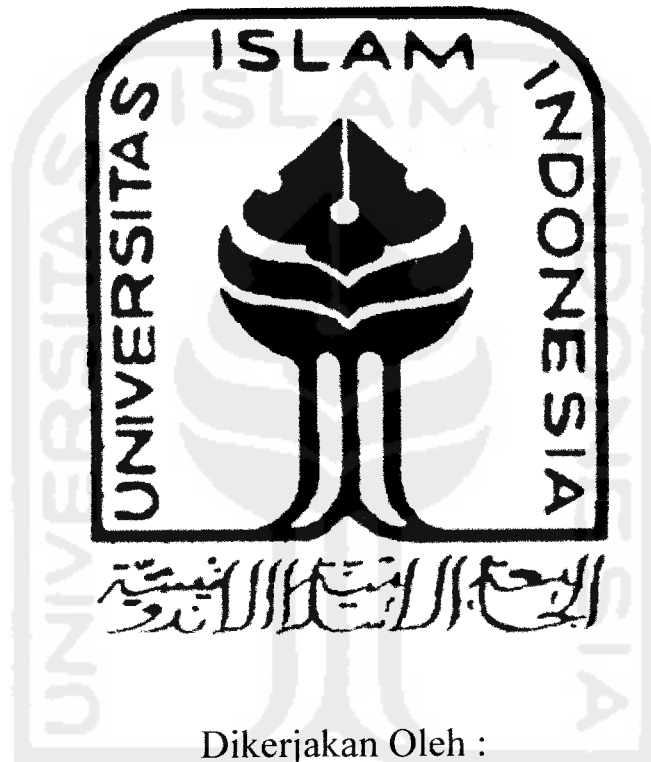


TUGAS AKHIR

PERPUSTAKAAN FTSP UIN
HADRANIRABE

TGL. TERIMA : _____
NO. JUDUL : _____
NO. INV. : 512 000 170 4001
NO. INDIK. : _____

PERENCANAAN ULANG (REDESAIN) GEDUNG GAMA BOOK PLAZA JOGJAKARTA



Dikerjakan Oleh :

Sri Widadi 97 511 167

Sunarko 96 310 281

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2005

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN ULANG (REDESAIN)
GEDUNG GAMA BOOK PLAZA
JOGJAKARTA**

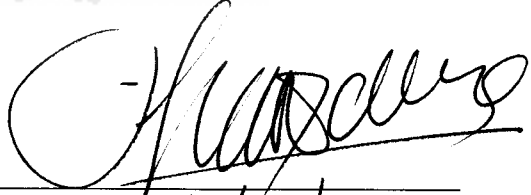
Dikerjakan Oleh :

Sunarko 96 310 281

Sri Widadi 97 511 167

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Suharyatmo, MT
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 8/9/05

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN ULANG (REDESAIN) GEDUNG
GAMA BOOK PLAZA JOGJAKARTA**

(REDESIGN OF GAMA BOOK PLAZA BUILDING, JOGJAKARTA)

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana jenjang Strata satu (S1) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta

Disusun Oleh :

Sunarko 96 310 281

Sri Widadi 97 511 167

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

2005

LEMBAR PERSEMBAHAN

✦ *Allah Maha Besar dan Maha Tinggi*

*Dengan petunjuk-Mu aku mejadi tahu yang sebelumnya aku tahu.
"Sesungguhnya orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran"*

✦ *Ayah dan Ibunda tercinta*

*Dengan do'a dan restunya yang tak henti-hentinya engkau berikan,
akhirnya ananda dapat meraih apa yang ananda cita-citakan.*

✦ *Mas rojo, D'yoko dan Hatin*

yang selalu memberi dorongan dan semangat.

Penyusun

MOTTO

Saudaraku, Niatkan segala sesuatunya, kerja yang akan dilakukan dengan *Ikhlas* karena Allah *SWT.*, sesuai aturan-Nya. Saudara, rencanakan sesuatu kerja dengan baik, organisasikan dengan teratur, laksanakan dengan cermat, kendalikan dengan kontrol sedini mungkin serta evaluasilah secara baik pula.

Sesungguhnya setelah kesulitan itu pasti ada kemudahan.

Maka apabila telah selesai sesuatu urusan maka segera persiapkan untuk urusan yang lain, dan kepada Rabb (Tuhan) mu lah semua dikembalikan.

Ampuni dosa dan *khilaf* kami Ya Allah, *Yaa Rabbul 'aalamiin.*

Penyusun

Saudaramu

Widadi dan M Narko

4. Bapak Ir. H. Munadhir, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
5. Yang tercinta Bapak, Ibu, Nenek, Paman, Kakak dan Adikku serta segenap keluarga yang telah memberikan dorongan dan do'a sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
6. Bapak Moh. Haryono, SH dan Drs. H. Muchson Surachman sebagai bapak kos yang telah memberi motivasi dan semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
7. Rekan-rekan kampus terutama Ali Arwani, Akhmad Iwan Kurniawan, dan ikhwan sekalian serta rekan-rekan angkatan '97 dan juga semua angkatan baik yang sudah lulus ataupun mau lulus, juga tak lupa rekan-rekan di kos Putra *Al Kahfi* Girirupo, Sukoharjo RT05/32 Ngaglik, terima kasih atas bantuannya.
8. *Akhi* Buhori Muslim serta 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 anda yang menggunakannya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Jogjakarta, Agustus 2005

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI	xvi
ABTRAKSI	xxix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.3 Batasan Perencanaan.....	2
1.4 Data Teknis Gedung.....	5
1.5 Metode Perencanaan	5
1.6 Bagan Alir Perencanaan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pendahuluan	7
2.2 Struktur Bawah	9
2.2.1 Fondasi	9
2.3 Struktur Atas	10
2.3.1 Atap.....	10
2.3.2 Pelat.....	10
2.3.2.1 Pelat Satu Arah	11

2.3.2.2 Pelat Dua Arah.....	11
2.3.3 Kolom.....	11
2.3.4 Balok	12
2.4 Pembebanan	13
2.4.1. Macam-macam Pembebanan	13
2.4.2. Kombinasi Pembebanan.....	15
2.4.3. Faktor Reduksi Pembebanan (ϕ).....	17
BAB III LANDASAN TEORI.....	19
3.1 Perencanaan Atap.....	19
3.1.1 Perencanaan Gording	19
3.1.2 Perencanaan <i>Sagrod</i> dan <i>Tierod</i>	20
3.1.3 Perencanaan Batang Tarik	22
3.1.4 Perencanaan Batang Desak	24
3.1.5 Perencanaan Sambungan.....	26
3.2 Perencanaan Pelat	27
3.3 Perencanaan Balok	31
3.3.1 Perencanaan Balok Tulangan Sebelah.....	34
3.3.2 Perencanaan Balok Tulangan Rangkap.....	36
3.3.3 Perencanaan Geser Balok.....	39
3.3.4 Perencanaan Torsi Balok	42
3.4 Perencanaan Kolom Tunggal.....	46
3.4.1 Perencanaan Kolom Pendek.....	46
3.4.2 Perencanaan Kolom Langsing	52
3.5 Perencanaan Portal.....	55
3.5.1 Beban Mati	55
3.5.2 Beban Hidup	55
3.5.3 Distribusi beban hidup dan mati pada pelat lantai.....	56

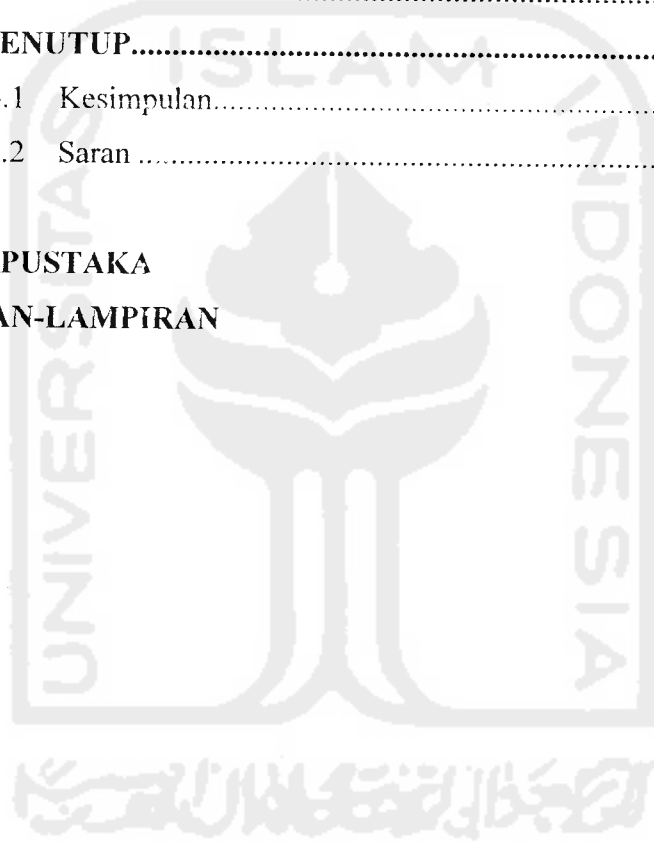
3.5.4	Beban Gempa Statik Ekvivalen.....	57
3.5.4.1	Waktu Getar Alami Struktur (T).....	58
3.5.4.2	Koefisien Gempa Dasar (C).....	59
3.5.4.3	Faktor Keutamaan Gedung (I)	59
3.5.4.4	Faktor Jenis Bangunan (K)	60
3.5.4.5	Berat Total Bangunan (Wt).....	60
3.6	Perencanaan Balok dan Kolom Portal	60
3.6.1	Perencanaan Balok Portal terhadap Beban Lentur.....	60
3.6.2	Perencanaan Balok Portal terhadap Beban Geser	62
3.6.3	Perencanaan Kolom Portal terhadap Lentur dan Aksial	63
3.6.4	Perencanaan Kolom Portal terhadap Beban Geser	65
3.6.5	Perencanaan Panel Pertemuan Balok dan Kolom.....	66
3.7	Fondasi	70
3.7.1	Perencanaan Dimensi Penampang Fondasi.....	70
3.7.2	Perencanaan Geser Fondasi	73
3.7.2.1	Perencanaan Geser Satu Arah.....	73
3.7.2.2	Perencanaan Geser Dua Arah	74
3.7.3	Perencanaan Tulangan Lentur Fondasi.....	75
3.8	Perencanaan Tangga	77
3.8.1	Perencanaan Dimensi Tangga.....	77
3.8.2	Perencanaan Tulangan Tangga	80
BAB IV PERENCANAAN STRUKTUR.....		82
4.1	Rangka Atap	82
4.1.1	Perencanaan Gording	82
4.1.2	Perencanaan <i>Sagrod</i> dan <i>Tierod</i>	88
4.1.3	Perencanaan Kuda-Kuda.....	89
4.1.4	Perencanaan Dimensi Batang Profil	94

4.1.5	Perencanaan Sambungan.....	94
4.2	Perencanaan Pelat Lantai	115
4.2.1	Pembebanan Pelat Lantai.....	115
4.2.2	Perhitungan Tulangan Pelat Lantai.....	118
4.3	Perencanaan Balok Anak	129
4.3.1	Perhitungan Balok Anak (BAI)	129
4.3.1.1	Data Material	129
4.3.1.2	Perhitungan	130
4.3.1.3	Perhitungan Tulangan Geser.....	136
4.4	Perencanaan Struktur Portal Daktilitas Penuh	152
4.4.1	Perhitungan Beban Akibat Gravitasi	154
4.4.2	Perhitungan Gaya Geser Dasar Horizontal Akibat Gempa	194
4.4.3	Perencanaan Balok Induk.....	200
4.5	Perencanaan Kolom.....	211
4.5.1	Perhitungan Momen dan gaya aksial Rencana	211
4.5.2	Pengaruh Kelangsingan Kolom	216
4.5.3	Analisis Gaya Aksial	218
4.5.4	Perencanaan Tulangan lentur Kolom.....	222
4.5.5	Perencanaan Tulangan Geser Kolom	225
4.6	Perencanaan Fondasi.....	208
4.6.1	Perencanaan Pondasi Telapak.....	231
4.7	Perencanaan Tangga	194
4.7.1	Spesifikasi Struktur Tangga Lantai Dasar	241
4.7.2	Pembebanan	242
4.7.2.1	Pembebanan Bordes.....	242
4.7.3	Penulangan Tangga.....	243
4.7.4	Perencanaan Balok Bordes.....	248
4.7.5	Perencanaan Pondasi Tangga.....	251

BAB V PEMBAHASAN.....	253
5.1 Tinjauan Umum	253
5.2 Atap	254
5.3 Pelat	254
5.4 Balok Anak	254
5.5 Balok Induk.....	255
5.6 Kolom	255
5.7 Tangga	255
5.8 Fondasi.....	256
BAB VI PENUTUP.....	257
6.1 Kesimpulan.....	257
6.2 Saran	260

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Faktor Reduksi Kekuatan	17
Tabel 4.1	Panjang Batang Kuda-kuda 1	83
Tabel 4.2	Profil terpakai dan berat profil terpakai KK1	106
Tabel 4.3	Perencanaan dimensi dari gaya batang kuda-kuda 1	112
Tabel 4.4	Perencanaan Plat Lantai (PL1)	124
Tabel 4.5	Perencanaan Plat Lantai (PL2)	125
Tabel 4.6	Perencanaan Plat Lantai (PL3)	126
Tabel 4.7	Perencanaan Plat Lantai (PL4)	127
Tabel 4.8	Perencanaan Plat Lantai (PL5)	128
Tabel 4.9	Perencanaan Balok Anak (BA 1)	139
Tabel 4.10	Perencanaan Balok Anak (BA 2)	140
Tabel 4.11	Perencanaan Balok Anak (BA 3)	142
Tabel 4.12	Perencanaan Balok Anak (BA 4)	144
Tabel 4.13	Perencanaan Balok Anak (BA 5)	145
Tabel 4.14	Perencanaan Balok Anak (BA 6)	146
Tabel 4.15	Perencanaan Balok Anak (BA 8)	147
Tabel 4.16	Perencanaan Balok Anak (BA 9)	148
Tabel 4.17	Perencanaan Balok Anak (BA 11)	149
Tabel 4.18	Perencanaan Balok Anak (BA 12)	150
Tabel 4.19	Perencanaan Balok Anak (BA 13)	151
Tabel 4.20	Distribusi gaya geser horizontal total akibat gempa arahx	199

Tabel 4.21 Mn-Pn kolom

229

Tabel 4.22 Perencanaan pondasi

240



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Denah Lokasi Proyek Pembangunan	5
Gambar 1.2	<i>Flow Chart</i> (Bagan Alir)	6
Gambar 3.1	Tinggi manfaat beton	30
Gambar 3.3	Diagram Regangan Beton dalam keadaan seimbang	32
Gambar 3.4	Tulangan tarik satu lapis dan dua lapis	33
Gambar 3.5	Diagram tegangan –regangan beton tulangan sebelah	36
Gambar 3.6	Distribusi tulangan rangkap tarik	37
Gambar 3.7	Diagram tegangan –regangan beton tulangan rangkap	38
Gambar 3.8	Diagram gaya geser balok	40
Gambar 3.9	Diagram tegangan -regangan kolom	49
Gambar 3.10	Diagram (Mn-Pn)	51
Gambar 3.11	Beban distribusi dari pelat ke balok	57
Gambar 3.12	Distribusi gaya geser gempa	58
Gambar 3.13	Respon spectrum wilayah 3 Indonesia	59
Gambar 3.14	Balok portal dengan sendi plastis pada kedua ujungnya	63
Gambar 3.15	Pertemuan balok kolom dengan sendi plastis di kedua ujungnya	64
Gambar 3.16	Kolom dengan Muk berdasarkan kapasitas sendi plastis	66
Gambar 3.17	Panel pertemuan balok kolom portal	67
Gambar 3.18	Diagram tegangan pondasi	71
Gambar 3.19	Daerah geser satu arah pada penampang pondasi	73
Gambar 3.20	Daerah geser dua arah pda penampang pondasi	75
Gambar 3.21	Penampang tangga	79
Gambar 4.1	Rencana Kuda-kuda 1	82

Gambar 4.2	Pembebanan Gording	85
Gambar 4.3	Arah Pembebanan Gording	86
Gambar 4.4	Pembebanan Kuda kuda 1	89
Gambar 4.5	Arah Angin kanan dan arah angin kiri	94
Gambar 4.6	Tipe pelat lantai	117
Gambar 4.7	Tipe pembebanan pelat lantai	129
Gambar 4.8	Koefisien Momen	131
Gambar 4.9	Penampang melintang balok anak tumpuan	134
Gambar 4.10	Penampang melintang balok anak Lapangan	135
Gambar 4.11	Diagram tegangan geser balok anak	137
Gambar 4.12	Pola pembebanan pelat lantai	153
Gambar 4.13	Rencana beban grafitasi portal As 1	154
Gambar 4.14	Rencana beban grafitasi portal As 2	157
Gambar 4.15	Rencana beban grafitasi portal As 3	161
Gambar 4.16	Rencana beban grafitasi portal As 4	165
Gambar 4.17	Rencana beban grafitasi portal As H	168
Gambar 4.18	Rencana beban grafitasi portal As B	173
Gambar 4.19	Rencana beban grafitasi portal As C	178
Gambar 4.20	Rencana beban grafitasi portal As D	182
Gambar 4.21	Rencana beban grafitasi portal As E	185
Gambar 4.22	Rencana beban grafitasi portal As F	189
Gambar 4.23	Distribusi beban gempa	199
Gambar 4.24	Momen balok induk	200
Gambar 4.25	Tulangan tumpuan balok induk	203
Gambar 4.26	Tulangan lapangan balok induk	205
Gambar 4.27	Diagram tegangan geser balok induk	4.27
Gambar 4.28	Penulangan geser balok induk	210

Gambar 4.29	Portal As 1	211
Gambar 4.30	Momen biaksil kolom	222
Gambar 4.31	Diagram Mn- Pn kolom	223
Gambar 4.32	Penampang melintang kolom	224
Gambar 4.33	Penulangan sengkang kolom	228
Gambar 4.34	Pondasi telapak setempat	231
Gambar 4.35	Geser pondasi satu arah	233
Gambar 4.36	Geser pondasi dua arah	235
Gambar 4.37	Denah tangga darurat	241
Gambar 4.38	Bordes tangga	248
Gambar 4.39	Pondasi tangga	251
Gambar 1	Tampak depan	Lampiran 1
Gambar 2	Tampak samping	Lampiran 1
Gambar 3	Denah lantai 1	Lampiran 1
Gambar 4	Denah lantai 2	Lampiran 1
Gambar 5	Denah lantai 3	lampiran 1

DAFTAR NOTASI

1. Perencanaan Atap

- a : Jumlah sagrod dalam satu bentang
- A : Luas profil baja
- Ag : Luasan Bruto Profil
- Anetto : Luasan bersih profil
- Aeffektif : Luasan netto efektif
- B : Lebar pelat kuda-kuda
- bf : Lebar sayap
- b : Lebar sayap
- C₁ : Gaya angin tekan
- C₂ : Gaya angin hisap
- Cc : Perbandingan kelangsingan yang menjadi batas antara tekuk elastis dan tekuk inelastis
- D : Diameter
- E : Modulus elastisitas baja
- Fa : Tegangan ijin pada luas bruto dalam kondisi beban bekerja
- fa : Tegangan tarik yang terjadi
- fbx : Tegangan lentur arah x
- fby : Tegangan lentur arah y
- fc' : Kuat tekan beton
- FS : Faktor keamanan
- Fu : Kuat tarik baja

f_y	: Tegangan leleh baja
F_v	: Tegangan geser 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_b	: Jarak antar gording
M_{\perp}	: 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_{\perp}	: Beban merata tegak lurus sumbu batang
$q_{//}$: Beban merata sejajar sumbu batang
r	: Jari-jari inersia = i
S_s	: Jarak beban sagrod
S_x	: Modulus elastis tampang arah sumbu x
S_y	: Modulus elastis tampang arah sumbu y
T	: Gaya tarik yang bekerja
t_w	: Tebal badan profil
t_p	: Tebal pelat

- W : Berat profil
 α : Sudut kemiringan atap
 δ_{\perp} : Lendutan tegak lurus sumbu batang
 $\delta_{//}$: Lendutan sejajar sumbu batang
 δ : Resultante lendutan
 μ : 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

Mutx : Momen rencana arah tumpuan x
Muly : Momen rencana arah lapangan y
Muty : Momen rencana arah tumpuan y
Mu : Momen rencana
Mn : Momen nominal
qD : Beban mati merata
qL : Beban hidup merata
qU : Beban merata rencana
Rn : Koefisien tahanan untuk perencanaan kuat
 ρ : Rasio tulangan
 ρ_b : Rasio tulangan pada keadaan seimbang
 ϕ : Koefisien reduksi kekuatan

3. Perencanaan Balok

As : Luas tulangan tarik
As' : Luas tulangan desak
b : Lebar balok
d : Tinggi efektif tulangan tarik
d' : Tinggi efektif tulangan tekan
E : Modulus elastisitas beton
fc' : Kuat tekan beton
fy : Kuat tarik baja
h : Tinggi balok
I : Momen inersia balok

- L : Panjang penampang
- m : Perbandingan isi dari tulangan memanjang dari bentuk tertutup
- Mn : Momen Nominal balok
- Mu : 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
- β₁ : Konstanta yang berdasarkan mutu beton
- ρ : Rasio tulangan tarik
- ρ' : Rasio tulangan tekan
- Ø : Faktor reduksi kekuatan

4. Perencanaan Kolom

- a : Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen
- 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 rencana kolom
- $M_{u,kx}$: Momen rencana kolom arah x
- $M_{u,ky}$: Momen rencana 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 rencana kolom

- r : Jari-jari girasi penampang
 T_s : Gaya pada tulangan tarik
 δ_b : Faktor pembesaran momen untuk rangka yang ditahan terhadap goyangan kesamping
 δ_s : Faktor pembesaran momen untuk rangka yang tidak ditahan terhadap goyangan kesamping
 ρ : Rasio tulangan kolom
 β_1 : Faktor tinggi blok tekanan ekivalen
 β_d : Nilai perbandingan momen beban mati rencana terhadap momen total rencana yang besarnya kurang atau sama dengan satu.
 ψ : Faktor kekangan ujung
 ϕ : 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
 $M_{I,b}$: Momen lentur balok portal akibat beban hidup tak berfaktor
 $M_{I,k}$: 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
 ρ : Rasio tulangan tarik
 ρ' : Rasio tulangan desak
 ρ_b : Rasio tulangan pada keadaan seimbang
 ω_d : Koefisien pembesaran dinamis
 α_k : Faktor distribusi momen dari kolom yang ditinjau

6. Perencanaan Fondasi

- 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_{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
 ρ : Rasio tulangan
 ρ_b : Rasio tulangan dalam keadaan seimbang
 β_1 : Rasio antara sisi panjang terhadap sisi pendek pondasi
 β_c : Rasio sisi panjang terhadap sisi pendek dari beban terpusat

ABSTRAKSI

Dalam mengaplikasikan suatu ilmu dalam rangka memperdalam pemahaman tentangnya, termasuk konstruksi bangunan; memang dibutuhkan upaya yang maksimal diiringi pengkaitan atas hal-hal yang masih berhubungan, sehingga pemahaman yang diperoleh lebih komprehensif, lebih *afidhol* (utama) lagi manakala dihubungkan dengan fenomena dan fakta aktual yang menjadikan sesuatu ilmu tentangnya lebih kaya dan mendalam lagi. Menghadapi era globalisasi yang tergulir, mempersiapkan diri menjadi seorang sarjana teknik sipil yang berkualitas dan ahli dibidangnya serta siap bersaing hingga tingkat internasional, dibutuhkan kemampuan untuk mengaplikasikan ilmunya di lapangan, bukan hanya memiliki kemampuan teoritis saja. Hal ini merupakan salah satu hal yang harus diupayakan sebaik-baiknya mulai sekarang dan sesegera mungkin.

Untuk mengupayakan pemecahan masalah yang sering dihadapi kalangan *engineer* ini, penyusun mengambil tugas akhir / skripsi tentang perencanaan ulang (*Redesign*) struktur gedung *Gama Book Plaza* Jogjakarta sebagai salah satu upaya awal penerapan ilmu yang didapat di bangku kuliah sehingga dapat mendesain suatu bangunan sebagai bekal persiapan diri dalam dunia konstruksi.

Desain ulang struktur Gedung *Gama Book Plaza* Jogjakarta ini meliputi perencanaan :

- a. Rangka atap kuda-kuda baja, dipakai baja mutu B37 dimana dengan tegangan leleh (F_y) = 2400 Kg/cm² dan kuat tarik minimum (F_u) = 3700 kg/cm². F_u = 3700 Kg/cm² dan perencanaan sambungan baut hitam/biasa mutu M16 dengan F_u = 4710 Kg/cm² dan F_v = 2356 Kg/cm².
Gording dipakai profil *Light Lip Channel* 150x50x20x2,3
Sagrod dan Tierod dipakai baja tulangan diameter 12 mm dan 10 mm
Kuda-kuda dipakai : 2L90x90x13; 2L80x80x10; 2L80.80x8; dan.
2L50x50x6
- b. Balok, Kolom dan Pelat Lantai serta fondasi

Perencanaan struktur menggunakan baja tulangan polos (BJTP) untuk $\phi \leq 12$ mm dengan tegangan leleh (F_y) = 240 Mpa, sedangkan perencanaan struktur baja tulangan ulir/*Deform* (BJTD) untuk $\phi > 12$ mm dengan tegangan leleh (f_y) = 400 MPa. Metode yang digunakan mengacu pada SK-SNI T-15-1991-03

Fondasi diperhitungkan berdasarkan data karakteristik tanah yang ada dengan menggunakan jenis fondasi telapak (*foot plate*) atau *staaal*.

- c. Tangga utama dengan Eskalator (tangga berjalan), sedang tangga darurat menggunakan konstruksi beton bertulang.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberadaan kaum terpelajar termasuk mahasiswa yang *amanah* sangatlah dibutuhkan oleh masyarakat, sebagai penggali dan penerus para ahli ilmu pengetahuan untuk bekal dalam pembangunan masyarakat disegenap lapisan tempat. Makanya, tegas sekali betapa wajibnya menuntut ilmu didalam Islam, agama yang sempurna. Disamping guna mendapatkan lapangan pekerjaan yang menuntut tersedianya fasilitas berkaitan erat dengan disiplin ilmu yang akan diterapkan. Sebagai kota pelajar, Yogyakarta merupakan salah satu kota yang banyak diminati pelajar dan mahasiswa didalam menuntut ilmu. Pun demikian, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta merupakan universitas yang menjadi tujuan mahasiswa untuk mencari ilmu tersebut.

Didekat kampus UGM Yogyakarta sekarang ini sedang dibangun gedung *Gama Book Plaza*, dimana kedepan diharapkan dapat menunjang kemudahan dalam pengaksesan buku-buku yang diharapkan oleh para pelajar dan mahasiswa sehingga mampu membantu menjawab berbagai *problem* yang dihadapi. Karena dirasa bisa memenuhi kebutuhan dalam menunjang proses penggalian ilmu pengetahuan dan teknologi disamping harapan utamanya menambah *iman* dan *taqwa*, bagi manusia yang berakal.

Dari latar belakang tersebut, perlu kiranya direncanakan suatu gedung *Gama book plaza* untuk memenuhi kebutuhan yang sangat mendesak ini yang sesuai ketentuan-ketentuan dan syarat-syarat yang berlaku dalam perencanaan pembangunan gedung, terutama gedung bertingkat yang cukup *urgen* untuk diketahui dan difahami masyarakat dalam berbagai lapisan, paling tidak sudah terwakili oleh pelajar dan mahasiswanya.

1.2 Maksud Dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari perencanaan ulang (*redesign/redesain*) pembangunan gedung *Gama book plaza* sebagai penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan alternatif desain lain yang efektif dan efisien dengan tingkat keamanan, ke-ekonomis-an, keindahan dan kenyamanan sesuai dengan yang disyaratkan.
2. Untuk mengaplikasi dan mengimplementasikan ilmu ke-tekniksipil-an yang telah diperoleh, sehingga dapat dijadikan bekal dalam dunia kerja di bidang konstruksi.

1.3 Batasan Perencanaan

Ruang lingkup yang diperhitungkan dalam perencanaan ulang pembangunan gedung *Gama book plaza*, pada penyusunan tugas akhir ini adalah :

1. Obyek perencanaan ulang adalah pembangunan gedung *Gama book plaza* Yogyakarta, meliputi :
 - Perencanaan atap
 - Perencanaan pelat lantai

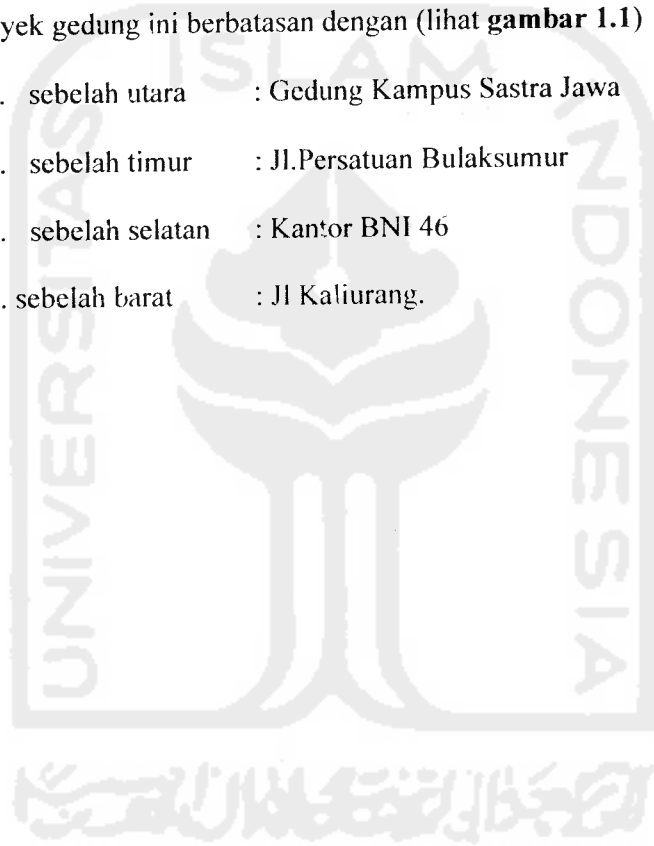
- Perencanaan balok dan kolom
 - Perencanaan tangga
 - Perencanaan fondasi
2. Perencanaan ulang (redesain) ini meliputi perhitungan struktur bangunan dari atas sampai bawah, tidak termasuk Rencana Anggaran Biaya (RAB)
 3. Perencanaan atap menggunakan baja mutu BJ 37 dengan tegangan leleh (f_y) = 250 MPa.
 4. Perencanaan struktur menggunakan mutu beton dengan kuat desak rencana (f_c') = 28 MPa, dengan kombinasi/perpaduan pembebanan disesuaikan fungsi struktur.
 5. Perencanaan struktur menggunakan baja tulangan polos (BJTP) untuk $\phi \leq 12$ mm dengan tegangan leleh (f_y) = 240 MPa, sedangkan perencanaan struktur baja tulangan ulir/*Deform* (BJTD) untuk $\phi > 12$ mm dengan tegangan leleh (f_y) = 400 MPa.
 6. Perencanaan fondasi diperhitungkan berdasarkan data karakteristik tanah yang ada dengan menggunakan jenis fondasi telapak menerus (*continuous footing*).
 7. Analisa mekanika struktur konstruksi bangunan dengan program SAP 2000 3D versi 7.42
 8. Kombinasi beban yang diperhitungkan adalah beban mati, hidup, dan beban horizontal gempa mengambil gempa wilayah 3 (DIY dan sekitarnya).

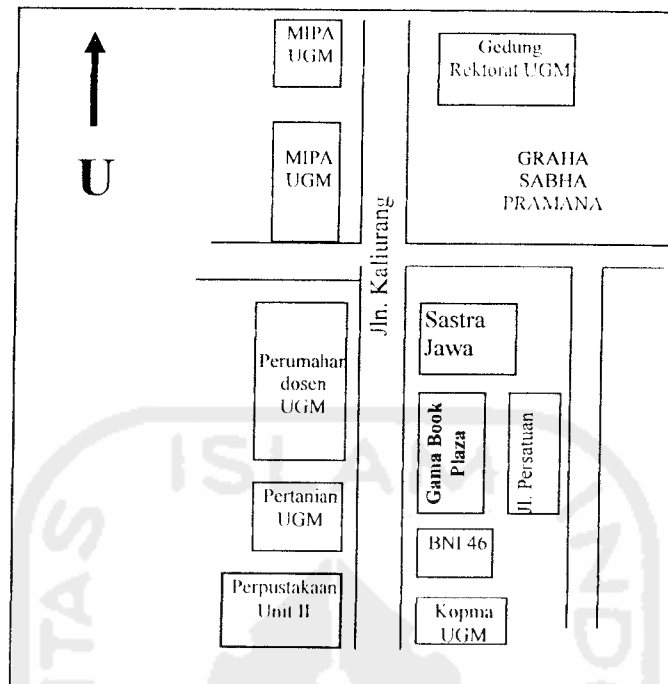
9. Perencanaan konstruksi baja berdasarkan metode *Allowable Stress Design* (ASD) atau perencanaan elastis dari AISC.
10. Secara keseluruhan struktur beton direncanakan menggunakan tingkat daktilitas penuh dengan nilai $K = 1$.

1.4 Lokasi Proyek

Proyek perluasan pembangunan gedung *Gama book plaza* terletak di Jalan Persatuan Bulaksumur, Kampus UGM Yogyakarta, secara geografis proyek gedung ini berbatasan dengan (lihat **gambar 1.1**)

1. sebelah utara : Gedung Kampus Sastra Jawa
2. sebelah timur : Jl.Persatuan Bulaksumur
3. sebelah selatan : Kantor BNI 46
4. sebelah barat : Jl Kaliurang.





Gambar 1.1 Denah lokasi *Gama Book Plaza*

Struktur bawah gedung menggunakan pondasi telapak, sedangkan pada struktur atas gedung (struktur portal) juga termasuk rangka kuda-kuda atap menggunakan beton bertulang.

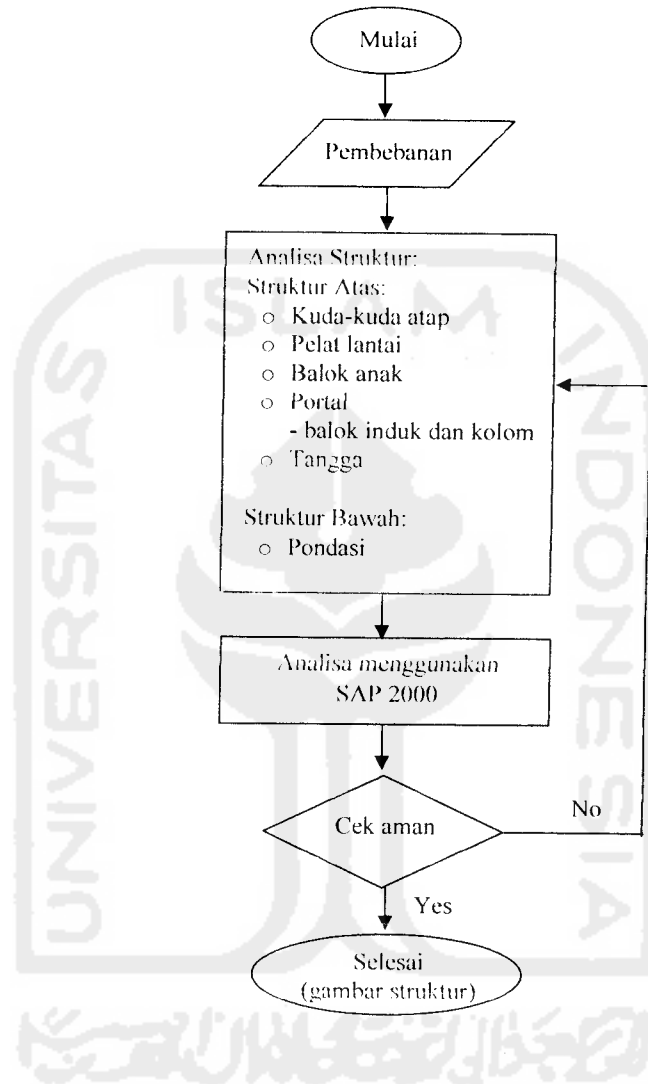
1.5 Metode Perencanaan

Dalam merencanakan *Gama Book Plaza*, metode perencanaan dibagi menjadi beberapa langkah, yaitu:

- a. Mengumpulkan data, yang berupa denah situasi, denah ruang, data tanah.
- b. Mengumpulkan literatur sebagai dasar perencanaan.
- c. Merencanakan spesifikasi struktur yang akan direncanakan.

- d. Menganalisis spesifikasi struktur yang direncanakan.
- e. Menggambar penulangan elemen struktur.

1.6. Bagan Alir (*Flow Chart*)



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Pekerjaan struktur secara umum dilaksanakan melalui 3 (tiga) tahap (*Senol Utku, Charles, John Benson, 1977*), yaitu :

1. Tahap Perencanaan (*Planning phase*)

Meliputi pertimbangan terhadap hal-hal yang dibutuhkan dan faktor-faktor yang mempengaruhi rancangan umum serta dimensi struktur yang nantinya menjadi dasar pemilihan satu atau beberapa alternatif dari jenis struktur. Pertimbangan utama adalah fungsi dari struktur itu nantinya. Pertimbangan kedua yang biasanya disertakan adalah aspek ekonomi, sosial, lingkungan, keuangan, dan faktor lainnya.

