55	73.20	75.90	997.1	393.92	1534	0.4909	0.5091	219	227
	2	3.5	2.9	258.31	161.038	5	5	4.475	4.55	79.63	79.38	756.95	293.84	1177	0.5008	0.4992	320	319
	3	3.5	2.9	258.31	161.038	5	5	4.475	4.55	62.56	60.70	516.32	195.22	821	0.5075	0.4925	324	315
	4	3.5	2.9	258.31	161.038	5	5	4.475	4.55	48.55	42.53	276.44	97.47	466	0.533	0.467	261	218
	5	4.5	4.2	0	0	0	0	0	0	0.88	3.19	34.89	1.32	0	0.2162	0.7838	0	0
K3 (3 = 6) As C	1	3.5	3.2	258.31	161.038	5	5	4.55	4.55	66.98	72.30	914.53	396.36	1450	0.4809	0.5191	212	229
	2	3.5	2.9	258.31	161.038	5	5	4.55	4.55	71.89	70.74	694.21	296.14	1113	0.504	0.496	319	314
	3	3.5	2.9	258.31	161.038	5	5	4.55	4.55	58.65	55.53	475.38	196.78	779	0.5137	0.4863	325	308
	4	3.5	2.9	258.31	161.038	5	5	4.55	4.55	41.87	37.47	256.28	97.72	445	0.5277	0.4723	254	219
	5	4.5	4.2	0	0	0	0	0	0	1.19	2.46	35.73	1.66	0	0.326	0.674	0	0
K3 (4 = 5) As C	1	3.5	3.2	258.31	161.038	5	5	4.55	4.55	67.73	72.76	753.06	395.54	1279	0.4821	0.5179	213	228
	2	3.5	2.9	258.31	161.038	5	5	4.55	4.55	72.17	71.22	575.87	295.38	988	0.5033	0.4967	318	314
	3	3.5	2.9	258.31	161.038	5	5	4.55	4.55	58.59	55.68	397.88	196.2	697	0.5127	0.4873	324	308
	4	3.5	2.9	258.31	161.038	5	5	4.55	4.55	41.52	36.83	218.65	97.46	405	0.5299	0.4701	255	217
	5	4.5	4.2	0	0	0	0	0	0	1.17	2.68	38.16	1.65	0	0.3039	0.6961	0	0

Kolom	Lt	h (m)	hn (m)	Mnak blk (KNm)		Panjang blk L (m)		Ln (m)		ME,k (KNm)		PD (KN)	PL (KN)	Pu,k (KN)	α ka	α kb	Mu,k (KNm)	
				kiri	kanan	kiri	kanan	kiri	kanan	atas	bawah						atas	bawah
K4 (1 = 8) As D	1	3.5	3.2	81.959	161.038	0.8	5	0.575	4.55	49.34	50.39	900.36	191.61	1264	0.4947	0.5053	138	141
	2	3.5	2.9	81.959	161.038	0.8	5	0.575	4.55	55.82	55.86	711.84	148.96	1022	0.4998	0.5002	200	200
	3	3.5	2.9	81.959	161.038	0.8	5	0.575	4.55	45.99	44.51	520.74	105.14	775	0.5082	0.4918	203	196
	4	3.5	2.9	81.959	161.038	0.8	5	0.575	4.55	30.25	28.31	329.55	61.03	528	0.5166	0.4834	206	193
	5	3.5	2.975	48.644	33.952	1	5	0.775	4.55	11.55	10.57	138.94	17.31	213	0.5222	0.4778	54	49
K4 (2 = 7) As D	1	3.5	3.2	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	81.55	112	854.79	252.31	1228	0.4213	0.5787	165	226
	2	3.5	2.9	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	97.54	95.39	677.66	193.02	979	0.5056	0.4944	284	277
	3	3.5	2.9	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	85.15	71.12	497.34	133.18	727	0.5449	0.4551	306	255
	4	3.5	2.9	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	60.57	41.16	316.75	73.22	475	0.5954	0.4046	304	227
	5	3.5	2.975	48.644	33.952	5	5	4.55	4.55	19.47	10.57	137.19	13.27	172	0.6481	0.3519	61	33
K4 (3 = 6) As D	1	3.5	3.2	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	59.31	90.82	825.04	221.79	1164	0.3951	0.6049	154	236
	2	3.5	2.9	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	90.75	91.36	643.70	170.19	920	0.4983	0.5017	279	281
	3	3.5	2.9	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	86.03	74.22	473.30	119.29	687	0.5368	0.4632	301	260
	4	3.5	2.9	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	60.65	40.92	302.99	67.85	454	0.5971	0.4029	305	226
	5	3.5	2.975	48.644	33.952	5	5	4.55	4.55	21	12.05	134.46	16.88	173	0.6354	0.3646	59	34
K4 (4 = 5) As D	1	3.5	3.2	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	55.94	86.5	756.72	224.74	1096	0.3927	0.6073	154	237
	2	3.5	2.9	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	87.2	88.55	579.17	168.67	850	0.4962	0.5038	278	283
	3	3.5	2.9	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	84.38	73.48	430.92	117.82	641	0.5345	0.4655	300	261
	4	3.5	2.9	210.682	161.038	5	5	4.55	4.55	60.17	40.85	282.70	66.53	432	0.5956	0.4044	294	227
	5	3.5	2.975	48.644	33.952	5	5	4.55	4.55	20.98	12.12	136.16	15.60	174	0.6338	0.3662	59	34

Lanjutan tabel 4.3.7

Kolom	Lt	h (m)	Mnak blk (KNm)		Panjang blk L (m)				Ln (m)	ME,k (KNm)			PD (KN)	PL (KN)	Pu,k (KN)	α ka	α kb	Mu,k (KNm)	
			hn (m)	kiri	kanan	kiri	kanan	kanan		atas	bawah	atas						bawah	
K5 (3 = 6)	1	3.5	3.275	0	120.21	0	5	0	4.55	0	32.29	22.8	54.38	5.01	83	0.5861	0.4139	94	66
K5 (4 = 5)	1	3.5	3.275	190.262	120.21	5	5	4.55	4.55	39.47	23.97	86.26	9.42	155	0.6222	0.3778	118	67	

Tabel 4.38 Analisis Gaya Aksial dan Momen Kolom Akibat Momen Kapasitas Balok arah y

Kolom	Lt	h (m)	hn (m)	Mnak blk (KNm)		Panjang blk L (m)		Ln (m)		ME <sub>k</sub> (KNm)		PD (KN)	PL (KN)	Pu <sub>k</sub> (KN)	α ka	α kb	Mu <sub>k</sub> (KNm)	
				kiri	kanan	kiri	kanan	kiri	kanan	atas	bawah						atas	bawah
K1 (A) As 1 = 8	1	3.5	3.25	178.927	0	5	0	4.475	0	57.24	100.12	688.49	148.45	910	0.3638	0.6362	69	120
	2	3.5	3	178.927	0	5	0	4.475	0	63.49	56.3	553.83	116.57	735	0.53	0.47	141	125
	3	3.5	3	178.927	0	5	0	4.475	0	57.37	38.79	416.28	83.54	556	0.5966	0.4034	158	107
	4	3.5	3	178.927	0	5	0	4.475	0	41.49	16.88	278.72	50.57	377	0.7108	0.2892	189	77
	5	3.5	3	48.644	33.952	5	1	4.475	0.7	16.02	3.18	141.72	17.32	205	0.8344	0.1656	88	17
K2 (B) As 1 = 8	1	3.5	3.25	178.927	137.222	5	5	4.7	4.475	49.09	50.22	912.04	239.09	1264	0.4943	0.5057	160	164
	2	3.5	3	178.927	137.222	5	5	4.7	4.475	55.44	55.49	686.58	177.01	982	0.4998	0.5002	228	228
	3	3.5	3	178.927	137.222	5	5	4.7	4.475	45.67	44.14	485.61	119.09	690	0.5085	0.4915	232	224
	4	3.5	3	178.927	137.222	5	5	4.7	4.475	30.1	28.14	284.54	60.93	418	0.5168	0.4832	206	190
K3 (C) As 1 = 8	1	3.5	3	48.644	33.952	5	5	4.7	4.475	11.76	10.8	83.19	3.30	105	0.5213	0.4787	48	44
	2	3.5	3.25	178.927	137.222	5	5	4.475	4.7	49.34	50.39	906.47	239.99	1259	0.4947	0.5053	161	165
	3	3.5	3	178.927	137.222	5	5	4.475	4.7	55.82	55.86	684.73	178.19	961	0.4998	0.5002	229	230
	4	3.5	3	178.927	137.222	5	5	4.475	4.7	45.99	44.51	486.51	120.27	692	0.5082	0.4918	233	226
	5	3.5	3	178.927	137.222	5	5	4.475	4.7	30.25	28.31	287.72	62.05	423	0.5166	0.4834	207	222
K4 (D) As 1 = 8	1	3.5	3.25	81.959	137.222	0.8	5	0.5	4.475	61.27	102.05	900.36	191.61	1260	0.3752	0.6248	101	167
	2	3.5	3	81.959	137.222	0.8	5	0.5	4.475	68.55	61.96	711.84	148.96	1017	0.5252	0.4748	198	179
	3	3.5	3	81.959	137.222	0.8	5	0.5	4.475	60.97	42.51	520.74	105.14	771	0.5892	0.4108	222	155
	4	3.5	3	81.959	137.222	0.8	5	0.5	4.475	43.87	19.42	329.55	61.03	524	0.6932	0.3068	212	116
	5	3.5	3	48.644	33.952	1	5	0.7	4.475	16.89	3.5	138.94	17.31	213	0.8283	0.1717	91	19

Kolom	Lt	h (m)	hn (m)	Mnak blk (KNm)		Panjang blk L (m)		Ln (m)		ME <sub>k</sub> (KNm)		PD (KN)	PL (KN)	Pu <sub>k</sub> (KN)	α ka	α kb	Mu <sub>k</sub> (KNm)	
				kiri	kanan	kiri	kanan	kiri	kanan	atas	bawah						atas	bawah
K1 (A) As 2 = 7	1	3.5	3.25	178.927	0	5	0	4.4	0	45.4	88.16	735.45	218.01	1032	0.3399	0.6601	65	126
	2	3.5	3	178.927	0	5	0	4.4	0	55.81	51.3	587.05	167.32	823	0.5211	0.4789	141	129
	3	3.5	3	178.927	0	5	0	4.4	0	52.01	34.29	437.66	116.21	613	0.6027	0.3973	163	107
	4	3.5	3	178.927	0	5	0	4.4	0	37.35	14.45	288.05	64.89	402	0.721	0.279	195	75
	5	3.5	3.1	48.644	33.952	5	1	4.4	0.7	9.55	0.06	139.37	13.66	199	0.9938	0.0062	102	1
K2 (B) As 2 = 7	1	3.5	3.25	178.927	93.499	5	5	4.4	4.4	81.45	111.72	996.44	392.77	1506	0.4216	0.5784	123	169
	2	3.5	3	178.927	93.499	5	5	4.4	4.4	97.26	95.28	755.29	292.72	1148	0.5051	0.4949	208	203
	3	3.5	3	178.927	93.499	5	5	4.4	4.4	85.08	70.85	514.61	194.32	792	0.5456	0.4544	224	187
	4	3.5	3	178.927	93.499	5	5	4.4	4.4	59.44	40.73	275.07	96.87	438	0.5934	0.4066	214	137
K3 (C) As 2 = 7	1	3.5	3.25	178.927	93.499	5	5	4.4	4.4	81.55	112	997.1	393.92	1508	0.4213	0.5787	123	169
	2	3.5	3	178.927	93.499	5	5	4.4	4.4	97.54	95.39	756.95	293.84	1151	0.5056	0.4944	208	203
	3	3.5	3	178.927	93.499	5	5	4.4	4.4	85.15	71.12	516.32	195.22	795	0.5449	0.4551	224	187
	4	3.5	3	178.927	93.499	5	5	4.4	4.4	60.57	41.16	276.44	97.47	440	0.5954	0.4046	215	166
	5	4.5	4.1	48.644	33.952	5	5	4.4	4.4	19.47	10.57	34.89	1.32	52	0.6481	0.3519	58	32
K4 (D) As 2 = 7	1	3.5	3.25	62.991	93.499	0.8	5	0.5	4.4	46.82	89.15	854.79	252.31	1248	0.3443	0.6557	67	128
	2	3.5	3	62.991	93.499	0.8	5	0.5	4.4	56.22	52.46	677.66	193.02	999	0.5173	0.4827	142	133
	3	3.5	3	62.991	93.499	0.8	5	0.5	4.4	52.96	34.59	497.34	133.18	747	0.6049	0.3951	166	109
	4	3.5	3	62.991	93.499	0.8	5	0.5	4.4	35.07	14.15	316.75	73.22	495	0.7125	0.2875	196	79
5	4.5	3.1	48.644	33.952	1	5	0.7	4.4	22.67	4.24	137.19	13.27	206	0.8424	0.1576	116	22	

Tabel 4. Analisis Gaya Aksial dan Momen Kolom Akibat Momen Kapasitas Balok Arah y

Kolom	Lt	h (m)	hn (m)	Mnak blk (KNm)		Panjang blk L (m)		Ln (m)		ME,k (KNm)		PD (KN)	PL (KN)	Pu,k (KN)	α ka	α kb	Mu,k (KNm)	
				kiri	kanan	kiri	kanan	kiri	kanan	atas	bawah						atas	bawah
K1 (A) As 3 = 6	1	3.5	3.25	178.927	0	5	0	4.4	0	32.9	73.46	812.5	218.14	1113	0.3093	0.6907	59	132
	2	3.5	3	178.927	0	5	0	4.4	0	51.48	53.39	643.18	168.33	883	0.4909	0.5091	132	137
	3	3.5	3	178.927	0	5	0	4.4	0	52.85	37.15	473.68	117.57	652	0.5872	0.4128	158	111
	4	3.5	3	178.927	0	5	0	4.4	0	37.69	14.88	304.08	66.36	420	0.7169	0.2831	193	76
	5	4.5	3.1	48.644	33.952	5	1	4.4	0.7	9.44	0.21	135.79	15.54	197	0.9782	0.0218	129	3
K2 (B) As 3 = 6	1	3.5	3.25	178.927	137.222	5	5	4.4	4.4	63.33	92.65	990.91	396.24	1512	0.406	0.594	137	201
	2	3.5	3	178.927	137.222	5	5	4.4	4.4	89.94	92.97	750.75	296.08	1154	0.4917	0.5083	234	242
	3	3.5	3	178.927	137.222	5	5	4.4	4.4	85.03	72.28	511.81	196.72	799	0.5405	0.4595	258	219
	4	3.5	3	178.927	137.222	5	5	4.4	4.4	59.2	40.53	273.24	97.68	445	0.5936	0.4064	213	194
K3 (C) As 3 = 6	5	4.5	4.1	48.644	33.952	5	5	4.4	4.4	22.31	12.31	33.42	1.68	51	0.6444	0.3556	58	32
	1	3.5	3.25	178.927	137.222	5	5	4.4	4.4	59.31	90.82	914.53	396.36	1432	0.3951	0.6049	134	205
	2	3.5	3	178.927	137.222	5	5	4.4	4.4	90.75	91.36	694.21	296.14	1095	0.4983	0.5017	238	239
	3	3.5	3	178.927	137.222	5	5	4.4	4.4	86.03	74.22	475.38	196.78	761	0.5368	0.4632	256	221
	4	3.5	3	178.927	137.222	5	5	4.4	4.4	60.65	40.92	256.28	97.72	427	0.5971	0.4029	205	192
K4 (D) As 3 = 6	5	4.5	4.1	48.644	33.952	5	5	4.4	4.4	21	12.05	35.73	1.66	54	0.6354	0.3646	57	33
	1	3.5	3.25	190.262	137.222	3	5	2.475	4.4	66.87	82.89	825.04	221.79	1179	0.4465	0.5535	163	202
	2	3.5	3	0	137.222	0	5	0	4.4	63.92	92.59	643.70	170.19	879	0.4084	0.5916	85	122
	3	3.5	3	0	137.222	0	5	0	4.4	52.86	31.11	473.30	119.29	646	0.6295	0.3705	130	77
	4	3.5	3	0	137.222	0	5	0	4.4	35.42	15.52	302.99	67.85	413	0.6953	0.3047	144	63
K5 (E)	5	4.5	3.1	48.644	33.952	1	5	0.7	4.4	23.51	5.43	134.46	16.88	207	0.8124	0.1876	112	26
	5	3.5	3.275	0	120.21	0	3	0	2.475	79.01	62.39	54.38	5.01	97	0.5588	0.4412	99	78

Kolom	Lt	h (m)	hn (m)	Mnak blk (KNm)		Panjang blk L (m)		Ln (m)		ME,k (KNm)		PD (KN)	PL (KN)	Pu,k (KN)	α ka	α kb	Mu,k (KNm)	
				kiri	kanan	kiri	kanan	kiri	kanan	atas	bawah						atas	bawah
K1 (A) As 4 = 5	1	3.5	3.25	178.927	0	5	0	4.4	0	30.8	69.98	819.51	218	1121	0.3056	0.6944	59	133
	2	3.5	3	178.927	0	5	0	4.4	0	49.12	52.12	649.22	168.05	889	0.4852	0.5148	131	139
	3	3.5	3	178.927	0	5	0	4.4	0	51.68	37.07	478.46	117.28	657	0.5823	0.4177	157	113
	4	3.5	3	178.927	0	5	0	4.4	0	37.36	15.03	307.42	66.07	423	0.7131	0.2869	192	77
	5	4.5	3.1	48.644	33.952	5	1	4.4	0.7	9.27	0.23	137.6	15.21	199	0.9758	0.0242	129	3
K2 (B) As 4 = 5	1	3.5	3.25	178.927	93.499	5	5	4.4	4.4	59.88	88.27	987.35	395.36	1500	0.4042	0.5958	118	174
	2	3.5	3	178.927	93.499	5	5	4.4	4.4	86.42	90.21	746.44	295.26	1141	0.4893	0.5107	201	210
	3	3.5	3	178.927	93.499	5	5	4.4	4.4	83.38	71.5	508.00	196.11	787	0.5384	0.4616	221	190
	4	3.5	3	178.927	93.499	5	5	4.4	4.4	58.69	40.44	270.73	97.40	434	0.5921	0.4079	213	168
	5	4.5	4.1	48.644	33.952	5	5	4.4	4.4	22.28	12.35	31.71	1.68	50	0.6434	0.3566	58	32
K3 (C) As 4 = 5	1	3.5	3.25	178.927	93.499	5	5	4.4	4.4	55.94	86.5	753.06	395.54	1254	0.3927	0.6073	115	177
	2	3.5	3	178.927	93.499	5	5	4.4	4.4	87.2	88.55	575.87	295.38	962	0.4962	0.5038	204	207
	3	3.5	3	178.927	93.499	5	5	4.4	4.4	84.38	73.48	397.88	196.2	671	0.5345	0.4655	220	191
	4	3.5	3	178.927	93.499	5	5	4.4	4.4	60.17	40.85	218.65	97.46	380	0.5956	0.4044	205	166
	5	4.5	4.1	48.644	33.952	5	5	4.4	4.4	20.98	12.12	38.16	1.65	56	0.6338	0.3662	74	43
K4 (D) As 4 = 5	1	3.5	3.25	190.262	93.499	3	5	2.475	4.4	64.13	79.22	756.72	224.74	1102	0.4474	0.5526	142	175
	2	3.5	3	0	93.499	0	5	0	4.4	60.99	90.24	579.17	168.67	802	0.4033	0.5967	44	65
	3	3.5	3	0	93.499	0	5	0	4.4	51.74	31.08	430.92	117.82	593	0.6247	0.3753	88	53
	4	3.5	3	0	93.499	0	5	0	4.4	35.09	15.71	282.70	66.53	383	0.6907	0.3093	97	44
	5	4.5	3.1	48.644	33.952	1	5	0.7	4.4	23.45	5.5	136.16	15.60	208	0.81	0.19	111	26
K5 (E)	5	3.5	3.3	0	120.21	0	3	0	2.475	75.27	59.55	86.26	9.42	135.525	0.5583	0.4417	98	78

Tabel 4.39

$d'$  (mm) = 70  
 $f_y$  (Mpa) = 400  
 $f_c'$  (Mpa) = 25  
 $\rho = 1.0\%$

$b$  (mm) = 450  
 $h$  (mm) = 600  
 $\beta = 0.85$

$d$  (mm) = 530  
 $A_s = A_s' \text{ (mm}^2\text{)} = 1350$   
 $a$  (mm) = 56.47058824

$A_g \text{ (mm}^2\text{)} = 270000$        $A_{st} \text{ (mm}^2\text{)} = 2700$

1%	Seimbang	Patah Desak	Patah Tarik	Desak Axial	Lentur-Mumuk
$x$ (mm)	318.000	604.200	397.500	238.500	190.800
$a$ (mm)	270.300	513.570	405.450	202.725	162.180
$f_s'$ Hitungan (MPa)	467.925	530.487	511.950	423.899	379.874
$f_s'$ Pakai (MPa)	400.000	400.000	400.000	400.000	379.874
$f_s$ Hitungan (MPa)	400.000	-73.684	66.667	733.333	1066.667
$f_s$ Pakai (MPa)	400.000	-73.684	66.667	400.000	400.000
$C_c$ (KN)	2584.744	4911.013	3877.116	1938.558	1550.846
$C_s$ (KN)	511.313	511.313	511.313	511.313	484.143
$T_s$ (KN)	540.000	-99.474	90.000	540.000	540.000
$P_{nb}$ (KN)	2556.056	5521.799	4298.428	1909.870	1494.989
$M_{nb}$ (KNm)	667.897	306.952	515.448	626.872	575.049
$e_b$ (m)	0.261	0.056	0.174	0.328	0.385
$P_o$ (KN)					6760.125
$P_{no}$ (KN)					5408.100
$M_n$ (KNm)					270.953

$P_{nb}$ (Kn)	6760.125	5521.799	4298.428	3472.242	2556.056	1909.870	1494.989	1177.081	0.000
$M_{nb}$ (KNm)	0.000	306.952	515.448	603.156	667.897	626.872	575.049	522.263	270.953

$d'$  (mm) = 70       $b$  (mm) = 450       $d$  (mm) = 530  
 $f_y$  (Mpa) = 400       $h$  (mm) = 600       $As=As'(mm^2)=$  2700  
 $f_c'$  (Mpa) = 25       $\beta =$  0.85       $a$  (mm) = 112.9411765  
 $\% =$  2.0%