2. Tahap Desain (*Design phase*)

Meliputi pertimbangan secara detail terhadap alternatif struktur yang direncanakan pada tahap perencanaan yang nantinya menjadi dasar penentuan ukuran yang tepat dari dimensi dan detail elemen struktur termasuk didalamnya sambungan struktur. Biasanya, sebelum tahap disain mencapai tahap akhir, telah didapatkan suatu bentuk perencanaan akhir yang akan dilaksanakan. Terkadang, pemilihan tipe maupun material akan tergantung pada faktor ekonomi dan pembangunan yang terkadang tidak dapat diperkirakan secara tepat.

3. Tahap Pembangunan (*Construction phase*)

Meliputi pengadaan material, peralatan, dan tenaga kerja. Pekerjaan bengkel serta transportasi ke lokasi proyek. Selama pelaksanaan tahap ini, perencanaan ulang akan dibutuhkan jika terdapat masalah seperti material yang sulit untuk didapatkan atau berbagai alasan lain.

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 telah ditetapkan dengan pasti dalam tahap ini. Tahap *kedua*, desain terinci yang antara lain meninjau tentang penentuan besar penampang lintang balok, kolom, tebal pelat, dan elemen struktur lainnya.

(L. Wahyudi dan Syahril A. Rahim, 1999)

Setelah dipilih konsep struktur secara umum, maka dapat direncanakan sistem struktur yang meliputi 3 (tiga) langkah utama (*Tim Struktur Beton, 1999*), yaitu :

- a. Analisis struktur untuk menghitung atau menentukan besar momen gaya geser dan aksial dalam struktur.
- b. Merancang ukuran tiap elemen sehingga dapat menahan gaya-gaya tersebut.
- c. Menyiapkan gambar kerja dan spesifikasi.

2.2 Struktur Bawah

Yang dimaksud dengan struktur bawah (*sub structure*) adalah bagian bangunan yang berada di bawah permukaan. Dalam proses perencanaan ulang (*redesign*) gedung *Gama book plaza* Yogyakarta ini meliputi fondasi telapak menerus (*continues footing*).

2.2.1 Fondasi

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

Fondasi adalah suatu bangunan yang berfungsi untuk memindahkan beban-beban pada struktur atas ke tanah. Fungsi ini dapat berlaku secara baik bila kestabilan fondasi terhadap efek guling, geser, penurunan dan daya dukung tanah terpenuhi. (*L.Wahyudi dan Syahril, 1999*)

Fondasi merupakan elemen yang sangat vital dari suatu bangunan, karena mendukung seluruh beban-beban di atasnya dan kemudian meneruskan ke tanah di bawahnya. Pemilihan jenis fondasi yang digunakan harus disesuaikan dengan daya dukung izin tanah yang ada, sehingga dimensi fondasi tersebut benar-benar efektif dan efisien dalam menjaga kestabilan struktur bangunan.

2.3 Struktur Atas

Yang dimaksud struktur atas (*upper-structure*) adalah elemen bangunan yang berada di atas permukaan tanah. Dalam proses perencanaan ulang (*redesign*) gedung *Gama book plaza* Yogyakarta ini meliputi : kuda-kuda atap, pelat lantai, kolom, balok dan elemen struktur tangga.

2.3.1 Atap

Atap adalah elemen struktur yang berfungsi melindungi bangunan beserta apa yang ada di dalamnya dari pengaruh panas dan hujan. Bentuk atap tergantung dari beberapa faktor seperti : iklim, arsitektural, utilitas bangunan, dan sebagainya.

2.3.2 Pelat

Pelat adalah elemen bidang tipis yang menahan beban transversal 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 dibandingkan dengan 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. (*Sziland, Rudolph, 1989*)

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

Kontinuitas penulangan pelat diteruskan ke dalam balok dan diteruskan ke dalam kolom. Dengan demikian, sistem pelat secara keseluruhan menjadi satu kesatuan membentuk rangka struktur bangunan kaku statik tak tentu yang sangat kompleks, sehingga mengakibatkan timbulnya momen, gaya geser, dan lendutan. Berdasarkan perbandingan antara bentang panjang dan bentang pendek, pelat dibedakan menjadi dua yaitu : pelat satu arah dan pelat dua arah.

a) 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*)

b) Pelat dua arah

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

2.3.3 Kolom

Definisi kolom menurut SK SNI-T15-1991-03 adalah komponen struktur dengan rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil sama dengan 3 (tiga) atau lebih digunakan terutama untuk mendukung beban aksial tekan.

Kolom merupakan 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 fondasi. Keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur.

Kolom juga merupakan struktur yang mendukung beban dari atap, balok dan berat sendiri yang diteruskan ke fondasi. Secara struktur kolom menerima beban vertikal yang besar, selain itu harus mampu menahan beban-beban horisontal, bahkan momen atau puntir/torsi akibat pengaruh terjadinya eksentrisitas pembebanan. Untuk menentukan dimensi penampang kolom yang diperlukan, hal yang perlu diperhatikan adalah tinggi kolom perencanaan, mutu beton dan baja yang digunakan, serta eksentrisitas pembebanan yang terjadi.

2.3.4 Balok

Balok adalah bagian struktur yang berfungsi sebagai pendukung beban vertikal dan horisontal. Beban vertikal berupa beban mati dan beban hidup yang diterima pelat lantai, berat sendiri balok dan berat dinding penyekat yang di atasnya. Sedangkan beban horisontal berupa beban angin dan gempa.

Balok merupakan bagian struktural bangunan yang penting dan bertujuan untuk memikul beban transversal yang dapat berupa beban lentur, geser, maupun torsi. Oleh karena itu perencanaan balok yang efisien,

ekonomis, dan aman sangat penting. (Sudarmoko, 1996). Yang dimaksud balok induk adalah balok yang menumpu pada kolom, sedangkan balok anak adalah balok yang menumpu pada balok induk.

2.4 Pembebanan

2.4.1 Macam-macam Pembebanan

Beban-beban yang bekerja pada struktur pada umumnya dapat digolongkan menjadi 5 (lima) macam (PPIUG, 1983) :

1. Beban mati

Beban mati adalah 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 terpisahkan dari gedung itu.

Beban mati merupakan beban yang intensitasnya tetap dan posisinya tidak berubah selama usia penggunaan bangunan. Biasanya beban mati merupakan berat sendiri dari suatu bangunan, sehingga besarnya dapat dihitung secara akurat berdasarkan ukuran, bentuk dan berat jenis materialnya. Jadi, berat dinding, lantai, balok-balok, langit-langit, dan sebagainya dianggap sebagai beban mati bangunan. (L. Wahyudi, Syahril A. Rahim, 1999).

2. Beban hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian/penggunaan suatu gedung, dan ke dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang yang dapat berpindah, mesin-

mesin serta peralatan yang 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 kedalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekan jatuh (*energi kinetik*) butiran air. Kedalam beban hidup tidak termasuk beban angin, beban gempa, dan beban khusus.

Beban hidup merupakan beban yang dapat berpindah tempat, dapat bekerja penuh atau tidak ada sama sekali. Contoh beban ini misalnya beban hunian, lalu lintas orang, serta lalu lintas kendaraan (pada jembatan). Beban hidup minimum yang harus diterapkan pada bangunan biasanya telah ditetapkan pada peraturan setempat yang berlaku. Beban hidup dapat pula direduksi bila tidak semua daerah pembebanan dibebani penuh secara bersamaan, atau elemen yang mempunyai daerah pembebanan yang luas. (L. Wahyudi, Syahril A. Rahim, 1999)

3. Beban angin

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Pergerakan udara ada dua macam, yaitu pergerakan vertikal keatas dan pergerakan horizontal. Pergerakan horizontal inilah yang penting bagi perencanaan bangunan.

4. Beban gempa

Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang meneruskan pengaruh dari gerakan tanah

akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa di sini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

5. Beban khusus

Beban khusus adalah 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 yang berasal dari mesin-mesin serta pengaruh khusus lainnya.

2.4.2 Kombinasi Pembebanan

Agar struktur dan komponen struktur memenuhi syarat kekuatan dan laik pakai terhadap bermacam-macam kombinasi beban dan gaya terfaktor yang ada, maka harus dipenuhi ketentuan dari faktor beban. Menurut SK-SNI-T-15-1991-03 pasal 3.2 ayat 3.2.2 faktor beban ditentukan sebagai berikut :

1. Kuat perlu (U) untuk kondisi menahan beban mati (D) dan beban hidup (L)

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

2. Bila beban angin (W) turut diperhitungkan maka pengaruh kombinasi beban mati (D), hidup (L), dan angin (W) adalah :

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

Dengan beban hidup (L) yang penuh dan kosong, turut pula diperhitungkan untuk mengantisipasi kondisi yang paling berbahaya sehingga :

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

3. Bila beban gempa (E) diperhitungkan

$$U = 1,05 (D + L_r \pm E) \quad \dots\dots\dots(iv-a)$$

atau

$$U = 0,9 (D \pm E) \quad \dots\dots\dots(iv-b)$$

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) diperhitungkan, maka kekuatan yang diperlukan U minimum harus sama dengan :

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

Untuk keadaan dimana pengaruh beban mati (D) dan 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 :

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

Untuk setiap nilai persamaan (v) tidak boleh lebih kecil dari persamaan (i).

5. Bila ketahanan terhadap pembebanan akibat berat dan tekanan fluida, yang berat jenisnya ditentukan dengan baik, dan maksimum ketinggian F yang terkontrol diperhitungkan dalam perencanaan, maka beban tersebut harus dikalikan dengan factor beban 1,2. dan ditambahkan pada semua kombinasi beban yang memperhiungkan beban hidup L.
6. Bila ketahanan terhadap pengaruh kejut diperhitungkan dalam perencanaan maka pengaruh tersebut harus disertakan pada perhitungan beban hidup L.

7. Bila pengaruh struktural (T) seperti perbedaan penurunan (*differential settlement*), rangkai, susut, atau perubahan suhu yang cukup menentukan dalam perencanaan, maka :

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

8. Tetapi nilai kuat perlu (U) tidak boleh kurang dari :

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

Perkiraan atas perbedaan penurunan (*differential settlement*), rangkai, susut, atau perubahan suhu harus didasarkan pada pengkajian yang realistic dari pengaruh tersebut selama masa pakai.

2.4.3 Faktor Reduksi Kekuatan (Φ)

Ketidakpastian kekuatan bahan terhadap penmbebanan dianggap sebagai faktor reduksi kekuatan (Φ). Menurut SK-SNI- T-15-1991-03, faktor reduksi (Φ) ditentukan sebagai berikut :

Tabel 2.1 Nilai faktor Reduksi (Φ) Beban

	Gaya yang bekerja	Nilai (Φ)
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 yang digunakan dalam perencanaan ulang gedung *Gama Book Plaza* Yogyakarta, adalah :

- Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung (PPTGIUG), 1983.
- Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG), 1983
- Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK-SNI-T15-1991-03).
- Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI), 1971 NI-2
- Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI), 1984.
- Pedoman Perencanaan Untuk Struktur Beton Bertulang Biasa dan Struktur Beton Bertulang Untuk Gedung, 1983.



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Perencanaan Atap

Perencanaan kuda-kuda atap baja dalam pembangunan gedung *Gama Book Plaza* Yogyakarta ini menggunakan metode perencanaan tegangan kerja (*working stress design*) dari AISC. Menurut filosofi perencanaan tegangan kerja ini, elemen struktural harus direncanakan sedemikian rupa sehingga tegangan yang dihitung akibat beban kerja tidak melampaui tegangan izin yang telah ditetapkan. Tegangan ijin ini ditentukan untuk mendapatkan faktor keamanan terhadap tercapainya tegangan batas. Tegangan yang dihitung harus berada dalam keadaan elastis, yaitu tegangan sebanding dengan regangan. (*Salmon dan Johnson, 1986*).

Perencanaan ini meliputi :

3.1.1 Perencanaan Gording

Dalam perencanaan gording harus memenuhi syarat-syarat antara lain :

- Tegangan :

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

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

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

- dimana : f_{bx} = tegangan lentur arah sumbu x (ksi)
 f_{by} = tegangan lentur arah sumbu y (ksi)
 F_y = tegangan leleh baja (ksi)
 S_x = modulus elastis tampang arah sumbu x (in^3)
 S_y = modulus elastis tampang arah sumbu y (in^3)
 M_{\perp} = momen tegak lurus sumbu batang (kin)
 $M_{//}$ = momen sejajar sumbu batang (kin)

■ Lendutan :

$$\delta_1 = \frac{5}{384} \frac{q_{\perp} L^4}{EI_x} \leq \frac{L}{360} \quad \dots \dots \dots (3.1.4)$$

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

$$\delta = \sqrt{\delta_1^2 + \delta^2} \quad \dots \dots \dots (3.1.6)$$

- dimana : δ = resultan lendutan (mm)
 δ_{\perp} = lendutan tegak lurus sumbu batang (mm)
 $\delta_{//}$ = lendutan searah sumbu batang (mm)
 I_x = Inersia arah sumbu x (mm^4)
 I_y = Inersia arah sumbu y (mm^4)

3.1.2 Perencanaan sagrod

Perencanaan sagrod ini menentukan diameter kabel yang akan dipakai

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

- dimana : f_{bx} = tegangan lentur arah sumbu x (ksi)
 f_{by} = tegangan lentur arah sumbu y (ksi)
 F_y = tegangan leleh baja (ksi)
 S_x = modulus elastis tampang arah sumbu x (in^3)
 S_y = modulus elastis tampang arah sumbu y (in^3)
 M_{\perp} = momen tegak lurus sumbu batang (kin)
 $M_{//}$ = momen sejajar sumbu batang (kin)

▣ Lendutan :

$$\delta_1 = \frac{5 q_1 L^4}{384 EI_x} \leq \frac{L}{360} \quad \dots \dots \dots (3.1.4)$$

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

$$\delta = \sqrt{\delta_1^2 + \delta^2} \quad \dots \dots \dots (3.1.6)$$

- dimana : δ = resultan lendutan (mm)
 δ_{\perp} = lendutan tegak lurus sumbu batang (mm)
 $\delta_{//}$ = lendutan searah sumbu batang (mm)
 I_x = Inersia arah sumbu x (mm^4)
 I_y = Inersia arah sumbu y (mm^4)

3.1.2 Perencanaan sagrod

Perencanaan sagrod ini menentukan diameter kabel yang akan dipakai

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

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 :

$$A_{sagrod} = \frac{P}{0,33 \cdot F_u} = \frac{1}{4} (\pi D)^2_{sagrod} \quad \dots\dots\dots (3.1.9)$$

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

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

dimana : P = gaya yang bekerja (kips)

$P_{//}$ = gaya yang sejajar sumbu batang (kips)

F_u = kuat tarik baja (ksi)

S_s = jarak beban sagrod (in)

D = diameter baja (in)

A = luas penampang (in^2)

3.1.3 Perencanaan Tieroed

Perencanaan tieroed ini menentukan diameter kabel yang akan dipakai, gaya yang bekerja :

$$T = P \cdot \cos \alpha \quad \dots\dots\dots (3.1.12)$$

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

Sehingga .

$$A_{\text{tiroed}} = \frac{T}{0.33.F_u} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2_{\text{tiroed}} \quad \dots\dots\dots (3.1.14)$$

$$D_{\text{tiroed}} = \sqrt{\frac{4.T}{0.33.F_u.\pi}} \quad \dots\dots\dots (3.1.15)$$

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

Dimana : T = tegangan yang bekerja (kips)

F_u = kuat tarik baja (ksi)

D = diameter baja (in)

A = luas penampang baja (in²)

3.1.4 Perencanaan Batang Tarik

Perencanaan batang tarik merupakan salah satu masalah teknik yang paling sederhana dan bersifat langsung. Karena stabilitas bukan merupakan yang utama, perencanaan batang tarik pada hakekatnya menentukan luas penampang lintang batang yang cukup untuk menahan beban (yang diberikan) dengan faktor keamanan yang memadai terhadap keruntuhan.

Untuk batang yang berlubang akibat paku keling atau baut atau untuk batang berulir, luas penampang lintang yang direduksi (yang disebut luas netto) digunakan dalam perhitungan. Lubang atau ulir pada batang menimbulkan konsentrasi tegangan yang tidak merata misalnya lubang pada pelat akan menaikkan distribusi tegangan pada beban kerja. Teori elastisitas menunjukkan bahwa tegangan tarik di dekat lubang akan sekitar 3 (tiga) kali tegangan tarik pada luas netto. Namun ketika setiap serat mencapai tegangan leleh tegangannya menjadi konstan (F_y), tetapi deformasi berlanjut terus bila beban meningkat hingga

hingga akhirnya semua serat mencapai atau melampaui regangan leleh. (*Salmon dan Johnson, 1996*).

Langkah-langkah menentukan 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 :

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

2. Menentukan luas bruto (A_g), luas netto (A_n) dan luas efektif (A_{ef}) :

$$A_{g\text{perlu}} = \frac{T}{0,60 \cdot F_y} \quad \dots\dots\dots (3.1.18)$$

$$A_{ef\text{perlu}} = \frac{T}{0,5 \cdot F_u} \quad \dots\dots\dots (3.1.19)$$

$$A_n\text{perlu} = \frac{A_{ef\text{perlu}}}{\phi} \quad \dots\dots\dots (3.1.20)$$

Dimana : L = panjang batang (in)

T = gaya tarik (kips)

r = jari-jari inersia terkecil profil (in)

a = faktor reduksi luas netto, nilai ϕ diambil sebesar 0,85

(tabel AISC 1. 14.2.2 dan 1. 14.2.3).

Dari nilai r_{min} pada persamaan (3.1.17) diperoleh dimensi profil dari tabel profil AISC dengan jari-jari inersia (r) profil yang mendekati.

3.Kontrol kelangsingan

$$\lambda_{ada} = \frac{k.L}{r_{min}} \leq 240 \dots\dots\dots (3.1.21)$$

$$A_{perlemahan\ baut} = (\phi_{baut} + 3 \text{ mm}) \cdot \text{tebal pelat} \dots\dots\dots(3.1.22)$$

$$A_{netto\ ada} = A_{gross} - A_{perlemahan\ baut} \dots\dots\dots (3.1.23)$$

Dimana : A_{netto} = luas bersih penampang (mm)

A_{gross} = luas kotor penampang (mm)

Diambil nilai yang terbesar antara A_{netto} perlu pada pers. (3.1.20) dan $A_{netto\ ada}$ pada pers. (3.1.23) untuk mendapatkan $A_{efektif\ ada}$.

$$A_{efektif\ ada} = A_{netto} \cdot M \dots\dots\dots (3.1.24)$$

4.Kontrol Tegangan Tarik yang Terjadi

$$f_a = \frac{T}{A_g} \leq 0,60 \cdot f_y \dots\dots\dots (3.1.25)$$

$$f_a = \frac{T}{A_e} \leq 0,50 \cdot f_y \dots\dots\dots (3.1.26)$$

dimana : f_a = tegangan tarik yang terjadi (ksi)

3.1.5 Perencanaan Batang Desak

Batang desak merupakan elemen struktur suatu bangunan yang memikul gaya tekan aksial. Tetapi pada hakekatnya jarang sekali batang mengalami tekanan aksial saja, kecuali pada struktur rangka atap baja. Namun bila

pembebanan diatur sedemikian rupa hingga pengekanan rotasi ujung dapat diabaikan atau beban dari batang-batang yang bertemu di ujung batang bersifat simetris dan pengaruh lentur sangat kecil dibandingkan tekanan langsung, maka batang tekan dapat direncanakan dengan aman. Keruntuhan batang desak dapat diklasifikasikan menjadi :

1. Keruntuhan akibat tegangan leleh bahan terlampaui, yang terjadi pada batang tekan pendek.
2. Keruntuhan akibat tekuk, yang terjadi pada batang tekan langsung.

Langkah-langkah menentukan batang desak :

1. Menentukan profil

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

2. Kontrol Terhadap Tekuk dan Kelangsingan.

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

$$\frac{bf}{tw} \leq \frac{76}{\sqrt{F_y}} \quad (\text{ksi}) \quad \dots\dots\dots (3.1.27)$$

Dan kontrol kelangsingan :

$$\frac{kl}{r} \leq C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} = \frac{755}{\sqrt{F_y}} \quad (\text{Fy dalam ksi}) \quad \dots\dots\dots (3.1.28)$$

$$\leq C_c = \frac{6400}{\sqrt{F_y}} \quad (\text{Fy dalam Kg/cm}^2) \quad \dots\dots\dots (3.1.29)$$

$$\leq C_c = \frac{1987}{\sqrt{F_y}} \quad (\text{Fy dalam Mpa}) \quad \dots\dots\dots (3.1.30)$$

Maka :

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{kl/r}{Cc} - \frac{1}{8} \frac{(kl/r)^3}{Cc^3} \quad \dots\dots\dots (3.1.31)$$

$$Fa = \frac{Fy}{FS} \left(1 - 0,5 \left(\frac{kl/r}{Cc} \right)^2 \right) \quad \dots\dots\dots (3.1.32)$$

Tetapi jika : $a = \frac{As_y \cdot fy}{0,85 \cdot f'c \cdot b}$

$$Fa = \frac{12}{23} \frac{\pi^2 \cdot E}{(kl/r)^2} \quad \dots\dots\dots (3.1.33)$$

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

Sehingga setelah nilai F_a didapat dengan ketentuan-ketentuan di atas, maka diadakan kontrol terhadap beban yang terjadi dengan beban ijin.

$$T = Fa \cdot A \leq T_{\text{terjadi}} \quad \dots\dots\dots (3.1.34)$$

3.1.6 Perencanaan Sambungan

Menurut AISC-1.2 tentang perencanaan tegangan kerja (*working stress*) dan AISC-2.1 tentang perencanaan plastis, konstruksi baja dibedakan atas tiga (3) kategori sesuai dengan jenis sambungan yang dipakai, antara lain :

1. Sambungan portal kaku, yang memiliki kontinuitas penuh sehingga sudut pertemuan antara batang-batang tidak berubah, yaitu pengekanan (*restrain*) rotasi sekitar 90 % atau lebih dari yang diperlukan untuk mencegah perubahan sudut.

2. Sambungan kerangka sederhana (*simple framing*), dimana pengekanan rotasinya di ujung-ujung batang dibuat sekecil mungkin. Suatu kerangka dapat dianggap sederhana jika sudut semula antara batang-batang yang berpotongan dapat berubah sampai 80% dari besarnya perubahan teoritis yang diperoleh dengan menggunakan sambungan sendi tanpa gesekan (*frictionless*).
3. Sambungan kerangka semi kaku, yang pengekanan rotasinya berkisar antara 20 dan 90 % dari yang diperlukan untuk mencegah perubahan sudut. Alternatifnya kita dapat menganggap momen yang disalurkan pada sambungan kerangka semi kaku tidak sama dengan nol (atau kecil sekali) seperti pada sambungan kerangka sederhana, dan juga tidak memberikan kontinuitas momen penuh seperti anggapan yang dipakai pada analisis portal kaku.

Langkah-langkah perencanaan sambungan baut :

1. Menghitung Kekuatan 1 Baut

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

$$P_{\text{geser}} = A_{\text{baut}} \cdot F_u \cdot 2N = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{baut}}^2 \cdot F_u \cdot 2N \dots\dots\dots (3.1.36)$$

2. Menghitung Jumlah Baut

$$n = \frac{A_s}{A_t} \dots\dots\dots (3.1.37)$$

3.2 Perencanaan Pelat Lantai

Langkah-langkah perencanaan pelat lantai :

1. Menentukan tebal minimum pelat (h)

Menurut SK SNI T-15-1991-03, rumus pendekatan tebal pelat (h) :

$$h \geq \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{35 + 9, \beta^2} \dots\dots\dots (3.2.1)$$

dan tidak perlu lebih dari :

$$h \leq \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36} \dots\dots\dots (3.2.2)$$

Dalam segala hal tebal minimum pelat tidak boleh kurang dari :

- Untuk $\alpha_m < 2,0$ digunakan nilai h minimal 120 mm
- Untuk $\alpha_m \geq 2,0$ digunakan nilai h minimal 90 mm

Dimana : h = tebal pelat (mm)

L_n = panjang bentang bersih pelat (mm)

β = rasio panjang terhadap lebar bentang pelat

α_m = rasio kekakuan balok terhadap pelat

2. Menentukan momen lentur yang terjadi

Perencanaan dan analisis pelat dua arah untuk beban gravitasi dilakukan dengan menggunakan metode koefisien momen. Besar momen lentur dalam arah bentang panjang :

$$M_{tx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot X_{tx} \dots\dots\dots (3.2.3)$$

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

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

$$M_{ty} = 0,001 \cdot q_u \cdot l_x^2 \cdot L_{xy} \dots\dots\dots (3.2.6)$$

Dimana : q_u = beban merata

L_x = panjang bentang pendek

X_{tx} = koefisien momen tumpuan arah x

X_{lx} = koefisien momen lapangan arah x

X_{ty} = koefisien momen tumpuan arah y

X_{ly} = koefisien momen lapangan arah y

Nilai koefisien momen (X) diambil dari tabel 13.3.1 dan 13.3.2 PBB1 1971.

3. Menentukan Tinggi Manfaat (d) arah x dan y

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c}{f_y} \cdot \rho_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \quad \dots\dots\dots (3.2.7)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b \quad \dots\dots\dots (3.2.8)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \quad \dots\dots\dots (3.2.9)$$

dimana : ρ_b = rasio tulangan terhadap luas beton efektif dalam keadaan seimbang

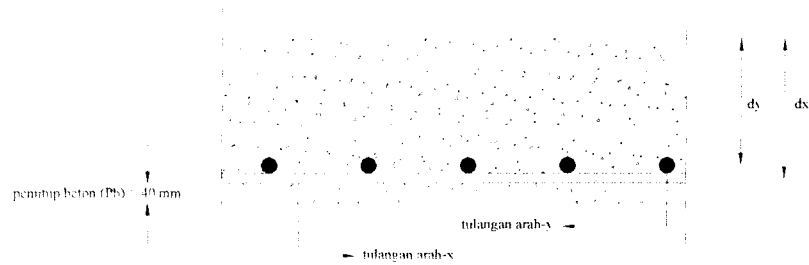
ρ_{maks} = rasio tulangan maksimum

ρ_{min} = rasio tulangan yang dipakai dalam perencanaan

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.

$$d_x = h - P_b - \frac{1}{2} \cdot O_{tul,x} \quad \dots\dots\dots (3.2.10)$$

$$d_y = h - P_b - O_{tul,x} - \frac{1}{2} \cdot O_{tul,y} \quad \dots\dots\dots (3.2.11)$$



Gambar 3.1 Tinggi Manfaat Beton

4. Menentukan Luas Tulangan (A_s) arah x dan y

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} \dots \dots \dots (3.2.12)$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \cdot f'_c} \dots \dots \dots (3.2.13)$$

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \dots \dots \dots (3.2.14)$$

- Jika $\rho_{ada} > \rho_{maks}$ → tebal minimum (h) harus diperbesar
- Jika $\rho_{min} < \rho_{ada} < \rho_{maks}$ → dipakai nilai $\rho_{pakai} = \rho_{ada}$
- Jika $\rho_{ada} < \rho_{maks}$ dan juga $< \rho_{min}$, maka :
 1. $1,33 \cdot \rho_{ada} > \rho_{min}$ → dipakai nilai $\rho_{perlu} = \rho_{min}$
 2. $0,002 < 1,33 \cdot \rho_{ada} < \rho_{min}$ → dipakai nilai $\rho_{perlu} = 1,33 \cdot \rho_{ada}$
 3. $1,33 \cdot \rho_{ada} < \rho_{min}$ dan juga $< 0,002$ → dipakai nilai $\rho_{perlu} = 0,002$

Setelah didapatkan nilai ρ_{perlu} , maka :

$$A_{s_{perlu}} = \rho_{perlu} \cdot b \cdot d \dots \dots \dots (3.2.15)$$

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

$$\text{Jarak antar tulangan : } s \leq \frac{A_1 b}{A_{s_{perlu}}} \dots\dots\dots (3.2.16)$$

$$s \leq 2h \dots\dots\dots (3.2.17)$$

$$s \leq 250 \text{ mm} \dots\dots\dots (3.2.18)$$

Diambil nilai jarak antar tulangan (s) yang terkecil, sehingga didapatkan nilai $A_{s_{ada}}$:

$$A_{s_{ada}} = \frac{A_1 b}{s} \dots\dots\dots (3.2.19)$$

5. Kontrol kapasitas lentur pelat yang terjadi

Tinggi balok tekan beton :

$$\frac{P}{A} \left(1 + \frac{6 \cdot e}{b} \right) \dots\dots\dots (3.2.20)$$

Kapasitas lentur nominal pelat :

$$M_n = A_{s_{ada}} \cdot F_y \cdot (d - a/2) \geq \frac{M_u}{\phi} \dots\dots\dots (3.2.21)$$

3.3 PERENCANAAN BALOK

Pada perencanaan ini digunakan metode kekuatan batas (*ultimit*) dimana beban kerja dikalikan suatu beban yang disebut beban terfaktor. Kekuatan pada saat runtuh disebut kuat batas (*ultimit*) dan beban yang bekerja saat runtuh disebut beban ultimit. Kuat rencana penampang didapat dari perkalian kuat nominal/teoritis dengan faktor kapasitas.

Langkah-langkah perencanaan balok adalah sebagai berikut :

1. Menentukan mutu beton dan baja tulangan

■ Tegangan leleh baja (f_y) : dalam satuan Mpa

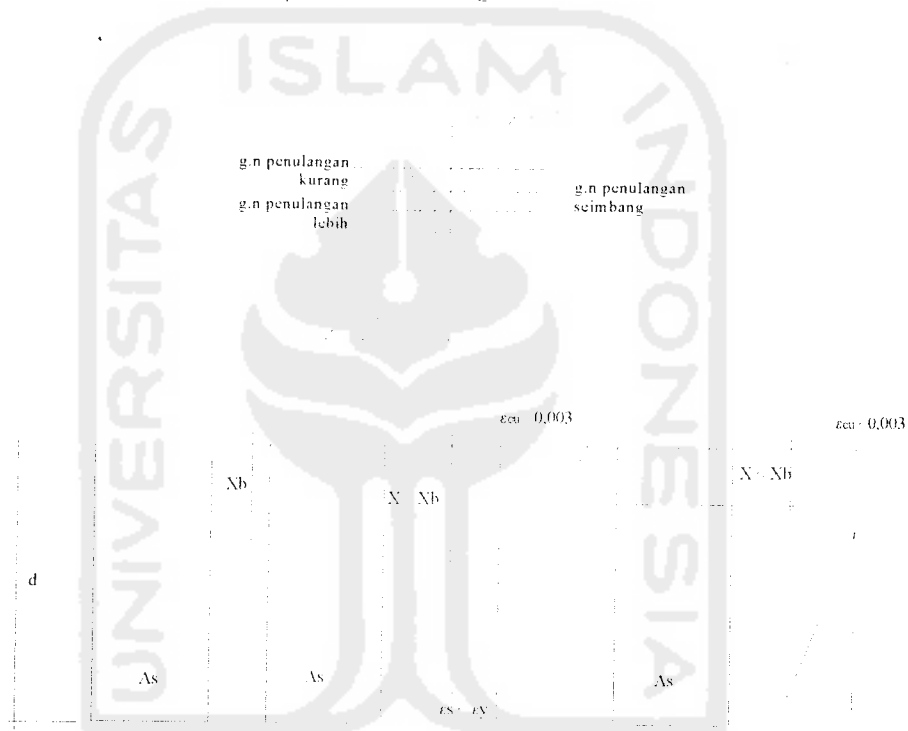
■ Kuat desak rencana beton ($f'c$) : dalam satuan Mpa

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

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

2. Menentukan nilai rasio tulangan (ρ)

Dalam menentukan nilai ρ dalam keadaan regangan seimbang, yaitu pada saat regangan beton mencapai maksimum $\epsilon'_{cu} = 0,003$ bersamaan dengan regangan baja mencapai leleh $\epsilon_s = \epsilon_y = f_y/E_s$. Lihat **gambar 3.3** dibawah ini :



Gambar 3.3 Diagram Regangan Beton dalam Keadaan Seimbang

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c}{f_y} \cdot \beta_1 \left[\frac{600}{600 + f_y} \right] \dots\dots\dots(3.3.1)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b \dots\dots\dots(3.3.2)$$

dalam perencanaan dipakai nilai $\rho : \rho_{pakai} = 0,5 \cdot \rho_{maks} \dots\dots\dots(3.3.3)$

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

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} \dots\dots\dots(3.3.4)$$

$$R_n = \rho \cdot f_y \cdot (1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m) \dots\dots\dots(3.3.5)$$

$$b \cdot d^2 = \frac{M_u}{R_n} \dots\dots\dots(3.3.6)$$

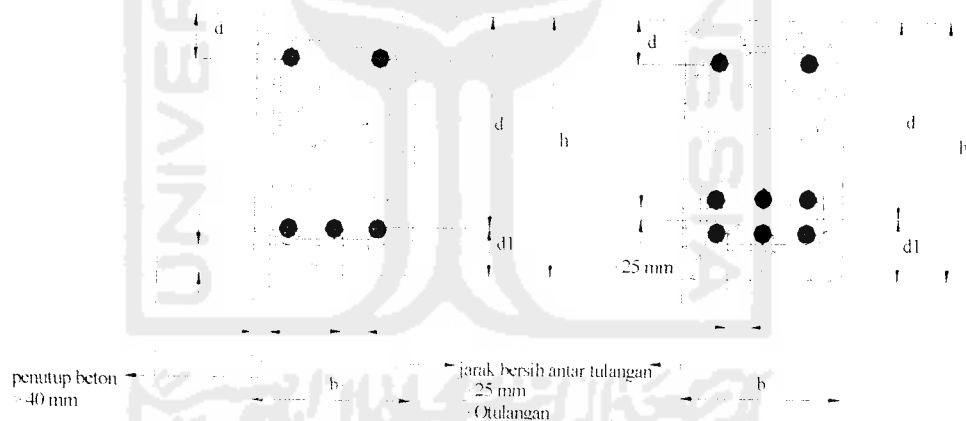
karena nilai $\frac{M_u}{R_n}$ diketahui, maka d_{perlu} dan b penampang beton dapat dicari

dengan cara coba-coba (*trial and error*). Untuk mendapatkan nilai d_{perlu} dan b penampang beton yang proporsional digunakan perbandingan $b/d_{\text{perlu}} = 1,2 - 3,0$.

Pada beton tulangan sebelah digunakan nilai d_1 :

■ $d_1 = 50 - 70 \text{ mm}$ → untuk tulangan tarik 1 lapis

■ $d_1 = 71 - 100 \text{ mm}$ → untuk tulangan tarik 2 lapis



Gambar 3.4 Tulangan Tarik Satu Lapis dan Dua Lapis

dimana :

d = tinggi efektif penampang, diukur dari serat atas ke pusat tul.

tarik (mm)

d_c = tebal selimut beton, diukur dari serat bawah ke pusat tul. tarik
(mm)

M_u = momen lentur ultimit akibat beban luar
(Nmm)

Φ = faktor reduksi kekuatan, diambil nilai 0,80 (lentur tanpa aksial)

h = tinggi total penampang beton (mm)

Setelah nilai d_{perlu} didapat, maka :

$$H = d_{ada} + d_c \dots\dots\dots(3.3.7)$$

Nilai d_c seperti diatas, tergantung dari banyaknya tulangan tarik yang digunakan.

Jika nilai d_{ada} lebih besar ($>$) d_{perlu} , maka digunakan tulangan sebelah.

Jika nilai d_{ada} lebih kecil ($<$) d_{perlu} , maka digunakan tulangan rangkap.