$Ag$  (mm<sup>2</sup>) = 270000       $Ast$  (mm<sup>2</sup>) = 5400

2%	Seimbang	Patah Desak		Patah Tarik		Desak Axial	Lentur Murni
$x$ (mm)	318.000	604.200	477.000	397.500	238.500	190.800	159.000
$a$ (mm)	270.300	513.570	405.450	337.875	202.725	162.180	135.150
$f_s'$ Hitungan (MPa)	467.925	530.487	511.950	494.340	423.899	379.874	335.849
$f_s'$ Pakai (MPa)	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	379.874	335.849
$f_s$ Hitungan (MPa)	400.000	-73.684	66.667	200.000	733.333	1066.667	1400.000
$f_s$ Pakai (MPa)	400.000	-73.684	66.667	200.000	400.000	400.000	400.000
$Cc$ (KN)	2584.744	4911.013	3877.116	3230.930	1938.558	1550.846	1292.372
$Cs$ (KN)	1022.625	1022.625	1022.625	1022.625	1022.625	968.285	849.417
$Ts$ (KN)	1080.000	-198.947	180.000	540.000	1080.000	1080.000	1080.000
$Pnb$ (KN)	2527.369	6132.585	4719.741	3713.555	1881.183	1439.132	1061.789
$Mnb$ (KNm)	909.699	401.675	653.750	782.857	868.674	810.601	744.146
$eb$ (m)	0.360	0.065	0.139	0.211	0.462	0.563	0.701
$Po$ (KN)							7782.750
$Pno$ (KN)							6226.200
$Mn$ (KNm)							511.412

$Pnb$ (Kn)	7782.750	6132.585	4719.741	3713.555	2527.369	1881.183	1439.132	1061.789	0.000
$Mnb$ (KNm)	0.000	401.675	653.750	782.857	909.699	868.674	810.601	744.146	511.412



$d'$  (mm) = 70       $b$  (mm) = 450       $d$  (mm) = 530  
 $f_y$  (Mpa) = 400       $h$  (mm) = 600       $A_s = A_s (mm^2) =$  4050  
 $f_c'$  (Mpa) = 25       $\beta = 0.85$        $a$  (mm) = 169.4117647  
 $\% = 3.0\%$

$A_g$  (mm<sup>2</sup>) = 270000       $A_{st}$  (mm<sup>2</sup>) = 8100

3%	Seimbang		Patah Desak		Patah Tarik		Desak Axial	Lentur Murni
	x (mm)	a (mm)	$f_s'$ Hitungan (MPa)	$f_s'$ Pakai (MPa)	$f_s'$ Hitungan (MPa)	$f_s'$ Pakai (MPa)		
	318.000	604.200	477.000	397.500	238.500	190.800	159.000	
	270.300	513.570	405.450	337.875	202.725	162.180	135.150	
	467.925	530.487	511.950	494.340	423.899	379.874	335.849	
	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	379.874	335.849	
	400.000	-73.684	66.667	200.000	733.333	1066.667	1400.000	
	400.000	-73.684	66.667	200.000	400.000	400.000	400.000	
	2584.744	4911.013	3877.116	3230.930	1938.558	1550.846	1292.372	
	1533.938	1533.938	1533.938	1533.938	1533.938	1452.428	1274.126	
	1620.000	-298.421	270.000	810.000	1620.000	1620.000	1620.000	
	2498.681	6743.372	5141.053	3954.867	1852.495	1383.274	946.498	
	1151.501	496.398	792.052	962.559	1110.476	1046.154	966.029	
	0.461	0.074	0.154	0.243	0.599	0.756	1.021	
								8805.375
								7044.300
								721.376

$P_{nb}$ (KN)	8805.375	6743.372	5141.053	3954.867	2498.681	1852.495	1383.274	946.498	0.000
$M_{nb}$ (KNm)	0.000	496.398	792.052	962.559	1151.501	1110.476	1046.154	966.029	721.376

$d'$  (mm) = 70  
 $f_y$  (Mpa) = 400  
 $f_c$  (Mpa) = 25  
 $\%$  = 4.0%

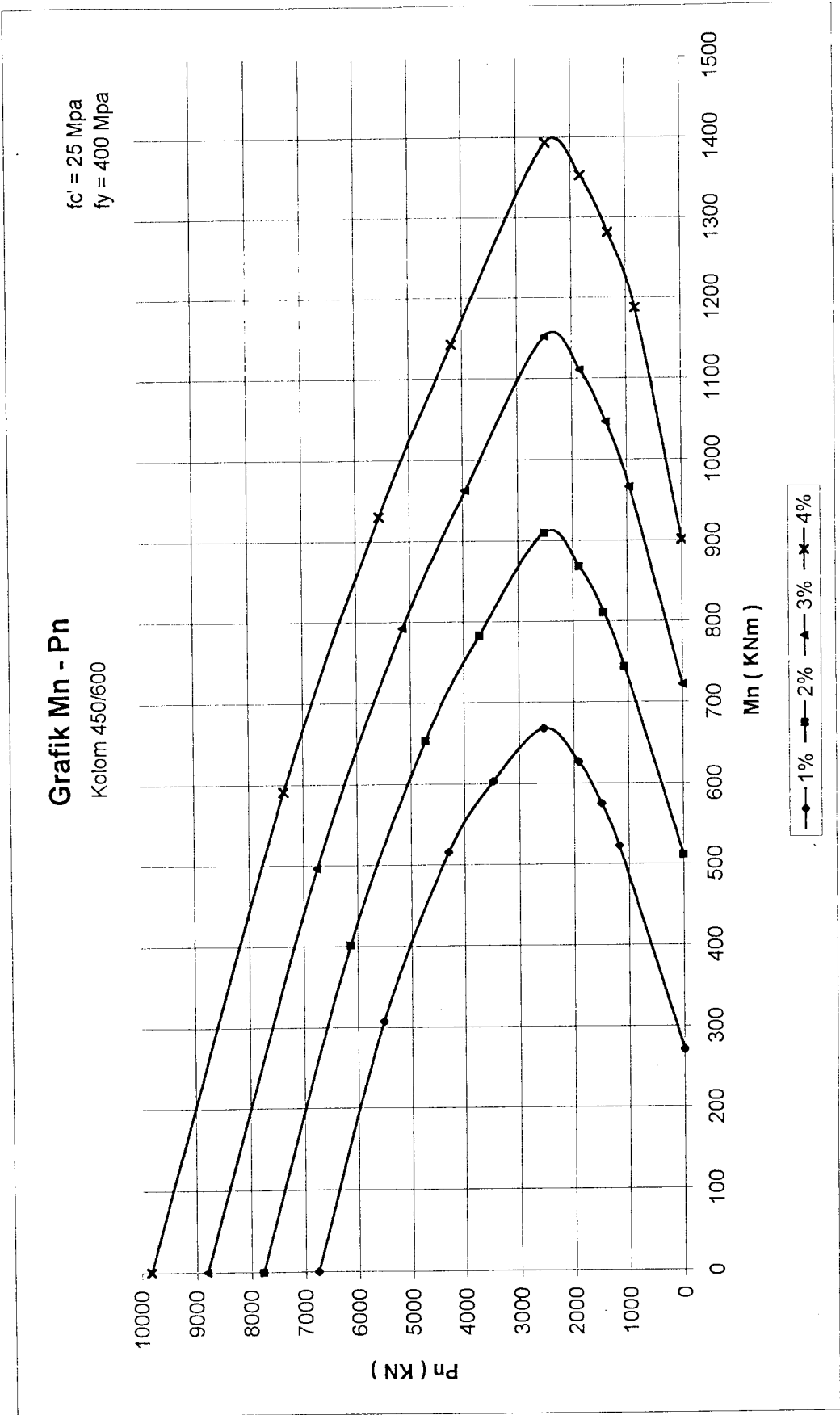
$b$  (mm) = 450  
 $h$  (mm) = 600  
 $\beta$  = 0.85

$d$  (mm) = 530  
 $A_s = A_s'(mm^2) =$  5400  
 $a$  (mm) = 225.8823529

$A_g$  (mm<sup>2</sup>) = 270000       $A_{st}$  (mm<sup>2</sup>) = 10800

4%	Seimbang		Patah Desak		Patah Tarik		Desak Axial	Lentur Murni
	x (mm)	604.200	477.000	397.500	238.500	190.800		
a (mm)	270.300	513.570	405.450	337.875	202.725	162.180	135.150	
fs' Hitungan (MPa)	467.925	530.487	511.950	494.340	423.899	379.874	335.849	
fs' Pakai (MPa)	400.000	400.000	400.000	400.000	400.000	379.874	335.849	
fs Hitungan (MPa)	400.000	-73.684	66.667	200.000	733.333	1066.667	1400.000	
fs Pakai (MPa)	400.000	-73.684	66.667	200.000	400.000	400.000	400.000	
Cc (KN)	2584.744	4911.013	3877.116	3230.930	1938.558	1550.846	1292.372	
Cs (KN)	2045.250	2045.250	2045.250	2045.250	2045.250	1936.571	1698.835	
Ts (KN)	2160.000	-397.895	360.000	1080.000	2160.000	2160.000	2160.000	
Pnb (KN)	2469.994	7354.158	5562.366	4196.180	1823.808	1327.417	831.207	
Mnb (KNm)	1393.303	591.121	930.354	1142.261	1352.278	1281.707	1187.912	
eb (m)	0.564	0.080	0.167	0.272	0.741	0.966	1.429	
Po (KN)							9828.000	
Pno (KN)							7862.400	
Mn (KNm)								900.847

Pnb (Kn)	9828.000	7354.158	5562.366	4196.180	2469.994	1823.808	1327.417	831.207	0.000
Mnb (KNm)	0.000	591.121	930.354	1142.261	1393.303	1352.278	1281.707	1187.912	900.847























**Tabel 4.44** Perencanaan Tulangan memanjang Kolom

Lampiran II - 97

Kolom	K5 (3 = 6)/ K5 (E)		K5 (4 = 5)/K5 (E)	
	1		1	
Lantai				
Arah	x	y	x	y
Mu (KNm)	94	99	118	98
Pu (KNm)	73	73	119	119
Mu,k/Ø (KNm)	145	152	182	151
Pu,k/Ø (KN)	112	112	183	183
fc' (Mpa)	25	25	25	25
fy (Mpa)	400	400	400	400
b (mm)	450	450	450	450
h (mm)	450	450	450	450
d' (mm)	70	70	70	70
d (mm)	380	380	380	380
ρg (%)	1.0%	1.0%	1.0%	1.0%
Ast (mm <sup>2</sup> )	2025	2025	2025	2025
As=As' (mm <sup>2</sup> )	1012.5	1012.5	1012.5	1012.5
Ø tul (mm)	22	22	22	22
A1Ø (mm <sup>2</sup> )	380	380	380	380
n (btg)	2.7	2.7	2.7	2.7
n (btg)	3	3	3	3
Asada=As'ada	1140	1140	1140	1140
xb (mm)	228	228	228	228
ab (mm)	193.8	193.8	193.8	193.8
fs' (Mpa)	416	416	416	416
fs' pakai (Mpa)	400	400	400	400
Ccb (N)	1853213	1853213	1853213	1853213
Csb (N)	431926	431926	431926	431926
Tsb (N)	456159	456159	456159	456159
Pnb (KN)	1829	1829	1829	1829
Mnb (KNm)	375	375	375	375
eb (m)	0.205	0.205	0.205	0.205
e (m)	1.288	1.356	0.992	0.824
Cek Patah	Pth Tarik	Pth Tarik	Pth Tarik	Pth Tarik
Pn (KN)	133	125	184	233
Mn (KNm)	172	170	182	192
Kontrol (Mn - Pn)	Ok !	Ok !	Ok !	Ok !