3.3.1 Perencanaan Balok Penampang Persegi Menahan lentur Tulangan Sebelah

Balok lentur tulangan sebelah direncanakan, jika nilai d_{ada} lebih besar ($>$) d_{perlu} . Langkah-langkah perencanaan sebagai berikut ini :

1. Menentukan ρ_{ada} dan Rn_{ada}

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

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

2. Menentukan Luas tulangan (As)

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

$$n = \frac{As}{A_1} \dots\dots\dots(3.3.11)$$

$$As_{ada} = n \cdot A_1 > As \dots\dots\dots(3.3.12)$$

Dimana:

As = Luas tulangan tarik longitudinal (mm^2)

n = jumlah tulangan yang dipakai (buah)

As_{ada} = Luas tulangan tarik longitudinal yang ada (mm^2)

A_1 = Luas tampang 1 buah tulangan (mm^2)

ρ_{ada} = rasio tulangan berdasarkan perhitungan luas penampang beton

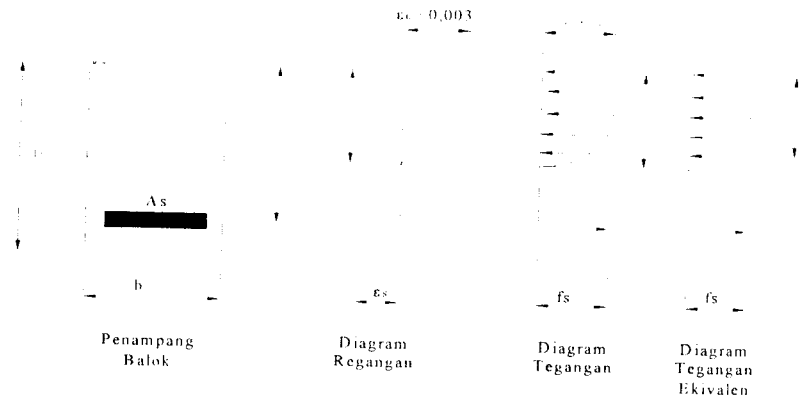
3. Kontrol kapasitas lentur yang terjadi

Tinggi blok tekan beton :

$$a = \frac{As \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \dots\dots\dots(3.3.13)$$

Kapasitas lentur nominal pelat :

$$M_n = As \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2}) > \frac{M_u}{\phi} \dots\dots\dots(3.3.14)$$



Gambar 3.5 Diagram Tegangan-Regangan Beton Tulangan Sebelah

3.3.2 Perencanaan Balok Penampang Persegi Menahan Lentur Tulangan Rangkap

Balok lentur tulangan rangkap direncanakan, jika nilai $d_{ada} < d_{perlu}$. Langkah-langkah perencanaan sebagai berikut :

1. Menentukan As_1 dan Mn_1

$$As_1 = \rho_1 \cdot b \cdot d_{ada} \quad \dots \dots \dots (3.3.16)$$

$$a = \frac{As_1 \cdot fy}{0,85 \cdot f'c \cdot b} \quad \dots \dots \dots (3.3.17)$$

$$Mn_1 = As_1 \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) < \frac{Mu}{\phi} \quad \dots \dots \dots (3.3.18)$$

2. Menentukan Mn_2

$$\frac{Mu}{\phi} \leq Mn = Mn_1 + Mn_2$$

$$Mn_2 = \frac{Mu}{\phi} - Mn_1 \quad \dots \dots \dots (3.3.19)$$

Dimana : Mn_1 = kuat momen pas. kopel gaya beton tekan dan tul. baja tarik

(Nmm)

Mn2 = kuat momen pas. kopel tul. baja tekan dan baja tarik tambahan
(Nmm)

3. Menentukan As' = As2 dan As

$$f_s' = 600 \cdot \left\{ 1 - \frac{0.85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot d'}{(\rho - \rho') \cdot f_y \cdot d} \right\} \dots\dots\dots (3.3.20)$$

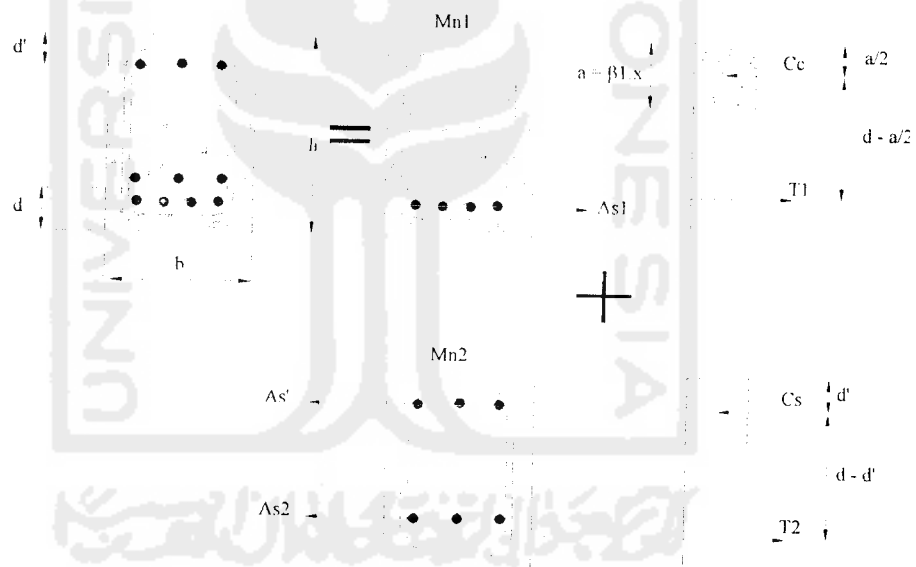
jika $f_s' \geq f_y$, maka baja desak sudah leleh, sehingga dipakai : $f_s' = f_y$

jika $f_s' < f_y$, maka baja desak belum leleh, sehingga dipakai : $f_s' = f_s'$

$$A_s' = \frac{Mn_2}{f_s' \cdot (d - d')} \dots\dots\dots (3.3.21)$$

$$n = \frac{A_s'}{A_1} \dots\dots\dots (3.3.22)$$

$$A_s = A_{s1} + A_s', \quad A_s' = A_{s2} \dots\dots\dots (3.3.23)$$



Gambar 3.6 Distribusi Tulangan Rangkap Tarik

Dimana : ρ_1 = rasio tulangan yang dipakai dalam perencanaan

A_{s1} = luas penampang tulangan baja tarik (mm^2)

A_{s2} = luas penampang tulangan baja tarik tambahan (mm^2)

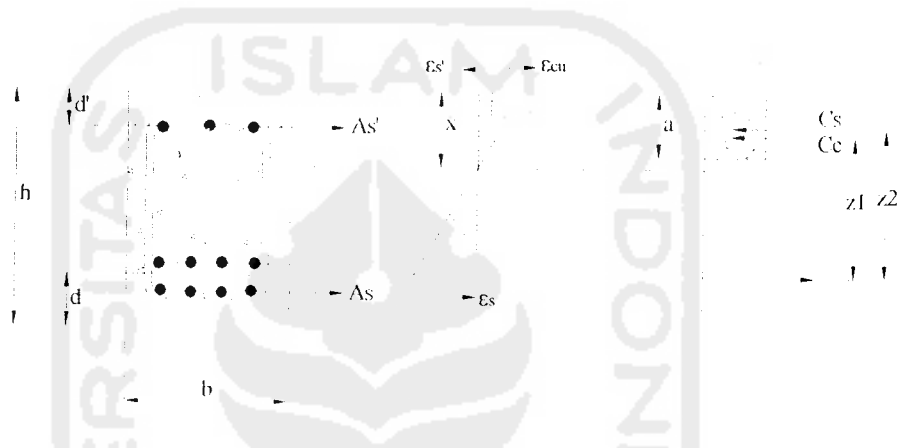
A_s = luas penampang tulangan baja tarik total (mm^2)

$A_{s'}$ = luas penampang tulangan baja tekan (mm^2)

4. Kontrol Kapasitas Lentur yang Terjadi

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d_{ada}} \dots\dots\dots (3.3.24)$$

$$\rho' = \frac{A_{s'}}{b \cdot d_{ada}} \dots\dots\dots (3.3.25)$$



Gambar 3.7 Diagram Tegangan-Regangan Beton Tulangan Rangkap

- Baja desak belum leleh

$$(\rho - \rho') < \left[\frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot d'}{f_y \cdot d} \right] \left(\frac{600}{600 - f_y} \right) \dots\dots\dots (3.3.26)$$

→ Baja desak belum leleh, sehingga : $f_{s'} = f_s'$

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

$$a = \frac{A_s \cdot f_y - A_{s'} \cdot f_{y'}}{0,85 \cdot f'c \cdot b} \dots\dots\dots (3.3.27)$$

$$M_n = M_{n1} + M_{n2}$$

$$= (A_s \cdot F_y - A_s' \cdot f_s') \cdot (d - \frac{a}{2}) + (A_s' \cdot f_s') \cdot (d - d') \dots\dots\dots (3.3.28)$$

- Baja desak telah leleh

$$(\rho - \rho') \geq \left\{ \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot d'}{f_y \cdot d} \right\} \left[\frac{600}{600 - f_y} \right] \dots\dots\dots (3.3.29)$$

—————→ Baja desak telah leleh, sehingga : $f_s = f_y$

$$a = \frac{(A_s - A_s') \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} \dots\dots\dots (3.3.30)$$

$$M_n = M_{n1} + M_{n2}$$

$$= (A_s - A_s') \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2}) + (A_s' \cdot f_y) \cdot (d - d') \dots\dots\dots (3.3.31)$$

dimana : d' = tebal selimut beton, diukur dari serat atas ke pusat tul. tekan (mm)

f_s' = tegangan tulangan baja tekan yang terjadi (Mpa)

3.3.3 Perencanaan Geser Balok

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

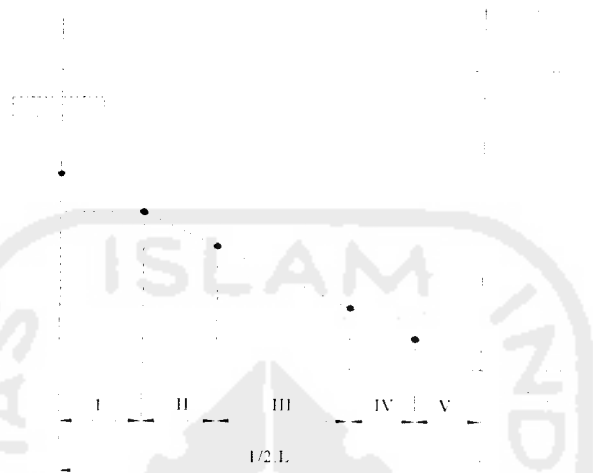
1. Menentukan tegangan geser beton (V_c)

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 :

$$V_c = \left(\frac{1}{6} \sqrt{f'c} \right) b \cdot d \dots\dots\dots (3.3.32)$$

Sedangkan kekuatan minimal tulangan geser vertikal menahan geser, dinyatakan dalam :

$$V_{s_{\min}} = \frac{1}{3} \cdot b \cdot d \quad \dots\dots\dots (3.3.33)$$



Gambar 3.8 Diagram Gaya Geser Balok

2. Menentukan jarak sengkang

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

1. Bila $V_u \leq 0,5 \phi V_c$ (3.3.34)

Tidak perlu tulangan geser

2. Bila $V_c < \frac{V_u}{\phi} \leq V_c$ (3.3.35)

Perlu tulangan geser, kecuali untuk struktur sebagai berikut : struktur pelat (lantai, atap, fondasi), balok $h \leq 25$ cm, atau $h \leq 2,5h_t$

Tulangan geser dengan jarak :

$$s \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_{s_{\min}}} \dots\dots\dots(3.3.36)$$

$$\leq \frac{d}{4} \dots\dots\dots(3.3.37)$$

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

3. Bila $V_c < \frac{V_u}{\phi} \leq (V_c + V_{s_{\min}})$ (3.3.38)

Maka perlu tulangan geser, dengan jarak sengkang:

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

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

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

4. Bila $(V_c + V_{s_{\min}}) < \frac{V_u}{\phi} \leq 3 \cdot V_c$ (3.3.39)

Maka perlu tulangan geser, dengan jarak sengkang:

$$s \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{\left(\frac{V_u}{\phi} - V_c\right)} \dots\dots\dots(3.3.40)$$

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

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

5. Bila $3 \cdot V_c < \frac{V_u}{\phi} \leq 5 \cdot V_c$ (3.3.41)

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

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

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

3. Menentukan kekuatan tulangan geser vertikal (V_s)

Setelah jarak sengkang (s) diketahui, maka nilai V_s dapat dicari :

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \dots\dots\dots(3.3.42)$$

4. Kontrol gaya geser

Bila gaya geser terfaktor : $V_u > \phi \cdot V_c$

Maka kelebihan gaya geser tersebut adalah $V_u - \phi \cdot V_c$, ditahan oleh tulangan geser :

$$V_s = V_u - \phi \cdot V_c \dots\dots\dots(3.3.43)$$

Dimana: V_s = kuat geser nominal tulangan geser (N)

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

V_c = tegangan ijin geser beton (Mpa)

V_u = gaya geser terfaktor akibat beban luar (N)

Φ = 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 :

$$T_u \geq \phi \left(\frac{1}{20} \sqrt{f'c} \cdot \sum x^2 \cdot y \right) \dots\dots\dots(3.3.44)$$

- Untuk struktur statis tak tentu : torsi komabilitas

Pengaruh torsi diperhitungkan apabila momen torsi terfaktor :

$$T_u \geq \phi \left(\frac{1}{9} \sqrt{f'c} \cdot \sum x^2 \cdot y \right) \dots\dots\dots(3.3.45)$$

2. Menentukan kuat momen torsi nominal (T_n)

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

$$T_n = T_c + T_s \dots\dots\dots(3.3.46)$$

- Bila puntir murni :

$$T_c = \left(\frac{1}{15} \sqrt{f'c} \right) \sum x^2 \cdot y \dots\dots\dots(3.3.47)$$

- Bila puntir murni + Geser :

$$T_c = \frac{\left(\frac{1}{15} \sqrt{f'c} \cdot \sum x^2 \cdot y \right)}{\sqrt{1 + \left(\frac{0,4 \cdot V_u}{C_t \cdot T_u} \right)^2}} \dots\dots\dots(3.3.48)$$

$$C_t = \frac{b_w \cdot d}{\sum x^2 \cdot y} \dots\dots\dots(3.3.49)$$

$$V_c = \left(\frac{\frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d}{\sqrt{1 + \left(2,5 \cdot C_t \cdot \frac{T_u}{V_u} \right)^2}} \right) \dots\dots\dots(3.3.50)$$

- Bila puntir murni + Geser + Gaya Aksial :

$$T_c = \frac{\left(\frac{1}{15} \sqrt{f'c} \cdot \sum x^2 \cdot y \right)}{\sqrt{1 + \left(\frac{0,4 \cdot V_u}{C_t \cdot T_u} \right)^2}} \cdot \left(1 + 0,3 \cdot \frac{N_u}{A_g} \right) \dots\dots\dots(3.3.51)$$

$$V_c = \left(\frac{\frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d}{\sqrt{1 + \left(2,5 \cdot C_t \cdot \frac{T_u}{V_u} \right)^2}} \right) \cdot \left(1 + 0,3 \cdot \frac{N_u}{A_g} \right) \dots\dots\dots(3.3.52)$$

Kontrol torsi yang terjadi :

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 : $T_s = \frac{T_u}{\phi} - T_c$

...(3.3.53)

- Untuk torsi kompatibilitas :

$$T_s = 1/9 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \sum x^2 \cdot y \cdot \frac{1}{3} - T_c$$

...(3.3.54)

3. Jika $\frac{T_u}{\phi} > T_c$ \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 (mm²)

3. Menghitung perbandingan luas tulangan torsi dan jarak sengkang

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_s}{a_t \cdot x_1 \cdot y_1 \cdot f_y} \dots\dots\dots (3.3.55)$$

$$\alpha_1 = \frac{1}{3} \left(2 + \frac{y_1}{x_1} \right) \leq 1,5 \dots\dots\dots (3.3.56)$$

4. Menentukan tulangan geser + torsi

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

$$V_s = (V_u/\phi) - V_c \quad \dots\dots\dots (3.3.57)$$

Perbandingan antara luas tulangan geser dan jarak :

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_y \cdot d} \quad \dots\dots\dots (3.3.58)$$

Luas total sengkang (tulangan torsi + geser) :

$$\left\{ \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot d^3}{f_y} \right\} \left[\frac{600}{600 - f_y} \right] \quad \dots\dots\dots (3.3.59)$$

5. Menentukan tulangan torsi memanjang

$$A_{l1} = 2 \cdot A_t \cdot \left(\frac{x_1 + y_1}{s} \right) \text{ atau ;} \quad \dots\dots\dots (3.3.60)$$

$$A_{l1} = \left[\frac{2,8 \cdot x \cdot s}{f_y} \left(\frac{T_u}{T_u + V_u} \right) - 2 \cdot 2t \right] \left(\frac{x_1 + y_1}{s} \right) \quad \dots\dots\dots (3.3.61)$$

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

$$A_{l2} = \left[\frac{2,8 \cdot x \cdot s}{f_y} \left(\frac{T_u}{T_u + V_u} \right) - \frac{b_w \cdot s}{3 \cdot f_y} \right] \left(\frac{x_1 + y_1}{s} \right) \quad \dots\dots\dots (3.3.62)$$

dimana : A_v = luas sengkang menahan geser (mm^2)

A_{l1} = luas sengkang menahan torsi (mm^2)

A_l = luas tulangan memanjang tambahan pada torsi (mm^2)

6. Kriteria tulangan geser dan torsi

a. Jarak tulangan sengkang : $s \leq \frac{x_1 + y_1}{4} \leq 300 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots (3.3.63)$



- b. Tulangan memanjang disebar merata ke semua sisi dengan jarak tulangan memanjang ≤ 300 mm
- c. ϕ tulangan memanjang ≥ 12 mm
- d. f_y tulangan torsi ≤ 400 Mpa
- e. Tulangan torsi harus ada paling tidak sejauh $(b+d)$ dari titik ujung teoritis torsi yang diperlukan.

3.4 PERENCANAAN KOLOM

Sebagai bagian dari kerangka bangunan, kolom menempati posisi penting. Kegagalan kolom akan berakibat langsung pada runtuhnya komponen struktur lain yang berhubungan dengannya, atau bahkan merupakan batas runtuhnya struktur bangunan. Pada umumnya kegagalan/keruntuhan kolom tidak diwakili dengan suatu gejala, melainkan bersifat mendadak. Sehingga dalam perencanaan kolom harus diperhitungkan lebih cermat dengan memberi cadangan kekuatan lebih tinggi dari komponen struktur yang lain.

3.4.1 Perencanaan Kolom Pendek

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

1. Menentukan *properties* penampang kolom

- Tegangan leleh baja (f_y) : dalam satuan Mpa
- Kuat desak beton rencana (f'_c) : dalam satuan Mpa

- Tinggi (h), panjang (l) dan lebar (b) kolom disesuaikan dengan bentuk konfigurasi struktur gedung.

2. Menghitung kapasitas kolom pendek

Perencanaan kolom pada hakekatnya menentukan dimensi atau bentuk penampang dan baja tulangan yang diperlukan, termasuk jenis pengikat sengkang atau sengkang spiral. Karena rasio tulangan $0,01 \leq \rho_g \leq 0,08$, maka persamaan kuat desak aksial digunakan untuk perencanaan.

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

- Untuk sengkang biasa

$$\phi P_n = 0,8 \cdot \phi P_o = 0,8 \cdot \phi (0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y) \quad \dots\dots (3.4.2)$$

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

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

- Untuk sengkang spiral

$$\phi P_n = 0,85 \cdot \phi P_o = 0,85 \cdot \phi (0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y) \quad \dots\dots (3.4.4)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 kolom (mm^2)

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

A_s = luas tulangan tarik pada kolom (mm^2)

3. Kapasitas kolom dengan beban eksentrisitas

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

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

jika $f_s' > f_y$,maka $f_s' = f_y$

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

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

Dengan nilai f_s' sebagai berikut :

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

$$f_s' > f_y \quad \longrightarrow \quad f_s' = f_y$$

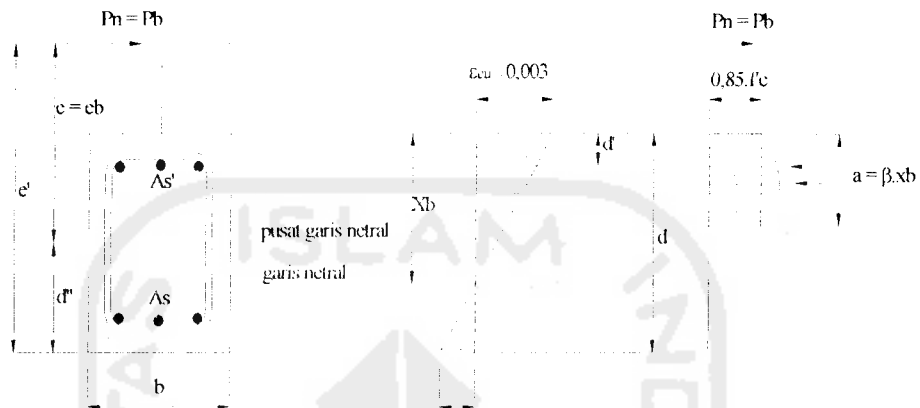
$$f_s' < f_y \quad \longrightarrow \quad f_s' = f_s'$$

$$T_b = A_s \cdot f_y \quad \dots\dots\dots (3.4.17)$$

$$P_{nb} = C_{cb} + C_{sb} - T_b \quad \dots\dots\dots (3.4.18)$$

$$M_{nb} = Ccb(\gamma' - \frac{a}{2}) + Csb(\gamma' - d') + Tb(d - \gamma') \dots\dots\dots (3.4.19)$$

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \dots\dots\dots (3.4.20)$$



Gambar 3.9 Diagram Tegangan - Regangan Kolom

4. Tentukan nilai x yang akan digunakan

Jika $x > x_b$; kolom ditinjau terhadap kegagalan akibat desak

Jika $x < x_b$; kolom ditinjau terhadap kegagalan akibat tarik

Syarat kegagalan :

- a. akibat desak

$$M_n < M_{nb} ; e < e_b ; P_n > P_{nb}$$

- b. akibat tarik

$$M_n < M_{nb} ; e > e_b ; P_n < P_{nb}$$

Kemudian dihitung

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

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

jika $f_s' > f_y$; $f_s' = f_y$

$$C_{cb} = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot (x_b \cdot \beta_1) \quad \dots\dots\dots(3.4.23)$$

$$C_{sb} = A_s' \cdot (f_s' - 0,85 \cdot f_c') \quad \dots\dots\dots(3.4.24)$$

$$T_b = A_s \cdot f_y \quad \dots\dots\dots(3.4.25)$$

$$P_{nb} = C_{cb} + C_{sb} - T_b \quad \dots\dots\dots(3.4.26)$$

$$M_{nb} = C_{cb} \left(y - \frac{a}{2} \right) + C_{sb} (y - d') + T_b (d - y) \quad \dots\dots\dots(3.4.27)$$

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

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 ke titik ditinjau keadaan seimbang (mm)

x = jarak serat terluar beton ke titik ditinjau (mm)

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

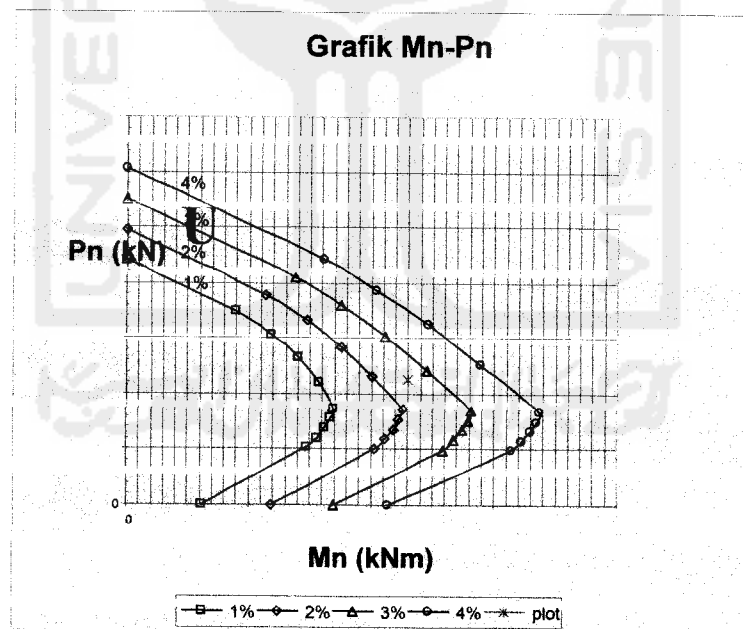
$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \quad \dots\dots\dots(3.4.29)$$

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

5. Gambar Diagram Momen Nominal (M_n) dan Gaya Desak Aksial Nominal (P_n)

$$(A_{st} = 1\% \cdot A_g, A_{st} = 2\% \cdot A_g, A_{st} = 3\% \cdot A_g, A_{st} = 4\% \cdot A_g)$$

Pada gambar 3.10 dibawah adalah Diagram Interaksi Kolom, dimana kuat desak aksial diungkapkan sebagai ϕP_n pada sumbu tegak dan kuat momen diungkapkan sebagai $\phi P_n \cdot e$ pada sumbu datar. Diagram hanya berlaku untuk kolom yang dianalisa saja, dan dapat memberikan gambaran tentang susunan pasangan kombinasi beban aksial dan kuat momen. Untuk titik-titik yang berada disebelah dalam diagram akan memberikan pasangan beban dan momen ijin, akan tetapi dengan menggunakannya perencanaan kolom menjadi berlebihan (*overdesign*). Dan titik-titik yang diluar diagram akan memberikan pasangan beban dan momen yang menghasilkan penulangan yang kurang (*underdesign*).



Gambar 3.10 Diagram Momen Nominal - Kuat Desak Aksial Nominal ($M_n - P_n$)

3.4.2 Kolom Langsing

Suatu kolom digolongkan langsing apabila dimensi atau ukuran penampang lintangnya kecil dibandingkan dengan tinggi bebasnya (tinggi yang tidak ditopang).

Tahap-tahap perencanaan kolom langsing adalah sebagai berikut :

1. Menentukan tingkat kelangsingan kolom

$$\text{Kelangsingan} = \frac{k \cdot l_u}{r} \longrightarrow r = \sqrt{\frac{I}{A}} \dots\dots\dots$$

(3.4.31)

$$= 0,3 \cdot h \text{ (untuk kolom tampang persegi)}$$

$$0,25 \cdot d \text{ (untuk kolom tampang bulat)}$$

dimana : k = faktor panjang efektif

l_u = panjang bersih kolom (m)

r = radius girasi (mm)

I = inersia tampang (mm^2)

A = luas tampang (mm^2)

Nilai k ditentukan dengan memperhatikan kondisi kolom seagai berikut :

- **Untuk kolom lepas**

Kedua ujung sendi, tidak bergerak 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 (ψ).

$$\Psi = \frac{\sum (EI)_l \text{kolom}}{\sum (EI)_l \text{balok}} \dots\dots\dots (3.4.32)$$

Kemudian nilai Ψ diplotkan ke dalam grafik nomogram atau grafik *alignm*, sehingga didapat nilai k .

Batasan-batasan kolom disebut langsing adalah :

$$\frac{kI}{r} > 34 - 12 \frac{M_{1b}}{M_{2b}}, \text{ untuk rangka dengan pengaku lateral (tak bergoyang) } >$$

22, untuk rangka / portal bergoyang.

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

2. Momen rencana

$$M_{\text{rencana}} = \delta_b \cdot M_{2b} + \delta_s \cdot M_{2s} \dots\dots\dots (3.4.33)$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi \cdot P_c}} \geq 1.0 \dots\dots\dots (3.4.34)$$

$$C_m = 0.6 + 0.4 \frac{M_{1b}}{M_{2b}} \geq 0.4 \dots\dots\dots (3.4.35)$$

Untuk kondisi lain (tanpa pengaku), $C_m = 1$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{\phi \cdot \sum P_c}} \dots\dots\dots (3.4.36)$$

$$P_c = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(kl)^2} \text{ (rumus Euler) } \dots\dots\dots (3.4.37)$$

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

$$EI = \frac{1}{5} \frac{(E_c \cdot I_g) + E_s \cdot I_{se}}{1 + \beta_d} \dots\dots\dots (3.4.38)$$

Bila $\Lambda_{sst} \leq 3 \% \Lambda_g$, maka :

$$EI = \frac{E_c \cdot I_g}{2,5 \cdot (1 + \beta_d)} \dots\dots\dots (3.4.39)$$

Dimana :

δ_b = pembesaran momen dengan pengaku pada pembebanan tetap

δ_s = pembesaran momen tanpa pengaku pada pembebanan sementara

M_{2b} = Momen terfaktor paling besar pada ujung komponen tekan akibat pembebanan tetap

M_{2s} = momen terfaktor paling besar di sepanjang komponen struktur tekan akibat pembebanan sementara

P_u = beban aksial kolom akibat gaya luar

Φ = 0,65 = faktor reduksi

P_c = beban tekuk

E_c = modulus elastis beton

E_s = modulus elastis baja tulangan

I_g = momen inersia beton kotor (penulangan diabaikan)

I_{se} = momen inersia terhadap sumbu pusat penampang komponen struktur

$$\beta_d = \frac{\text{momen akibat beban mati / rencana}}{\text{momen akibat beban total}} \dots\dots\dots (3.4.40)$$

3. Mencari M_n dan P_n

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} \dots\dots\dots (3.4.41)$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} \dots\dots\dots (3.4.42)$$

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

3.5 Pembebanan Portal

3.5.1 Beban mati

Beban mati yang bekerja pada balok lantai terdiri dari :

- Berat balok sendiri

Pada Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 (PPIUG) menentukan hal-hal sebagai berikut :

- (1) Berat sendiri dari bahan-bahan bangunan penting dan dari beberapa komponen gedung yang harus ditinjau di dalam menentukan beban mati dari suatu gedung harus diambil menurut tabel 2.1 PPIUG 1983 (pasal 2.1 ayat 1 PPIUG 1983).
- (2) Faktor reduksi beban mati diambil 0,9 sesuai dngan PPIUG 1983 pasal 2.2.

- Komponen-komponen gedung lainnya

Beban mati komponen gedung di luar berat sendiri ditentukan dalam PIUG 1983 tabel 2.13. Beban yang bekerja pada lantai dapat didistribusikan dengan metode amplop sebagai beban balok.

3.5.2 Beban Hidup

Dalam perencanaan ini beban hidup yang bekerja pada portal hanya terdapat pada lantai gedung. Hal ini disebabkan karena perencanaan atap

menggunakan rangka baja. Pada PPIUG 1983 pasal 3.1 memuat ketentuan-ketentuan tentang beban hidup pada lantai.

- Beban hidup pada lantai gedung harus diambil menurut tabel 3.1. Dalam beban hidup tersebut sudah termasuk perlengkapan ruang sesuai dengan kegunaan lantai ruang yang bersangkutan, dan juga dinding-dinding pemisah ringan dengan berat tidak lebih dari 100 kg/m^2 . Gedung digunakan sebagai ruang kuliah dan kantor dengan beban hidup sebesar 250 kg/m^2 .
- Lantai-lantai gedung yang diharapkan akan dipakai untuk berbagai tujuan, harus direncanakan terhadap beban hidup terberat yang mungkin terjadi.
- Faktor reduksi untuk beban hidup ditentukan oleh PPIUG 1983 Tabel 3.3

3.5.3 Distribusi beban hidup dan mati pada lantai

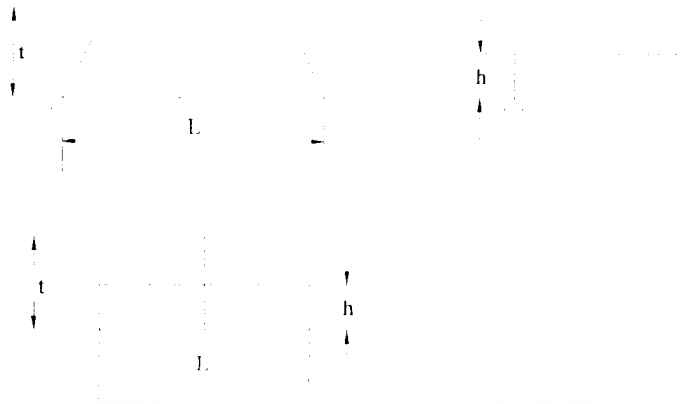
Pendistribusian beban yang ditransferkan ke balok menggunakan metode amplop sesuai dengan denah bangunan. Untuk memudahkan perhitungan maka beban segitiga dan trapesium pada metode amplop tersebut disederhanakan menjadi beban merata linier dengan rumus :

- Untuk beban trapesium amplop, menjadi :

$$Q_{\text{ekuivalen}} = t - \frac{4}{3} \cdot \frac{t^3}{L^2} \quad \dots\dots\dots(3.5.1)$$

- Untuk beban segitiga amplop, menjadi :

$$Q_{\text{ekuivalen}} = \frac{2}{3} \cdot T \quad \dots\dots\dots(3.5.2)$$



Gambar 3.11 Beban Distribusi Beban dari Pelat ke Balok

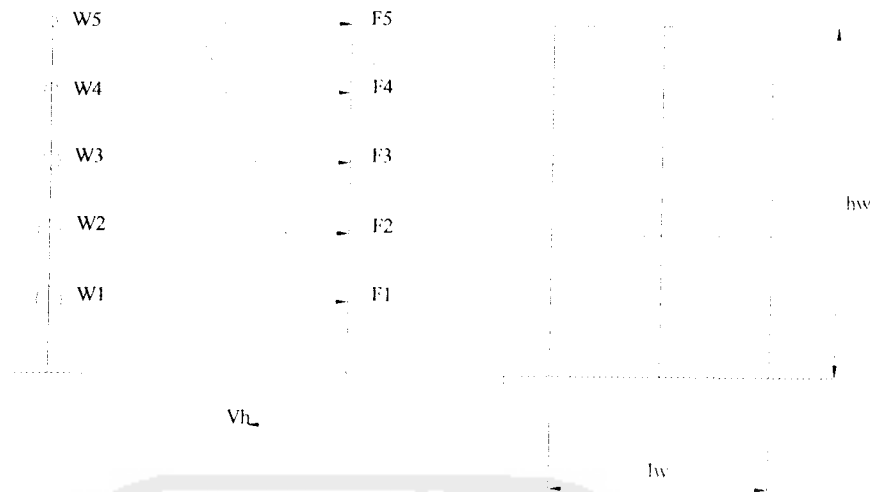
3.5.4 Beban Gempa Statik Ekuivalen

Besarnya gaya geser dasar horisontal akibat beban gempa menurut Pedoman Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung 1987, dinyatakan dalam :

$$V = C.K.Wt \quad \dots\dots\dots (3.5.3)$$

Gaya geser yang harus dibagi pada masing-masing lantai dapat dihitung dengan rumus :

$$F_i = \frac{W_i.H_i}{\sum W_i.H_i} . V \quad \dots\dots\dots (3.5.4)$$



Gambar 3.12 Distribusi Gaya Geser Gempa

- Dimana :
- V = gaya geser dasar horisontal total akibat gempa (ton)
 - C = koefisien gempa dasar
 - I = faktor keutamaan struktur
 - K = faktor jenis struktur
 - W_t = berat total bangunan (ton)
 - H = tinggi bangunan (m)
 - F_i = gaya geser tiap tingkat (ton)

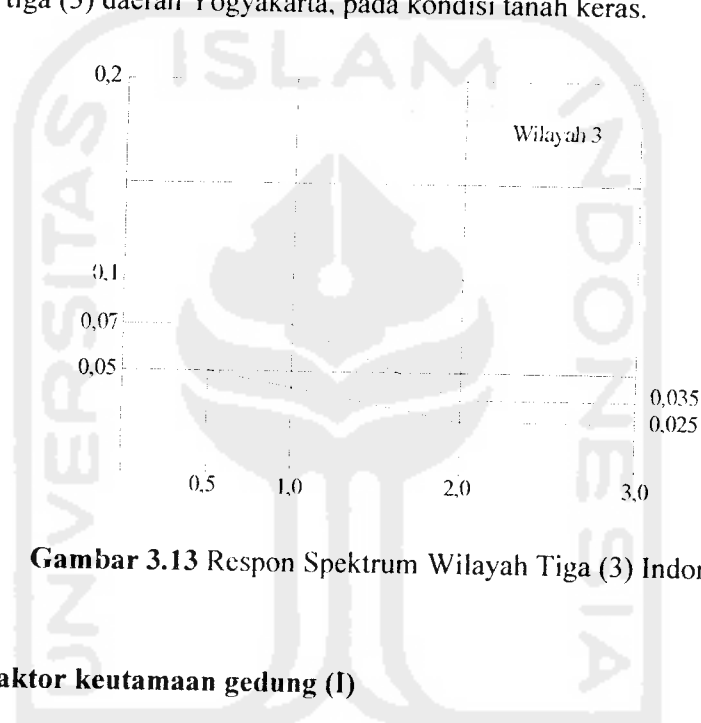
3.5.4.1 Waktu getar alami struktur (T)

Koefisien gempa dasar ditentukan dengan wilayah gempa dimana bangunan berada, dengan memakai waktu getar alami struktur (T). Dalam SNI 1726-86, T untuk struktur portal beton ditentukan dengan rumus :

$$T = 0,006 \cdot H^{0,75}$$

3.5.4.2 Koefisien gempa dasar (C)

Koefisien gempa dasar berfungsi untuk menjamin agar struktur mampu menahan beban gempa yang dapat menyebabkan kerusakan pada struktur. Koefisien gempa dasar (C) ini pada tiap-tiap wilayah gempa di Indonesia dibedakan pada dua kondisi tanah, yaitu tanah keras dan tanah lunak. Selain keadaan tanah, penentuan nilai koefisien gempa dasar (C), tergantung juga dari waktu getar alami struktur. Dalam perencanaan ulang ini bangunan berada pada wilayah tiga (3) daerah Yogyakarta, pada kondisi tanah keras.



Gambar 3.13 Respon Spektrum Wilayah Tiga (3) Indonesia

3.5.4.2 Faktor keutamaan gedung (I)

Tingkat kepentingan struktur terhadap bahaya gempa berbeda-beda tergantung fungsinya. Semakin penting penggunaan suatu gedung semakin besar harga I sehingga gedung yang mempunyai fungsi penting, bila dilanda gempa besar atau akan menghadapi bahaya kerusakan yang kecil. Dalam perencanaan ulang ini digunakan nilai $I = 1$.

3.5.4.3 Faktor jenis bangunan (K)

Faktor jenis bangunan (K) adalah faktor tipe struktur. Semakin kecil nilai faktor jenis bangunan (K) semakin rendah kekuatan batas yang diperlukan, dan semakin besar kemampuan gedung tersebut berperilaku duktail dalam kondisi inelastik. Dalam perencanaan ulang ini bangunan direncanakan dengan daktilitas tingkat III (penuh), dengan nilai $K=1$.

3.5.4.4 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

Dalam menganalisa suatu portal, tahap pertama yang dilakukan adalah perencanaan beban-beban yang bekerja, yaitu : beban mati, beban hidup dan atau beban horizontal (gempa).

3.6.1 Perencanaan Balok Portal terhadap Beban Lentur

Kuat lentur perlu balok portal ($M_{u,b}$) harus dinyatakan berdasarkan kombinasi pembe-

banan tanpa atau dengan beban gempa sebagai berikut ini :

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

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

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

Dimana :

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

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

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

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 :

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

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 :

$$M_{kap,b} = \phi_0 \cdot M_{nak,b} \quad \dots\dots\dots(3.6.5)$$

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

ϕ_0 = faktor 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 :

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

Tetapi tidak perlu lebih besar dari :

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

Dimana :

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

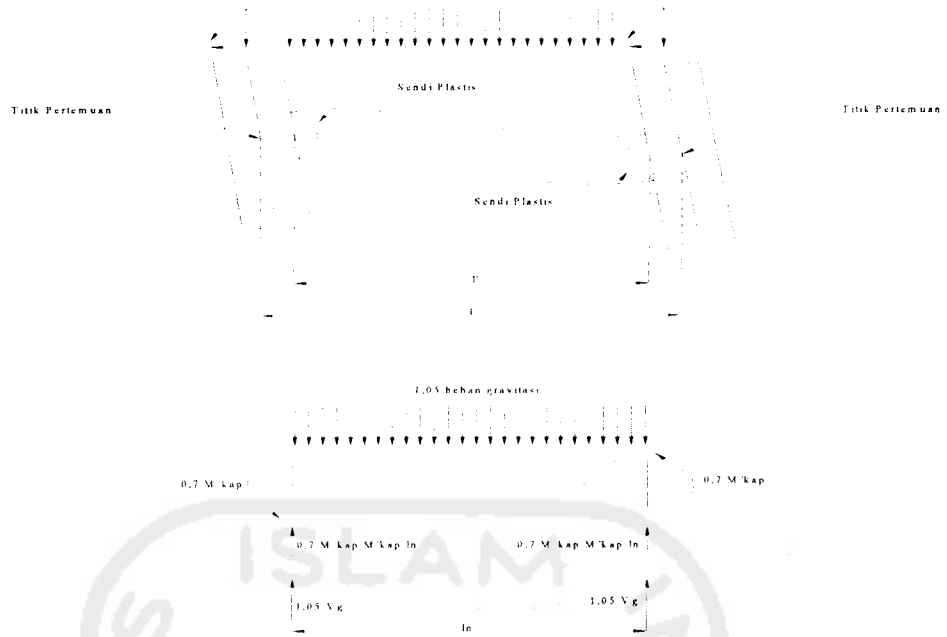
M'_{kap} = momen kapasitas balok berdasarkan tulangan yang sebenarnya terpasang pada ujung balok atau bidang muka loncat yang lain.

$V_{D,b}$ = 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.



Gambar 3.14 Balok Portal dengan Sendi Plastis pada Kedua Ujungnya

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 :

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

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

Tetapi dalam segala hal tidak perlu lebih dari :

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

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

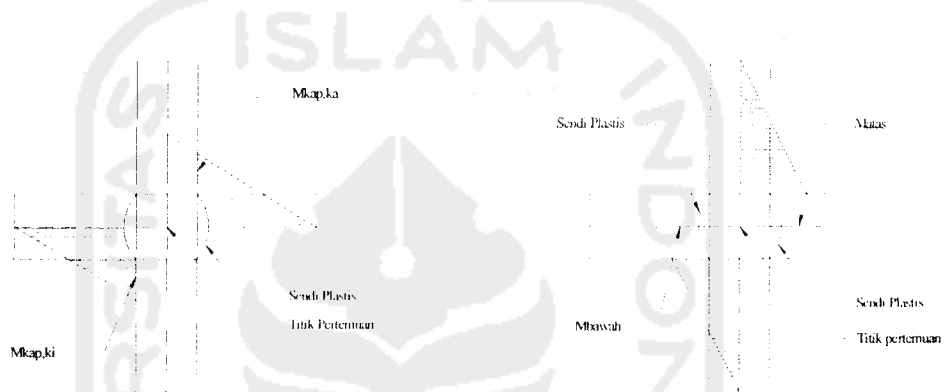
Dimana :

ω_d = faktor pembesar dinamis yang memperhitungkan pengaruh terjadinya sendi plastis pada struktur secara keseluruhan, diambil nilai $\omega_d = 1,3$; kecuali untuk kolom yang didesain terjadi sendi plastis .

α_k = faktor 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 balok di sebelah kanan bidang muka kolom



Gambar 3.15 Pertemuan Balok Kolom dengan Sendi Plastis di Kedua Ujungnya

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

$$N_{u,k} = \frac{0,7 \cdot R_n \cdot \sum M_{kap,b}}{I_b} + 1,05 \cdot N_{g,k} \dots \dots \dots (3.6.12)$$

Tetapi dalam segala hal tidak perlu lebih dari :

$$N_{u,k} = 1,05 \cdot \left(N_{g,k} + \frac{4}{k} \cdot N_{E,k} \right) \dots \dots \dots (3.6.13)$$

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 di atas kolom yang ditinjau
 l_b = bentang balok dari as ke as kolom (m)
 $N_{g,k}$ = gaya aksial kolom akibat beban gravitasi (KN)
 $N_{E,k}$ = gaya aksial kolom akibat beban gempa (KN)

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 :

Untuk kolom lantai atas dan lantai dasar

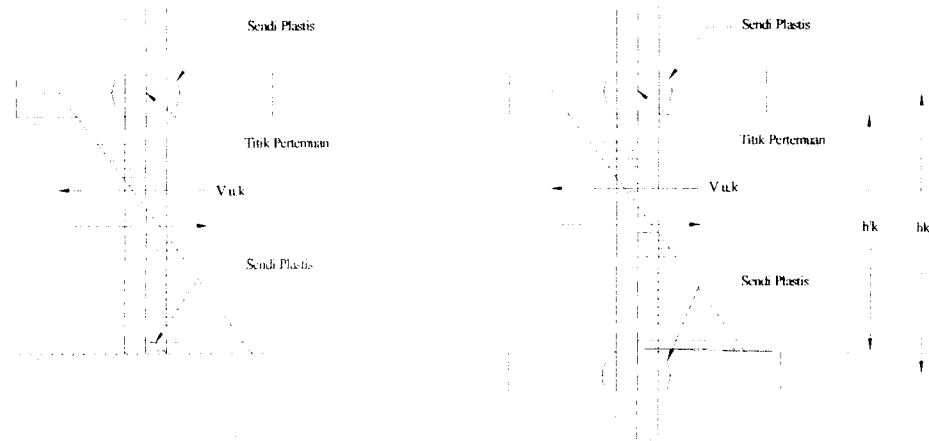
$$V_{u,k} = \frac{M_{u,katas} + M_{u,kbawah}}{h'_k} \dots\dots\dots (3.6.14)$$

dan dalam segala hal tidak perlu lebih besar dari :

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

Kapasitas lentur sendi plastis kolom dapat dihitung :

$$M_{kap,k bawah} = 0 \cdot M_{nak,k bawah} \dots\dots\dots (3.6.16)$$



Gambar 3.16 Kolom dengan $M_{u,k}$ berdasarkan Kapasitas Sendi Plastis Balok

Dimana :

$M_{u,k}$ atas = momen rencana kolom ujung atas dihitung pada muka balok (KNm)

$M_{u,k}$ bawah = momen rencana kolom ujung bawah dihitung pada muka balok
(KNm)

h_k = tinggi bersih kolom (m)

$V_{D,k}$ = gaya geser kolom akibat beban mati (KN)

$V_{L,k}$ = gaya geser kolom akibat beban hidup (KN)

V_{Ek} = gaya geser kolom akibat beban gempa (KN)

$M_{kap, k}$ bawah = kapasitas lentur ujung dasar kolom lantai dasar (KN)

$M_{nak, k}$ bawah = kuat lentur nominal aktual ujung dasar kolom lantai dasar (KN)

3.6.4 Perencanaan Panel Pertemuan Balok Kolom

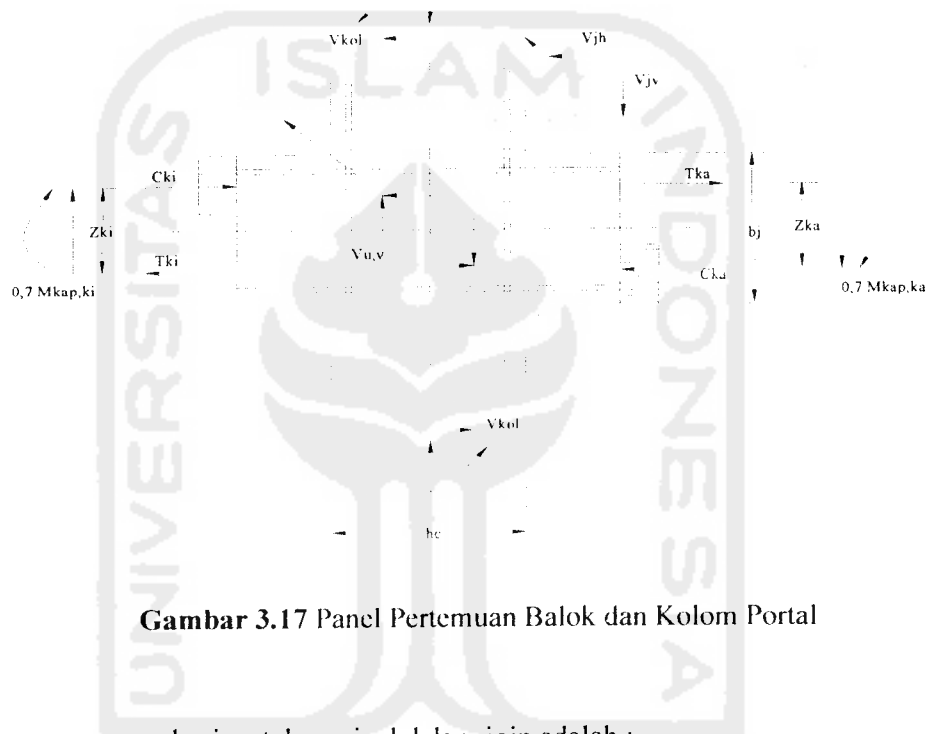
Gaya-gaya yang terjadi pada join rangka harus membentuk keseimbangan sebagai berikut :

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

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

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

$$V_{kol} = \frac{0,7 \cdot \left(\frac{l_{ki}}{l'_{ka}} \cdot M_{kap,ki} + \frac{l_{ka}}{l'_{ka}} \cdot M_{kap,ka} \right)}{1/2(h_{ka} + h_{kb})} \dots\dots\dots (3.6.20)$$



Gambar 3.17 Panel Pertemuan Balok dan Kolom Portal

Tegangan geser horisontal nominal dalam join adalah :

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

Dimana : b_j = lebar efektif join (mm)

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

Gaya geser horisontal v_{jh} ini ditahan oleh 2 mekanisme kuat geser inti :

- *Strat* beton diagonal yang melewati daerah tekan ujung join 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}

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

Besarnya V_{ch} yang dipikul oleh *strat* beton harus sama dengan nol, kecuali :

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

Bila tegangan rata-rata minimum pada penampang bruto kolom di atas join kurang dari $0,1f'c$ ($p_c < 0,1f'c$) maka :

$$V_{sh} = V_{jh} - \frac{2}{3} \sqrt{\left(\frac{N_{u,k}}{A_g}\right) - 0.1 \cdot f'c \cdot b_j \cdot h_j} \dots\dots\dots$$

(3.6.26)

Pada join rangka dengan melakukan relokasi sendi plastis :

$$V_{sh} = V_{jh} - 0.5 \cdot \frac{A_s'}{A_g} \cdot V_{jh} \cdot \left(1 + \frac{N_{u,k}}{0.4 \cdot A_g \cdot f'c}\right) \dots\dots\dots (3.6.27)$$

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

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

Geser join vertikal (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 : $V_{sv} = V_{jv} - V_{cv}$

$$\text{Menjadi : } V_{cv} = A_{sc}' \cdot \frac{V_{sh}}{V_{sc}} \cdot \left(0.6 + \frac{N_{u,k}}{A_g \cdot f'c}\right) \dots\dots\dots (3.6.30)$$

Dimana : A_{sc}' = luas tulangan longitudinal tekan (mm^2)

A_{sc} = luas tulangan longitudinal tarik (mm^2)

Sehingga luas tulangan join vertikal :

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}}\right) \dots\dots\dots (3.6.31)$$

3.7 PONDASI

Pada gedung *Gama book plaza* ini, perencanaan ulang pondasi ini menggunakan fondasi telapak menerus (*continuous footing*). Perencanaan fondasi meliputi perencanaan dimensi penampang tapak dan juga penulangannya.

3.7.1 Perencanaan Dimensi Penampang Fondasi

Langkah-langkah perencanaan fondasi sebagai berikut :

1. Menentukan data mutu beton, baja tulangan, ukuran kolom, data tanah.

- Tegangan leleh baja (f_y) : dalam satuan Mpa
- Kuat desak rencana beton (f'_c) : dalam satuan Mpa
- Data-data tanah berupa nilai sudut geser dalam (ϕ), kohesi c , dan berat (γ').
- Pada proses perancangan fondasi ini digunakan pola keruntuhan geser umum (*General Shear Failure*) dengan asumsi bentuk bujur sangkar.

2. Menentukan dimensi luas tapak fondasi (A)

Dalam perencanaan yang digunakan sebagai acuan untuk memperoleh dimensi luas fondasi adalah daya dukung tanah ijin (q_{all}), yang besarnya :

$$q_{all} = \frac{q_{ultimato}}{SF} \dots\dots\dots(3.7.1)$$

dimana : $SF = Safety Factor$ (faktor keamanan), diambil nilai : 1,5 – 3

Dalam hal ini nilai yang digunakan untuk q_{all} diambil dari besarnya tahanan konus (q_c) dari data sondir tanah.

1. Untuk beban aksial sentris ($e = 0$)

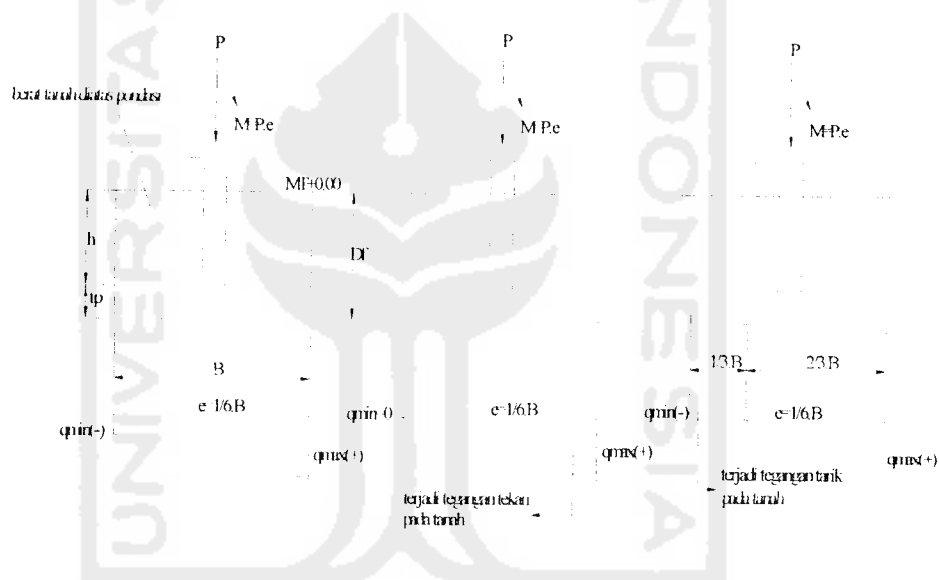
Jika resultan beban berhimpit dengan pusat berat luas fondasi, maka nilai eksentrisitas sama dengan nol dan tekanan pada dasar fondasi dapat dianggap tersebar merata ke seluruh luasan fondasi.

Sehingga besar penampang tapak :

$$A_{\text{perlu}} = \frac{P}{q_{\text{all}}} \dots\dots\dots(3.7.2)$$

2. Untuk beban aksial dan momen eksentris ($e \neq 0$)

Jika resultan beban-beban eksentris dan terdapat momen yang harus didukung fondasi, momen-momen tersebut dapat digantikan dengan beban vertikal yang titik tangkap gayanya pada jarak e dari pusat berat fondasi.



Gambar 3.18 Diagram Tegangan Fondasi

$$q_{\text{all max}} = \frac{P}{A} \left(1 + \frac{6.e}{b} \right) \dots\dots\dots(3.7.3)$$

$$q_{\text{all min}} = \lambda_{\text{ndu}} \frac{kL}{r_{\text{ndu}}} < 24t \dots\dots\dots(3.7.4)$$

- Pada kondisi dimana : $e < 1/6.b \longrightarrow q_{\text{all min}}$ bernilai negatif (-)

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

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

$$Q_{all} \text{ rata-rata} = \frac{1}{2} (q_{all} \text{ max} + q_{all} \text{ min}) \dots \dots \dots (3.7.5)$$

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

$$A_{perlu} = \frac{P}{q_{all} \text{ max}} \left(1 + \frac{6.e}{b} \right) \dots \dots \dots (3.7.6)$$

Setelah A_{perlu} diketahui lebar (L) dan panjang (P) sisi tapak fondasi bisa dicari dan diperoleh nilai A_{ada} . Sehingga tegangan kontak yang terjadi di dasar fondasi, adalah :

$$q_u = \frac{P}{A_{ada}} + \frac{M_y}{\frac{1}{6} \cdot B_x^2 \cdot B_y} + \frac{M_x}{\frac{1}{6} \cdot B_y^2 \cdot B_x} \dots \dots \dots (3.7.7)$$

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

Kapasitas daya dukung tanah yang terjadi di dasar fondasi adalah :

$$q_{ult \text{ netto}} = q_{ult \text{ brutto}} - q \dots \dots \dots (3.7.8)$$

$$\text{dimana : } q = h \cdot \gamma \dots \dots \dots (3.7.9)$$

Untuk memperoleh nilai $q_{ult \text{ brutto}}$ dapat digunakan nilai tegangan ijin tanah yang direkomendasikan dari hasil penyelidikan tanah pada Lab.Mekanika Tanah UGM Yogyakarta,

dimana :

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

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

b = lebar efektif fondasi (m)

q = beban merata tanah diatas fondasi dibawah permukaan tanah
(kg/cm^2)

γ' = berat volume tanah (kg/cm^3)

h = kedalaman tanah diatas fondasi (m)

D_f = kedalaman fondasi (m)

Kontrol tegangan ijin yang terjadi :

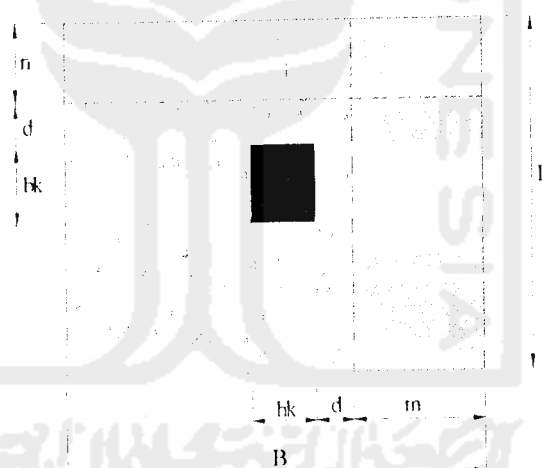
$$Q_{ult \text{ netto}} \leq Q_{kontak} \dots\dots\dots(3.7.10)$$

3.7.2 Perencanaan Geser Fondasi

3.7.2.1 Geser satu (1) arah

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

$$d = h - \text{penutup beton (Pb)} - \frac{1}{2} \cdot \phi_{tulangan} \dots\dots\dots(3.7.11)$$



Gambar 3.19 Daerah Geser Satu (1) Arah pada Penampang Fondasi

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

$$V_u = m \cdot L \cdot q_u \longrightarrow \text{pada arah } -x \dots\dots\dots(3.7.12)$$

Dimana : $m = \frac{P - h_k - 2.d}{2}$ (3.7.13)

$V_u = n.p.qu$ \longrightarrow pada arah $-y$ (3.7.14)

Dimana : $n = \frac{L - b_k - 2.d}{2}$ (3.7.15)

Kekuatan beton menahan gaya geser (V_c) :

• Arah $-x$: $V_{c_x} = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot L.d \geq \frac{V_{u_x}}{\phi}$ (3.7.16)

• Arah $-y$: $V_{c_y} = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot L.d \geq \frac{V_{u_y}}{\phi}$ (3.7.17)

3.7.2.2 Geser dua (2) arah / Pons

Gaya geser akibat beban luar yang bekerja pada penampang kritis :

$V_u = qu \cdot ((P.L) - (x.y))$ (3.7.18)

$x = h_k + d$ (3.7.19)

$y = b_k + d$ (3.7.20)

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

$V_c = 4 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_o \cdot D$ (3.7.21)

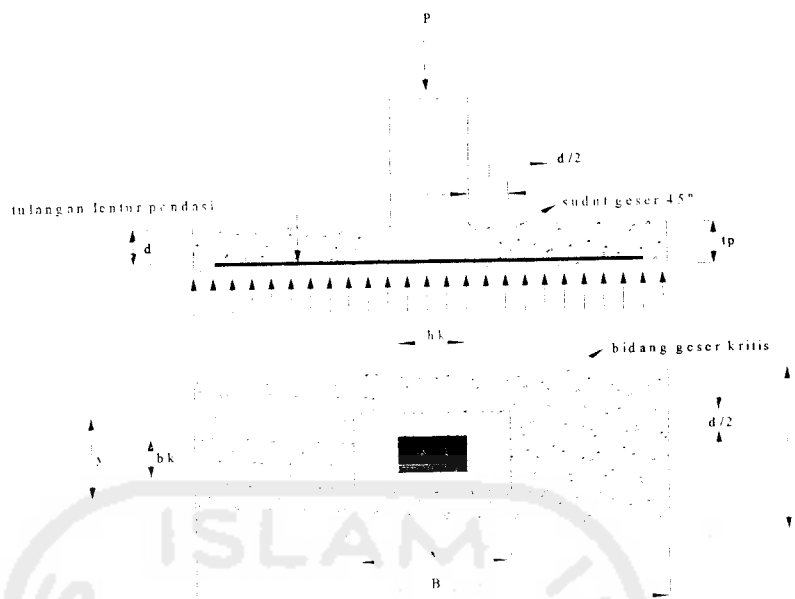
Atau $V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \left(2 \sqrt{f'c}\right) b_o \cdot D$ (3.7.22)

$b_o = 2 \cdot (x+y) = 2 \cdot ((h_k+d) + (b_k+d))$ (3.7.23)

$\beta_c = \frac{\text{sisi panjang tapak}}{\text{sisi pendek tapak}} \geq 1,0$ (3.7.24)

dimana : $b_o =$ keliling penampang kritis (mm^2)

$\beta_c =$ rasio sisi panjang dengan sisi pendek



Gambar 3.20 Gaya Geser Dua (2) Arah pada Penampang Fondasi

Kontrol gaya geser yang terjadi :

- Bila $V_{c_{x,y}} \geq V_{u_{x,y}}/\phi$, maka tegangan geser aman
- Bila $V_{c_{x,y}} < V_{u_{x,y}}/\phi$, maka tebal pelat perlu diperbesar.

3.7.3 Perencanaan Tulangan Lentur Fondasi

Diambil nilai lebar (b) fondasi tiap 1 meter = 1000 mm

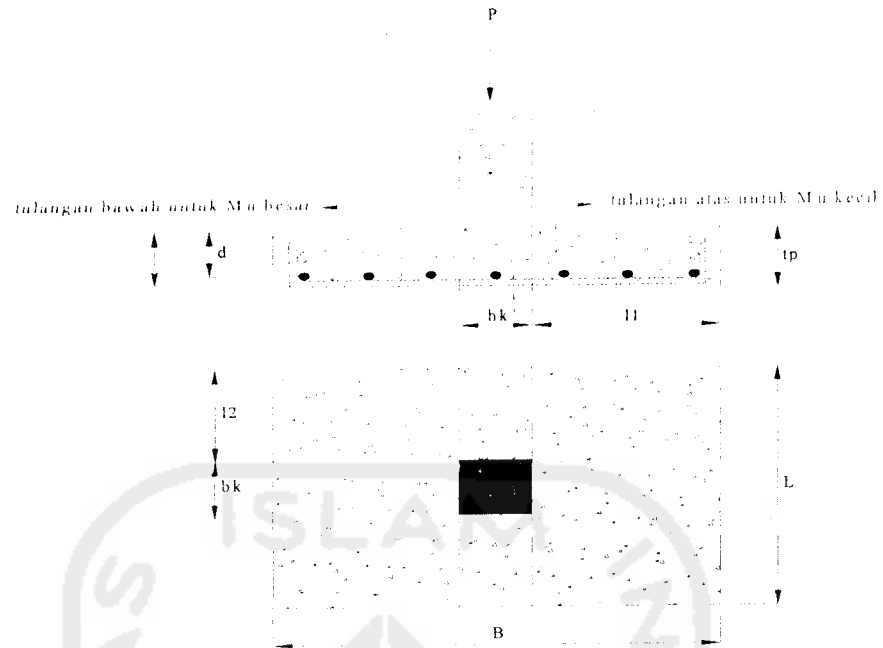
• Tulangan arah x : $l_1 = \frac{1}{2} (P - h_k)$ (3.7.25)

$$Mu_1 = \frac{1}{2} \cdot q_u \cdot l_1^2 \quad \text{.....(3.7.26)}$$

• Tulangan arah y : $l_2 = \frac{1}{2} (P - b_k)$ (3.7.27)

$$Mu_2 = \frac{1}{2} \cdot q_u \cdot l_2^2 \quad \text{.....(3.7.28)}$$

Diambil nilai Mu_1 atau Mu_2 yang terbesar. Untuk Mu yang besar letak tulangan dibawah sedangkan Mu yang kecil letak tulangan diatas. Untuk fondasi diambil nilai penutup beton (P_b) ≥ 70 mm.



$$d = h + P_b - \frac{1}{2} \cdot \phi_{tul.bawah} \longrightarrow \text{untuk tul. bawah}$$

$$d = h + P_b - \phi_{tul.bawah} - \frac{1}{2} \cdot \phi_{tul.atas} \longrightarrow \text{untuk tul. atas}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \cdot f'c} \dots\dots\dots(3.7.29)$$

$$Rn_{ada} = \frac{Mu \cdot \phi}{b \cdot d^2 \cdot \phi_{ada}} \dots\dots\dots(3.7.30)$$

$$\rho = \left(\frac{1}{9} \sqrt{f'c \cdot \sum x^2 \cdot y} \right) \dots\dots\dots(3.7.31)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots(3.7.32)$$

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

$$\text{Luas tulangan perlu : } A_{Sperlu} = \rho_{perlu} \cdot b \cdot d \dots\dots\dots(3.7.33)$$

$$\text{Luas tulangan susut : } A_{s_{\text{tul. susut}}} = 0,002 \cdot b \cdot h \quad \dots\dots\dots(3.7.34)$$

Dipilih diameter (ϕ) tulangan, didapatkan $\Lambda_{(\phi)}$, jarak antar tulangan :

$$s \leq \frac{A_{\phi} \cdot 1000}{A_{s_{\text{perlu}}}} \quad \dots\dots\dots$$

(3.7.35)

Sehingga nilai $A_{s_{\text{ada}}}$ dapat dihitung :

$$A_{s_{\text{ada}}} = \left(\frac{M_{\text{kap. ki}}}{Z_{\text{ki}}} \right) \quad \dots\dots\dots (3.7.36)$$

Kontrol kapasitas lentur yang terjadi :

Tinggi blok tekan pelat fondasi :

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_{c,b}} \quad \dots\dots\dots (3.7.37)$$

Kapasitas lentur nominal pelat fondasi :

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) \geq \frac{M_u}{\phi} \quad \dots\dots\dots (3.7.38)$$

3.8 Perencanaan Tangga

Tangga merupakan tangga non-struktural dari bangunan. Perencanaan tangga meliputi perencanaan dimensi serta penulangan tangga. Desain tangga umumnya menggunakan bordes selain berfungsi sebagai tempat berhenti sejenak pengguna tangga untuk beristirahat, juga untuk efisiensi kebutuhan ruang tangga sehingga tidak memakan tempat terlalu banyak.

3.8.1 Perencanaan Dimensi Tangga

Perencanaan ulang (*redesign*) dimensi tangga pada Gedung Gama Book Plaza Jogjakarta meliputi: lebar jumlah *aprede* dan *antrede* pada anak tangga,

panjang tangga, lebar dan tinggi bordes. Perencanaan dimensi tangga yang baik akan memberikan rasa nyaman karena pengguna tangga tidak membutuhkan banyak tangga untuk menaiki/menuruninya sehingga tidak cepat lelah dan juga aman, tidak membahayakan pengguna karena sudut kecuraman tangga yang besar sehingga bahaya tergelincirnya pengguna tangga dapat dihindari.

Langkah-langkah perencanaan tangga adalah sebagai berikut:

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

- a. Tinggi bersih antar lantai (h) dalam meter dapat diketahui
- b. Lebar bordes (LB) dalam meter dapat ditentukan, diambil $\geq 1,20$ meter
- c. Tinggi *optrede* ideal ≤ 20 cm (15-18 cm)

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

$$\text{Sehingga tinggi } optrede \text{ sebenarnya } h_o = \frac{h}{\text{jumlah } optrede} \dots\dots\dots(3.8.2)$$

- d. Lebar *antrede* ideal ≥ 30 cm, diambil nilai lebar *antrede* (L_a) = 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

$$Pt = (L_a \times \text{jumlah } antrede / 2 + LB \leq 4,50 \text{ meter} \dots\dots\dots(3.8.3)$$

2. Menentukan tebal pelat tangga (h_1) dan lebar tangga (L_1)

Untuk panjang bentang tangga $\pm 4,50$ meter

- a. Diambil nilai tebal pelat (h) : 15 cm
- b. Sudut kemiringan ideal tangga antara $30^0 - 35^0$ misal diambil sudut perkiraan awal (α) = 30^0 , maka tebal pelat sisi miring (h'):

$$h' = \frac{h}{\cos \alpha} \dots\dots\dots(3.8.4)$$

Sehingga sudut tangga sebenarnya (α') : $\alpha' = \frac{h'}{L_a} \dots\dots\dots(3.8.5)$

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

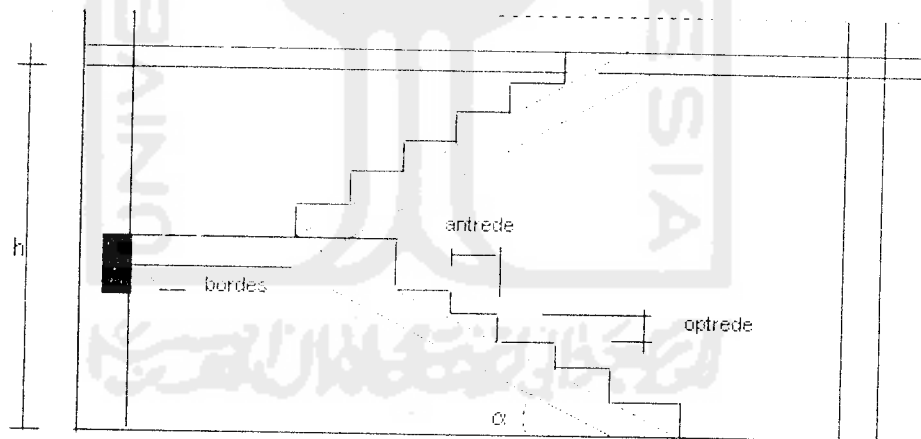
$$d' = d - 2 (1/2 \text{ lebar balok induk}) \dots\dots\dots(3.8.6)$$

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

$$L_t = \frac{1}{2} (d' - (3 \times 0,1)) \geq 1,20 \text{ meter} \dots\dots\dots(3.8.7)$$

3. Menentukan tulangan tangga

Untuk perhitungan penulangan pelat tangga sama dengan perhitungan pada penulangan pelat lantai.



Gambar 3.13 Perencanaan Tangga

1.5.1 Perencanaan Tulangan Tangga

Perencanaan tulangan pada tangga diambil momen terbesar di daerah tumpuan maupun lapangan, baik pada tangga sebelah atas atau bawah bordes.

Digunakan penutup beton (Pb) 20 cm, sehingga:

$$dx = h - Pb - 1/2 \cdot \varnothing_{tul.x} \quad \dots\dots\dots(3.8.8)$$

$$dy = h - Pb - \varnothing_{tul.x} - 1/2 \cdot \varnothing_{tul.y} \quad \dots\dots\dots(3.8.9)$$

Menghitung rasio tulangan perlu (ρ):

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \rho \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \quad \dots\dots\dots(3.8.10)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b \quad \dots\dots\dots(3.8.11)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \quad \dots\dots\dots(3.8.12)$$

$$R_n = \frac{Mu / \phi}{h \cdot d^2} \quad \dots\dots\dots(3.204)$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} \quad \dots\dots\dots(3.8.13)$$

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \quad \dots\dots\dots(3.8.14)$$

Jika $\rho_{ada} > \rho_{maks}$ → tebal minimum (h) harus perbesar

Jika $\rho_{min} < \rho_{ada} < \rho_{maks}$ → dipakai nilai : $\rho_{paksi} = \rho_{ada}$

Jika $\rho_{ada} < \rho_{maks}$

> ρ_{min} , maka :

$1,33 \cdot \rho_{ada} > \rho_{min}$ → dipakai nilai : $\rho_{perlu} = \rho_{min}$

$0,002 < 1,33 \cdot \rho_{ada} < \rho_{min}$ → dipakai nilai : $\rho_{perlu} = 1,33 \cdot \rho_{ada}$

Setelah didapatkan nilai ρ_{perlu} , maka:

$$A_{S\text{perlu}} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \quad \dots\dots\dots(3.8.15)$$

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

$$\text{Jarak antar tulangan : } s \leq \frac{A_1 b}{A_{S\text{perlu}}} \quad \dots\dots\dots(3.8.16)$$

$$\text{Sehingga didapatkan nilai } A_{S\text{ada}} : A_{S\text{ada}} = \frac{A_1 b}{s} \quad \dots\dots\dots(3.8.17)$$

- Kontrol kapasitas lentur pelat yang terjadi:

$$a = \frac{A_{S\text{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot h} \quad \dots\dots\dots(3.8.18)$$

$$M_n = A_{S\text{ada}} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \geq \frac{M_u}{\Phi} \quad \dots\dots\dots(3.8.19)$$

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

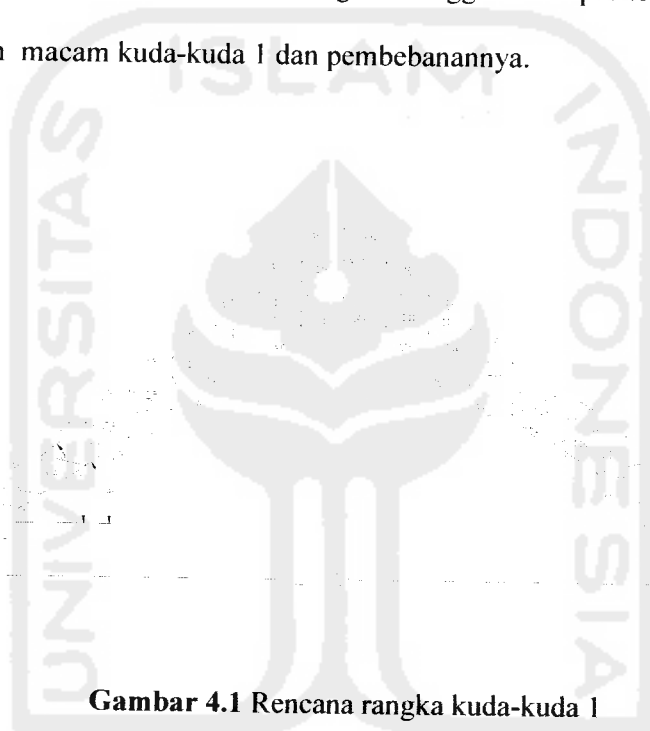
$$M_n = A_{S\text{ada}} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \geq \frac{M_u}{\Phi} \quad \dots\dots\dots(3.8.20)$$

BAB IV

PERENCANAAN PERHITUNGAN STRUKTUR KONSTRUKSI

4.1 Perencanaan Atap

Pada perencanaan ulang Gedung *Gama Book Plaza* ini digunakan rangka atap (kuda-kuda) yang direncanakan dengan menggunakan profil baja, di bawah ini digambarkan macam kuda-kuda I dan pembebanannya.