**Tabel 4.45** Perencanaan Tulangan Geser Kolom

Kolom	Lt	hn (m)	b (m)	h (m)	d (m)	fc' (Mpa)	fy (Mpa)	Mu,k (KNm)		Pu,k (KN)	Vu,k/Ø (KN)	Vc (KN)	Ø tul (mm)	Av (mm <sup>2</sup> )	Di daerah sendi plastis		Di luar sendi plastis		
								atas	bawah						Vs (KN)	s (mm)	Tul.gsr	Vs (KN)	s (mm)
K1 (1 = 8) K1 (A)	1	3.2	450	600	530	25	240	125.02	153.47	1063.71	145.047	254.679	10	157	145.047	132.5	P10 - 130	160	P10 - 160
	2	2.9	450	600	530	25	240	206.1	193.39	851.108	229.592	243.501	10	157	229.592	87.026	P10 - 80	160	P10 - 160
	3	2.9	450	600	530	25	240	213.26	186.23	633.2	229.592	232.043	10	157	229.592	87.026	P10 - 80	160	P10 - 160
	4	2.9	450	600	530	25	240	224.24	175.25	415.376	229.592	220.59	10	157	229.592	87.026	P10 - 80	160	P10 - 160
	5	2.975	450	600	530	25	240	87.606	17.39	197.776	58.8216	209.149	10	157	58.8216	132.5	P10 - 130	160	P10 - 160
K1 (2 = 7) K1 (A)	1	3.2	450	600	530	25	240	180.69	190.37	1231.36	193.263	263.494	10	157	193.263	93.385	P10 - 90	160	P10 - 160
	2	2.9	450	600	530	25	240	282.07	278.72	972.172	322.29	249.866	10	157	322.29	61.996	P10 - 60	160	P10 - 160
	3	2.9	450	600	530	25	240	286.45	274.33	711.128	322.29	236.141	10	157	322.29	61.996	P10 - 60	160	P10 - 160
	4	2.9	450	600	530	25	240	293.9	266.88	449.484	322.29	222.384	10	157	322.29	61.996	P10 - 60	160	P10 - 160
	5	2.975	450	600	530	25	240	101.88	42.583	189.1	80.9343	208.693	10	157	203.61	98.131	P10 - 130	160	P10 - 160
K1 (3 = 6) K1 (A)	1	3.2	450	600	530	25	240	189.07	201.86	1324.02	203.61	268.366	10	157	203.61	98.131	P10 - 130	160	P10 - 160
	2	2.9	450	600	530	25	240	283.28	277.51	1041.14	322.29	253.493	10	157	322.29	61.996	P10 - 60	160	P10 - 160
	3	2.9	450	600	530	25	240	287.74	273.05	756.528	322.29	238.528	10	157	322.29	61.996	P10 - 60	160	P10 - 160
	4	2.9	450	600	530	25	240	294.75	266.04	471.072	322.29	223.519	10	157	322.29	61.996	P10 - 60	160	P10 - 160
	5	2.975	450	600	530	25	240	128.95	42.045	187.812	95.7952	208.625	10	157	95.7952	132.5	P10 - 130	160	P10 - 160
K1 (4 = 5) K1 (A)	1	3.2	450	600	530	25	240	188.83	202.1	1332.21	203.61	268.797	10	157	203.61	98.131	P10 - 130	160	P10 - 160
	2	2.9	450	600	530	25	240	283.02	277.76	1047.94	322.29	253.85	10	157	322.29	61.996	P10 - 60	160	P10 - 160
	3	2.9	450	600	530	25	240	287.57	273.22	761.8	322.29	238.805	10	157	322.29	61.996	P10 - 60	160	P10 - 160
	4	2.9	450	600	530	25	240	294.5	266.28	474.616	322.29	223.705	10	157	322.29	61.996	P10 - 60	160	P10 - 160
	5	2.975	450	600	530	25	240	128.63	42.329	189.456	95.7731	208.711	10	157	95.7731	132.5	P10 - 130	160	P10 - 160

**Tabel 4.46** Perencanaan Tulangan Geser Kolom

Kolom	Lt	hn (m)	b (m)	h (m)	d (m)	fc' (Mpa)	fy (Mpa)	Mu,k (KNm)		Pu,k (KN)	Vu,k/Ø (KN)	Vc (KN)	Ø tul (mm)	Av (mm <sup>2</sup> )	Di daerah sendi plastis		Di luar sendi plastis		
								atas	bawah						Vs (KN)	s (mm)	Tul.gsr	Vs (KN)	s (mm)
K2 (1 = 8) K2 (B)	1	3.2	450	600	530	25	240	160.08	163.76	1476.99	168.667	276.409	10	157	168.667	60	P10 - 60	160	P10 - 160
	2	2.9	450	600	530	25	240	227.94	228.14	1107.11	262.113	256.961	10	157	262.113	76.229	P10 - 70	160	P10 - 160
	3	2.9	450	600	530	25	240	231.92	224.15	773.276	262.113	239.408	10	157	262.113	76.229	P10 - 70	160	P10 - 160
	4	2.9	450	600	530	25	240	220.71	206.34	438.936	245.428	221.829	10	157	245.428	81.411	P10 - 80	160	P10 - 160
	5	2.975	450	600	530	25	240	47.724	43.828	105.108	51.2899	204.277	10	157	51.2899	132.5	P10 - 130	160	P10 - 160
K2 (2 = 7) K2 (B)	1	3.2	450	600	530	25	240	182.09	249.76	1824.16	224.919	294.663	10	157	224.919	88.834	P10 - 80	160	P10 - 160
	2	2.9	450	600	530	25	240	312.92	306.55	1374.7	356.02	271.031	10	157	356.02	56.122	P10 - 50	160	P10 - 160
	3	2.9	450	600	530	25	240	338	281.47	928.444	356.02	247.567	10	157	356.02	56.122	P10 - 50	160	P10 - 160
	4	2.9	450	600	530	25	240	287.59	171.88	485.076	264.066	224.255	10	157	264.066	75.665	P10 - 70	160	P10 - 160
	5	4.2	450	600	530	25	240	58.759	31.381	42.736	35.7695	200.997	10	157	35.7695	132.5	P10 - 130	160	P10 - 160
K2 (3 = 6) K2 (B)	1	3.2	450	600	530	25	240	179.06	261.96	1823.08	229.698	294.606	10	157	229.698	86.986	P10 - 80	160	P10 - 160
	2	2.9	450	600	530	25	240	311.08	321.56	1374.63	363.585	271.027	10	157	363.585	54.954	P10 - 50	160	P10 - 160
	3	2.9	450	600	530	25	240	341.96	290.68	928.924	363.585	247.592	10	157	363.585	54.954	P10 - 50	160	P10 - 160
	4	2.9	450	600	530	25	240	295.54	193.76	484.176	281.203	224.208	10	157	281.203	71.054	P10 - 70	160	P10 - 160
	5	4.2	450	600	530	25	240	58.088	32.051	42.792	35.7695	201	10	157	35.7695	132.5	P10 - 130	160	P10 - 160
K2 (4 = 5) K2 (B)	1	3.2	450	600	530	25	240	178.25	262.77	1817.4	229.698	294.308	10	157	229.698	86.986	P10 - 80	160	P10 - 160
	2	2.9	450	600	530	25	240	309.53	323.11	1368.14	363.585	270.686	10	157	363.585	54.954	P10 - 50	160	P10 - 160
	3	2.9	450	600	530	25	240	340.58	292.06	923.376	363.585	247.301	10	157	363.585	54.954	P10 - 50	160	P10 - 160
	4	2.9	450	600	530	25	240	294.55	258.08	480.716	317.608	224.026	10	157	317.608	72.909	P10 - 70	160	P10 - 160
	5	4.2	450	600	530	25	240	57.993	32.146	40.74	35.7695	200.892	10	157	35.7695	132.5	P10 - 130	160	P10 - 160

**Tabel 4.47** Perencanaan Tulangan Geser Kolom

Kolom	Lt	hn (m)	b (m)	h (m)	d (m)	fc' (Mpa)	fy (Mpa)	Mu,k (KNm)		Pu,k (KN)	Vu,k/Ø (KN)	Vc (KN)	Ø tul (mm)	Av (mm <sup>2</sup> )	Di daerah sendi plastis		Di luar sendi plastis	
								atas	bawah						Vs (KN)	s (mm)	Tul gsr	Vs (KN)
K 3(1 = 8) K3 (C)	1	3.2	450	600	530	25	240	161.26	177.52	176.517	176.444	208.084	10	157	176.444	133.24	P10 - 130	P10 - 160
	2	2.9	450	600	530	25	240	235.93	229.67	229.601	267.548	210.822	10	157	267.548	84.68	P10 - 80	P10 - 160
	3	2.9	450	600	530	25	240	272.73	225.77	225.765	286.491	210.621	10	157	286.491	89.742	P10 - 80	P10 - 160
	4	2.9	450	600	530	25	240	207.12	224.48	224.482	248.048	210.553	10	157	248.048	80.551	P10 - 80	P10 - 160
	5	2.975	450	600	530	25	240	48.223	51.549	51.5495	55.8951	201.46	10	157	55.8951	132.5	P10 - 130	P10 - 160
K 3(2 = 7) K3 (C)	1	3.2	450	600	530	25	240	218.75	226.82	226.821	232.07	210.676	10	157	232.07	86.097	P10 - 80	P10 - 160
	2	2.9	450	600	530	25	240	320.09	319.08	319.082	367.338	215.527	10	157	367.338	54.393	P10 - 50	P10 - 130
	3	2.9	450	600	530	25	240	324.41	314.76	314.762	367.338	215.3	10	157	367.338	54.393	P10 - 50	P10 - 130
	4	2.9	450	600	530	25	240	260.71	218.46	218.461	275.384	210.237	10	157	275.384	72.555	P10 - 70	P10 - 160
	5	4.2	450	600	530	25	240	58.422	31.717	31.7167	35.7695	200.418	10	157	35.7695	132.5	P10 - 130	P10 - 160
K 3(3 = 6) K3 (C)	1	3.2	450	600	530	25	240	212.62	228.41	228.406	229.698	210.787	10	157	229.698	86.986	P10 - 80	P10 - 160
	2	2.9	450	600	530	25	240	318.41	314.22	314.223	363.585	215.272	10	157	363.585	54.954	P10 - 50	P10 - 130
	3	2.9	450	600	530	25	240	324.96	307.68	307.675	363.585	214.927	10	157	363.585	54.954	P10 - 50	P10 - 130
	4	2.9	450	600	530	25	240	253.86	218.78	218.776	271.63	210.253	10	157	271.63	73.558	P10 - 70	P10 - 160
	5	4.2	450	600	530	25	240	57.274	32.865	32.8646	35.7695	200.478	10	157	35.7695	132.5	P10 - 130	P10 - 160
K 3(4 = 5) K3 (C)	1	3.2	450	600	530	25	240	212.62	228.41	228.406	229.698	210.779	10	157	229.698	86.986	P10 - 80	P10 - 160
	2	2.9	450	600	530	25	240	318.41	314.22	314.223	363.585	215.272	10	157	363.585	54.954	P10 - 50	P10 - 130
	3	2.9	450	600	530	25	240	324.37	308.26	308.263	363.585	214.958	10	157	363.585	54.954	P10 - 50	P10 - 130
	4	2.9	450	600	530	25	240	285.25	217.38	217.384	271.63	210.18	10	157	271.63	73.558	P10 - 70	P10 - 160
	5	4.2	450	600	530	25	240	74.274	42.907	42.9073	46.5003	201.006	10	157	46.5003	132.5	P10 - 130	P10 - 160