Gambar 4.1 Rencana rangka kuda-kuda I

4.1.1 Perencanaan Gording

1. Data-data

- Jarak antar kuda-kuda = 4,0 m
- Mutu Baja Profil BJ 37 : $F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$

$$\text{Kuat tarik minimum } (F_u) = 3700 \text{ kg/cm}^2$$

- Mutu baut *biasa* dari PT Gunung Garuda M16

Tegangan Geser (F_v) *Single* = 23,56 KN = 2356 kg/cm²

Kuat tarik minimum (F_u) = 47,10 KN = 4710 kg/cm²

Direncanakan terhadap bangunan di darat.

2. Panjang batang dari kuda-kuda

Panjang batang kuda-kuda dengan bentang : 26,25 m.

Tabel 4.1. Panjang Batang Kuda-kuda 1

NO	BATANG	PANJANG(m)	NO	BATANG	PANJANG(m)
1	Atas (A 1)	1,9035	36	Bawah (B18)	1,5000
2	Atas (A 2)	1,8440	37	Vertikal (V1)	1,1719
3	Atas (A 3)	1,8440	38	Vertikal (V2)	1,3271
4	Atas (A 4)	1,8440	39	Vertikal (V3)	1,4823
5	Atas (A 5)	1,8440	40	Vertikal (V4)	1,6191
6	Atas (A 6)	1,8440	41	Vertikal (V5)	1,7925
7	Atas (A 7)	1,8440	42	Vertikal (V6)	1,9470
8	Atas (A 8)	1,8440	43	Vertikal (V7)	2,1030
9	Atas (A 9)	1,8440	44	Vertikal (V8)	2,2580
10	Atas (A 10)	1,8440	45	Vertikal (V9)	2,4129
11	Atas (A 11)	1,8440	46	Vertikal(V10)	2,2580
12	Atas (A 12)	1,8440	47	Vertikal (V11)	2,1030
13	Atas (A 13)	1,8440	48	Vertikal (V12)	1,9470
14	Atas (A 14)	1,8440	49	Vertikal (V13)	1,7925

15	Atas (A 15)	1,8440	50	Vertikal (V14)	1,6191
16	Atas (A 16)	1,8440	51	Vertikal (V15)	1,4823
17	Atas (A 17)	1,8440	52	Vertikal (V16)	1,3371
18	Atas (A 18)	1,9035	53	Vertikal (V17)	1,1719
19	Bawah(B 1)	1,5000	54	Diagonal (D1)	1,4660
20	Bawah(B 2)	1,7528	55	Diagonal (D2)	1,4940
21	Bawah (B 3)	1,7528	56	Diagonal (D3)	1,5370
22	Bawah (B4)	1,7528	57	Diagonal (D4)	1,5950
23	Bawah (B5)	1,7528	58	Diagonal (D5)	1,6650
24	Bawah (B6)	1,7528	59	Diagonal (D 6)	1,7460
25	Bawah (B7)	1,7528	60	Diagonal (D 7)	1,8360
26	Bawah (B8)	1,7528	61	Diagonal (D 8)	1,9350
27	Bawah (B9)	1,7528	62	Diagonal (D 9)	1,9350
28	Bawah(B10)	1,7528	63	Diagonal(D10)	1,8360
29	Bawah(B11)	1,7528	64	Diagonal(D11)	1,7460
30	Bawah(B12)	1,7528	65	Diagonal(D12)	1,6650
31	Bawah(B13)	1,7528	66	Diagonal(D13)	1,5950
32	Bawah(B14)	1,7528	67	Diagonal(D14)	1,5370
33	Bawah(B15)	1,7528	68	Diagonal(D15)	1,4940
34	Bawah(B16)	1,7528	69	Diagonal(D16)	1,4660
35	Bawah(B17)	1,7528			

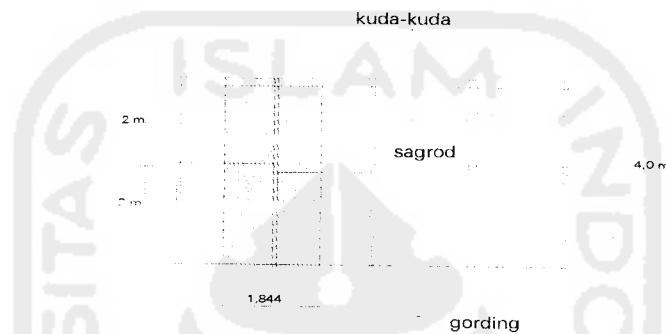
3. Pembebanan Gording

Dicoba profil : 150x50x20x2,3 (*Light Lip Channel*)

$$A = 6,322 \text{ cm}^2 \qquad w = 4,96 \text{ kg/m}$$

$$I_x = 210 \text{ cm}^4 \qquad S_x = 28 \text{ cm}^3$$

$$I_y = 21,9 \text{ cm}^4 \qquad S_y = 6,33 \text{ cm}^3$$



Gambar 4.2 Pembebanan gording

A. Beban tetap

Berdasar pada PPIUG 1983 diketahui :

- Beban penutup atap genting = 50 kg/m^2
 $= 50 \times 1,8440 \text{ (jarak gording)} = 92,2 \text{ kg/m}^2$
- Beban gording taksiran (7-10 kg/m) = 10 kg/m
- Beban hidup (air hujan = 40 kg/m^2)
 $= (40-0,8\alpha) \times \text{jarak gording} = (40-0,8\alpha) \times 1,844 = 17,702 \text{ kg/m}^2 +$
 $= 119,902 \text{ kg/m}$

Gambar 4.3. Arah pembebanan gording

$$q_{\perp} \Rightarrow q \cos \alpha = 119,902 \cdot \cos 38^{\circ} = 94,484 \text{ kg/m}$$

$$q_{//} \Rightarrow q \sin \alpha = 119,902 \cdot \sin 38^{\circ} = 73,819 \text{ kg/m}$$

B. Beban angin

Pada bangunan daerah didarat menurut (PPIUG 1983) , $w = 25 \text{ kg/cm}^2$

- Beban Angin tekan (w_t) $\alpha < 65^{\circ}$

Diketahui sudut $\alpha = 38^{\circ}$

$$C_1 = 0,02 \alpha - 0,4 = 0,02 \cdot 38 - 0,4 = 0,36$$

$$W_t = C_1 \cdot w \cdot \text{jarak gording} = 0,36 \cdot 25 \cdot 1,8440 = 16,596 \text{ kg/m}$$

- Beban Angin hisap (w_h)

$$C_2 = -0,4$$

$$w_h = C_2 \cdot w \cdot \text{jarak gording} = -0,4 \cdot 25 \cdot 1,8440 = -18,440 \text{ kg/m}$$

C. Perhitungan momen

- Akibat beban tetap

$$\text{Dari } q_{\perp} \Rightarrow M_{\perp \text{maks}} = 1/8 \cdot q_{\perp} \cdot b = 1/8 \cdot 94,484 \cdot 4^2 = 188,968 \text{ kgm}$$

$$\text{Dari } q// \Rightarrow M//\text{maks} = 1/32 \cdot q// \cdot b^2 = 1/32 \cdot 73,819 \cdot 4^2 = 36,684 \text{ kgm}$$

- Akibat beban angin

$$M\text{maks} = 1/8 \cdot w_t \cdot b^2 = 1/8 \cdot 16,596 \cdot 4^2 = 33,192 \text{ kgm}$$

D. Dimensi gording

- Kontrol tegangan

$$\frac{f_{bx}}{0,66 F_y} + \frac{f_{by}}{0,75 F_y} \leq 1,0$$

$$f_{bx} = \frac{M_{\perp} \cdot \text{max}}{S_x} = \frac{(188,968 + 33,192) \cdot 100}{28} = 789,314 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{by} = \frac{M_{//} \cdot \text{max}}{S_y} = \frac{36,684 \cdot 100}{6,33} = 579,526 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{789,314}{0,66 \cdot 2400} + \frac{579,526}{0,75 \cdot 2400} = 0,82 \leq 1,0 \Rightarrow \text{Ok}$$

- Kontrol lendutan

$$\delta_{\perp} = \frac{5}{384} \frac{q_{\perp} \cdot L^4}{EI_x} \leq \frac{L}{360}$$

$$= \frac{5}{384} \frac{94,484 \cdot 10^{-2} \cdot 400^4}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 210}$$

$$= 0,7024 \leq \frac{400}{360} = 1,111 \Rightarrow \text{Ok}$$

$$= \frac{5}{384} \frac{73,819 \cdot 10^{-2} \cdot (400/(1+1))^4}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 21,9} = 0,3324 \leq \frac{400}{360} = 1,111 \Rightarrow \text{Ok}$$

Chek :

$$\delta = \sqrt{\delta_{\perp} + \delta_{\parallel}} = \sqrt{(0,7098 + 0,3324)} = 1,021$$

$$= 1,021 < 1,1111 \Rightarrow \text{Ok.}$$

Jadi Gording dipakai Baja profil 150x50x2x2,3 (*Light Lip Channel*)

4.1.2 Perencanaan *Sagrod dan Tierod*

- **Beban *Sagrod***

Diketahui jarak *Sagrod* (S_s) adalah 2 m.

Berat penutup atap

Berat penutup atap yang berupa genteng dalam PPIUG 1983 halaman 12 adalah 50 kg/m^2

Beban hidup

Beban hidup yang bekerja pada atap sesuai PPIUG 1983, berupa beban air hujan = $(40 - 0,8\alpha)$, dimana α adalah sudut kemiringan atap.

- berat penutup atap x $(\frac{1}{2} \cdot L / \cos \alpha)$

$$= 50 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 26,25 / \cos 38^\circ) = 517,132 \text{ kg/m}$$

$$\text{- beban air hujan} = (40 - 0,8 \cdot 38) \cdot (\frac{1}{2} \cdot \frac{26,25}{\cos 38^\circ}) = 159,898 \text{ kg/m}$$

- Berat gording

$$(\text{jumlah gording satu sisi miring} \times \text{berat gording}) = \underline{44,64 \text{ kg/m} +}$$

$$\text{Total} = 721,67 \text{ kg/m}$$

$$P// = 721,67 \cdot \sin 38^\circ \cdot 1,844 = 819,297 \text{ kg/m}$$

- **Dimensi *sagrod***

$$A_{sagrod} = \frac{P//}{0,33 \cdot F_u}$$

$$= \frac{819,297}{0,33 \cdot 3700} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2_{sagrod}$$

$$D_{sagrod} = \sqrt{\frac{(819,297 \cdot 4)}{(0,33 \cdot 3700 \cdot \pi)}} = 0,854 \text{ cm} \Rightarrow 8,54 \text{ mm}$$

$$D_{sagrod} \text{ pakai} = 8,54 + 3 = 11,54 \text{ mm} \approx 12 \text{ mm}$$

▪ Dimensi *tierod*

$$\text{Beban } tierod; T = P// \cdot \cos \alpha^\circ = 819,297 \cdot \cos 38^\circ = 645,614 \text{ kg}$$

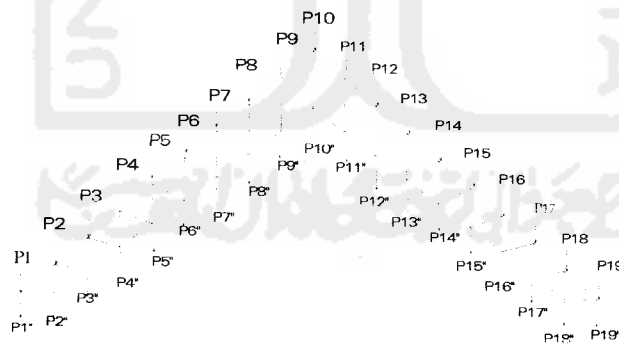
$$A_{tierod} = \frac{T}{0,33 F_u} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2_{tierod}$$

$$D_{tierod} = \sqrt{\frac{(645,614 \cdot 4)}{(0,33 \cdot 3700 \cdot \pi)}} = 0,673 \text{ cm} = 6,73 \text{ mm}$$

$$D_{tierod} \text{ pakai} = 6,73 + 3 = 9,73 \text{ mm} \approx 10 \text{ mm}$$

4.1.3 Perencanaan kuda-kuda

$$L = 26,25 \text{ m} \quad \alpha = 38^\circ$$



Gambar 4.4 Pembebanan kuda-kuda

Pembebanan pada kuda-kuda KK I

Beban tetap

- berat gording (diambil dari profil) = 4,96 kg/m
- berat eternit (Tabel 2.1 PPIUG '83) = 11 kg/m²
- penggantung (dari kayu) = 7 kg/m²
- berat penutup atap (genting) = 50 kg/m²
- beban hidup (PPIUG 1983) = $(40-0,8.38) = 9,6 \text{ kg/m}^2$
- beban taksiran kuda-kuda

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

$$W = \left(10 \pm \left(\frac{26,25-12}{3} \right) \cdot 5 \right) \cdot 4 = 135 \text{ kg/m}$$

Beban masing-masing joint :

- o P1 = P19

$$\text{Berat gording} = 4,96 \times 4,0 = 19,84 \text{ kg}$$

$$\text{Berat penutup atap} = \text{berat penutup atap} \times \text{jarak KK} \times \frac{1}{2} A$$

$$= 50 \times 4,0 \times \frac{1}{2} \cdot 1,903 = 190,35 \text{ kg} +$$

$$\text{Berat beban mati} = 210,19 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup} = \text{beban hidup} \times \text{jarak kuda-kuda} \times \text{jarak gording}$$

$$\text{- merata} = 9,6 \times 4 \times \frac{1}{2} \cdot 1,903 = 36,537 \text{ kg}$$

- o P2 = P 18

$$\text{Berat gording} = 4,96 \times 4,0 = 19,84 \text{ kg}$$

$$\text{Berat penutup atap} = 50 \times 4 \times ((1/2 \times 1,844) + (1/2 \cdot 1,903))$$

$$= 374,75 \text{ kg} +$$

$$\text{Beban mati (qD)} = 394,59 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup} = 9,6 \times 4 \times 1,873 = 71,923 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup terpusat (beban pekerja)} = 100 \text{ kg (1 KN)}$$

$$\text{O } P3 = P4 = P5 = P6 = P7 = P8 = P9 = P11 = P12 = P13 = P14$$

$$= P15 = P16 = P17$$

$$\text{Berat gording} = 4,96 \times 4,0 = 19,84 \text{ kg}$$

$$\text{Berat penutup atap} = 50 \times 4,0 \times 1,844 = 368,8 \text{ kg} +$$

$$\text{Beban mati (qD)} = 388,64 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup} = 9,6 \times 4 \times 1,844 = 70,809 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup terpusat (beban pekerja)} = 100 \text{ kg (1 KN)}$$

$$\text{O } P10$$

$$\text{Berat gording} = 2 \times (4,96 \times 4,0) = 39,68 \text{ kg}$$

$$\text{Berat penutup atap} = 50 \times 4,0 \times 1,8440 = 368,8 \text{ kg} +$$

$$\text{Beban mati (qD)} = 408,48 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup} = 9,6 \times 4 \times 1,844 = 70,809 \text{ kg}$$

$$\text{Beban hidup terpusat (beban pekerja)} = 100 \text{ kg (1 KN)}$$

$$\text{O } P1' = P19'$$

$$\text{Berat eternit + plafon} = 18 \times 4 \times \frac{1}{2} \times 1,903 = 68,508 \text{ kg}$$

$$\text{Berat profil kuda-kuda} = 135 \times \frac{1}{2} \times 1,903 = 128,452 \text{ kg} +$$

$$= 196,96 \text{ kg}$$

$$\text{O } P2' = P18'$$

$$\text{Berat eternit + plafon}$$

Berat eternit + plafon

$$= 18 \times 4 \times (1/2 \times 1,844) + (1/2 \times 1,903) = 134,89 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat profil kuda-kuda} &= 135 \times 1,873 = 252,855 \text{ kg} + \\ &= 387,74 \text{ kg} \end{aligned}$$

O P3'=P4'=P5'=P6'=P7'=P8'=P9'=P10=P11'

$$=P12'=P13'=P14'=P15'=P16'=P17'$$

$$\text{Berat eternit + plafon} = 18 \times 4 \times 1,844 = 132,768 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat profil kuda-kuda} &= 135 \times 1,844 = 248,94 \text{ kg} + \\ &= 417,708 \text{ kg} \end{aligned}$$

O P10'

$$\text{Berat eternit + plafon} = 18 \times 4 \times 1,844 = 132,768 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat profil kuda-kuda} &= 135 \times 1,844 = 248,94 \text{ kg} + \\ &= 381,708 \text{ kg} \end{aligned}$$

▪ **Beban angin**

$$W \text{ angin di darat (PPIUG 1983)} = 25 \text{ kg/m}^2$$

Koefisien angin menurut peraturan pembebanan untuk gedung 1983

(PPIUG '83), untuk $\alpha < 65^\circ$, diketahui $\alpha = 38^\circ$

$$\text{Tekan} = C1 = 0,02 \cdot \alpha - 0,4 = 0,02 \cdot 38 - 0,4 = 0,36$$

$$\text{Tarik} = C2 = -0,4$$

Beban yang bekerja :

$$W_t = C1 \times w = 0,36 \times 25 = 9 \text{ kg/m}^2$$

$$W_h = C2 \times w = -0,4 \times 25 = -10 \text{ kg/m}^2$$

o Angin kiri

$$W_{t_1} = 9 \times (\frac{1}{2} \times 1,9035) \times 4,0 = 34,2648 \text{ kg}$$

Sumbu X pada SAP = 21,0955 ; Sumbu Z pada SAP = 27,001

$$W_{t_2} = 9 \times ((\frac{1}{2} \times 1,844 + \frac{1}{2} \times 1,903)) \times 4,0 = 74,94 \text{ kg}$$

Sumbu X pada SAP = 46,1377 ; Sumbu Z pada SAP = 59,0535

$$W_{t_3} = 9 \times (\frac{1}{2} \times 2 \times 1,844) \times 4,0 = 66,384 \text{ kg}$$

Sumbu X pada SAP = 40,8701 ; Sumbu Z pada SAP = 52,3713

$$W_{t_4} = 9 \times (\frac{1}{2} \times 2 \times 1,8440) \times 4,0 = 66,3840 \text{ kg}$$

Sumbu X pada SAP = 40,8701 ; Sumbu Z pada SAP = 52,3713

$$W_{t_5} = 9 \times (\frac{1}{2} \times 2 \times 1,8440) \times 4,0 = 66,3840 \text{ kg}$$

Sumbu X pada SAP = 40,8701 ; Sumbu Z pada SAP = 52,3713

$$W_{t_6} = 9 \times (\frac{1}{2} \times 2 \times 1,8440) \times 4,0 = 66,3840 \text{ kg}$$

Sumbu X pada SAP = 40,8701 ; Sumbu Z pada SAP = 52,3713

$$W_{t_7} = 9 \times (\frac{1}{2} \times 2 \times 1,8440) \times 4,0 = 66,3840 \text{ kg}$$

Sumbu X pada SAP = 40,8701 ; Sumbu Z pada SAP = 52,3713

$$W_{t_8} = 9 \times (\frac{1}{2} \times 2 \times 1,8440) \times 4,0 = 66,3840 \text{ kg}$$

Sumbu X pada SAP = 40,8701 ; Sumbu Z pada SAP = 52,3713

$$W_{t_9} = 9 \times (\frac{1}{2} \times 2 \times 1,8440) \times 4,0 = 66,3840 \text{ kg}$$

Sumbu X pada SAP = 40,8701 ; Sumbu Z pada SAP = 52,3713

$$W_{t_{10}} = 9 \times (\frac{1}{2} \times 1,8440) \times 4,0 = 33,1980 \text{ kg}$$

Sumbu X pada SAP = 20,4350 ; Sumbu Z pada SAP = 26,1556

$$W_{h_{19}} = -10 \times \frac{1}{2} \times 1,903 \times 4 = -38,06 \text{ kg}$$

Sumbu X pada SAP = 23,432 ; Sumbu Z pada SAP = -29,991

$$Wh_{18} = -10 \times ((\frac{1}{2} \times 1,844 + \frac{1}{2} \times 1,903)) \times 4,0 = -74,94 \text{ kg}$$

Sumbu X pada SAP = 46,137 ; Sumbu Z pada SAP = -59,053

$$Wh_{11} \Rightarrow Wh_{17} = -10 \times (\frac{1}{2} \times 2 \times 1,844) = -73,76 \text{ kg}$$

Sumbu X pada SAP = 45,411 ; Sumbu Z pada SAP = 58,123

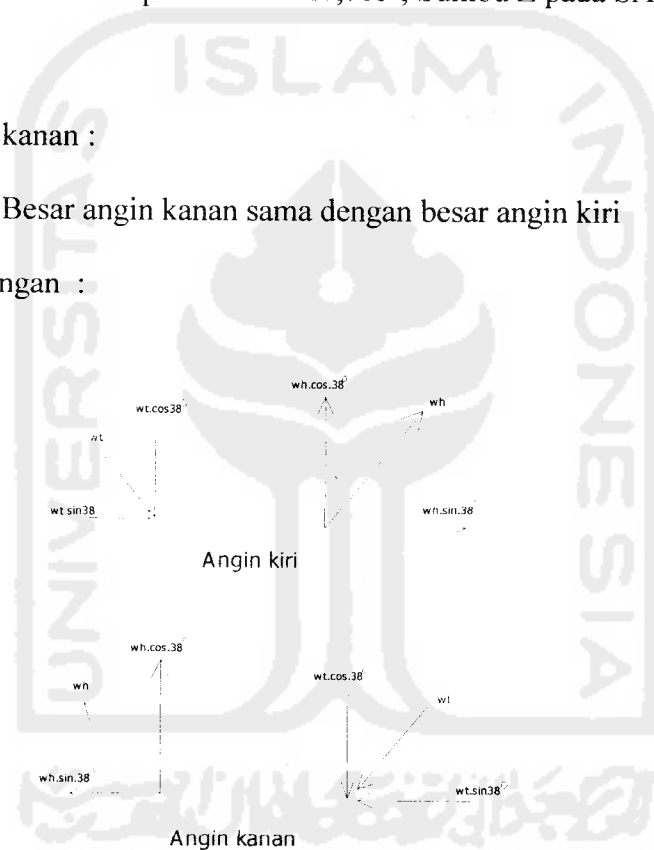
$$Wh_{10} = -10 \times (\frac{1}{2} \times 1,8440) \times 4,0 = -36,88 \text{ kg}$$

Sumbu X pada SAP = 22,705 ; Sumbu Z pada SAP = 29,061

- o Angin kanan :

Besar angin kanan sama dengan besar angin kiri

Keterangan :



Gambar 4.5. Arah angin kanan dan arah angin kiri .

4.1.4 Perencanaan Dimensi batang Profil

- a. Batang atas

- Batang Tarik

- Gaya tarik maksimal = 1592,4 kg

- Panjang batang maksimal = 190,3 cm

$$F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2 \quad F_u = 3700 \text{ kg/cm}^2$$

- Syarat batang tarik

$$\frac{L}{r} \leq 240 \text{ s/d } 300 \quad \Rightarrow r_{\min} = \frac{L}{240} = \frac{190,3}{240} = 0,792 \text{ cm}$$

- Luas tampang perlu

$$A_{g1} = \frac{P}{0,6F_y} = \frac{1592,4}{0,6 \times 2400} = 1,105 \text{ cm}^2$$

A_{g2} , Diketahui $\mu = 0,75$ (untuk profil dengan jumlah baut 2 buah dalam 1 baris).

$$\phi_{\text{baut}} = 16 \text{ mm} = 1,6 \text{ cm}$$

$$t_p = 1 \text{ mm} = 1 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} A_{g2} &= \frac{P}{0,50 \cdot F_u \cdot \mu} + \left(\frac{1}{8} + \phi_{\text{baut}} \right) \cdot t_p \cdot n \\ &= \frac{1592,4}{0,50 \cdot 3700 \cdot 0,75} + (0,3175 + 1,6) \cdot 1 \cdot 2 \\ &= 4,982 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dicoba profil 2L 80x80x8

$$A = 12,3 \text{ cm}^2 \quad w = 9,66 \text{ kg/m}$$

$$r = 2,42 \text{ cm} \geq r_{\min} = 0,792 \text{ cm} \rightarrow \text{dipakai } r = 2,42 \text{ cm}$$

Chek Kelangsingan :

$$KL/r = 1 \cdot 190,3 / 2,42 = 78,636 < 240 \Rightarrow \text{Ok.}$$

$$A_{\text{netto}} = A_{\text{profil}} - (\phi_{\text{baut}} + 1/8 \text{ "}) \cdot t_p \cdot n$$

$$= (2 \cdot 12,3) - (1,6 + 0,3175) \cdot 1 \cdot 2$$

$$= 20,765 \text{ cm}^2.$$

$$A_{\text{efektif}} = \mu \cdot A_{\text{netto}} = 0,75 \cdot 20,765 = 15,573 \text{ cm}^2$$

Kontrol tegangan

$$\frac{P}{A_{\text{profil}}} \leq 0,6 F_y \quad \Rightarrow \quad \frac{1592,4}{24,6} \leq 0,6 \cdot 2400$$

$$64,731 \text{ kg/cm}^2 \leq 1440 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow \text{Ok}$$

$$\frac{P}{A_{\text{efektif}}} \leq 0,5 F_u \quad \Rightarrow \quad \frac{1592,4}{15,573} \leq 0,5 \cdot 3700$$

$$102,253 \leq 1850 \text{ kg/cm}^2$$

karena batang atas terdapat juga batang tekan maka dicek juga sebagai batang tekan.

▪ Batang Tekan

- Gaya P Tekan maksimal (P maks) = 35393,9 kg

- Panjang batang maksimal = 184,4 cm

$$A_{\text{bruto}} = \frac{P}{0,6 \cdot F_y} = \frac{35393,9}{0,6 \cdot 2400} = 24,579 \text{ cm}^2$$

$$r_{\text{min}} = \frac{L}{240} = \frac{184,4}{240} = 0,768 \text{ cm}$$

$$A_{\text{eff perlu}} = \frac{P}{0,5 \cdot F_u} = \frac{35393,9}{0,5 \cdot 3700} = 19,131 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{netto}} = \frac{A_{\text{eff perlu}}}{\mu} = \frac{19,131}{0,75} = 25,509 \text{ cm}^2$$

⇒ Profil yang digunakan 2L 90x90.13

$$A = 2 \times 21,8 = 43,6 \text{ cm}^2$$

$$W = 17,1 \text{ kg/m}; r = 2,69 \text{ Cm}$$

Chek Local Buckling :

$$\frac{bf}{tw} \leq \frac{76}{\sqrt{F_y}} \Rightarrow (F_y \text{ dalam ksi})$$

$$\frac{80}{8} \leq \frac{76}{\sqrt{34,809}} \Rightarrow 10 \leq 12,881 \Rightarrow \text{Ok.}$$

Chek kelangsingan :

$$\frac{KL}{r} = \frac{1.184,4}{2,69} > C_c = \frac{6400}{\sqrt{F_y}}$$

$$= 68,55 < \frac{6400}{\sqrt{2400}}$$

$$= 68,55 < 130,639$$

$$\text{Maka } F_s = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \cdot \frac{KL/r}{C_c} - 1/8 \cdot \frac{(KL/r)^3}{C_c^3}$$

$$= \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \cdot \frac{68,55}{130,639} - 1/8 \cdot \frac{68,55^3}{130,639^3}$$

$$= 1,8447 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$F_a = \frac{F_y}{F_s} \cdot \left(1 - 0,5 \cdot \left[\frac{KL/r}{C_c}\right]^2\right) = \left[\frac{2400}{1,844} \left[1 - 0,5 \cdot \left(\frac{68,55}{130,639}\right)^2\right]\right]$$

$$= 1122,42 \text{ Kg/Cm}^2$$

$$P_{maks} = F_a \cdot A = 1122,42 \times 43,6 = 48.937,512 > 34.781 \text{ kg} \Rightarrow \text{Ok}$$

b). Batang Bawah :

- Batang Tarik (P_{maks}) = 33639 kg

Panjang batang = 175,3 cm

Syarat batang tarik :

$$\frac{L}{r} \leq 240 \text{ s/d } 300 \Rightarrow r \text{ min} = \frac{L}{240} = \frac{175,28}{240} = 0,7303 \text{ cm}$$

- Luas tampang perlu

$$A_{g1} = \frac{P}{0,6F_y} = \frac{33073}{0,6 \times 2400} = 22,967 \text{ cm}^2$$

A_{g2} , Diketahui $\mu = 0,75$ (untuk profil dengan jumlah baut 2 buah dalam 1 baris).

$$\phi_{\text{baut}} = 16 \text{ mm} = 1,6 \text{ cm}$$

$$t_p = 10 \text{ mm} = 1 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} A_{g2} &= \frac{P}{0,50 \cdot F_u \cdot \mu} + \left(\frac{1}{8} + \phi_{\text{baut}} \right) \cdot t_p \cdot n \\ &= \frac{33073}{0,50 \cdot 3700 \cdot 0,75} + (0,3175 + 1,6) \cdot 1 \cdot 2 \\ &= 27,671 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Dicoba profil 2L 80x80x10

$$A = 15,1 \text{ cm}^2 \quad w = 11,9 \text{ kg/m}$$

$$r = 2,41 \text{ cm} \geq r \text{ min} = 0,7303 \text{ cm} \rightarrow \text{dipakai } r = 2,24 \text{ cm}$$

Chek Kelangsingan :

$$KL/r = 1 \cdot 175,3 / 2,41 = 72,738 < 240 \Rightarrow \text{Ok.}$$

$$A_{\text{netto}} = A_{\text{profil}} - (\phi_{\text{baut}} + 1/8 \text{ "}) \cdot t_p \cdot n$$

$$= (2 \cdot 15,1) - (1,6 + 0,3175) \cdot 1 \cdot 2 = 26,365 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{efektif}} = \mu \cdot A_{\text{netto}} = 0,75 \cdot 26,365 = 19,773 \text{ cm}^2$$

Kontrol tegangan

$$\frac{P}{A_{profil}} \leq 0,6 F_y \quad \Rightarrow \frac{33073}{30,2} \leq 0,6 \cdot 2400$$

$$1095,132 \text{ kg/cm}^2 \leq 1440 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow \text{Ok}$$

$$\frac{P}{A_{efektif}} \leq 0,5 F_u \quad \Rightarrow \frac{33073}{19,773} \leq 0,5 \cdot 3700$$

$$1672,634 \text{ kg/cm}^2 \leq 1850 \text{ kg/cm}^2$$

- Batang Tekan :

- Batang tekan (P maks.) = 1450,1 Kg

- $L = 175,3 \text{ cm} \Rightarrow A_{bruto} = \frac{P}{0,6 \cdot F_y} = \frac{1450,1}{0,6 \cdot 2400} = 1,007 \text{ cm}^2$

- $r \text{ min} = \frac{L}{240} = \frac{184,4}{240} = 0,768 \text{ cm}$

Digunakan profil 2L 80x80x8

$$A = 2 \times 12,3 = 24,6 \text{ cm}^2$$

Dipakai $r = 2,42 \text{ cm}$

Chek Local Buckling :

$$\frac{bf}{tw} \leq \frac{76}{\sqrt{F_y}} \Rightarrow (\text{Fy dalam ksi})$$

$$\frac{80}{8} \leq \frac{76}{\sqrt{34,809}} \Rightarrow 10 \leq 12,883 \Rightarrow \text{Ok}$$

Chek Kelangsingan :

$$\frac{KL}{r} = \frac{1.184,4}{2,42} \leq C_c = \frac{6400}{\sqrt{F_y}} \quad (\text{Fy dalam kg/m}^2)$$

$$= 76,198 < 130,639$$

Karena $\frac{KL}{r} < Cc$, maka digunakan rumus :

$$F_s = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \cdot \frac{KL/r}{Cc} - \frac{1}{8} \frac{(KL/r)^3}{Cc^3} = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \cdot \frac{76,198}{130,639} - \frac{1}{8} \frac{(76,198)^3}{130,639^3}$$

$$= 1,86$$

$$F_a = \frac{F_y}{F_s} \left(1 - 0,5 \left(\frac{KL/r}{Cc} \right)^2 \right)$$

$$= \frac{2400}{1,86} \left(1 - 0,5 \left(\frac{76,198}{130,639} \right)^2 \right) = 1070,838 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol kapasitas :

$$P = F_a \cdot A_{total} > P \text{ terjadi}$$

$$= 1070,838 \times 24,6$$

$$= 26.342,614 > 1450,1 \text{ kg} \quad \Rightarrow \text{Ok}$$

C. Batang Diagonal

- Batang Tarik

$$\text{Gaya batang Tarik (P maks)} = 11338 \text{ kg}$$

$$\text{Panjang batang tarik maks} = 1,446 \text{ m} = 144,6 \text{ cm}$$

$$r_{\min} = \frac{L}{240} = \frac{144,6}{240} = 0,6025 \text{ cm}$$

- Luas tampang perlu

$$A_{g1} = \frac{P}{0,6 F_y} = \frac{11338}{0,6 \times 2400} = 7,873 \text{ cm}^2$$

$$A_{g2} = \frac{P}{0,50 \cdot F_u \cdot \mu} + \left(\frac{1}{8} + \phi_{bau} \right) \cdot t_p \cdot n$$

$$= \frac{11338}{0,50 \cdot 3700 \cdot 0,75} + (1,6 + 0,3175) \cdot 1 \cdot 2 = 12,006 \text{ cm}^2$$

Dicoba profil 2L 50x50x6

$$A = 5,69 \text{ cm}^2 \quad r = 1,5 \text{ cm}$$

Chek Kelangsingan :

$$\frac{KL}{r} = \frac{1.144,6}{1,5} \leq Cc = \frac{6400}{\sqrt{F_y}}$$

$$= 96,4 < 130,639 \Rightarrow \text{Ok}$$

Anetto = Aprofil - Alubang

$$= 11,38 - (1,6 + 0,3175) \cdot 1,3 \cdot 2 = 7,545 \text{ cm}^2$$

$$Aefektif = 0,75 \cdot \text{Anetto} = 0,75 \cdot 7,545 = 6,658 \text{ cm}^2$$

Kontrol tegangan

$$\frac{P}{A_{profil}} \leq 0,6 F_y \Rightarrow \frac{11338}{11,38} \leq 0,6 \cdot 2400$$

$$996,309 \text{ kg/cm}^2 \leq 1440 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow \text{Ok}$$

$$\frac{P}{A_{efektif}} \leq 0,5 F_u \Rightarrow \frac{11338}{6,568} \leq 0,5 \cdot 3700$$

$$1726,248 \text{ kg/cm}^2 \leq 1850 \text{ kg/cm}^2$$

⇒ Profil yang digunakan 2L 50x50x6

- Batang Tekan :

- Gaya tekan (P maks) = 1661,8 kg

- L = 193,5 cm

$$\Rightarrow A_{bruto} = \frac{P}{0,6 \cdot F_y} = \frac{1661,8}{0,6 \cdot 2400} = 1,154 \text{ cm}^2$$

$$(P) \quad r_{min} = \frac{L}{240} = \frac{193,5}{240} = 0,8063 \text{ cm}$$

$$A_{eff \text{ perlu}} = \frac{P}{0,5 \cdot F_u} = \frac{1661,8}{0,5 \cdot 3700} = 0,898 \text{ cm}^2$$

$$A_{netto} = \frac{A_{eff \text{ perlu}}}{\mu} = \frac{0,898}{0,75} = 1,197 \text{ cm}^2$$

Digunakan profil 2L 50x50.6

$$A = 2 \times 5,69 = 11,38 \text{ cm}^2$$

Dipakai $r = 1,5 \text{ cm}$

Chek Local Buckling :

$$\frac{bf}{tw} \leq \frac{76}{\sqrt{F_y}} \Rightarrow \frac{50}{6} \leq \frac{76}{\sqrt{34,809}} \Rightarrow 8,333 \leq 12,883 \Rightarrow \text{Ok}$$

Chek Kelangsingan :

$$\begin{aligned} \frac{KL}{r} &= \frac{193,5}{1,5} \leq C_c = \frac{6400}{\sqrt{F_y}} \\ &= 129 < 130,639 \end{aligned}$$

Karena $\frac{KL}{r} < C_c$, maka digunakan rumus :

$$\begin{aligned} F_s &= \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \cdot \frac{KL/r}{C_c} - \frac{1}{8} \cdot \frac{(KL/r)^3}{C_c^3} = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \cdot \frac{129}{130,639} - \frac{1}{8} \cdot \frac{(129)^3}{130,639^3} \\ &= 1,666 + 0,37 - 0,12 = 1,916 \end{aligned}$$

$$F_a = \frac{F_y}{F_s} \left(1 - 0,5 \left(\frac{KL/r}{C_c} \right)^2 \right)$$

$$= \frac{2400}{1,916} \left(1 - 0,5 \left(\frac{129}{130,369} \right)^2 \right) = 640,083 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol kapasitas :

$$P = Fa \cdot A_{total} > P \text{ terjadi}$$

$$= 640,083 \times 11,38$$

$$= 7284,15 > 1661,8 \text{ kg} \Rightarrow \text{Ok.}$$

d. Batang Vertikal

▪ Batang tarik

- Gaya tarik maksimal = 39579 kg

- Panjang batang maksimal = 241,4 cm

$$F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2 \quad F_u = 3700 \text{ kg/cm}^2$$

- Syarat batang tarik

$$\frac{L}{r} \leq 240 \text{ s/d } 300 \quad \Rightarrow r_{\min} = \frac{L}{240} = \frac{241,4}{240} = 1,005 \text{ cm}$$

- Luas tampang perlu

$$A_{g1} = \frac{P}{0,6 F_y} = \frac{39579}{0,6 \times 2400} = 27,485 \text{ cm}^2$$

$$A_{g2} = \frac{T}{0,50 \cdot F_u \cdot \mu} + \left(\frac{1}{8} + \phi_{baut} \right) \cdot t_p \cdot n$$

$$= \frac{39579}{0,50 \cdot 3700 \cdot 0,75} + (1,6 + 0,3175) \cdot 1,3 \cdot 2 = 33,51 \text{ cm}^2$$

Dicoba profil 2L 90x90.13

$$A = 21,8 \text{ cm}^2$$

$$w = 17,1 \text{ kg/cm}^2$$

$$r = 2,69 \text{ cm} \geq r_{\min} = 1,005 \text{ cm} \rightarrow \text{dipakai } r = 2,69 \text{ cm}$$

$$A_{bruto} = 2 \times 21,8 = 43,6 \text{ cm}^2$$

$$A_{lubang} = \left(\frac{1}{8} + \phi_{baut} \right) \cdot tp \cdot n = (1,6 + 0,3175) \cdot 1,3 \cdot 2 = 4,9855 \text{ cm}^2$$

$$A_{netto} = A_{bruto} - A_{lubang} = 43,6 - 4,9855 = 38,614 \text{ cm}^2$$

$$A_{efektif} = 0,75 A_{netto} = 0,75 \cdot 38,614 = 28,96 \text{ cm}^2$$

Kontrol tegangan

$$\frac{P}{A_{profil}} \leq 0,6 F_y \Rightarrow \frac{39579}{43,6} \leq 0,6 \cdot 2400$$

$$907,775 \text{ kg/cm}^2 \leq 1440 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow \text{Ok}$$

$$\frac{P}{A_{efektif}} \leq 0,5 F_u \Rightarrow \frac{39579}{28,96} \leq 0,5 \cdot 3700$$

$$1366,678 \text{ kg/cm}^2 \leq 1850 \text{ kg/cm}^2$$

\Rightarrow Profil yang digunakan 2L 90x90x13

- Batang Tekan :

- Gaya tekan (P maks.) = 11243,4 Kg

- L = 117,1 cm

$$\Rightarrow A_{bruto} = \frac{P}{0,6 \cdot F_y} = \frac{11243,4}{0,6 \cdot 2400} = 7,807 \text{ cm}^2$$

$$(P) r \text{ min} = \frac{L}{240} = \frac{117,1}{240} = 0,487 \text{ cm}$$

$$A_{eff \text{ perlu}} = \frac{P}{0,5 \cdot F_u} = \frac{11243,4}{0,5 \cdot 3700} = 6,077 \text{ cm}^2$$

$$A_{netto} = \frac{A_{eff \text{ perlu}}}{\mu} = \frac{6,077}{0,75} = 8,102 \text{ cm}^2$$

Digunakan profil 2L 90x90x13

$$A = 2 \times 21,8 = 43,6 \text{ cm}^2$$

Dipakai $r = 2,69 \text{ cm}$

Chek Local Buckling :

$$\frac{bf}{tr} \leq \frac{76}{\sqrt{F_y}} \Rightarrow \frac{90}{13} \leq \frac{76}{\sqrt{34,809}} \Rightarrow 6,923 \leq 12,883 \Rightarrow \text{Ok}$$

Chek Kelangsingan :

$$\frac{KL}{r} = \frac{1.117,1}{2,69} \leq C_c = \frac{6400}{\sqrt{F_y}}$$

$$= 43,531 < 130,639$$

Karena $\frac{KL}{r} < C_c$, maka digunakan rumus :

$$F_s = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \cdot \frac{KL/r}{C_c} - \frac{1}{8} \frac{(KL/r)^3}{C_c^3} = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \cdot \frac{43,531}{130,639} - \frac{1}{8} \frac{(43,531)^3}{130,639^3}$$

$$= 1,786$$

$$F_a = \frac{F_y}{F_s} \left(1 - 0,5 \left(\frac{KL/r}{C_c} \right)^2 \right)$$

$$= \frac{2400}{1,786} \left(1 - 0,5 \left(\frac{43,531}{130,639} \right)^2 \right) = 1269,204 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol kapasitas :

$$P = F_a \cdot A_{total} > P \text{ terjadi}$$

$$= 1269,204 \times 43,6$$

$$= 55337,29 > 11243,4 \text{ kg} \Rightarrow \text{Ok}$$

Batang	Profil (mm)	Berat profil (Kg/m)	Panjang (m)	Berat total (kg)
Batang atas	2L 90x90.13	2 x 17,1 = 34,2	11,064	378,388
	2L80x80.8	2 x 9,66 = 19,32	25,934	501,044
Batang bawah	2L80x80.10	2 x 11,9 = 23,8	7,0112	166,866
	2L80x80.8	2 x 9,66 = 19,32	12,017	232,168
Batang vertikal	2L 90x90.13	2 x 17,1 = 34,2	4,755	162,621
	2L 50x50.6	2 x 4,47 = 8,94	25,075	224,17
Batang diagonal	2L 2L50x50.6	2 x 4,47 = 8,94	26,548	237,339
			Wtotal =	1902,596

Tabel 4.2 Profil terpakai dan berat profil terpakai KK1

Berat kuda-kuda yang digunakan :

Berat total kuda-kuda = 1902,596 kg

Berat baut dan pelat sambung = (20 % x berat total kuda-kuda)

= 380,51 kg

Jumlah (Σ) = Berat total kuda-kuda + 20 % . Berat total kuda-kuda

= 1902,596 + 380,51 = 2283,115 kg

Panjang rangka kuda-kuda, L = 26,25 m

$$\frac{\Sigma}{L} = \frac{2283,115}{26,25} = 86,975 \text{ kg/m} < 135 \text{ kg/m (berat taksiran kuda-kuda)}$$

4.1.5 Perencanaan Sambungan

Perhitungan sambungan dilakukan pada setengah bentang pada tiap joint, diambil tebal pelat sambungan = 1,3 cm.

Mutu pelat BJ 37 :

$$F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2 \quad F_u = 3700 \text{ kg/cm}^2$$

Mutu baut biasa M 20 Diameter baut = 1,6 cm

$$F_v = 23,56 \text{ MPa} = 2356 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_u = 47,10 \text{ MPa} = 4710 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} P_{\text{tumpu}} &= t_p \cdot \varnothing_{\text{baut}} \cdot 1,2 \cdot F_u \text{ pelat} \cdot n = 1,3 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 4710 \cdot 1 \\ &= 11.756,16 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{geser}} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot F_v \cdot 2 \cdot n = \frac{1}{4} \pi \cdot 1,6^2 \cdot 2356 \cdot 2 \cdot 1 \\ &= 9.469,235 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dipakai P yang terkecil yaitu :

$$P = 9.469,235 \text{ kg}$$

Perhitungan jumlah baut untuk masing-masing joint adalah sebagai berikut

(Rangka KK1) :

1. Joint 1

a. Batang : A1 = A18 = 1579,6 kg

$$n = \frac{1579,6}{9469,235} = 0,166 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

b. Batang : B1 = B18 = 1240,6 kg

$$n = \frac{1240,6}{9469,6} = 0,131 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

2. Joint 2

a. Batang : $A1 = A18 = 1579,6$ kg

$$n = \frac{1579,6}{9469,235} = 0,166 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

b. Batang : $A2 = A17 = 1283,9$ kg

$$n = \frac{1283,9}{9469,235} = 0,135 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

c. Batang : $V1 = V17 = 11243,4$ kg

$$n = \frac{11243,4}{9469,235} = 1,187 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

d. Batang : $D1 = D18 = 11338$ kg

$$n = \frac{11338}{9469,253} = 1,197 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

3. Joint 3

a. Batang : $A2 = A17 = 1283,9$ kg

$$n = \frac{1283,9}{9469,235} = 0,135 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

b. Batang : $A3 = A17 = 22575,9$ kg

$$n = \frac{22575,9}{9469,9} = 2,383 \Rightarrow \text{dipakai 3 baut}$$

c. Batang : $V2 = V16 = 8567,9$ kg

$$n = \frac{8567,9}{9469,9} = 0,904 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

d. Batang : $D2 = D17 = 7895,7$ kg

$$n = \frac{7895,7}{9469,9} = 0,833 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

4. joint 4

a. Batang : $A3 = A17 = 22575,9$ kg

$$n = \frac{22575,9}{9469,9} = 2,383 \Rightarrow \text{dipakai 3 baut}$$

b. Batang : $A4 = A16 = 28969,1$ kg

$$n = \frac{28969}{9469,9} = 3,059 \Rightarrow \text{dipakai 4 baut}$$

c. Batang : $V3 = V15 = 6466,6$ kg

$$n = \frac{6466,6}{9469,9} = 0,682 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

d. Batang : $D4 = D16 = 3371,6$

$$n = \frac{3371,6}{9469,9} = 0,356 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

5. Joint 5

a. Batang : $A4 = A16 = 28969,1$ kg

$$n = \frac{28969}{9469,9} = 3,059 \Rightarrow \text{dipakai 4 baut}$$

b. Batang : $A5 = A15 = -32869,7$ kg

$$n = \frac{32869,7}{9469,9} = 3,47 \Rightarrow \text{dipakai 4 baut}$$

c. Batang : $V4 = V14 = -4579,5$ kg

$$n = \frac{4579,5}{9469,9} = 0,483 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

d. Batang : $D4 = D14 = 3371,6$ kg

$$n = \frac{3371,6}{9469,9} = 0,356 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

6. Joint 6

a. Batang : $A5 = A15 = 32869,7 \text{ kg}$

$$n = \frac{32869,7}{9469,9} = 3,47 \Rightarrow \text{dipakai 4 baut}$$

b. Batang $A6 = A16 = 34871,3 \text{ kg}$

$$n = \frac{34871,3}{9469,9} = 3,682 \Rightarrow \text{dipakai 4 baut}$$

c. Batang : $V5 = V13 = 2912 \text{ kg}$

$$n = \frac{2912}{9469,9} = 0,307 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

d. Batang : $D5 = D13 = 1803,2 \text{ kg}$

$$n = \frac{1803,2}{9469,9} = 0,19 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

7. Joint 7

a. Batang : $A6 = A16 = 34871,3 \text{ kg}$

$$n = \frac{34871,3}{9469,9} = 3,682 \Rightarrow \text{dipakai 4 baut}$$

b. Batang : $A7 = A15 = 35393,9 \text{ kg}$

$$n = \frac{35393,9}{9469,9} = 3,737 \Rightarrow \text{dipakai 4 baut}$$

c. Batang : $V6 = V12 = -1399,9 \text{ kg}$

$$n = \frac{1399,9}{9469,9} = 0,147 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

d. Batang : $D6 = D12 = 495,7 \text{ kg}$

$$n = \frac{495,7}{9469,9} = 0,052 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

8. Joint 8

a. Batang : $A7 = A15 = 35393,9$ kg

$$n = \frac{35393,9}{9469,9} = 3,737 \Rightarrow \text{dipakai 4 baut}$$

b. Batang : $A8 = A13 = 35393,9$ kg

$$n = \frac{35393,9}{9469,9} = 3,737 \Rightarrow \text{dipakai 4 baut}$$

c. Batang : $V7 = V11 = 134$ kg

$$n = \frac{134}{9469,9} = 0,014 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

d. Batang : $D7 = D11 = 731,5$ kg

$$n = \frac{731,5}{9469,9} = 0,077 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

9. Joint 9

a. Batang : $A8 = A13 = 35393,9$ kg

$$n = \frac{35393,9}{9469,9} = 3,737 \Rightarrow \text{dipakai 4 baut}$$

b. Batang : $A9 = A11 = 32990,2$ kg

$$n = \frac{32990,2}{9469,9} = 3,483 \Rightarrow \text{dipakai 4 baut}$$

c. Batang : $V8 = V10 = 1432,1$ kg

$$n = \frac{1432,1}{9469,9} = 0,151 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

d. Batang : $D8 = D9 = 1661,8$ kg

$$n = \frac{1661,8}{9469,9} = 0,175 \Rightarrow \text{dipakai 2 baut}$$

10. Joint 10

a. Batang : $A_{10} = A_{11} = 32990,2 \text{ kg}$

$$n = \frac{32990,2}{9469,9} = 3,483 \Rightarrow \text{dipakai 4 baut}$$

b. Batang : $V_9 = 39579 \text{ kg}$

$$n = \frac{39579}{9469,9} = 4,179 \Rightarrow \text{dipakai 4 baut}$$

Tabel 4.3 Perencanaan dimensi dan gaya batang kuda- kuda 1

Batang Tarik	Btg. atas	Btg. Bawah	Btg. Vertikal	Btg. Diagonal
Gaya tarik maks. (P) kg	1592,4	33639	39579	11338
Panjang batang	190,35	175,3	241,4	144,6
F_y (kg/cm ²)	2400	2400	2400	2400
F_u (kg/cm ²)	3700	3700	3700	3700
r min (cm)	0,792	0,7303	1,005	0,6025
A lubang (cm)	1,971	0,635	4,985	4,9855
Ag1 (cm)	1,105	22,967	27,485	7,873
Ag2 (cm)	4,982	27,671	33,51	12,006

Dicoba profil				
/				
		2L 80x80x10	2L90x90x13	
A (cm ²)		15,1	21,8	
r (cm)		2,41	2,69	
W (kg/m)		11,9	17,1	
A bruto (cm ²)		30,2	43,6	
A netto (cm ²)		26,365	38,614	
A efektif (cm ²)		19,773	28,96	
Kontrol tegangan				
T/Aprofil (kg/cm ²)		1095,132	907,775	
0,6.fy		1440	1440	
T/Aprofil < 0,6.fy		Aman	Aman	
T/Aefektif (kg/cm ²)		1672,634	1366,678	
0,5 .Fu		1850	1850	
T/A efektif < 0,5.Fu		aman	aman	

Batang tekan	Btg. Atas	Btg. Bawah	Btg. Vertikal	Btg. Diagonal
Gaya tekan maks. (P) kg	35393,9	-	-	1661,8
Panjang btg. (cm)	184,4	-	-	193,5
Fy (kg/cm)	2400	-	-	2400
Fu (kg/cm)	3700	-	-	3700
E (mpa)	2100000	-	-	2100000
K (sendi-sendi)	1	-	-	1
r min (cm)	0,768	-	-	0,806
Dicoba profil				
	2L90x90x13			2L5050x6
A (cm ²)	21,8	-	-	5,69
r (cm)	2,19	-	-	1,5
W (kg/m)	17,1	-	-	4,47
r pakai (cm)	2,19	-	-	1,5
Syarat				
bf/tw	10	-	-	8,333
$\frac{76}{\sqrt{F_y}}$	12,881	-	-	12,833
KI./r (cm)	68,55	-	-	129
Cc (cm)	130,639	-	-	130,639
Fs	1,844	-	-	1,916
Fa (kg/cm ²)	1122,42	-	-	640,083
Kontrol kapasitas				
P (kg)	48.937,52	-	-	7284,15
P > P terjadi	aman	-	-	aman

4.2. Perencanaan Pelat Lantai

4.2.1. Pembebanan Pelat Lantai

- fungsi bangunan untuk took buku, perpustakaan, alat-alat kantor

$$\text{(PPIUG 1983)} \quad q_L = 400 \text{ kg/m}^2$$

$$= 4 \text{ KN/m}^2$$

- spesifikasi bahan : mutu beton (f'_c) = 25 Mpa

$$\text{mutu baja (fy)} = 240 \text{ Mpa}$$

- Perhitungan beban :

Menentukan tebal pelat lantai (SK.SNI T -15-1991-03)

Diperkirakan balok tepi pelat mempunyai lebar, $b = 300 \text{ mm}$

Maka : bentang bersih pelat $l_{nx} = 4000 - 300 = 3700 \text{ mm}$

$$l_{ny} = 4000 - 300 = 3700 \text{ mm}$$

$$\beta = \frac{l_{nx}}{l_{ny}} = \frac{3700}{3700} = 1$$

Sehingga tebal pelat lantai tidak boleh kurang dari :

$$h = \frac{l_n(0,8 + f_y/1500)}{36 + 9\beta} = \frac{3700(0,8 + 240/1500)}{36 + 9 \cdot 1} = 78,933 \text{ mm}$$

tetapi tidak perlu lebih besar dari :

$$h = \frac{l_n(0,8 + f_y/1500)}{36} = \frac{3700(0,8 + 240/1500)}{36} = 98,66 \text{ mm}$$

Peraturan SK SNI-15-1991-03 pasal 3.2.53, persyaratan tebal pelat

minimum tidak boleh kurang dari : 120 mm

Diambil tebal pelat lantai (h) = 120 mm

➤ **Beban mati**

- Berat pelat beton = $0,12 \cdot 24 = 2,88 \text{ KN/m}^2$

- Berat pasir (5cm) = $0,05 \cdot 16 = 0,80 \text{ KN/m}^2$

- Berat spesi (3cm) = $0,03 \cdot 21 = 0,63 \text{ KN/m}^2$

- Berat keramik (1cm) = $0,01 \cdot 24 = 0,24 \text{ KN/m}^2$

$$q_D = 4,55 \text{ KN/m}^2$$

➤ **Beban hidup (qL) :** $q_L = 4 \text{ KN/m}^2$

- **Kombinasi pembebanan (sesuai SK SNI T-15-1991-03, pasal 3.2.2)**

$$q_u = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L$$

$$= 1,2 \cdot 4,55 + 1,6 \cdot 4$$

$$= 11,86 \text{ KN/m}^2$$

- **Tinggi manfaat (d) pelat**

- Dicoba Tulangan pokok $\varnothing 10 \text{ mm}$

- Digunakan Penutup beton (Pb) = 20 mm

Tinggi manfaat tulangan pelat :

1. Arah lapangan – x : $dx = h - Pb - \frac{1}{2} \cdot \varnothing_{tul} \cdot y$

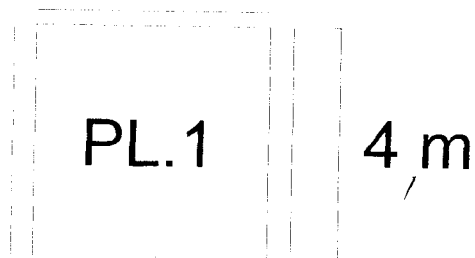
$$= 120 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 95 \text{ mm}$$

2. Arah lapangan – y : $dy = h - Pb - \varnothing_{tul} \cdot x - \frac{1}{2} \cdot \varnothing_{tul} \cdot y$

$$= 120 - 20 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 85 \text{ mm}$$

3. Arah tumpuan – x dan – y = 95 mm

- Menghitung distribusi momen



$$l_x = 4 \text{ m}$$

$$l_y = 4 \text{ m}$$

$$l_y/l_x = 1$$

Dari tabel koefisien momen 13.3.2.PBI 1971

(tumpuan tepi dianggap jepit elastis)

$$\text{Didapat : } c_{lx} = 36,0 \quad c_{tx} = 36,0$$

$$c_{ly} = 36,0 \quad c_{ty} = 36,0$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot l_x^2 \cdot c_{lx} = 0,001 \cdot 11,86 \cdot 4^2 \cdot 36 = 6,83 \text{ KNm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot l_x^2 \cdot c_{tx} = -0,001 \cdot 11,86 \cdot 4^2 \cdot 36 = -6,83 \text{ KNm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot l_x^2 \cdot c_{ly} = 0,001 \cdot 11,86 \cdot 4^2 \cdot 36 = 6,83 \text{ KNm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot l_x^2 \cdot c_{ty} = -0,001 \cdot 11,86 \cdot 4^2 \cdot 36 = -6,83 \text{ KNm}$$

4.2.2 Perhitungan Tulangan Pelat Lantai

▲ Perencanaan tulangan $l_x = t_x$

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$d = h - p_b - \frac{1}{2} \varnothing \text{tul } t_x = 120 - 20 - \frac{1}{2} 10 = 95 \text{ mm}$$

$$M_u = 6,83 \text{ KNm}$$

$$M_u / \varnothing = 6,83 / 0,8 = 8,54 \text{ KNm}$$

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{8,54 \cdot 10^6}{1000 \cdot 95^2} = 0,945 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,294$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,294} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 0,945}{240}} \right) = 0,004033$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + F_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25}{25} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right) = 0,05376$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,05376 = 0,04032$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$1,33 \rho_{\text{perlu}} = 1,33 \cdot 0,004072 = 0,00541$$

$$\rho_{\text{terpakai}} = 1,33 \cdot \rho_{\text{perlu}} = 0,005833$$

$$A_s_{\text{perlu}} = \rho_{\text{terpakai}} \cdot b \cdot d = 0,005833 \cdot 1000 \cdot 95 \geq 0,002 \cdot 1000 \cdot 120$$

$$= 554,135 \text{ mm}^2 \geq 240 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ perlu pakai} = 554,135 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan pokok } \varnothing 10 \text{ mm dengan } A_{1\varnothing} = 78,539 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan : } s \leq \frac{A_1 \cdot b}{A_{s_{\text{perlu}}}} = \frac{78,539 \cdot 1000}{554,135} = 141,797 \text{ mm}$$

$$\leq 2 \cdot h = 240 \text{ mm}$$

$$\leq 250 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{Dipakai jarak (s)} = 140 \text{ mm}$$

$$A_s \text{ ada} = \frac{A_{1\varnothing} \cdot b}{s_{\text{terpakai}}} = \frac{78,539 \cdot 1000}{140} = 561,25 \text{ mm}^2$$

Kontrol kapasitas momen (Mn) :

$$a = \frac{A_{s_{\text{ada}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{561,25 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 6,338 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} Mn &= A_{s_{\text{ada}}} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \geq \frac{Mu}{\phi} \\ &= 561,25 \cdot 240 \cdot (95 - 6,338/2) \geq 8,54 \text{ KN/m} \\ &= 12,37 \text{ KNm} \geq 8,54 \text{ KNm} \dots \dots \dots 0k \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \text{Dipakai tulangan P10 - 140}$$

➤ **Perencanaan tulangan ly**

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$d = h - p_b - \varnothing_{\text{tul } l_x} - \frac{1}{2} \varnothing_{\text{tul } l_y} = 120 - 20 - 10 - 10/2 = 85 \text{ mm}$$

$$Mu = 6,83 \text{ KNm}$$

$$Mu/\varnothing = 6,83 / 0,8 = 8,54 \text{ KNm}$$

$$R_n = \frac{Mu/\phi}{b \cdot d^2} = \frac{8,54 \cdot 10^6}{1000 \cdot 85^2} = 1,18 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,294$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = 0,00507$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = 0,05376$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,05376 = 0,04032$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$1,33 \rho_{\text{perlu}} = 1,33 \cdot 0,00507 = 0,00674$$

$$\rho_{\text{terpakai}} = 1,33 \cdot \rho_{\text{perlu}} = 1,33 \cdot 0,00507 = 0,00674$$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} = \rho_{\text{terpakai}} \cdot b \cdot d &= 0,00674 \cdot 1000 \cdot 85 \geq 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 \\ &= 572,985 \text{ mm}^2 \geq 240 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{As perlu pakai} = 572,985 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan pokok } \varnothing 10 \text{ mm dengan } A_{1\varnothing} = 78,539 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan : } s &\leq \frac{A_1 \cdot b}{A_{s_{\text{perlu}}}} = \frac{78,539 \cdot 1000}{572,985} = 137,133 \text{ mm} \\ &\leq 2 \cdot h = 240 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\leq 250 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{Dipakai jarak (s)} = 130 \text{ mm}$$

$$\text{As ada} = \frac{A_{1\varnothing} \cdot b}{s_{\text{terpakai}}} = \frac{78,539 \cdot 1000}{130} = 604,14 \text{ mm}^2$$

Kontrol kapasitas momen (Mn) :

$$a = \frac{A s_{ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{604,14 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 6,823 \text{ mm}$$

$$Mn = A s_{ada} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \geq \frac{Mu}{\phi}$$

$$= 11,835 \text{ KNm} \geq 8,625 \text{ KNm} \dots \dots \dots \text{ok}$$

⇒ Dipakai tulangan P10 – 130

➤ Perencanaan tulangan ty

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$d = h - p_b - \phi_{tul \text{ lx}} - \frac{1}{2} \phi_{tul \text{ ly}} = 120 - 20 - 10/2 = 95 \text{ mm}$$

$$Mu = 6,83 \text{ KNm}$$

$$\frac{Mu}{\phi} = \frac{6,83}{0,8} = 8,54 \text{ KNm}$$

$$Rn = \frac{Mu / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{8,54 \cdot 10^6}{1000 \cdot 85^2} = 1,18 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,294$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}}\right) = 0,00507$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = 0,05376$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,05376 = 0,04032$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$1,33 \rho_{perlu} = 1,33 \cdot 0,00507 = 0,00674$$

$$\rho_{terpakai} = 1,33 \cdot \rho_{perlu} = 1,33 \cdot 0,00507 = 0,00674$$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho_{\text{terpakai}} \cdot b \cdot d = 0,00674 \cdot 1000 \cdot 85 \geq 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 \\ &= 572,985 \text{ mm}^2 \quad \geq 240 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{As perlu pakai} = 572,985 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan pokok } \varnothing 10 \text{ mm dengan } A_{1\varnothing} = 78,539 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan : } s \leq \frac{A_1 \cdot b}{A_{s_{\text{perlu}}}} = \frac{78,539 \cdot 1000}{572,985} = 141,79 \text{ mm}$$

$$\leq 2 \cdot h = 240 \text{ mm}$$

$$\leq 250 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{Dipakai jarak (s)} = 130 \text{ mm}$$

$$\text{As ada} = \frac{A_{1\varnothing} \cdot b}{s_{\text{terpakai}}} = \frac{78,539 \cdot 1000}{130} = 604,14 \text{ mm}^2$$

Kontrol kapasitas momen (Mn) :

$$a = \frac{A_{s_{\text{ada}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{604,14 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 6,823 \text{ mm}$$

$$Mn = A_{s_{\text{ada}}} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \geq \frac{Mu}{\phi}$$

$$= 13,385 \text{ KNm} \geq 8,625 \text{ KNm} \dots \dots \dots \text{ok}$$

$$\Rightarrow \text{Dipakai tulangan P10 - 130}$$

➤ **Perencanaan tulangan bagi**

$$\text{As bagi} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan bagi $\varnothing 8 \text{ mm}$,

sehingga luas tampang 1 tulangan polos:

$$A_{10} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,24 \text{ mm}^2$$

Jarak antar tulangan pokok :

$$S \leq \frac{A1\Phi.b}{As.bagi} = \frac{50,24.1000}{240} = 209,333 \text{ mm}$$

$$S \leq 2.h = 240$$

$$S \leq 250$$

Menurut PBB1 1971, jarak p.k.p antara tulangan pembagi yang dipasang tegak lurus pada tulangan pokok tidak boleh lebih dari 25 cm, jadi

⇒ Dipakai tulangan bagi = P10- 200



Tabel 4.3 Perencanaan pelat Lantai (PL1)

Lx = Ly = 4 m

	Mlx	Mtx	Mly	Mty
h	120	120	120	120
d (mm)	95	95	85	95
Mu (kNm)	6.9	6.9	6.9	6.9
ϕ	0.8	0.8	0.8	0.8
Mu/ ϕ (kNm)	8.625	8.625	8.625	8.625
fy (Mpa)	240	240	240	240
f'c (Mpa)	25	25	25	25
bd ² (mm)	9025000	9025000	7225000	9025000
Rn (Mpa)	0.95567867	0.955679	1.193772	0.955679
m	11.29411765	11.29412	11.29412	11.29412
ρ perlu	0.004075804	0.004076	0.005122	0.004076
β	0.85	0.85	0.85	0.85
ρ_b	0.05375744	0.053757	0.053757	0.053757
ρ maks	0.04031808	0.040318	0.040318	0.040318
ρ min	0.005833333	0.005833	0.005833	0.005833
1.33 ρ perlu	0.00542082	0.005421	0.006813	0.005421
ρ pakai	0.005833	0.005833	0.006813	0.005833
As perlu (mm ²)	554.135	554.135	579.105	554.135
As tul. Susut (mm ²)	240	240	240	240
	Asperlu > Astul. Susut			
\emptyset tul. (mm)	10	10	10	10
A1 \emptyset (mm ²)	78.575	78.575	78.575	78.575
s maks (mm)	141.7975764	141.7976	135.6835	141.7976
s pakai (mm)	140	140	130	130
As ada (mm ²)	561.25	561.25	604.4231	604.4231
a (mm)	6.338823529	6.338824	6.826425	6.826425
Mn (kNm)	12.36958024	12.36958	11.8351	13.28572
kontrol	Ok	Ok	Ok	Ok
Tul. Pokok	P10-140	P10-140	P10-130	P10-130
As tul. Susut (mm ²)		240		240
Dtul. Susut		8		8
A1 \emptyset sst (mm ²)		50.24		50.24
Smaks (mm)		209.3333		209.3333
Spakai (mm)		200		200
Tul. Bagi		P8-200		P8-200

Tabel 4.3 Perencanaan pelat Lantai (PL2)

Lx = 3,25 ; Ly = 4 m

	Mlx	Mtx	Mly	Mty
h	120	120	120	120
d (mm)	95	95	85	95
Mu (kNm)	5.95	5.95	4.86	4.86
ϕ	0.8	0.8	0.8	0.8
Mu/ ϕ (kNm)	7.4375	7.4375	6.075	6.075
fy (Mpa)	240	240	240	240
fc (Mpa)	25	25	25	25
bd ² (mm)	9025000	9025000	7225000	9025000
Rn (Mpa)	0.824099723	0.8241	0.84083	0.67313
m	11.29411765	11.29412	11.29412	11.29412
ρ perlu	0.003503046	0.003503	0.003576	0.002851
β	0.85	0.85	0.85	0.85
ρ_b	0.05375744	0.053757	0.053757	0.053757
ρ maks	0.04031808	0.040318	0.040318	0.040318
ρ min	0.005833333	0.005833	0.005833	0.005833
1.33 ρ perlu	0.004659051	0.004659	0.004756	0.003791
ρ pakai	0.005833	0.005833	0.005833	0.005833
As perlu (mm ²)	554.135	554.135	495.805	554.135
As tul. Susut (mm ²)	240	240	240	240
	Asperlu > Astul. Susut			
\emptyset tul. (mm)	10	10	10	10
A1 \emptyset (mm ²)	78.575	78.575	78.575	78.575
s maks (mm)	141.7975764	141.7976	158.4796	141.7976
s pakai (mm)	140	140	140	140
As ada (mm ²)	561.25	561.25	561.25	561.25
a (mm)	6.338823529	6.338824	6.338824	6.338824
Mn (kNm)	12.36958024	12.36958	11.02258	12.36958
kontrol	Ok	Ok	Ok	Ok
Tul. Pokok	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140
As tul. Susut (mm ²)		240		240
Dtul. Susut		8		8
A1 \emptyset sst (mm ²)		50.24		50.24
Smaks (mm)		209.3333		209.3333
Spakai (mm)		200		200
Tul. Bagi		P8-200		P8-200

Tabel 4.3 Perencanaan pelat Lantai (PL3)

Lx = 2 ; Ly = 4 m

	Mlx	Mtx	Mly	Mty
h	120	120	120	120
d (mm)	95	95	85	95
Mu (kNm)	2.27	2.27	1.68	1.68
ϕ	0.8	0.8	0.8	0.8
Mu/ ϕ (kNm)	2.8375	2.8375	2.1	2.1
fy (Mpa)	240	240	240	240
f'c (Mpa)	25	25	25	25
bd ² (mm)	9025000	9025000	7225000	9025000
Rn (Mpa)	0.314404432	0.314404	0.290657	0.232687
m	11.29411765	11.29412	11.29412	11.29412
ρ perlu	0.001319856	0.00132	0.001219	0.000975
β	0.85	0.85	0.85	0.85
ρ_b	0.05375744	0.053757	0.053757	0.053757
ρ maks	0.04031808	0.040318	0.040318	0.040318
ρ min	0.005833333	0.005833	0.005833	0.005833
1.33 ρ perlu	0.001755408	0.001755	0.001622	0.001297
ρ pakai	0.005833	0.005833	0.005833	0.005833
As perlu (mm ²)	554.135	554.135	495.805	554.135
As tul. Susut (mm ²)	240	240	240	240
	Asperlu > Astul. Susut			
\emptyset tul. (mm)	10	10	10	10
A1 \emptyset (mm ²)	78.575	78.575	78.575	78.575
s maks (mm)	141.7975764	141.7976	158.4796	141.7976
s pakai (mm)	140	140	140	140
As ada (mm ²)	561.25	561.25	561.25	561.25
a (mm)	6.338823529	6.338824	6.338824	6.338824
Mn (kNm)	12.36958024	12.36958	11.02258	12.36958
kontrol	Ok	Ok	Ok	Ok
Tul. Pokok	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140
As tul. Susut (mm ²)		240		240
Dtul. Susut		8		8
A1 \emptyset sst (mm ²)		50.24		50.24
Smaks (mm)		209.3333		209.3333
Spakai (mm)		200		200
Tul. Bagi		P8-200		P8-200

Tabel 4.3 Perencanaan pelat Lantai (PL4)

Lx = 1.8 ; Ly = 3.25 m

	Mlx	Mtx	Mly	Mty
h	120	120	120	120
d (mm)	95	95	85	95
Mu (kNm)	2.23	2.23	1.36	1.36
ϕ	0.8	0.8	0.8	0.8
Mu/ ϕ (kNm)	2.7875	2.7875	1.7	1.7
fy (Mpa)	240	240	240	240
f _c (Mpa)	25	25	25	25
bd ² (mm)	9025000	9025000	7225000	9025000
Rn (Mpa)	0.308864266	0.308864	0.235294	0.188366
m	11.29411765	11.29412	11.29412	11.29412
ρ perlu	0.001296426	0.001296	0.000986	0.000788
β	0.85	0.85	0.85	0.85
ρ_b	0.05375744	0.053757	0.053757	0.053757
ρ maks	0.04031808	0.040318	0.040318	0.040318
ρ min	0.005833333	0.005833	0.005833	0.005833
1.33 ρ perlu	0.001724246	0.001724	0.001311	0.001049
ρ pakai	0.005833	0.005833	0.005833	0.005833
As perlu (mm ²)	554.135	554.135	495.805	554.135
As tul. Susut (mm ²)	240	240	240	240
	Asperlu > Astul. Susut			
Ø tul. (mm)	10	10	10	10
A1Ø (mm ²)	78.575	78.575	78.575	78.575
s maks (mm)	141.7975764	141.7976	158.4796	141.7976
s pakai (mm)	140	140	140	140
As ada (mm ²)	561.25	561.25	561.25	561.25
a (mm)	6.338823529	6.338824	6.338824	6.338824
Mn (kNm)	12.36958024	12.36958	11.02258	12.36958
kontrol	Ok	Ok	Ok	Ok
Tul. Pokok	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140
As tul. Susut (mm ²)		240		240
Dtul. Susut		8		8
A1Øsst (mm ²)		50.24		50.24
Smaks (mm)		209.3333		209.3333
Spakai (mm)		200		200
Tul. Bagi		P8-200		P8-200

Tabel 4.3 Perencanaan pelat Lantai (PL5)

Lx = 2.5 ; Ly = 4 m

	Mlx	Mtx	Mly	Mty
h	120	120	120	120
d (mm)	95	95	85	95
Mu (kNm)	4.343	4.343	2.695	2.695
ϕ	0.8	0.8	0.8	0.8
Mu/ ϕ (kNm)	5.42875	5.42875	3.36875	3.36875
fy (Mpa)	240	240	240	240
f'c (Mpa)	25	25	25	25
bd ² (mm)	9025000	9025000	7225000	9025000
Rn (Mpa)	0.601523546	0.601524	0.466263	0.373269
m	11.29411765	11.29412	11.29412	11.29412
ρ perlu	0.002542863	0.002543	0.001965	0.001569
β	0.85	0.85	0.85	0.85
ρ_b	0.05375744	0.053757	0.053757	0.053757
ρ maks	0.04031808	0.040318	0.040318	0.040318
ρ min	0.005833333	0.005833	0.005833	0.005833
1.33 ρ perlu	0.003382008	0.003382	0.002613	0.002087
ρ pakai	0.005833	0.005833	0.005833	0.005833
As perlu (mm ²)	554.135	554.135	495.805	554.135
As tul. Susut (mm ²)	240	240	240	240
	Asperlu > Astul. Susut			
\emptyset tul. (mm)	10	10	10	10
A1 \emptyset (mm ²)	78.575	78.575	78.575	78.575
s maks (mm)	141.7975764	141.7976	158.4796	141.7976
s pakai (mm)	140	140	140	140
As ada (mm ²)	561.25	561.25	561.25	561.25
a (mm)	6.338823529	6.338824	6.338824	6.338824
Mn (kNm)	12.36958024	12.36958	11.02258	12.36958
kontrol	Ok	Ok	Ok	Ok
Tul. Pokok	P10-140	P10-140	P10-140	P10-140
As tul. Susut (mm ²)		240		240
Dtul. Susut		8		8
A1 \emptyset sst (mm ²)		50.24		50.24
Smaks (mm)		209.3333		209.3333
Spakai (mm)		200		200
Tul. Bagi		P8-200		P8-200