**Tabel 4.48** Perencanaan Tulangan Geser Kolom

Kolom	Lt	hn (m)	b (m)	h (m)	d (m)	fc' (Mpa)	fy (Mpa)	Mu,k (KNm)		Pu,k (KN)	Vu,k/Ø (KN)	Vc (KN)	Ø tul (mm)	Av (mm <sup>2</sup> )	Di daerah sendi plastis		Di luar sendi plastis	
								atas	bawah						Vs (KN)	s (mm)	Tul gsr	Vs (KN)
K 4(1 = 8) K2 (B)	1	3.2	450	600	530	25	240	137.78	167.49	1387.01	158.993	271.678	10	157	158.993	135.67	P10 - 130	P10 - 160
	2	2.9	450	600	530	25	240	199.67	199.82	1092.54	229.592	256.195	10	157	229.592	87.026	P10 - 80	P10 - 160
	3	2.9	450	600	530	25	240	222.42	196.48	793.112	240.746	240.451	10	157	240.746	82.994	P10 - 80	P10 - 160
	4	2.9	450	600	530	25	240	211.66	193.13	493.108	232.639	224.677	10	157	232.639	85.886	P10 - 80	P10 - 160
	5	2.975	450	600	530	25	240	90.84	49.228	194.424	78.4696	208.973	10	157	78.4696	132.5	P10 - 130	P10 - 160
K 4(2 = 7) K2 (B)	1	3.2	450	600	530	25	240	164.71	226.22	1429.44	203.61	273.909	10	157	203.61	98.131	P10 - 90	P10 - 160
	2	2.9	450	600	530	25	240	283.52	277.27	1122.02	322.29	237.745	10	157	322.29	61.996	P10 - 60	P10 - 160
	3	2.9	450	600	530	25	240	305.57	255.22	809.896	322.29	241.334	10	157	322.29	61.996	P10 - 60	P10 - 160
	4	2.9	450	600	530	25	240	303.89	226.89	497.252	305.049	224.895	10	157	305.049	65.5	P10 - 60	P10 - 160
	5	2.975	450	600	530	25	240	115.64	32.876	185.86	83.2034	208.522	10	157	83.2034	132.5	P10 - 130	P10 - 160
K 4(3 = 6) K2 (B)	1	3.2	450	600	530	25	240	162.64	236.49	1344.91	207.883	269.465	10	157	207.883	96.114	P10 - 90	P10 - 160
	2	2.9	450	600	530	25	240	279.45	291.33	1044.74	322.29	253.682	10	157	322.29	61.996	P10 - 60	P10 - 160
	3	2.9	450	600	530	25	240	301.06	259.73	758.824	322.29	238.648	10	157	322.29	61.996	P10 - 60	P10 - 160
	4	2.9	450	600	530	25	240	304.86	225.93	472.148	305.049	223.575	10	157	305.049	65.5	P10 - 60	P10 - 160
	5	2.975	450	600	530	25	240	111.51	34.066	188.36	81.5577	208.654	10	157	81.5577	132.5	P10 - 130	P10 - 160
K 4(4 = 5) K2 (B)	1	3.2	450	600	530	25	240	153.53	237.4	1267.65	203.61	265.402	10	157	203.61	98.131	P10 - 90	P10 - 160
	2	2.9	450	600	530	25	240	278.24	282.55	964.876	322.29	249.483	10	157	322.29	61.996	P10 - 60	P10 - 160
	3	2.9	450	600	530	25	240	299.75	261.03	705.616	322.29	235.851	10	157	322.29	61.996	P10 - 60	P10 - 160
	4	2.9	450	600	530	25	240	294.02	226.77	445.688	299.301	222.184	10	157	299.301	66.757	P10 - 60	P10 - 160
	5	2.975	450	600	530	25	240	111.19	34.212	188.352	81.4586	208.653	10	157	81.4586	132.5	P10 - 130	P10 - 160

**Tabel 4.49** Perencanaan Tulangan Geser Kolom

Kolom	Lt	hn (m)	b (m)	h (m)	d (m)	fc' (Mpa)	fy (Mpa)	Mu,k (KNm)		Pu,k (KN)	Vu,k/Ø (KN)	Vc (KN)	Ø tul (mm)	Av (mm <sup>2</sup> )	Di daerah sendi plastis		Di luar sendi plastis	
								atas	bawah						Vs (KN)	s (mm)	Tul gsr	Vs (KN)
K5 (3 = 6) K 4 (1 = 8)	1	3.28	450	450	380	25	240	98.975	78.156	73.272	90.0056	146.183	10	157	90.0056	105	P10 - 700	P10 - 160
	1	3.28	450	450	380	25	240	118.04	78.12	118.584	99.6764	148.461	10	157	99.6764	105	P10 - 100	P10 - 160

**Tabel 4.50** Perencanaan Pondasi

<b>Pondasi</b>	<b>PS</b>
$\sigma$ tanah (KN/m <sup>2</sup> )	700
f <sub>c</sub> (MPa)	25
f <sub>y</sub> (MPa)	400
$\gamma_b$ beton (KN/m <sup>3</sup> )	24
$\gamma_b$ tanah (KN/m <sup>3</sup> )	16.448
<b>P (KN)</b>	<b>1877.391</b>
<b>M<sub>x</sub> tetap (KNm)</b>	<b>7.223</b>
<b>M<sub>y</sub> tetap (KNm)</b>	<b>1.369</b>
<b>M<sub>x</sub> sementara (KNm)</b>	<b>91.636</b>
<b>M<sub>y</sub> sementara (KNm)</b>	<b>125.517</b>
h kolom ( m )	1.5
b <sub>k</sub> ( m )	0.45
h <sub>k</sub> ( m )	0.6
tebal pelat (tf) ( m )	0.5
$\sigma$ netto tanah (KN/m <sup>2</sup> )	663.328
<b>Tinjauan Beban Tetap</b>	
<b>Dicoba nilai B<sub>x</sub> = B<sub>y</sub> (m)</b>	<b>1.8</b>
A ( m <sup>2</sup> )	3.24
$\sigma$ terjadi (KN/m <sup>2</sup> )	588.281
$\sigma$ terjadi (KN/m <sup>2</sup> )	570.602
Kontrol tegangan	<b>Ok !</b>
<b>Tinj Beban Sementr</b>	
e <sub>x</sub> (m)	0.0669
e <sub>y</sub> (m)	0.0488
B/6 (m)	0.30
1,5. $\sigma$ netto tanah(KN/m <sup>2</sup> )	994.992
$\sigma$ terjadi (KN/m <sup>2</sup> )	802.850
Kontrol tegangan	<b>Ok !</b>
<b>Geser satu arah</b>	
d ( m )	0.4
m atau n ( m )	0.2
q tjd max (KN/m <sup>2</sup> )	673.717
q tjd min (KN/m <sup>2</sup> )	485.166
q tjd pakai (KN/m <sup>2</sup> )	652.767
V <sub>u</sub> /Ø ( KN )	391.660
V <sub>c</sub> ( KN )	600.000
Kontrol Geser	<b>Ok !</b>
<b>Geser dua arah</b>	
x ( m )	0.85
y ( m )	1
q tjd max (KN/m <sup>2</sup> )	802.850
q tjd min (KN/m <sup>2</sup> )	356.033
q tjd pakai (KN/m <sup>2</sup> )	579.442
V <sub>u</sub> /Ø ( KN )	2308.109
$\beta_c \geq 1$	1.176
b <sub>o</sub> ( m )	3.7
V <sub>c1</sub> (KN)	39960
V <sub>c2</sub> (KN)	29600
V <sub>c</sub> pakai ( KN )	29600
Kontrol Geser	<b>Ok !</b>
<b>Kuat tumpuan pondasi</b>	
A <sub>1</sub> ( m <sup>2</sup> )	0.27
A <sub>2</sub> ( m <sup>2</sup> )	3.24
$\sqrt{A_2/A_1}$	2
Ø P <sub>n</sub> pondasi (KN)	8033
Ø P <sub>n</sub> kolom (KN)	4016
Kontrol tumpuan	<b>Ok !</b>



Lanjutan Tabel

Lampiran II - 101

Perencanaan tul lentur	PS
q terjadi (KN/m <sup>2</sup> )	802.850
L ( m )	0.675
Mu (KN-M)	182.899
Mu/Ø (KN-M)	228.624
1,33.Mu/Ø (KN-M)	304.070
f <sub>c</sub> (Mpa)	25.00
f <sub>y</sub> (Mpa)	400
<b>b (mm)</b>	<b>1000</b>
<b>h (mm)</b>	<b>500</b>
d (mm)	421
β <sub>1</sub>	0.85
ρ <sub>b</sub>	0.0271
ρ max	0.0203
ρ min	0.0035
R <sub>n</sub>	1.293
m	18.824
ρ	0.0033
1,33 ρ	0.0044
ρ pakai	0.0035
As perlu (mm <sup>2</sup> )	1471.750
0,002 bh (mm <sup>2</sup> )	1000.00
Asp (mm <sup>2</sup> )	1471.750
<b>Ø tul pokok (mm)</b>	<b>19</b>
A <sub>1Ø</sub> pokok (mm <sup>2</sup> )	283.529
Jarak tul (s) (mm)	192.647
<b>s pakai (mm)</b>	<b>190</b>
Asada (mm <sup>2</sup> )	1492.257
a (mm)	28.090
M <sub>n</sub> (KN-M)	242.614
Kontrol	OK... !
<b>Tul. Pokok</b>	<b>D19 - 190</b>
As bagi (mm <sup>2</sup> )	1000
<b>Ø tul bagi (mm)</b>	<b>12</b>
A <sub>1Ø</sub> bagi (mm <sup>2</sup> )	113.097
s (mm)	113.097
<b>s pakai (mm)</b>	<b>110</b>
<b>Tul. Bagi</b>	<b>P12 - 110</b>

**Tabel 4.51** | Momen Rencana Balok Sloof As A = B = C = D , (Bentang 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4, 4 - 5, 5 - 6, 7 - 8)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD ( KNm )	ML ( KNm )	ME arah X ( KNm )	1,2 MD + 1,6 ML ( KNm )		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
							X kn ( KNm )	Y kn ( KNm )	X ki ( KNm )	Y ki ( KNm )	X kn ( KNm )	Y kn ( KNm )	Negatif ( KNm )	Positif ( KNm )
As D	0	7 - 8	Tumpuan	-10.2307	0.3843	43.37377	-11.6619	34.1661	-52.5814	35.1634	-55.9215	-55.9215	35.1634	
			Lapangan	5.1845	-0.2162	-3.31711	5.8755	1.3489	7.9831	1.7564	8.7224	8.7224	8.7224	
			Tumpuan	-5.6503	-0.8168	-50.00799	-8.0872	-55.0933	44.9227	-59.2131	45.8037	-59.2131	45.8037	

**Tabel 4.52** | Momen Rencana Balok Sloof, (Bentang D - C, C - B, B - A)

Portal	Lantai	Balok	Momen	MD ( KNm )	ML ( KNm )	ME arah Y ( KNm )	1,2 MD + 1,6 ML ( KNm )		0,9 MD ± ME		1,05 (MD + 0,9ML ± ME)		Momen Rencana	
							X kn ( KNm )	Y kn ( KNm )	X ki ( KNm )	Y ki ( KNm )	X kn ( KNm )	Y kn ( KNm )	Negatif ( KNm )	Positif ( KNm )
As 4 = 5	0	D - C	Tumpuan	-7.5177	1.3629	34.5774	-6.8406	27.8114	-41.3434	29.7006	-42.9119	-42.9119	29.7006	
			Lapangan	4.1251	-0.2405	-0.7645001	4.5653	2.9481	4.4771	3.3014	4.9068	4.9068	4.9068	
			Tumpuan	-10.4820	-1.8440	-36.10641	-15.5287	-45.5402	26.6726	-50.6604	25.1631	-50.6604	26.6726	