4.3 Perencanaan Balok Anak

4.3.1 Beban pada balok lantai BA1



$$t = \frac{1}{2}b = \frac{1}{2} \cdot 4 = 2m \qquad h = \frac{2}{3}t = \frac{2}{3} \cdot 2 = 1.33m$$

Gambar 4.7 Tipe Pembebanan

4.3.1.1 Data material

- berat jenis (γ) beton = 24 KN/m^3
- beban mati (q_D) pelat lantai = $4,55 \text{ KN/m}^2$
- beban hidup (q_L) pelat lantai = 4 KN/m^2
- perkiraan ukuran balok anak :

$$L = 8 \text{ m} = 800 \text{ cm}$$

$$h \approx \frac{1}{12}L = \frac{1}{12} \cdot 800 = 66,666\text{cm} \approx 70 \text{ cm}$$

$$b \approx \frac{1}{2}h = \frac{1}{2} \cdot 70 = 35 \approx 35 \text{ cm}$$

sehingga asumsi ukuran balok = $0,35 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$

4.3.1.2 Perhitungan

a) Pembebanan

- beban pelat $= h \cdot qD \cdot n$
 $= 1,33 \cdot 4,55 \cdot 2 = 12,369 \text{ KN/m}$
- berat balok $= b_{\text{blk}} \cdot (h_{\text{blk}} - t_{\text{pelat}}) \cdot b_j$
 $= 0,35 \cdot (0,7 - 0,12) \cdot 24 = 4,872 \text{ KN/m}$

$$qD \text{ balok anak} = 12,369 + 4,872 = 17,241 \text{ KN/m}$$

$$qL \text{ balok anak} = 1,33 \cdot 4 \cdot 2 = 10,64 \text{ KN/m}$$

$$qU \text{ balok anak} = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$$

$$= 1,2 \cdot 17,241 + 1,6 \cdot 10,64 = 37,713 \text{ KN/m}$$

b) Perhitungan momen

Berdasarkan Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI) 1971 Bab 13 bagian 7 point g disebutkan bahwa momen yang terjadi pada balok yang terletak atas 4 atau lebih tumpuan dan terjepit elastis atau menerus pada tumpuan –tumpuan tengah dan terjepit elastis pada tumpuan-tumpuan ujung adalah sebagai berikut :

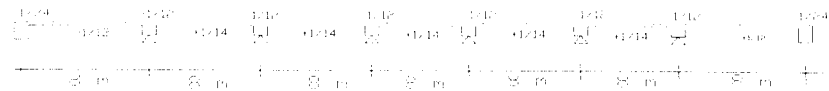
$$\text{- momen tumpuan ujung} = - \frac{1}{24} q l_i^2$$

$$\text{- momen lapangan ujung} = \frac{1}{12} q l_i^2$$

$$\text{- momen tumpuan kedua} = - \frac{1}{12} q l_i^2$$

$$\text{- momen lapangan berikutnya} = + \frac{1}{14} q l_i^2$$

$$\text{- momen tumpuan berikutnya} = -\frac{1}{12}ql^2$$



Gambar 4.8 Koefisien momen

Maka :

$$Mu1 = -\frac{1}{24} \cdot q_u \cdot l^2 = -\frac{1}{24} \cdot 37,713 \cdot 8^2 = -100,568 \text{ KNm}$$

$$Mu2 = \frac{1}{12} \cdot q_u \cdot l^2 = \frac{1}{12} \cdot 37,713 \cdot 8^2 = 201,136 \text{ KNm}$$

$$Mu3 = -\frac{1}{12} \cdot q_u \cdot l^2 = -\frac{1}{12} \cdot 37,713 \cdot 8^2 = -201,136 \text{ KNm}$$

$$Mu4 = \frac{1}{14} \cdot q_u \cdot l^2 = \frac{1}{14} \cdot 37,713 \cdot 8^2 = 172,402 \text{ KNm}$$

$$Mu5 = -\frac{1}{12} \cdot q_u \cdot l^2 = -\frac{1}{12} \cdot 37,713 \cdot 8^2 = -201,136 \text{ KNm}$$

Maka untuk perencanaan digunakan momen yang paling besar : $(\frac{1}{12})$

C. Penulangan Balok

Data : $f'c = 28 \text{ MPa}$

- f_y ulir = 400 MPa
- Tul. pokok $\emptyset 20 \text{ mm}$
- Tul. sengkang $\emptyset 10 \text{ mm}$

Untuk $f'c \leq 30 \text{ Mpa} \rightarrow \beta_1 = 0,85$

$f'c \geq 30 \text{ Mpa} \rightarrow \beta_1 = 0,85 - 0,008 (f'c - 30) \geq 0,65$

β_1 = konstanta yang merupakan fungsi dari kuat tekan beton

Perhitungan :

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c}{f_y} \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 28}{400} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0303$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0303 = 0,0227$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{pakai} = 0,5 \cdot \rho_{maks} = 0,5 \cdot 0,0227 = 0,0114$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{400}{0,85 \cdot 28} = 16,8067$$

$$R_n = \rho_{pakai} \cdot f_y \cdot (1 - 0,5 \cdot \rho_{pakai} \cdot m) = 0,0114 \cdot 400 (1 - 0,5 \cdot 0,0114 \cdot 16,8067)$$

$$= 4,116 \text{ MPa}$$

$$\frac{Mu_2}{\phi} = \frac{201,136}{0,8} = 251,7 \text{ KN/m}$$

$$b \cdot d^2 = \frac{Mu / \phi}{R_n} = \frac{251,7 \cdot 10^6}{4,116} = 61076321,53 \text{ mm}^2$$

diambil $b = 350$ mm, maka :

$$d_{\text{perlu}} = \sqrt{\frac{61076321,53}{350}} = 417,736 \text{ mm}$$

$$h = d_{\text{perlu}} + 100 = 417,736 + 100 = 517,736 \approx 550 \text{ mm}$$

$$d_{\text{pakai}} = h - p_b - 0,5 \cdot \phi_{\text{tul.pokok}}$$

$$= 550 - 40 - 10 - 0,5 \cdot 20 = 490 \text{ mm} > d_{\text{perlu}} = 417,736 \text{ mm}$$

Karena $d_{\text{pakai}} > d_{\text{perlu}}$, maka direncanakan sebagai tulangan sebelah

Ukuran balok yang dipakai = 0,35 m x 0,55m

1. Penulangan untuk momen tumpuan (M_{tu1})

$$\frac{Mu}{\phi} = \frac{201,136}{0,8} = 251,42 \text{ KNm}$$

$$Rn_{\text{baru}} = \frac{Mu / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{251,42 \cdot 10^6}{350 \cdot 490^2} = 1,495 \text{ MPa}$$

$$\rho_{\text{baru}} = \frac{Rn_{\text{baru}}}{Rn} \rho_{\text{pakai}} = \frac{3,016}{4,116} \cdot 0,0114 = 0,00833 > \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

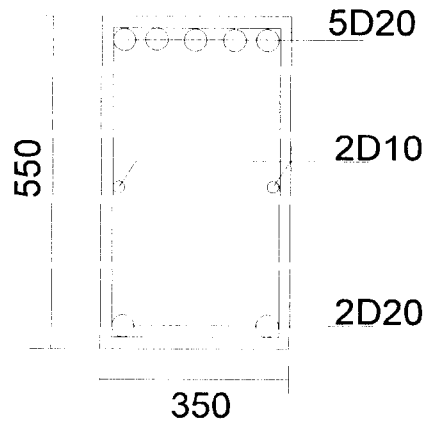
$$< \rho_{\text{maks}} = 0,0227$$

$$\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\text{baru}} = 0,00413$$

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d = 0,00413 \cdot 350 \cdot 490 = 1418,374 \text{ mm}^2$$

$$A_{1\phi 20} = 314 \text{ mm}^2$$

dipakai 5 ϕ 20, maka :



Gambar 4.9 Penampang Melintang Balok Anak Tumpuan

$$A_{S_{tul}} = 5 \times 314 = 1570 \text{ mm}^2 > A_{S_{perlu}} = 1424,472 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{b - 2 \cdot pb - 2 \cdot \phi_{sengkang} - n \cdot \phi_{tul}}{(n-1)} = \frac{350 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 10 - 5 \cdot 20}{5-1} = 37,5 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm}$$

Kontrol Mn :

$$a = \frac{A_{S_{pakai}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{1570 \cdot 400}{0,85 \cdot 28 \cdot 350} = 75,39 \text{ mm}$$

$$Mn = A_{S_{pakai}} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) = 1570 \cdot 400 \left(490 - \frac{75,39}{2} \right)$$

$$= 284,047 \text{ KNm} > \frac{Mu}{\Phi} = 251,42 \text{ KNm} \dots\dots(\text{OK})$$

2. Penulangan untuk momen lapangan (Mlu)

$$\frac{Mu}{\phi} = \frac{201,136}{0,8} = 251,42 \text{ KNm}$$

$$Rn_{baru} = \frac{Mu / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{251,42 \cdot 10^6}{350 \cdot 490^2} = 1,495 \text{ MPa}$$

$$\rho_{\text{baru}} = \frac{Rn_{\text{baru}}}{Rn} \rho_{\text{pakai}} = \frac{3,016}{4,116} 0,0114 = 0,00833 > \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

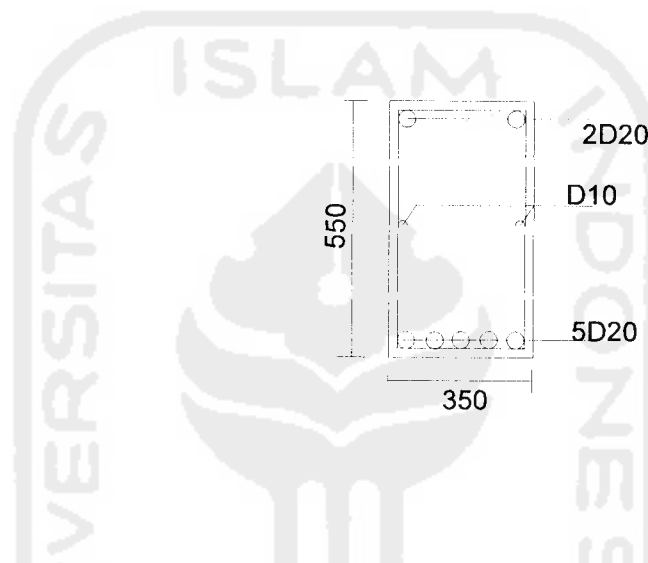
$$< \rho_{\text{maks}} = 0,0227$$

$$\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\text{baru}} = 0,00413$$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d = 0,00413 \cdot 350 \cdot 490 = 1418,374 \text{ mm}^2$$

$$A1\text{Ø}20 = 314 \text{ mm}^2$$

dipakai 5Ø20, maka :



Gambar 4.9 Penampang Melintang Balok Anak Lapangan

$$A_{S_{\text{tul}}} = 5 \times 314 = 1570 \text{ mm}^2 > A_{S_{\text{perlu}}} = 1424,472 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{b - 2 \cdot p_b - 2 \cdot \phi_{\text{sengkang}} - n \cdot \phi_{\text{tul}}}{(n-1)} = \frac{350 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 10 - 5 \cdot 20}{5-1} = 37,5 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm}$$

Kontrol M_n :

$$a = \frac{A_{S_{\text{pakai}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{1570 \cdot 400}{0,85 \cdot 28 \cdot 350} = 75,39 \text{ mm}$$

$$M_n = A_{spakai} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = 1570 \cdot 400 \left(490 - \frac{75,39}{2}\right)$$

$$= 284,047 \text{ KNm} > \frac{M_u}{\Phi} = 251,42 \text{ KNm} \dots\dots(\text{OK})$$

4.3.1.3 Perhitungan Tulangan Geser Balok Anak BA1

Data : $q_u = 37,713 \text{ KN/m}$

$$q_L = 10,64 \text{ KN/m}$$

$$L = 8 \text{ m}$$

$$f'_c = 28 \text{ MPa}$$

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$b = 350 \text{ mm}$$

$$h = 550 \text{ mm}$$

$$d = 488 \text{ mm}$$

- Gaya geser maksimum pada ujung bentang :

$$V_u = 0,5 q_u \cdot L = 0,5 \cdot 37,713 \cdot 8 = 150,852 \text{ KN}$$

$$\frac{V_u}{\phi} = \frac{150,852}{0,6} = 251,42 \text{ KN}$$

- Gaya geser pada tengah bentang :

$$V_{u \text{ tengah}} = 1/8 \cdot q_l \cdot L = 1/8 \cdot (1,6 \cdot 10,64) \cdot 8 = 17,024 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{utengah}}{\Phi} = \frac{17,024}{0,6} = 28,373 \text{ KN}$$

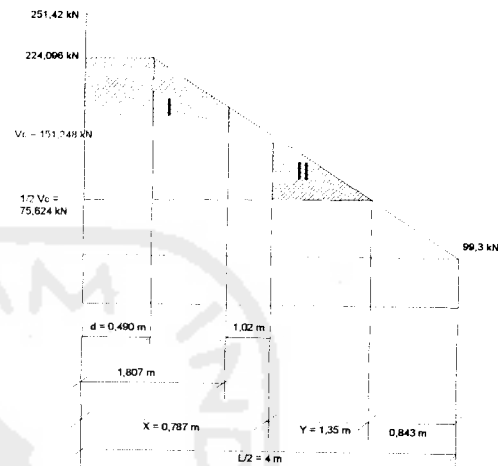
Kekuatan geser beton (V_c):

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot (\sqrt{f'_c}) \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \cdot (\sqrt{28}) \cdot 350 \cdot 488 = 150.631,441 \text{ N} = 150,631 \text{ KN}$$

$$\frac{1}{2} \cdot V_c = 1/2 \cdot 150,631 = 75,624 \text{ KN} ; 3 \cdot V_c = 3 \cdot 150,631 = 451,893 \text{ KN}$$

$$\frac{V_u}{\Phi} = 251,42 \text{ KN} \geq V_c \Rightarrow \text{perlu tulangan geser}$$

$$V_{smin} = \frac{1}{3} \cdot b \cdot d = 1/3 \cdot 350 \cdot 490 = 57,16 \text{ KN}$$



Gambar 4.11 Diagram tegangan geser balok anak

Kekuatan geser tulangan geser :

$$V_u/\Phi_{maks} = \frac{((4 - 0.490)(251,42 - 28,373))}{4} + 28,373 = 224,096 \text{ KN}$$

$$X = \frac{(251,42 - 150,631) \cdot 4}{251,42 - 28,373} = 1,807 \text{ m}$$

$$Y = \frac{(150,631 - 75,315) \cdot 4}{251,42 - 28,373} = 1,3506 \text{ m}$$

$$Z = \frac{56,9333 \cdot 1,807}{251,42 - 150,631} = 1,02 \text{ m}$$

Dacrah I :

$$(V_c + V_{smin}) = 207,564 < V_u/\Phi \text{ kritis} = 224,096 < 3 \cdot V_c = 451,893$$

$$\text{Digunakan sengkang P10 mm, maka } A_v = 1/4 \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

Jarak sengkang:

$$S \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_u / \Phi - V_c} = \frac{78,5 \cdot 240 \cdot 490}{224,208 - 150,631} \cdot 10^{-3} = 92,158 \text{ mm}$$

$$\leq d/2 = 490/2 = 245 \text{ mm}$$

$$\leq 600$$

Jadi dipakai tulangan sengkang P10-90

Daerah II:

$$V_u / \Phi = V_c + V_s \text{ min} = 207,79 \text{ KN}$$

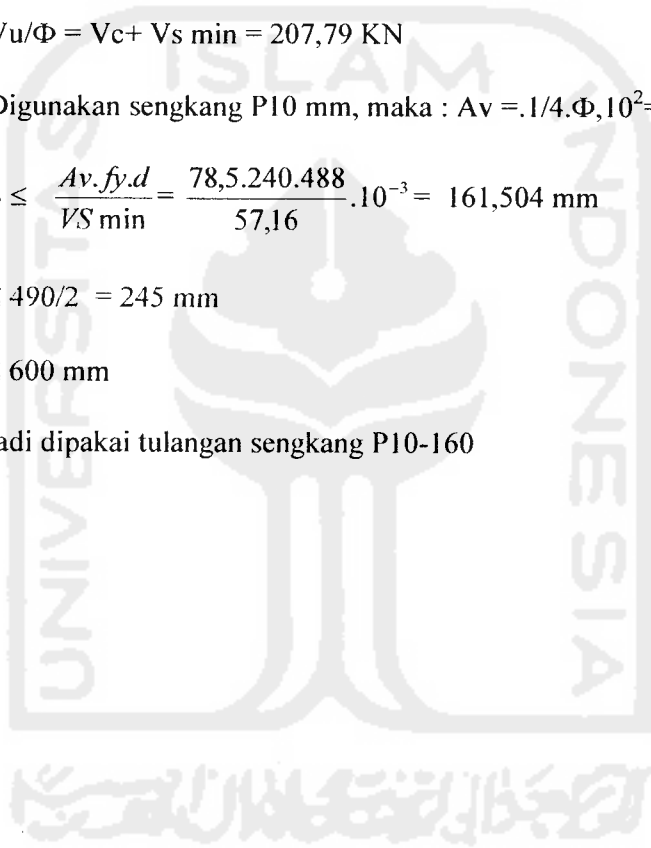
Digunakan sengkang P10 mm, maka : $A_v = .1/4 \cdot \Phi \cdot 10^2 = 78,5 \text{ mm}^2$

$$S \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ min}} = \frac{78,5 \cdot 240 \cdot 488}{57,16} \cdot 10^{-3} = 161,504 \text{ mm}$$

$$\leq 490/2 = 245 \text{ mm}$$

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

Jadi dipakai tulangan sengkang P10-160



Tabel 4.9 Perencanaan Balok Anak 1 (BA1)

	Tumpuan	Lapangan	Tump.kedua	Lap.kedua	Tump.berikutnya
Mu (kNm)	100.568	201.136	201.136	172.402	201.136
ϕ	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Mu/ ϕ (kNm)	125.71	251.42	251.42	215.5025	251.42
f'c (Mpa)	28	28	28	28	28
fy (Mpa)	400	400	400	400	400
β_1	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
m	16.80672269	16.80672269	16.80672	16.806723	16.80672269
pb	0.030345	0.030345	0.030345	0.030345	0.030345
pmaks	0.02275875	0.02275875	0.022759	0.0227588	0.02275875
pmin	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035	0.0035
ppakai	0.011379375	0.011379375	0.011379	0.0113794	0.011379375
Rn (Mpa)	4.116488906	4.116488906	4.116489	4.1164889	4.116488906
b.d/2 perlu	30538160.76	61076321.53	61076322	52351046	61076321.53
b (mm)	350	350	350	350	350
dperlu (mm)	295.3843054	417.7364909	417.7365	386.74852	417.7364909
h (mm)	550	550	550	550	550
dpakai (mm)	490	490	490	490	490
	d pakai > dperlu				
Perencanaan	Tul. Sebelah	Tul. Sebelah	ul. Sebelah	Tul. Sebelah	Tul. Sebelah
Rn baru (Mpa)	1.495924317	2.991848634	2.991849	2.5644374	2.991848634
ρ baru	0.004135243	0.008270487	0.00827	0.007089	0.008270487
1.33. pbaru	0.005499874	0.010999748	0.011	0.0094283	0.010999748
ppakai	0.00413	0.0082704	0.00827	0.007088	0.0082704
Asperlu (mm ²)	708.295	1418.3736	1418.374	1215.592	1418.3736
\emptyset tul (mm)	20	20	20	20	20
A1 \emptyset tul. (mm ²)	314	314	314	314	314
n perlu	2.255716561	4.517113376	4.517113	3.8713121	4.517113376
jml tul. Pakai	3	5	5	4	5
As ada (mm ²)	942	1570	1570	1256	1570
s > 25 (mm)	95	37.5	37.5	56.666667	37.5
a (mm)	45.23409364	75.39015606	75.39016	60.312125	75.39015606
Mn (kNm)	176.1098968	284.047491	284.0475	231.02559	284.047491
Kontrol	ok	ok	ok	ok	ok

Perencanaan Tulangan Geser (BA2)

qU	35
qL	10.64
L (m)	8
b (mm)	300
h (mm)	550
d (mm)	490
f _c (Mpa)	28
f _y (Mpa)	240
V _u (kN)	140
V _u /Ø (kN)	233.3333333
V _u tengah bentang	13.64
V _u /Ø tengah (kN)	17.73333333
V _s min	49
x	1.731601732
V _u /Ø kritis (kN)	206.9223333
V _c (kN)	129.6418142
0,5 V _c (kN)	64.82090712
Kondisi	(V _c +V _s min < V _u /Ø kritis < 3.V _c)
Senggang minimum	
Ø senggang (mm)	10
A _v (mm ²)	157
s (mm)	178.0589209
d/2(mm)	245
Penulangan	P10 - 80

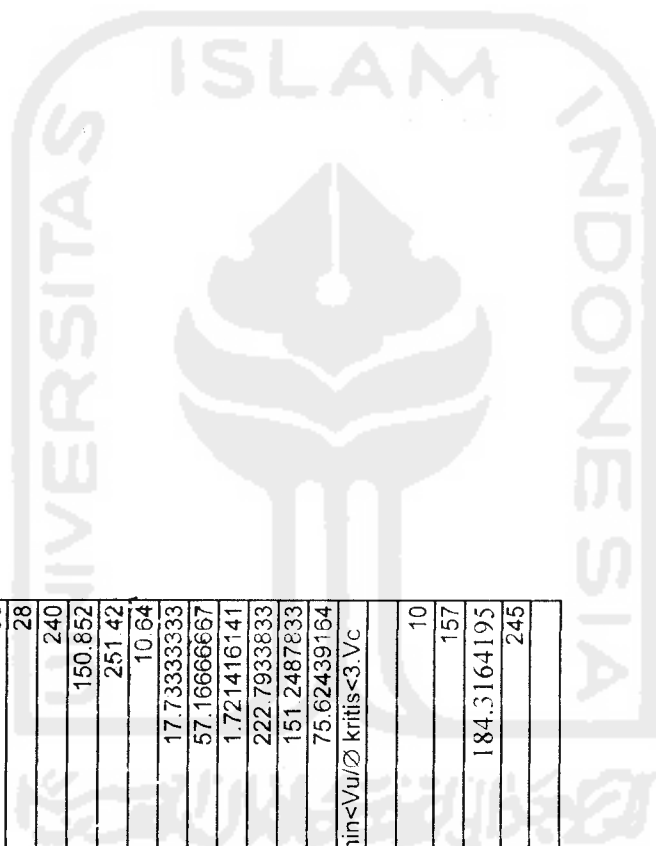
Tabel 4.11 Perencanaan Balok Anak 3 (BA3)

Mu (kNm)	140	Lapangan	203.64
ϕ	0.8		0.8
Mu/ ϕ (kNm)	175		254.55
f'c (Mpa)	28		28
fy (Mpa)	400		400
β_1	0.85		0.85
m	16.80672269		16.80672269
pb	0.030345		0.030345
ρ_{maks}	0.02275875		0.02275875
ρ_{min}	0.0035		0.0035
ρ_{pakai}	0.011379375		0.011379375
Rn (Mpa)	4.116488906		4.116488906
b.d ² perlu	42511957.15		61836678.25
b (mm)	350		350
dperlu (mm)	348.5150423		420.3287089
h (mm)	550		550
dpakai (mm)	490		490
d pakai > dperlu			
Perencanaan	Tul. Sebelah	Tul. Sebelah	
Rn baru (Mpa)	2.082465639		3.02909502
ρ baru	0.005756643		0.008373449
1.33. ρ_{baru}	0.007656335		0.011136687
ρ_{pakai}	0.005756		0.008373
Asperlu (mm ²)	987.154		1435.9695
ϕ tul (mm)	22		22
A1 ϕ tul. (mm ²)	379.94		379.94
n perlu	2.598183924		3.779463863
jml tul. Pakai	3		4
As ada (mm ²)	1139.82		1519.76
s > 25 (mm)	92		54
a (mm)	54.7332533		72.97767107
Mn (kNm)	210.9275086		275.6912509
Kontrol	ok		ok

Perencanaan Tulangan Geser	
qU	37.5
qL	10
L (m)	7.25
b (mm)	350
h (mm)	550
d (mm)	490
f'c (Mpa)	28
fy (Mpa)	240
Vu (kN)	135.9375
Vu/ ϕ (kN)	226.5625
Vu tengah b	9.0625
Vu/ ϕ tengah	15.10416667
Vs min	57.16666667
x	1.553571429
Vu/ ϕ kritis (197.9791667
Vc (kN)	151.2487833
0.5 Vc (kN)	75.62439164
Kondisi	(Vc+Vsmin<Vu/ ϕ kritis<3.Vc
Sengkang minimum	
ϕ sengkang	10
Av (mm ²)	157
s (mm)	245.1505623
d/2 (mm)	245
Penulangan	P10 - 120

Perencanaan Tulangan Geser

qU	37.713
qL	10.64
L (m)	8
b (mm)	350
h (mm)	550
d (mm)	490
f _c (Mpa)	28
f _y (Mpa)	240
V _u (kN)	150.852
V _{u/∅} (kN)	251.42
V _u tengah bentang	10.64
V _{u/∅} tengah (kN)	17.73333333
V _s min	57.16666667
x	1.721416141
V _{u/∅} kritis (kN)	222.7933833
V _c (kN)	151.2487833
0.5 V _c (kN)	75.62439164
Kondisi	(V _c +V _s min < V _{u/∅} kritis < 3.V _c)
Sengkang minimum	
∅ sengkang (mm)	10
A _v (mm ²)	157
s (mm)	184.3164195
d/2 (mm)	245
Penulangan	P10 - 90



Tabel 4.12 Perencanaan Balok Anak 4 (BA4)

Mu (kNm)	Tumpuan	15.6	Lapangan	22.7
ϕ		0.8		0.8
Mu ϕ (kNm)		19.5		28.375
fc (Mpa)		28		28
fy (Mpa)		400		400
β_1		0.85		0.85
m		16.80672269		16.80672269
ρ_b		0.030345		0.030345
ρ_{maks}		0.02275875		0.02275875
ρ_{min}		0.0035		0.0035
ρ_{pakai}		0.011379375		0.011379375
Rn (Mpa)		4.116488906		4.116488906
b.d ² perlu		4737046.654		6893010.195
b (mm)		250		250
dperlu (mm)		137.6524123		166.0483086
h (mm)		300		300
dpakai (mm)		240		240
Perencanaan	d pakai > dperlu		Tul. Sebelah	Tul. Sebelah
Rn baru (Mpa)		1.354166667		1.970486111
ρ baru		0.003743377		0.005447094
1.33. ρ baru		0.004978692		0.007244634
ρ_{pakai}		0.003743377		0.005447094
Asperlu (mm ²)		224.60262		326.82564
ϕ tul (mm)		20		20
A1 ϕ tul. (mm ²)		314		314
n perlu		0.715294968		1.040845987
jml tul. Pakai		2		2
As ada (mm ²)		628		628
s > 25 (mm)		110		110
a (mm)		42.21848739		42.21848739
Min (kNm)		54.98535798		54.98535798
Kontrol	ok		ok	

Perencanaan Tulangan Geser	
qU	10
qL	3
L (m)	4.75
b (mm)	250
h (mm)	300
d (mm)	240
fc (Mpa)	28
fy (Mpa)	240
Vu (kN)	23.75
Vu/ ϕ (kN)	39.58333333
Vu tengah bent	1.78125
Vu/ ϕ tengah (kN)	2.96875
Vs min	20
x	1.027027027
Vu/ ϕ kritis (kN)	35.88333333
Vc (kN)	52.91502622
0.5 Vc (kN)	26.45751311
Kondisi	(Vc+Vsmin < Vu/ ϕ kritis < 3.Vc
Senggang minimum	
ϕ sengkang (m)	10
Av (mm ²)	157
s (mm)	-678.3234564
d/2 (mm)	120
Penulangan	P10 - 300

Tabel 4.14 Perencanaan Balok Anak 6 (BA6)

	Tumpuan	Lapangan
Mu (kNm)	16.59	24.14
ϕ	0.8	0.8
Mu/ ϕ (kNm)	20.7375	30.175
f _c (Mpa)	28	28
f _y (Mpa)	400	400
β_1	0.85	0.85
m	16.80672269	16.80672269
p _b	0.030345	0.030345
p _{maks}	0.02275875	0.02275875
p _{min}	0.0035	0.0035
p _{pakai}	0.011379375	0.011379375
R _n (Mpa)	4.116488906	4.116488906
b.d ² perlu	5037666.923	7330276.04
b (mm)	200	200
d _{perlu} (mm)	158.7083319	191.4455019
h (mm)	300	300
d _{pakai} (mm)	240	240
	d _{pakai} > d _{perlu}	
Perencanaan	Tul. Sebelah	Tul. Sebelah
R _n baru (Mpa)	1.800130208	2.619357639
p _{baru}	0.004976172	0.007240795
1,33. p _{baru}	0.006618309	0.009630258
p _{pakai}	0.004976172	0.007240795
As _{perlu} (mm ²)	238.856256	347.55816
Ø _{tul} (mm)	20	20
A1Ø _{tul} . (mm ²)	314	314
n _{perlu}	0.760688713	1.106873121
jml tul. Pakai	2	2
As _{ada} (mm ²)	628	628
s > 25 (mm)	60	60
a (mm)	52.77310924	52.77310924
M _n (kNm)	53.65969748	53.65969748
Kontrol	ok	ok

Perencanaan Tulangan Geser	
qU	50.2
qL	15
L (m)	1.5
b (mm)	200
h (mm)	300
d (mm)	240
f _c (Mpa)	28
f _y (Mpa)	240
Vu (kN)	37.65
Vu/Ø (kN)	62.75
Vu tengah bent	2.8125
Vu/Ø tengah (kN)	4.6875
Vs min	16
x	0.324219591
Vu/Ø kritis (kN)	44.17
Vc (kN)	42.33202098
0.5 Vc (kN)	21.16601049
Kondisi	(Vc+Vsmin<Vu/Ø kritis<3.Vc
Sengkang minimum	
Ø sengkang (m)	10
Av (mm ²)	157
s (mm)	442.9037756
d/2 (mm)	120
Penulangan	P10 - 200

Tabel 4.14 Perencanaan Balok Anak 6 (BA6)

	Tumpuan	Lapangan
Mu (kNm)	16.59	24.14
ϕ	0.8	0.8
Mu/ ϕ (kNm)	20.7375	30.175
f'c (Mpa)	28	28
fy (Mpa)	400	400
β_1	0.85	0.85
m	16.80672269	16.80672269
pb	0.030345	0.030345
pmaks	0.02275875	0.02275875
pmin	0.0035	0.0035
ppakai	0.011379375	0.011379375
Rn (Mpa)	4.116488906	4.116488906
b.d*2 perlu	5037666.923	7330276.04
b (mm)	200	200
dperlu (mm)	158.7083319	191.4455019
h (mm)	300	300
dpakai (mm)	240	240
	dpakai > d perlu	
Perencanaan	Tul. Sebelah	Tul. Sebelah
Rn baru (Mpa)	1.800130208	2.619357639
ρ baru	0.004976172	0.007240795
1.33. pbaru	0.006618309	0.009630258
ppakai	0.004976172	0.007240795
Asperlu (mm ²)	238.856256	347.55816
ϕ tul (mm)	20	20
A1 ϕ tul. (mm ²)	314	314
n perlu	0.760688713	1.106873121
jml tul. Pakai	2	2
As ada (mm ²)	628	628
s > 25 (mm)	60	60
a (mm)	52.77310924	52.77310924
Mn (kNm)	53.65969748	53.65969748
Kontrol	ok	ok

Perencanaan Tulangan Geser

qU	50.2
qL	15
L (m)	1.5
b (mm)	200
h (mm)	300
d (mm)	240
f'c (Mpa)	28
fy (Mpa)	240
Vu (kN)	37.65
Vu/ ϕ (kN)	62.75
Vu tengah bent	2.8125
Vu/ ϕ tengah (k	4.6875
Vs min	16
x	0.324219591
Vu/ ϕ kritis (kN)	44.17
Vc (kN)	42.33202098
0.5 Vc (kN)	21.16601049
Kondisi	(Vc+Vsmin<Vu/ ϕ kritis<3.Vc
Sengkang minimum	
ϕ sengkang (m	10
Av (mm ²)	157
s (mm)	442.9037756
d/2(mm)	120
Penulangan	P10 - 200

	Tumpuan	Lapangan
Mu (kNm)	80	116
ϕ	0.8	0.8
Mu/ ϕ (kNm)	100	145
f'c (Mpa)	28	28
fy (Mpa)	400	400
β_1	0.85	0.85
m	16.80672269	16.80672269
pb	0.030345	0.030345
pmaks	0.02275875	0.02275875
pmin	0.0035	0.0035
ppakai	0.011379375	0.011379375
Rn (Mpa)	4.116488906	4.116488906
b.d ² perlu	24292546.94	35224193.07
b (mm)	250	250
dperlu (mm)	311.7213303	375.3621881
h (mm)	500	500
dpakai (mm)	440	440
	d pakai > dperlu	
Perencanaan	Tul. Sebelah	Tul. Sebelah
Rn baru (Mpa)	2.066115702	2.995867769
p baru	0.005711446	0.008281597
1.33. pbaru	0.007596224	0.011014524
ppakai	0.00571	0.00828
Asperlu (mm ²)	628.1	910.8
ϕ tul (mm)	20	20
A1 ϕ tul. (mm ²)	314	314
n perlu	2.000318471	2.900636943
jml tul. Pakai	2	3
As ada (mm ²)	628	942
s > 25 (mm)	110	45
a (mm)	42.21848739	63.32773109
Mn (kNm)	105.225358	153.8610555
Kontrol	ok	ok

Perencanaan Tulangan Geser (BA9)		
qU		20
qL		6
L (m)		8
b (mm)		250
h (mm)		500
d (mm)		440
f'c (Mpa)		28
fy (Mpa)		240
Vu (kN)		80
Vu/ ϕ (kN)		133.3333333
Vu tengah bentang		5
Vu/ ϕ tengah (kN)		10
Vs min		36.66666667
x		1.72972973
Vu/ ϕ kritis (kN)		119.7666667
Vc (kN)		97.01088141
0.5 Vc (kN)		48.5054407
Kondisi		(Vc+Vsmin<Vu/ ϕ kritis<3.Vc
Senggang minimum		
ϕ sengkang (mm)		10
Av (mm ²)		157
s (mm)		456.4449568
d/2 (mm)		220
Penulangan		P10 - 200

Perencanaan Tulangan Geser (BA9)

qU	20
qL	6
L (m)	8
b (mm)	250
h (mm)	500
d (mm)	440
fc (Mpa)	28
fy (Mpa)	240
Vu (kN)	80
Vu/Ø (kN)	133.3333333
Vu tengah bentang	6
Vu/Ø tengah (kN)	10
Vs min	36.66666667
x	1.72972973
Vu/Ø kritis (kN)	119.7666667
Vc (kN)	97.01088141
0,5 Vc (kN)	48.5054407
Kondisi	(Vc+Vsmin<Vu/Ø kritis<3.Vc
Sengkang minimum	
Ø sengkang (mm)	10
Av (mm ²)	157
s (mm)	456.4449568
d/2 (mm)	220
Penulangan	P10 - 200

Mu (kNm)	80	Lapangan	116
φ	0.8		0.8
Mu/φ (kNm)	100		145
fc (Mpa)	28		28
fy (Mpa)	400		400
β1	0.85		0.85
m	16.80672269		16.80672269
pb	0.030345		0.030345
pmaks	0.02275875		0.02275875
pmin	0.0035		0.0035
ppakai	0.011379375		0.011379375
Rn (Mpa)	4.116488906		4.116488906
b.d ² perlu	24292546.94		35224193.07
b (mm)	250		250
dperlu (mm)	311.7213303		375.3621881
h (mm)	500		500
dpakai (mm)	440		440
	d pakai > dperlu		
Perencanaan	Tul. Sebelah	Tul. Sebelah	
Rn baru (Mpa)	2.066115702		2.995867769
p baru	0.005711446		0.008281597
1,33 . pbaru	0.007596224		0.011014524
ppakai	0.00571		0.00828
Asperlu (mm ²)	628.1		910.8
Øtul (mm)	20		20
A1Øtul. (mm ²)	314		314
n perlu	2.000318471		2.900636943
jml tul. Pakai	2		3
As ada (mm ²)	628		942
s > 25 (mm)	110		45
a (mm)	42.21848739		63.32773109
Mn (kNm)	105.225358		153.8610555
Kontrol	ok		ok

Tabel 4.18 Perencanaan Balok Anak 12 (BA12)