**Tabel 4.52** Perencanaan Tulangan Lentur Balok Sloof ( As A = B = C = D = E, bentang 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4, 4 - 5, 5 - 6, 6 - 7, 7 - 8 )

	Tumpuan (-)	Lapangan	Tumpuan (-)	Tumpuan (+)	Tumpuan (+)
Mu (KN-M)	55.9215	8.7224	59.2131	35.1634	45.8037
Mu/Φ (KN-M)	69.902	10.903	74.016	43.954	57.255
f <sub>c</sub> (Mpa)	25	25	25	25	25
f <sub>y</sub> (Mpa)	400	400	400	400	400
β <sub>1</sub>	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
b <sub>ada</sub> (mm)	300	300	300	300	300
h <sub>ada</sub> (mm)	400	400	400	400	400
d <sub>ada</sub> (mm)	300	300	300	300	300
d' (mm)	100	100	100	100	100
ρ <sub>b</sub>	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
ρ <sub>max</sub>	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
ρ <sub>pakai</sub>	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
m	18.824	18.824	18.824	18.824	18.824
R <sub>n</sub>	3.675	3.675	3.675	3.675	3.675
d <sub>perlu</sub> (mm)	251.785	99.439	259.089	199.657	227.872
	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>
R <sub>n</sub> ada	2.589	0.404	2.741	1.628	2.121
ρ <sub>ada</sub>	0.007	0.001	0.008	0.005	0.006
As (mm <sup>2</sup> )	644.109	100.465	682.021	405.015	527.571
Ø tul (mm)	19	19	19	19	19
A1Ø (mm <sup>2</sup> )	283.529	283.529	283.529	283.529	283.529
n	2.272	0.354	2.405	1.428	1.861
n <sub>ada</sub>	5	2	4	3	3
As <sub>ada</sub> (mm <sup>2</sup> )	1417.644	567.057	1134.115	850.586	850.586
a (mm)	88.950	35.580	71.160	53.370	53.370
M <sub>n</sub> (KN-M)	144.90	64.012	119.953	92.991	92.991
	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>

**Tabel 4.5** Perencanaan Tulangan Lentur Balok Sloof ( As 1 s/d 8, bentang D - C, C - B, B - A, D - E )

	Tumpuan (-)	Lapangan	Tumpuan (-)	Tumpuan (+)	Tumpuan (+)
Mu (KN-M)	42.912	4.9068	50.6604	29.7006	26.7626
Mu/Φ (KN-M)	53.640	6.134	63.326	37.126	33.453
f <sub>c</sub> (Mpa)	25	25	25	25	25
f <sub>y</sub> (Mpa)	400	400	400	400	400
β <sub>1</sub>	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
b <sub>ada</sub> (mm)	300	300	300	300	300
h <sub>ada</sub> (mm)	400	400	400	400	400
d <sub>ada</sub> (mm)	300	300	300	300	300
d' (mm)	100	100	100	100	100
ρ <sub>b</sub>	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
ρ <sub>max</sub>	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
ρ <sub>pakai</sub>	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
m	18.824	18.824	18.824	18.824	18.824
R <sub>n</sub>	3.675	3.675	3.675	3.675	3.675
d <sub>perlu</sub> (mm)	220.561	74.583	239.648	183.494	174.182
	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>
R <sub>n</sub> ada	1.987	0.227	2.345	1.375	1.239
ρ <sub>ada</sub>	0.005	0.001	0.006	0.004	0.003
As (mm <sup>2</sup> )	494.263	56.517	583.511	342.094	308.254
Ø tul (mm)	19	19	19	19	19
A1Ø (mm <sup>2</sup> )	283.529	283.529	283.529	283.529	283.529
n	1.743	0.199	2.058	1.207	1.087
n <sub>ada</sub>	4	2	4	2	2
As <sub>ada</sub> (mm <sup>2</sup> )	1134.115	567.057	1134.115	567.057	567.057
a (mm)	71.160	35.580	71.160	35.580	35.580
M <sub>n</sub> (KN-M)	119.953	64.012	119.953	64.012	64.012
	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>

**Tabel 4.53** Perencanaan Tulangan Geser Balok Sloof

Balok	Ln (m)	b (mm)	h (mm)	d (mm)	Mnak,b (KNm)	Mnak,b' (KNm)	VD (KN)	VL (KN)	H1	1,05.Vg	Vu,b (KN)	Vu,bpakai (KN)	Di daerah sendi plastis			Di luar sendi plastis				
													Vs (KN)	s (mm)	Tul Geser	Vs (KN)	Vu,b (KN)	s (mm)	Tul Geser	
BS 1	4.48	300	400	330	144.900	92.991	11.420	2.40	46.515	14.511	61.026	54.166	10	90.276	82.500	P10 - 80	19.210	44.395	165	P10 - 160
BS 1	4.40	300	400	330	119.953	64.012	11.090	2.10	36.584	13.850	50.433	44.946	10	74.910	82.500	P10 - 80	1.556	37.130	165	P10 - 160

Tabel 4.54 Perencanaan Tulangan Bordes dan Tangga

	Perhitungan Tulangan		
	Bordes	Tangga Atas	Tangga Bawah
Mu (KN-M)	23.460	47.060	37.390
Mu/Ø (KN-M)	29.325	58.825	46.738
1,33.Mu/Ø (KN-M)	39.002	78.237	62.161
f'c (Mpa)	25	25	25
fy (Mpa)	400	400	400
b (mm)	2125	2125	2125
h (mm)	150	173.66	173.66
d (mm)	123.5	147.16	147.16
$\beta_1$	0.85	0.85	0.85
$\rho_b$	0.02709	0.02709	0.02709
$\rho_{max}$	0.02032	0.02032	0.02032
$\rho_{min}$	0.00350	0.00350	0.00350
Rn	0.905	1.278	1.016
m	18.824	18.824	18.824
$\rho$	0.00231	0.00330	0.00260
1,33 $\rho$	0.00308	0.00439	0.00346
$\rho$ pakai	0.00308	0.00350	0.00346
As perlu (mm <sup>2</sup> )	807.084	1094.503	1082.527
0,002 bh (mm <sup>2</sup> )	637.500	738.055	738.055
Asp (mm <sup>2</sup> )	807.084	1094.503	1082.527
<b>Ø tul pokok (mm)</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>13</b>
A1Ø pokok (mm <sup>2</sup> )	132.732	132.732	132.732
Jarak tul (s) (mm)	349.476	257.703	260.553
<b>s pakai (mm)</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>
Asada (mm <sup>2</sup> )	1128.224	1128.224	1128.224
a (mm)	9.994	9.994	9.994
Mn (KN-M)	53.479	64.157	64.157
Kontrol	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>
<b>Tul. Pokok</b>	<b>D13 - 250</b>	<b>D13 - 250</b>	<b>D13 - 250</b>
As bagi (mm <sup>2</sup> )	637.5	738.055	738.055
<b>Ø tul bagi (mm)</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
A1Ø bagi (mm <sup>2</sup> )	50.265	50.265	50.265
s (mm)	167.552	144.724	144.724
s pakai (mm)	<b>160</b>	<b>140</b>	<b>140</b>
<b>Tul. Bagi</b>	<b>P8 - 160</b>	<b>P8 - 140</b>	<b>P8 - 140</b>

**Tabel 4.55** Perencanaan Tulangan Lentur Balok Bordes

	Tumpuan	Lapangan
Mu (KN-M)	<b>29.907</b>	<b>43.502</b>
Mu/ $\Phi$ (KN-M)	37.384	54.377
f'c (Mpa)	<b>25</b>	<b>25</b>
fy (Mpa)	<b>400</b>	<b>400</b>
$\beta_1$	0.85	0.85
b ada (mm)	<b>300</b>	<b>300</b>
h ada (mm)	<b>400</b>	<b>400</b>
d ada (mm)	330	330
d' (mm)	<b>70</b>	<b>70</b>
$\rho_b$	0.027	0.027
$\rho_{max}$	0.020	0.020
$\rho$ pakai	0.010	0.010
m	18.824	18.824
Rn	3.675	3.675
d perlu (mm)	184.132	222.071
	<b>Perlu Tul Sblh</b>	<b>Perlu Tul Sblh</b>
Rn ada	1.144	1.664
$\rho$ ada	0.003	0.0046
As (mm <sup>2</sup> )	313.159	455.505
$\emptyset$ tul (mm)	<b>16</b>	<b>16</b>
A1 $\emptyset$ (mm <sup>2</sup> )	201.062	201.062
n	1.558	2.265
n ada	<b>2</b>	<b>3</b>
As ada (mm <sup>2</sup> )	402.124	603.186
a (mm)	25.231	37.847
Mn (KN-M)	51.05	75.055
	<b>OK... !</b>	<b>OK... !</b>

**Tabel 4.56** Perencanaan Tulangan Geser Balok Bordes

Vu (KN)	47.852
Vu/ $\Phi$ (KN)	79.753
Vu pakai (KN)	68.184
Vc (KN)	82.500
$\emptyset \cdot V_c$ (KN)	49.5
3. $\emptyset \cdot V_c$ (KN)	148.5
diameter (mm)	<b>10</b>
Vs (KN)	-14.316
Vs min (KN)	33
Av (mm <sup>2</sup> )	157.080
s (mm)	376.991
s pakai (mm)	165
Tulangan Geser	<b>P10 - 165</b>

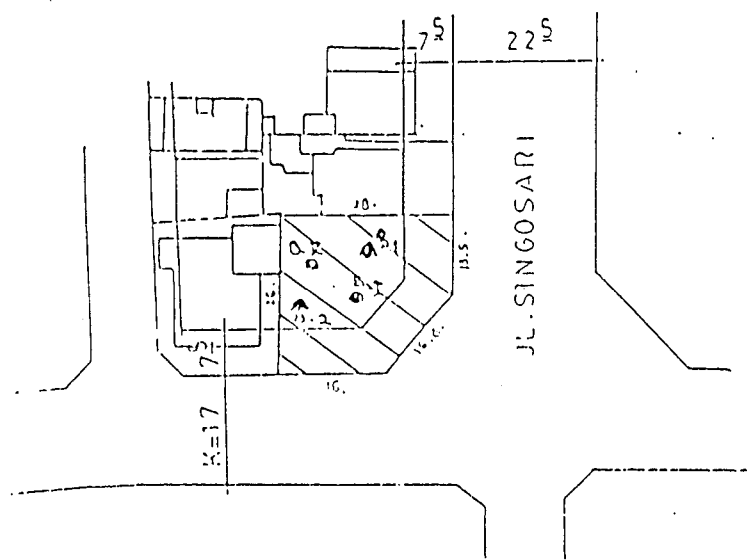
PEMERINTAH KOTAMADYA DAERAH  
TINGKAT II SEMARANG

KELURAHAN ..... Pleburan.  
 JALAN ..... Singosari.  
 Perumahan Agd. No ..... 551.1/190/97.  
 Surat No. .... 1.000

LEGENDA

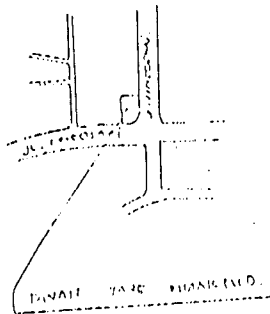
Gamb. Sil. Mm. Persyarikatan Muhammadiyah /  
 Tanah Yang Dimaksud  
 Garis Sempadan Jalan  
 Garis Sempadan Bangunan  
 sesuai planning ± 646  
 Luas Tanah ..... M2  
 Luas Bangunan Maks. .... 323 M2  
 Kawasan ..... Pemukiman.  
 Peruntukan Tanah .....  
 No. Urut. P. / 1.000 / 190 / 97 / 6 / 97 UN. Peta ..... A1

GAMBAR SITUASI 1 : 1000  
 (Tidak merupakan suatu hak atas tanah) Peta 6 VIII  
 KACA  
 / berkedudukan di Yogyakarta.



Dikeluarkan tgl. 2.5. FEB. 1997  
 Berlaku &/d tgl. 2.5. FEB. 2002

Peta Lokasi Skala 1 : 10.000



DINAS TATA KOTA  
 KODYA DATI II SEMARANG

Kepala Dinas

*[Signature]*

Ir. Hoeslain  
 Nip. 500055705



Perencanaan Kr  
 Ymt

*[Signature]*

Ir. Alauddin  
 NIP. 500032401

*[Signature]*



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
 JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
 UNIVERSITAS DIPONEGORO

### SOIL TEST

Project : Gedung Muhamadiyah  
 Location : Jl, Singosari No. 15 Semarang

NO	Boring No	Sample Code	Depth (m)	Water Content (w) %	Specific Gravity Of Solids (Gs)	Unit weight		Unit Weight		Sub Unit Weight $\gamma_{sub}$ g/cm <sup>3</sup>	porosity (n) %
						$\gamma$ g/cm <sup>3</sup>	$\gamma_d$ g/cm <sup>3</sup>	$\gamma$ g/cm <sup>3</sup>	$\gamma_d$ g/cm <sup>3</sup>		
1	BM.I	BM.I-1	3.50 - 4.00	52.54	2.4875	1.6448	1.0783	0.6448	0.6448	56.65	
2		BM.I-2	7.50 - 8.00	49.78	2.4680	1.6661	1.1198	0.6661	0.6661	54.63	
3		BM.I-3	11.50 - 12.00	37.82	2.4945	1.7890	1.2836	0.7599	0.7599	48.54	
4		BM.I-4	15.50 - 16.00	32.63	2.5121	1.8310	1.3805	0.8310	0.8310	45.04	
5		BM.I-5	19.50 - 20.00	35.59	2.5330	1.8663	1.3222	0.8663	0.8663	47.41	
6	BM.II	BM.II-1	3.50 - 4.00	55.69	2.4989	1.6254	1.0427	0.6254	0.6254	58.27	
7		BM.II-2	7.50 - 8.00	45.43	2.4852	1.6699	1.1541	0.6699	0.6699	53.58	
8		BM.II-3	11.50 - 12.00	35.21	2.4725	1.7872	1.3218	0.7872	0.7872	46.54	
9		BM.II-4	15.50 - 16.00	30.05	2.4844	1.8469	1.4224	0.8469	0.8469	42.75	
10		BM.II-5	19.50 - 20.00	32.02	2.5233	1.8426	1.3957	0.8426	0.8426	44.69	





# LOG PEMBORAN

LEMBAR KE : 2

A PROYEK: Gedung Muhammadiyah  
 Jl. Singosari  
 SEMARANG

ELEVASI TITIK BOR: \_\_\_\_\_ m

TITIK BOR : BM.II  
 DINAT TITIK BOR : \_\_\_\_\_

MUKA AIR TANAH : - 1,50m

TANGGAL PENYELIDIKAN : April 1997  
 MASTER BOR : Sukanto  
 GEOLOGIST : Ir. Dwiyanto MT  
 TIPE MESIN BOR : \_\_\_\_\_  
 ARAH PEMBORAN : \_\_\_\_\_

DALAM m	TEBAL m	CATATAN PENGAMATAN LAPANGAN				DISKRIPSI BATUAN	UJI ASAK BAKU (SPT)					PAMU CASG	K	KETERANGAN		
		INTI %	R.O.D %	PELA- PUKAN %	SIMBOL BATUAN		DALAM m	SPT.N	JUMLAH PUKLANN							
								0	10	20	30	40	50	60		
1.00	1.00				XXXX	Tanah urug.										
5.50	4.50				XXXX	lempung, leunak Coklat kehitaman	IX	2	30							
9.00	3.50				VVVV	lempung campur humus, leunak, coklat	IX	2	30							
13.50	4.50				VVVV	lempung campur humus dan leunak Kerang, leunak Coklat kehitaman	IX	2	30							
16.00	2.50				VVVV	lempung campur butir kasar, ubir kecoklatan.	IX	18	30							
20.50	4.50				VVVV	lempung campur pasir dan kerikil Medium padat, Coklat	IX	23	30							



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG

HASIL SONDIR

PROYEK : Renovasi Gedung Muhammadiyah  
LOKASI : Jl. Singosari no. 33  
TIPIK : S.1

TANGGAL : 4 - 4 - 1997

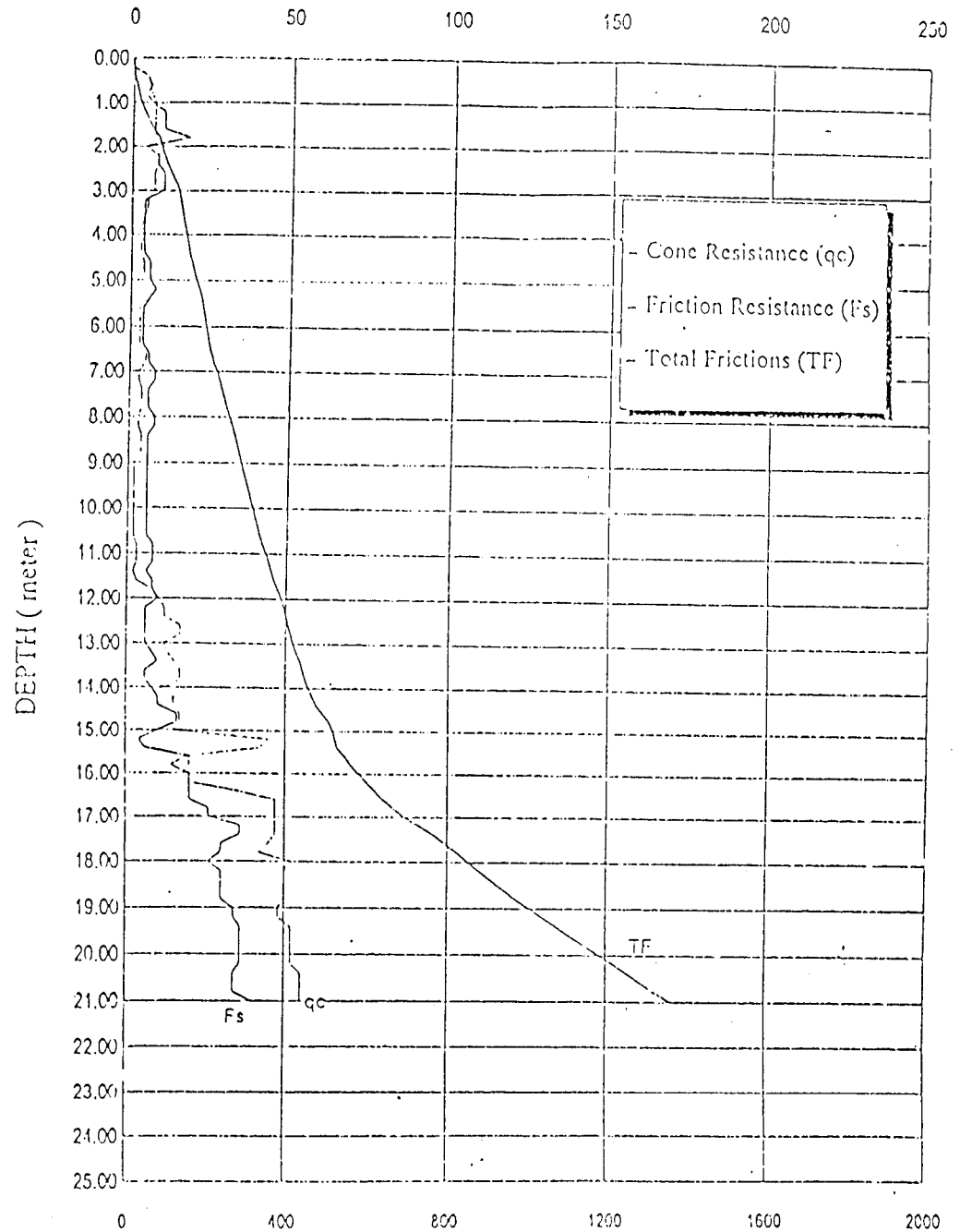
TEAM : LMI-FT-UNDIP

DEPTH (M)	qc kg/cm <sup>2</sup>	qc + f kg/cm <sup>2</sup>	Fs kg/cm <sup>2</sup>	FE kg/cm	DEPTH (M)	qc kg/cm <sup>2</sup>	qc + f kg/cm <sup>2</sup>	Fs kg/cm <sup>2</sup>	FE kg/cm
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.60	17.00	20.00	6.00	406.00
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	12.80	17.00	20.00	6.00	412.00
0.40	5.00	7.00	4.00	4.00	13.00	17.00	20.00	6.00	418.00
0.60	5.00	8.00	6.00	4.00	13.20	17.00	20.00	6.00	426.00
0.80	6.00	8.00	4.00	4.00	13.40	17.00	20.00	6.00	436.00
1.00	7.00	10.00	6.00	20.00	13.60	17.00	20.00	6.00	442.00
1.20	7.00	12.00	10.00	30.00	13.80	17.00	20.00	6.00	448.00
1.40	7.00	12.00	10.00	40.00	14.00	17.00	20.00	6.00	456.00
1.60	7.00	12.00	10.00	50.00	14.20	17.00	20.00	6.00	466.00
1.80	7.00	16.00	18.00	68.00	14.40	17.00	20.00	6.00	476.00
2.00	10.00	12.00	4.00	72.00	14.60	17.00	25.00	16.00	492.00
2.20	8.00	12.00	8.00	80.00	14.80	17.00	25.00	16.00	508.00
2.40	8.00	12.00	8.00	88.00	15.00	17.00	20.00	10.00	513.00
2.60	7.00	12.00	10.00	98.00	15.20	17.00	47.00	4.00	522.00
2.80	7.00	12.00	10.00	108.00	15.40	17.00	45.00	6.00	528.00
3.00	7.00	12.00	10.00	118.00	15.60	20.00	30.00	20.00	538.00
3.20	5.00	7.00	4.00	122.00	15.80	20.00	27.00	14.00	562.00
3.40	5.00	7.00	4.00	126.00	16.00	18.00	28.00	20.00	582.00
3.60	4.00	6.00	4.00	130.00	16.20	20.00	30.00	20.00	602.00
3.80	3.00	5.00	4.00	134.00	16.40	33.00	45.00	20.00	622.00
4.00	4.00	6.00	4.00	138.00	16.60	47.00	57.00	20.00	642.00
4.20	3.00	5.00	4.00	142.00	16.80	47.00	60.00	26.00	668.00
4.40	3.00	5.00	4.00	146.00	17.00	47.00	60.00	26.00	694.00
4.60	4.00	7.00	6.00	152.00	17.20	47.00	65.00	36.00	710.00
4.80	4.00	7.00	6.00	158.00	17.40	47.00	65.00	36.00	766.00
5.00	5.00	8.00	6.00	164.00	17.60	45.00	60.00	30.00	796.00
5.20	8.00	12.00	8.00	172.00	17.80	42.00	57.00	30.00	826.00
5.40	5.00	8.00	6.00	178.00	18.00	52.00	65.00	26.00	852.00
5.60	3.00	5.00	4.00	182.00	18.20	50.00	65.00	30.00	882.00
5.80	3.00	5.00	4.00	186.00	18.40	50.00	65.00	30.00	912.00
6.00	3.00	5.00	4.00	190.00	18.60	50.00	65.00	30.00	942.00
6.20	3.00	5.00	4.00	194.00	18.80	50.00	65.00	30.00	972.00
6.40	3.60	5.00	4.00	198.00	19.00	48.00	65.00	34.00	1006.00
6.60	5.00	8.00	6.00	204.00	19.20	48.00	65.00	34.00	1040.00
6.80	5.00	8.00	6.00	210.00	19.40	52.00	70.00	36.00	1076.00
7.00	3.00	7.00	8.00	218.00	19.60	52.00	70.00	36.00	1112.00
7.20	3.00	7.00	8.00	226.00	19.80	52.00	70.00	36.00	1148.00
7.40	4.00	7.00	6.00	232.00	20.00	52.00	70.00	36.00	1184.00
7.60	4.00	7.00	6.00	238.00	20.20	52.00	70.00	36.00	1220.00
7.80	4.00	7.00	6.00	244.00	20.40	55.00	72.00	34.00	1254.00
8.00	3.00	7.00	8.00	252.00	20.60	55.00	72.00	34.00	1288.00
8.20	3.00	7.00	8.00	260.00	20.80	55.00	72.00	34.00	1322.00
8.40	4.00	7.00	6.00	266.00	21.00	55.00	75.00	40.00	1362.00
8.60	4.00	7.00	6.00	272.00	21.20				
8.80	4.00	7.00	6.00	278.00	21.40				
9.00	2.00	5.00	6.00	284.00	21.60				
9.20	2.00	5.00	6.00	290.00	21.80				
9.40	2.00	5.00	6.00	296.00	22.00				
9.60	2.00	5.00	6.00	302.00	22.20				
9.80	2.00	5.00	6.00	308.00	22.40				
10.00	2.00	5.00	6.00	314.00	22.60				
10.20	2.00	5.00	6.00	320.00	22.80				
10.40	2.00	5.00	6.00	326.00	23.00				
10.60	2.00	5.00	6.00	332.00	23.20				
10.80	3.00	7.00	8.00	340.00	23.40				
11.00	3.00	7.00	8.00	348.00	23.60				
11.20	3.00	7.00	8.00	356.00	23.80				
11.40	2.00	5.00	6.00	362.00	24.00				
11.60	3.00	7.00	8.00	370.00	24.20				
11.80	8.00	12.00	8.00	378.00	24.40				
12.00	10.00	15.00	10.00	388.00	24.60				
12.20	12.00	15.00	6.00	394.00	24.80				
12.40	12.00	15.00	6.00	400.00	25.00				



## GRAFIK SONDIR

CONE RESISTANCE (Kg/cm<sup>2</sup>)  
FRICTION RESISANCE (kg/cm<sup>2</sup>)



PROYEK : Renovasi Gedung Muhamadiyah  
LOKASI : Jl. Singosari no. 33  
SONDIR : S.1



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG

HASIL\_SONDIR

PROYEK : Renovasi Gedung Muhammadiyah  
LOKASI : Jl. Siingosari no. 33  
TITIK : S.2

TANGGAL : 4 - 4 - 1997

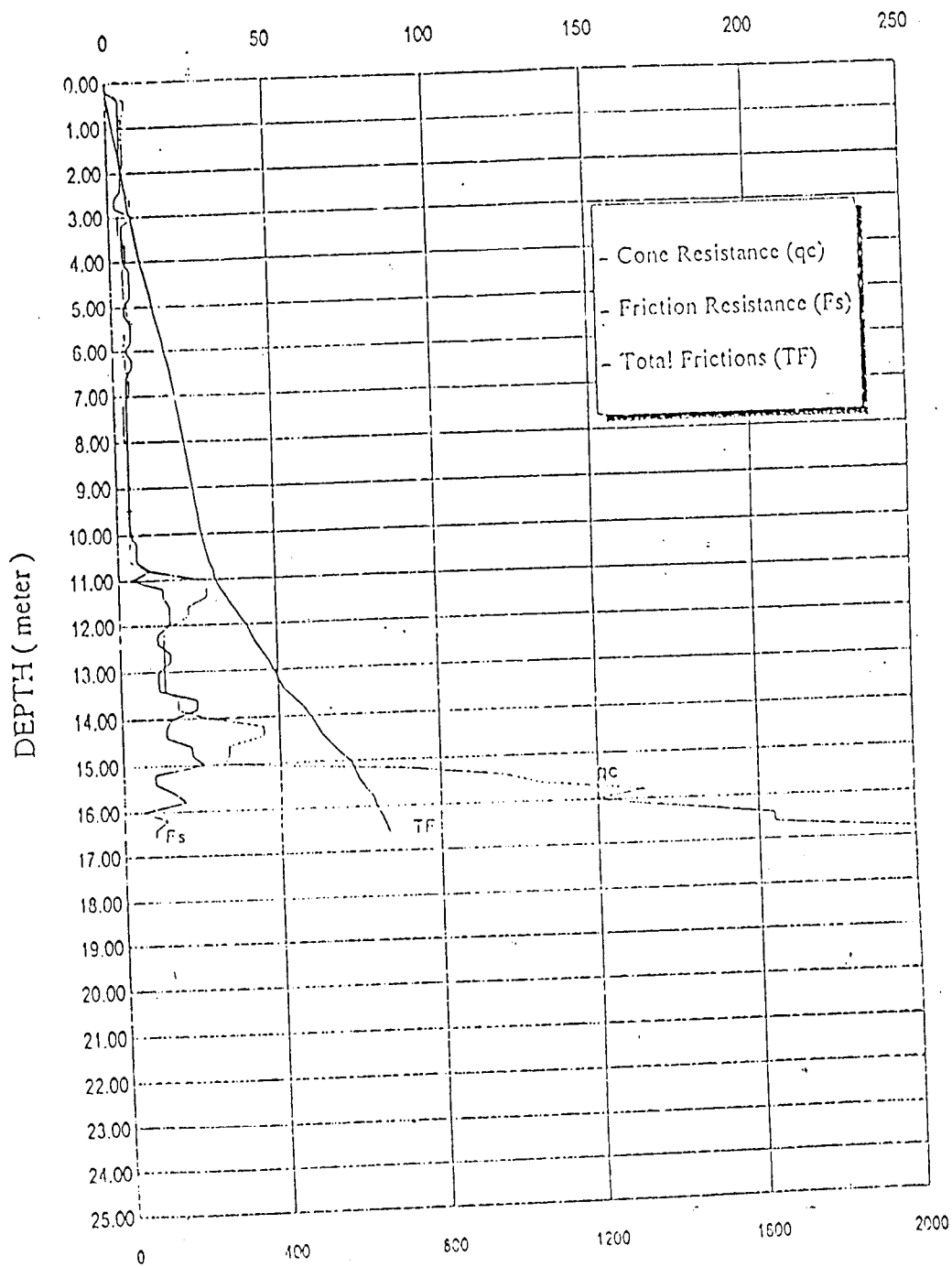
TEAM : LMT-FT-UNDIP

DEPTH (M)	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	qc + f (kg/cm <sup>2</sup> )	Fs (kg/cm <sup>2</sup> )	TF (kg/cm)	DEPTH (M)	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	qc + f (kg/cm <sup>2</sup> )	Fs (kg/cm <sup>2</sup> )	TF (kg/cm)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.60	14.00	22.00	16.00	36
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	12.80	14.00	22.00	16.00	37
0.40	6.00	8.00	4.00	4.00	13.00	14.00	20.00	12.00	39
0.60	6.00	8.00	4.00	8.00	13.20	14.00	20.00	12.00	40
0.80	5.00	7.00	4.00	12.00	13.40	14.00	20.00	12.00	41
1.00	5.00	7.00	4.00	16.00	13.60	18.00	30.00	24.00	43
1.20	5.00	7.00	4.00	20.00	13.80	18.00	30.00	24.00	46
1.40	5.00	7.00	4.00	24.00	14.00	27.00	35.00	16.00	47
1.60	5.00	7.00	4.00	28.00	14.20	45.00	52.00	14.00	49
1.80	5.00	7.00	4.00	32.00	14.40	45.00	52.00	14.00	50
2.00	5.00	7.00	4.00	36.00	14.60	34.00	45.00	22.00	52
2.20	5.00	7.00	4.00	40.00	14.80	34.00	45.00	22.00	55
2.40	5.00	7.00	4.00	44.00	15.00	32.00	45.00	26.00	57
2.60	7.00	8.00	2.00	48.00	15.20	30.00	45.00	10.00	58
2.80	7.00	8.00	2.00	52.00	15.40	20.00	25.00	10.00	59
3.00	3.00	7.00	8.00	56.00	15.60	120.00	125.00	10.00	61
3.20	3.00	5.00	4.00	60.00	15.80	132.00	140.00	16.00	62
3.40	3.00	5.00	4.00	64.00	16.00	165.00	175.00	20.00	63
3.60	5.00	7.00	4.00	68.00	16.20	147.00	150.00	6.00	63
3.80	5.00	7.00	4.00	72.00	16.40	178.00	185.00	14.00	65
4.00	5.00	7.00	4.00	76.00	16.60	205.00	210.00	10.00	66
4.20	4.00	7.00	6.00	80.00	16.80	205.00	210.00	10.00	67
4.40	4.00	7.00	6.00	84.00		250.00			
4.60	4.00	7.00	6.00	88.00					
4.80	4.00	7.00	6.00	92.00					
5.00	5.00	7.00	4.00	100.00					
5.20	5.00	7.00	4.00	104.00					
5.40	7.00	10.00	6.00	108.00					
5.60	4.00	7.00	6.00	114.00					
5.80	4.00	7.00	6.00	120.00					
6.00	3.00	5.00	4.00	126.00					
6.20	3.00	7.00	6.00	130.00					
6.40	3.00	7.00	6.00	136.00					
6.60	5.00	7.00	4.00	142.00					
6.80	5.00	7.00	4.00	146.00					
7.00	5.00	7.00	4.00	150.00					
7.20	3.00	5.00	4.00	154.00					
7.40	3.00	5.00	4.00	158.00					
7.60	3.00	5.00	4.00	162.00					
7.80	3.00	5.00	4.00	166.00					
8.00	3.00	5.00	4.00	170.00					
8.20	4.00	6.00	4.00	174.00					
8.40	4.00	6.00	4.00	178.00					
8.60	4.00	6.00	4.00	182.00					
8.80	4.00	6.00	4.00	186.00					
9.00	4.00	6.00	4.00	190.00					
9.20	4.00	6.00	4.00	194.00					
9.40	4.00	6.00	4.00	198.00					
9.60	4.00	6.00	4.00	202.00					
9.80	4.00	6.00	4.00	206.00					
10.00	5.00	7.00	4.00	210.00					
10.20	4.00	7.00	6.00	214.00					
10.40	4.00	7.00	6.00	220.00					
10.60	4.00	7.00	6.00	226.00					
10.80	10.00	15.00	10.00	232.00					
11.00	25.00	27.00	14.00	242.00					
11.20	28.00	35.00	14.00	246.00					
11.40	28.00	35.00	14.00	260.00					
11.60	27.00	30.00	16.00	274.00					
11.80	22.00	30.00	16.00	290.00					
12.00	17.00	25.00	16.00	306.00					
12.20	14.00	20.00	12.00	322.00					
12.40	14.00	20.00	12.00	334.00					
				346.00					



# GRAFIK SONDIR

CONE RESISTANCE (Kg/cm<sup>2</sup>)  
FRICTION RESISTANCE (kg/cm<sup>2</sup>)



PROYEK : Renovasi Gedung Muhammadiyah  
LOKASI : Jl. Singosari no. 33  
SONDIR : S.2