	Tumpuan	Lapangan
Mu (kNm)	135	135
ϕ	0.8	0.8
Mu/ ϕ (kNm)	168.75	168.75
f _c (Mpa)	28	28
f _y (Mpa)	400	400
β_1	0.85	0.85
m	16.80672269	16.80672269
ρ_{maks}	0.030345	0.030345
ρ_{min}	0.0035	0.0035
ρ_{pakai}	0.011379375	0.011379375
R _n (Mpa)	4.116488906	4.116488906
b.d ² perlu	40993672.97	40993672.97
b (mm)	300	300
d perlu (mm)	369.6560247	369.6560247
h (mm)	500	500
d pakai (mm)	440	440
d pakai > d perlu		
Perencanaan	Tul. Sebelah	Tul. Sebelah
R _n baru (Mpa)	2.905475207	2.905475207
ρ baru	0.008031721	0.008031721
1.33. ρ baru	0.010682189	0.010682189
ρ pakai	0.0080317	0.0080317
As perlu (mm ²)	1060.1844	1060.1844
ϕ tul (mm)	22	22
A1 ϕ tul. (mm ²)	379.94	379.94
n perlu	2.790399537	2.790399537
jml tul. Pakai	3	3
As ada (mm ²)	1139.82	1139.82
s > 25 (mm)	67	67
a (mm)	63.85546218	63.85546218
M _n (kNm)	186.0515734	186.0515734
Kontrol	ok	ok

Perencanaan Tulangan Geser	
qU	30
qL	10
L (m)	3
b (mm)	300
h (mm)	500
d (mm)	440
f _c (Mpa)	28
f _y (Mpa)	240
V _u (kN)	45
V _u / ϕ (kN)	75
V _u tengah bentang	3.75
V _u / ϕ tengah (kN)	6.25
V _s min	44
x	0.654545455
V _u / ϕ kritis (kN)	54.83333333
V _c (kN)	116.4130577
0.5 V _c (kN)	58.20652884
Kondisi	(V _c +V _s min<V _u / ϕ kritis<3.V _c
Sengkang minimum	
ϕ sengkang (mm)	10
Av (mm ²)	157
s (mm)	-400.3375004
d/2(mm)	220
Penulangan	P10 - 200

Tabel 4.. Perencanaan Balok Anak 13 (BA13)

M_u (kNm)	Tumpuan	Lapangan	
ϕ	75.42	109	
M_u/ϕ (kNm)	0.8	0.8	
f_c (Mpa)	94.275	136.25	
f_y (Mpa)	28	28	
β_1	400	400	
m	0.85	0.85	
p_b	16.80672269	16.80672269	
p_{maks}	0.030345	0.030345	
p_{min}	0.02275875	0.02275875	
p_{pakai}	0.0035	0.0035	
R_n (Mpa)	0.011379375	0.011379375	
$b \cdot d^2$ perlu	4.116488906	4.116488906	
b (mm)	22901798.63	33098595.21	
d perlu (mm)	300	300	
h (mm)	276.295727	332.1575691	
d_{pakai} (mm)	550	550	
	490	490	
	d pakai > d perlu		
Perencanaan	Tul. Sebelah	Tul. Sebelah	
R_n baru (Mpa)	1.308829654	1.891572956	
ρ baru	0.00361805	0.005228951	
1,33 . pbaru	0.004812007	0.006954505	
ρ_{pakai}	0.00361805	0.00361805	
Asperlu (mm ²)	531.85335	531.85335	
ϕ tul (mm)	22	22	
A1 ϕ tul. (mm ²)	379.94	379.94	
n perlu	1.399835106	1.399835106	
jml tul. Pakai	2	2	
As ada (mm ²)	759.88	759.88	
$s > 25$ (mm)	156	156	
a (mm)	42.57030812	42.57030812	
Mn (kNm)	142.4668149	142.4668149	
Kontrol	ok	ok	

Perencanaan Tulangan Geser		
q_u		25
q_L		8
L (m)		8
b (mm)		300
h (mm)		550
d (mm)		490
f_c (Mpa)		28
f_y (Mpa)		240
V_u (kN)		100
V_u/ϕ (kN)		166.6666667
V_u tengah bentang		8
V_u/ϕ tengah (kN)		13.33333333
V_s min		49
x		1.739130435
V_u/ϕ kritis (kN)		147.8833333
V_c (kN)		129.6418142
0,5 V_c (kN)		64.82090712
Kondisi	$(V_c + V_{smin} < V_u/\phi$ kritis $< 3 \cdot V_c$	
Sengkang minimum		
ϕ sengkang (mm)		10
A_v (mm ²)		78.5
s (mm)		249.3352274
d/2 (mm)		245
Penulangan		P10 - 240

4.4 Perencanaan Struktur Portal dengan Daktilitas Penuh

Pada perencanaan ulang (redesain) gedung *Gama Book Plaza*, untuk perencanaan portal dianalisis dengan SAP2000 dengan analisis struktur tiga

(3) Dimensi. Beban yang bekerja pada struktur adalah sebagai berikut :

1. Beban mati

- Perhitungan pembebanan pelat lantai untuk beban mati per m^2

1. Berat sendiri pelat	: 0,12 x 24	= 2,88 KN/m ²
2. Pasir (tebal 5 cm)	: 0,05 x 16	= 0,80 KN/m ²
3. Spesi (tebal 3 cm)	: 0,03 x 21	= 0,63 KN/m ²
4. Keramik (tebal 1 cm)	: 0,01 x 24	= 0,24 KN/m ² +
	<hr/>	
	qD	= 4,55 KN/m ²

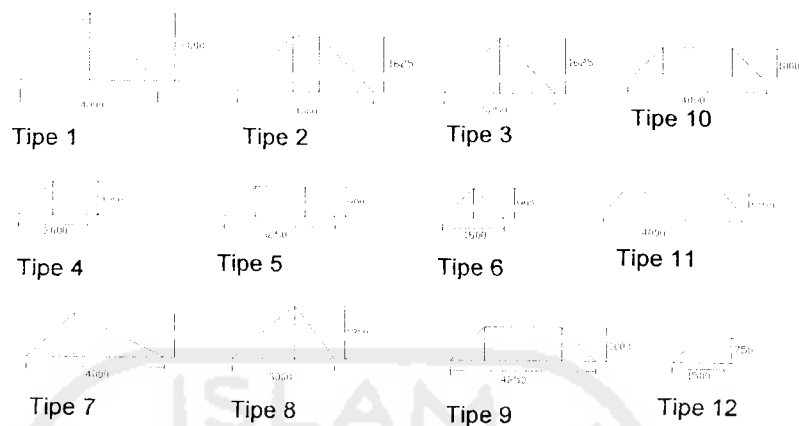
2. Beban hidup

Beban hidup pelat lantai untuk toko buku = 4 KN/m²

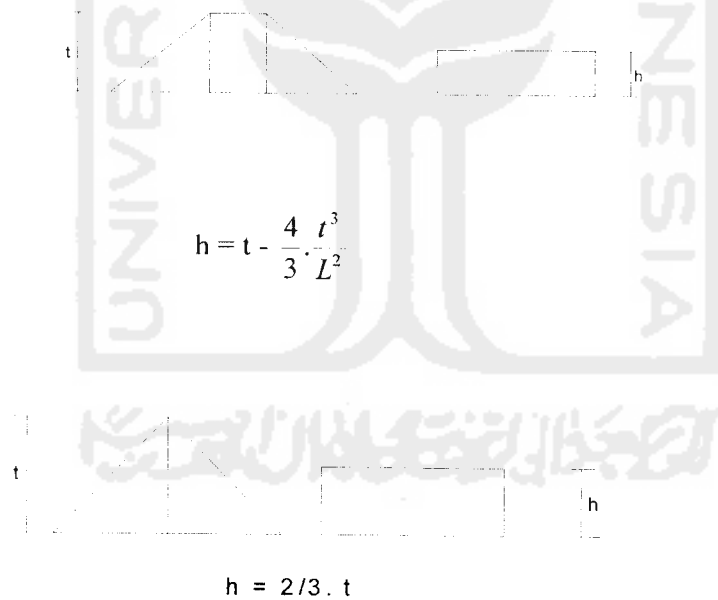
Beban hidup ruang pelengkap = 2,5 KN/m²

Beban hidup pekerja atap = 1,0 KN/m²

Pemodelan jenis beban pada SAP 2000 :

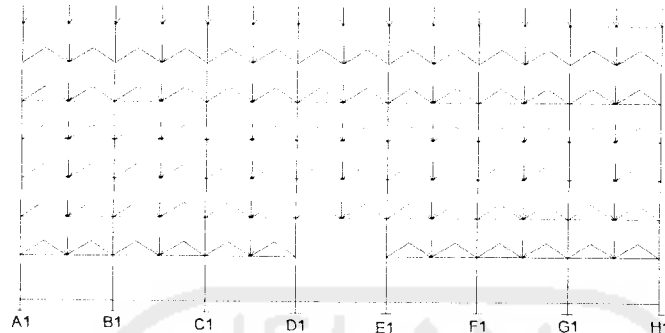


Gambar 4.6 Tipe pembebanan



4.4.1 Perhitungan Beban akibat Gravitasi

4.4.1.1 Portal As-1



Gambar 4.13 Rencana beban gravitasi portal As 1

A. Beban mati

1. Beban merata lantai 1, 2, 3, 4, 5, 6

Balok A1-B1 = B1-C1 = C1-D1 = E1-F1 = F1-G1 = G1-H1

- Pelat lantai (tipe 1) = $2/3 \cdot t \cdot qD$

$$= 2/3 \times 2 \text{ m} \times 4,55 \text{ kN/m}^2 = 6,07 \text{ KN/m}$$

Balok induk rencana 400 x 700 mm

- Dinding = tinggi dinding $\cdot qD$ KN/m

$$= 2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ KN/m}^2 = 6,25 \text{ KN/m}$$

- Berat sendiri balok = $0,4 \text{ m} \times (0,7-0,12) \text{ m} \times 24 = 5,57 \text{ KN/m} +$

$$qD = 17,89 \text{ KN/m}$$

2. Beban merata Lantai 2, 3, 4, 5, 6

Balok D1-E1

- Pelat lantai (Tipe 1) = $(2/3 \cdot 2 \cdot 4,55) = 6,07 \text{ kN/m}$

$$\begin{aligned}
 - \text{Pelat lantai (Tipe 8)} &= 2/3 \cdot 1,3 \cdot 4,55 = 3,94 \text{ kN/m} \\
 - \text{Dinding} &= 1 \cdot 2,5 \text{ kN/m} = 2,5 \text{ kN/m} \\
 - \text{Berat sendiri balok} &= 0,4 \times (0,7-0,12) \times 24 = 5,57 \text{ kN/m} + \\
 &\qquad\qquad\qquad \underline{\qquad\qquad\qquad} \\
 &\qquad\qquad\qquad qD = 18,08 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

3. Beban terpusat lantai 1, 2, 3, 4, 5, 6

- Balok anak (BA1)

$$\begin{aligned}
 &= ((0,35 \cdot (0,55-0,12) \cdot 4) \cdot 24) + (6,07 \cdot 4 \cdot 2) + (5,33 \cdot 4 \cdot 2) \\
 &= 105,65 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Balok anak (BA12)} &= ((0,35 \cdot (0,55-0,12) \cdot 3) \cdot 24) + (4,03 \cdot 3 \cdot 2) + \\
 &\qquad\qquad\qquad (2,16 \cdot 3 \cdot 2) = 47,98 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Balok anak (BA11)} &= ((0,25 \cdot (0,5-0,12) \cdot 5) \cdot 24) + (4,03 \cdot 5) + (2,16 \cdot 5) \\
 &= 43,85 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

3. Beban atap genteng

$$- \text{Balok Atap (1m')} = 0,4 \times 0,7 \times 24 = 6,72 \text{ kN}$$

Beban terpusat pada kolom dan balok atap akibat beban kuda-kuda atap adalah:

$$\text{Berat KK1} = \text{Reaksi dari kuda-kuda 1} = 126,03 \text{ kN}$$

$$\text{Berat KK3} = \text{Reaksi dari kuda-kuda 3} = 22,94 \text{ kN}$$

B. Beban hidup

1. Beban merata lantai 1

$$\begin{aligned} \text{Balok A1-B1} &= \text{B1-C1} = \text{C1-D1} = \text{D1-E1} = \text{E1-F1} \\ &= \text{F1-G1} = \text{G1-H1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Lantai ruang pameran} &= (2/3 \cdot t \cdot qL) \cdot 2 \text{ beban segitiga} \\ &= 2/3 \times 2 \times 4 \cdot 2 = 10,67 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

2. Beban merata lantai 2

$$\begin{aligned} \text{Balok A1-B1} &= \text{B1-C1} = \text{C1-D1} = \text{D1-E1} = \text{E1-F1} \\ &= \text{F1-G1} = \text{G1-H1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Lantai restoran} &= (2/3 \times 2 \times 2,5) \cdot 2 \text{ beban segitiga} \\ &= 6,67 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

3. Beban merata lantai 3,4

$$\begin{aligned} \text{Balok A1-B1} &= \text{B1-C1} = \text{C1-D1} = \text{D1-E1} = \text{E1-F1} \\ &= \text{F1-G1} = \text{G1-H1} \end{aligned}$$

$$\text{- Lantai toko buku} = (2/3 \times 2 \times 4) \cdot 2 \text{ beban segitiga} = 10,67 \text{ kN/m}$$

4. Beban merata lantai 5

$$\begin{aligned} \text{Balok A1-B1} &= \text{B1-C1} = \text{C1-D1} = \text{D1-E1} = \text{E1-F1} \\ &= \text{F1-G1} = \text{G1-H1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Lantai toko alat-alat pendidikan dan kantor} \\ &= (2/3 \times 2 \times 2,5) \cdot 2 \text{ beban segitiga} = 6,67 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

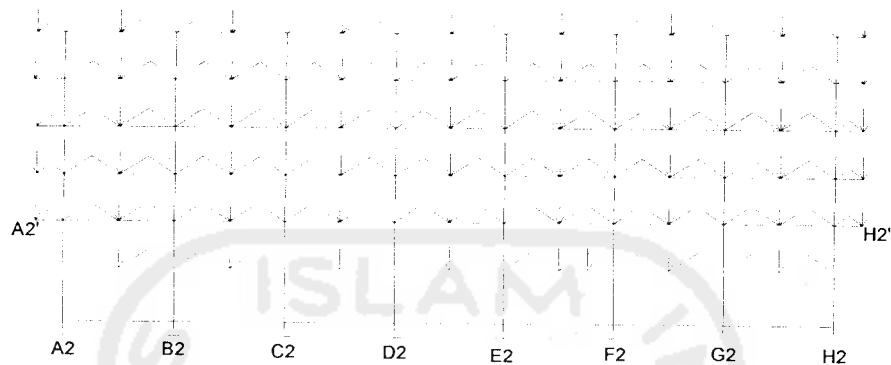
5. Beban merata lantai 6

$$\text{Balok A1-B1} = \text{B1-C1} = \text{C1-D1} = \text{D1-E1} = \text{E1-F1} = \text{F1-G1} = \text{G1-H1}$$

$$\text{- Lantai Perpustakaan} = (2/3 \times 2 \times 4) \cdot 2 \text{ beban segitiga} = 10,67 \text{ kN/m}$$

4.4.1.2 Portal As 2

A. Beban mati



Gambar 4.14 Rencana beban gravitasi portal As 2

1. Beban merata lantai 1

Balok A2-B2 = B2-C2 = C2-D2 = D2-E2 = E2-F2 = F2-G2 = G2-H2

- Pelat lantai (tipe 1)	$= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4,55)$	$= 12,4 \text{ kN/m}$
- Berat sendiri balok	$(0,4 \times (0,7-0,12)) \times 24$	$= 5,568 \text{ kN/m} +$
		$= 18,368 \text{ kN/m}$

Balok E2-F2

- Pelat lantai (tipe 12) (tangga bordes)	$2/3 \cdot 0,75 \cdot 4,55$	$= 2,32 \text{ kN/m}$
- Pelat lantai (tipe 1)	$2/3 \cdot 2 \cdot 4,55$	$= 6,20 \text{ kN/m}$
- Berat sendiri balok	$0,4 \times (0,7-0,12) \times 24$	$= 5,57 \text{ kN/m} +$
		$= 14,09 \text{ kN/m}$

2. Beban merata lantai 2, 3, 4, 5, 6

Balok A2-B2 = E2-F2 = F2-G2 = G2-H2

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1)} = 2(2/3 \cdot 2 \cdot 4,55) = 12,14 \text{ kN/m}$$

Balok B2-C2

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1)} = 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4,55) = 12,14 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} \text{- Pelat lantai (tipe 1)} &= 2/3 \cdot 2 \cdot 4,55 = 6,07 \text{ kN/m} + \\ &= 18,21 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Beban terbagi rata = $18,21 / 2 = 9,1 \text{ kN/m}$

Balok C2-D2 = D2-E2

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1)} = 2/3 \cdot 2 \cdot 4,55 = 6,2 \text{ kN/m}$$

Balok A2- A2' = H2-H2'

$$\text{- Pelat lantai (tipe 4)} = 2/3 \cdot 1 \cdot 4,55 = 3,1 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Berat sendiri balok} = 0,4 \times (0,7-0,12) \times 24 = 5,568 \text{ kN/m}$$

3. Beban terpusat Lantai 1 ,2,3,4,5,6

$$\begin{aligned} \text{- Balok anak (BA1)} &= ((0,35 \cdot (0,55-0,12) \cdot 4) \cdot 24) + (6,07 \cdot 4 \cdot 2) \\ &+ (5,33 \cdot 4 \cdot 2) = 105,65 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Balok anak (BA6)} &= ((0,2 \cdot (0,4-0,12) \cdot 1,5) \cdot 24) + (2,324 \cdot 1,5) + \\ &(1,25 \cdot 1,5) + 118,09/2 = 66,43 \text{ kN} \end{aligned}$$

B. Beban hidup

1. Beban merata lantai 1

Balok A2-B2 = B2-C2 = C2-D2 = D2-E2 = F2-G2 = G2- H2

$$\text{- Lantai ruang pameran} = 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4) = 10,67 \text{ kN/m}$$

Balok E2-F2

$$\text{- Lantai ruang pameran} = 2/3 \cdot 2 \cdot 4 = 5,33 \text{ kN/m}$$

2. Beban merata lantai 2

$$\text{Balok A2-B2} = \text{E2-F2} = \text{F2-G2} = \text{G2-H2}$$

$$\begin{aligned} \text{- Lantai restoran} &= (2/3 \cdot 2 \times 2,5) \cdot 2 \text{ beban segitiga} \\ &= 6,67 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\text{Balok B2-C2}$$

$$\begin{aligned} \text{- Lantai restoran} &= 2/3 \cdot 2 \cdot 2,5 &= 3,33 \text{ kN/m} \\ &= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) &= 6,67 \text{ kN/m} + \\ & &= 10 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\text{- Beban terbagi rata} = 10/2 = 5 \text{ kN/m}$$

$$\text{Balok C2-D2} = \text{D2-E2}$$

$$\text{- Lantai restoran} = 2/3 \cdot 2 \cdot 2,5 = 3,33 \text{ kN/m}$$

3. Beban merata lantai 3,4

$$\text{Balok A2-B2} = \text{E2-F2} = \text{F2-G2} = \text{G2-H2}$$

$$\text{- Pelat lantai toko buku} = 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4) = 10,67 \text{ kN/m}$$

$$\text{Balok B2-C2}$$

$$\begin{aligned} \text{- Pelat lantai toko buku} &= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4) = 10,67 \text{ kN/m} \\ \text{- Pelat lantai toko buku} &= 2/3 \cdot 2 \cdot 4 &= 5,33 \text{ kN/m} + \\ & &= 16 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\text{Beban terbagi rata} = 8 \text{ kN/m}$$

$$\text{Balok C2-D2} = \text{D2-E2}$$

$$\text{- Pelat lantai toko buku} = 2/3 \cdot 2 \cdot 4 = 5,333 \text{ kN/m}$$

3. Beban merata lantai 5

Balok A2-B2 = E2-F2 = F2-G2 = G2-H2

- lantai toko alat-alat sekolah dan kantor
 $= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) = 6,67 \text{ kN/m}$

Balok B2-C2

- lantai toko alat-alat sekolah dan kantor
 $= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) = 6,67 \text{ kN/m}$
- lantai toko alat-alat sekolah dan kantor
 $= 2/3 \cdot 2 \cdot 2,5 = 3,33 \text{ kN/m} +$

 $= 10 \text{ kN/m}$

Beban terbagi rata = $10/2 = 5 \text{ kN/m}$

Balok C2-D2 = D2-E2

- lantai toko alat-alat pendidikan dan kantor
 $= 2/3 \cdot 2 \cdot 2,5 = 3,33 \text{ kN/m}$

4. Beban merata lantai 6

Balok A2-B2 = E2-F2 = F2-G2 = G2-H2

- lantai perpustakaan = $2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4) = 10,666 \text{ kN/m}$

Balok B2-C2

- lantai perpustakaan = $2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4) = 10,67 \text{ kN/m}$
- lantai perpustakaan = $2/3 \cdot 2 \cdot 4 = 5,333 \text{ kN/m} +$

 $= 16 \text{ kN/m}$

Beban terbagi rata = $16/2 = 8 \text{ kN/m}$

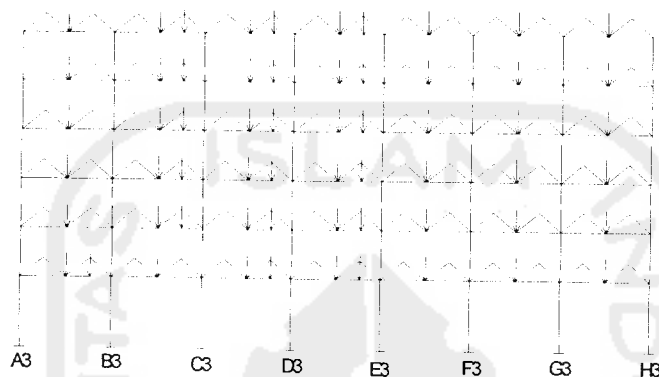
Balok C2-D2 = D2-E2

- lantai perpustakaan = $2/3 \cdot 2 \cdot 4 = 5,33 \text{ kN/m}$

Balok A2- A2' = H2-H2'

$$- \text{Pelat lantai ruang pelengkap} = 2/3 \cdot 1 \cdot 3 = 2 \text{ kN/m}$$

4.4.1.3 Portal As 3



Gambar 4.15 Rencana beban gravitasi portal As 3

A. Beban mati

1. Beban merata lantai 1

Balok A3- B3 = B3- C3 = D3- E3 = E3-F3 = F3-G3 = G3-H3

$$- \text{Pelat lantai (tipe1)} = 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4,55) = 12,4 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Berat sendiri balok} = 0,4 \times (0,7 - 0,12) \times 24 = 5,57 \text{ kN/m} +$$

$$= 17,97 \text{ kN/m}$$

Balok C3-D3

$$- \text{Pelat lantai (tipe1)} = 2/3 \cdot 2 \cdot 4,55 = 6,07 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat lantai (tipe12)} = 2/3 \cdot 0,75 \cdot 4,55 = 2,33 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Berat sendiri balok} = 0,4 \times (0,7 - 0,12) \times 24 = 5,57 \text{ kN/m} +$$

$$= 14,09 \text{ kN/m}$$

2. Beban merata lantai 2, 3, 4, 5, 6

Balok A3-B3 = E3-F3 = F3-G3 = G3 -H3

$$\begin{aligned} \text{- Pelat lantai (tipe1)} &= 2.(2/3. 2. 4,55) = 12,4 \text{ kN/m} \\ \text{- Berat sendiri balok} &= 0,4 \times (0,7-0,12) \times 24 = 5,57 \text{ kN/m} + \\ &= 17,97 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Balok = C3- D3 = D3-E3

$$\begin{aligned} \text{- Pelat lantai (tipe 1)} &= 2/3.2. 4,55 = 6,07 \text{ kN/m} \\ \text{- Pelat lantai (tipe 12)} &= 2/3.0,75. 4,55 = 2,32 \text{ kN/m} \\ \text{- Berat sendiri balok} &= 0,4 \times 0,7 \times 24 = 5,57 \text{ kN/m} + \\ &= 17,97 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Balok B3-C3

$$\begin{aligned} \text{- Pelat lantai (tipe1)} &= 2.(2/3. 2. 4,55) = 12,4 \text{ kN/m} \\ \text{- Pelat lantai (tipe 12)} &= 2/3.0,75. 4,55 = 2,32 \text{ kN/m} \\ \text{- Berat sendiri balok} &= 0,4 \times 0,7- \times 24 = 5,57 \text{ kN/m} + \\ &= 20,29 \text{ kN /m} \end{aligned}$$

Balok A3-A3' = H3-H3'

$$\begin{aligned} \text{- Pelat lantai (tipe 4)} &= 2/3. 1. 4,65 = 4,65 \text{ kN/m} \\ \text{- Berat sendiri balok} &= 0,4 \times 0,7 \times 24 = 5,568 \text{ kN/m} + \\ &= 10,22 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

3. Beban terpusat lantai 1, 2, 3, 4, 5, 6

$$\begin{aligned} \text{- Balok anak (BA1)} &= ((0,35. (0,55-0,12). 4) . 24) + (6,2. 4. 2) \\ &+ (5,33. 4. 2) = 106,68 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Balok anak (BA6)} &= ((0,2 \cdot (0,4-0,12) \cdot 1,5) \cdot 24) + (2,324 \cdot 1,5) + \\
 &\quad (1,25 \cdot 1,5) + 118,09/2 = 66,43 \text{ kN} \\
 \text{- Balok anak (BA11)} &= ((0,2 \cdot (0,4-0,12) \cdot 1,5) \cdot 24) + (2,324 \cdot 1,5) + \\
 &\quad (1,25 \cdot 1,5) + 118,09/2 = 66,43 \text{ kN} \\
 \text{- Balok anak (BA13)} & \\
 &= (0,25 \cdot (0,5-0,12) \cdot 5) \cdot 24 + (6,07 \cdot 4) + (5,53 \cdot 4) \\
 &\quad + (118,09/2) = 11,4 + 24,28 + 22,12 + 59,05 = 116,8 \text{ kN} \\
 \text{- Balok anak (BA5)} &= (0,25 \cdot 0,5-0,12) \cdot 4 \cdot 24 + (4,26 \cdot 4) + (2,29 \cdot 4) \\
 &\quad = 9,12 + 17,04 + 9,16 = 35,32 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

B. Beban hidup

1. Beban merata lantai 1

$$\text{Balok A3-B3 = B3-C3 = D3-E3 = E3-F3 = F3-G3 = G3-H3}$$

$$\text{- lantai ruang pameran} = 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4) = 10,67 \text{ kN/m}$$

$$\text{Balok C3-D3}$$

$$\text{- lantai ruang pameran} = 2/3 \cdot 2 \cdot 4 = 5,33 \text{ kN/m}$$

2. Beban merata lantai 2

$$\text{Balok A3-B3 = E3-F3 = F3-G3 = G3-H3}$$

$$\text{- lantai restoran} = 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) = 6,67 \text{ kN/m}$$

$$\text{Balok = C3-D3 = D3-E3}$$

$$\text{- lantai restoran} = 2/3 \cdot 2 \cdot 2,5 = 3,33 \text{ kN/m}$$

$$\text{Balok B3-C3}$$

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1)} = 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) = 6,67 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat lantai (tipe 12)} = 2/3 \cdot 0,75 \cdot 2,5 = 1,25 \text{ kN/m}$$

Balok A3-A3' = H3-H3' = G3-H3

- lantai gudang = $2/3 \cdot 1 \cdot 4 = 2,67 \text{ kN/m}$

3. Beban merata lantai 3, 4

Balok A3-B3 = B3-C3 = E3-F3 = F3-G3

- lantai toko buku = $2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4) = 10,67 \text{ kN/m}$

Balok = C3- D3 = D3-E3

- lantai toko buku = $(2/3 \cdot 2 \cdot 4) = 5,33 \text{ kN/m}$

Balok A3-A3' = H3-H3' = G3-H3

- lantai gudang = $2/3 \cdot 1 \cdot 4 = 2,67 \text{ kN/m}$

4. Beban merata lantai 5

Balok A3-B3 = B3-C3 = E3-F3 = F3-G3

- lantai alat-alat sekolah dan kantor = $2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) = 6,67 \text{ kN/m}$

Balok = C3- D3 = D3-E3

- lantai alat-alat sekolah dan kantor
= $2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) = 6,67 \text{ kN/m}$

- lantai alat-alat sekolah dan kantor = $2/3 \cdot 0,75 \cdot 2,5 = 1,25 \text{ kN/m}$

Balok A3-A3' = H3-H3' = G3-H3

- lantai gudang = $2/3 \cdot 1 \cdot 4 = 1,333 \text{ kN/m}$

5. Beban merata lantai 6

Balok A3-B3 = B3-C3 = E3-F3 = F3-G3 = G3-H3

- lantai perpustakaan dan ruang baca = $2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4) = 10,67 \text{ kN/m}$

Balok = C3- D3 = D3-E3

- lantai perpustakaan dan ruang baca

$$= 2. (2/3.2. 4) = 10,67 \text{ kN/m}$$

- lantai perpustakaan dan ruang baca = $2/3. 0,75 . 4 = 2 \text{ kN/m}$

Balok A3-A3' = H3-H3' = G3-H3

- lantai gudang = $2/3.1. 4 = 2,67 \text{ kN/m}$

6. Beban terpusat lantai 1,2,3,4,5,6

Balok A3- B3 = B3- C3 = C3-D3 = D3- E3 = E3-F3 = F3-G3 = G3-H3

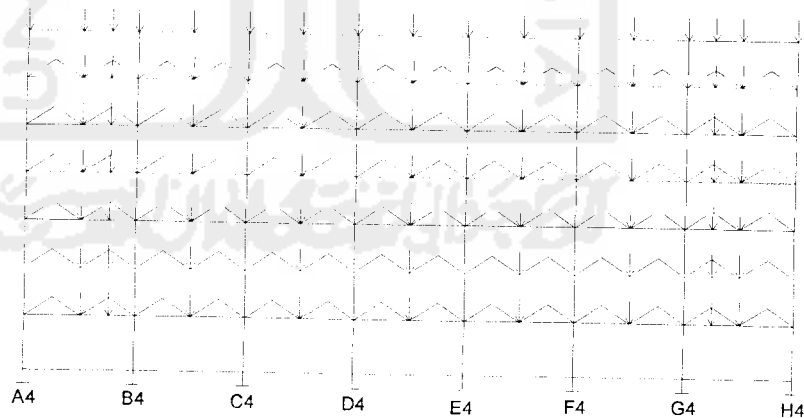
$$\begin{aligned} \text{- Balok anak (BA1)} &= ((0,35. (0,55-0,12). 4) . 24) + (6,2. 4. 2) \\ &+ (5,33. 4. 2) = 105,65 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Balok anak (BA6)} &= ((0,2. (0,4-0,12). 1,5). 24) + (2,324. 1,5) + \\ &(1,25. 1,5) + 118,09/2 = 66,43 \text{ kN} \end{aligned}$$

Balok A3-A3' = H3-H3'

$$\begin{aligned} \text{- Balok anak (BA5)} &= (0,25. 0,5-0,12). 4. 24 + (2,13. 4) + (1,15.4) \\ &= 9,12 + 8,52 + 4,6 = 22,24 \text{ kN} \end{aligned}$$

4.4.1.4 Portal As 4



Gambar 4.16 Rencana beban gravitasi portal As 4

A. Beban mati

1. Beban merata lantai 1,2,3,4,5,6

Balok A4-B4 = G4-H4

$$\text{- Pelat lantai (tipe 2)} = \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{t^3}{L^2}\right)\right) \cdot t \cdot qD \quad (\text{beban trapesium})$$

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1,625^3}{4^2}\right)\right) \cdot 1,625 \cdot 4,55 = 4,86 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{- Pelat lantai (tipe 10)} &= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{4^2}\right)\right) \cdot 1,4,55 &&= 4,62 \text{ kN} + \\ &&&= 9,48 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\text{- Pelat lantai (tipe 6)} = \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{0,9^3}{1,8^2}\right)\right) \cdot 0,9 \cdot 4,55 = 2,93 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} \text{- Pelat lantai (tipe 2)} &= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1,625^3}{4^2}\right)\right) \cdot 1,625 \cdot 4,55 = 4,86 \text{ kN} + \\ &&&= 7,79 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

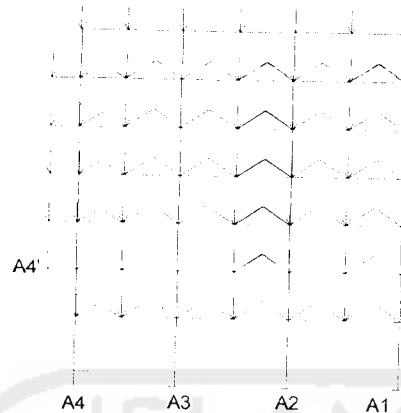
$$\text{- Berat sendiri balok} \quad 0,4 \times (0,7-0,12) \times 24 = 5,57 \text{ kN/m}$$

$$\text{Beban terbagi rata} = (7,79+9,48)/2 + 5,57 = 14,21 \text{ kN/m}$$

Balok B4-C4 = C4-D4 = D4-E4 = E4-F4 = F4-G4

$$\text{- Pelat lantai (tipe 2)} = \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1,625^3}{4^2}\right)\right) \cdot 1,625 \cdot 4,55 = 4,858 \text{ kN}$$

4.4.1.5 Portal As A = portal As H



Gambar 4.17 Rencana beban gravitasi portal As- A

A. Beban mati

1. Beban merata lantai 1

Balok A4-A3

- Pelat lantai (tipe 3) $= 2/3 \cdot 1,625 \cdot 4,55 = 5,04 \text{ kN/m}$
- Pelat lantai (tipe 1) $= 2/3 \cdot 2 \cdot 4,55 = 6,07 \text{ kN/m}$
- Berat sendiri balok $0,4 \cdot (0,7-0,12) \cdot 24 = 5,568 \text{ kN/m} +$
 $= 16,81 \text{ kN/m}$

Balok A3-A2 = A2-A1

- Pelat lantai (tipe 1) $= 2/3 \cdot 2 \cdot 4,55 = 6,07 \text{ kN/m}$
- Berat sendiri balok $0,4 \cdot (0,7-0,12) \cdot 24 = 5,568 \text{ kN/m} +$
 $= 11,77 \text{ kN/m}$

2. Beban merata lantai 2,3,4,5,6

Balok A4-A3

- Pelat lantai (tipe 1) $= 2/3 \cdot 2 \cdot 4,55 = 6,07 \text{ kN/m}$
- Pelat lantai (tipe 9) $= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{4,25^2} \right) \right) \cdot 1,4,55 = 4,31 \text{ kN/m} +$
 $= 10,38 \text{ kN/m}$
- Pelat lantai (tipe 3) $= 2/3 \cdot 1,625 \cdot 4,55 = 5,04 \text{ kN/m}$
- Berat sendiri balok $0,4 \cdot (0,7-0,12) \cdot 24 = 5,57 \text{ kN/m}$

Beban terpakai = $(10,38 + 5,04) / 2 + 5,57 = 13,28 \text{ kN/m}$

Balok A4-A4'

- Pelat lantai (tipe 4) $= 2/3 \cdot 1 \cdot 4,55 = 3,03 \text{ kN/m}$
- Berat sendiri balok $0,4 \cdot (0,7-0,12) \cdot 24 = 5,57 \text{ kN/m} +$
 $= 6,60 \text{ kN/m}$

Balok A3-A2 = A2-A1

- Pelat lantai (tipe 1) $= 2/3 \cdot 2 \cdot 4,55 = 6,07 \text{ kN/m}$
- Pelat lantai (tipe 10) $= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{4^2} \right) \right) \cdot 1,4,55 = 4,26 \text{ kN/m}$
- Berat sendiri balok $0,4 \cdot (0,7-0,12) \cdot 24 = 5,57 \text{ kN/m} +$
 $= 15,9 \text{ kN/m}$

3. Beban terpusat lantai 1, 2, 3, 4, 5,6

Balok A4 - A3 = A3 - A2 = A2 - A1

- Balok anak (BA2) $= (0,3 \cdot (0,5-0,12) \cdot 4) \cdot 24 + (6,07 \cdot 4,2)$
 $+ (6,07 \cdot 4,2) = 97,12 \text{ kN}$
- Balok anak (BA1) $= ((0,35 \cdot (0,55-0,12) \cdot 4) \cdot 24) + (6,07 \cdot 4,2)$
 $+ (5,33 \cdot 4,2) = 105,65 \text{ kN}$

$$- \text{ Balok anak (BA4)} = 0,25 \cdot 0,55 \cdot 2,375 = 0,33 \text{ kN/m}$$

4. Beban terpusat Atap

Beban terpusat pada kolom dan balok atap akibat beban atap adalah

$$\text{Berat KK2} = \text{Reaksi dari kuda-kuda 1} = 26,09 \text{ kN}$$

$$\text{Berat KK3} = \text{Reaksi dari kuda-kuda 1} = 22,94 \text{ kN}$$

$$- \text{ Balok atap} = 0,35 \cdot 0,7 \cdot 24 = 5,880 \text{ kN/m}$$

B. Beban hidup

1. Beban merata lantai 1

Balok A4-A3

$$- \text{ Pelat lantai ruang pelengkap} = 2/3 \cdot 2 \cdot 3 = 4 \text{ kN/m}$$

Balok A4-A4'

- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{2^2} \right) \right) \cdot 1,3 = 2,0 \text{ kN/m}$$

Balok A3-A2 = A2-A1

$$- \text{ Pelat lantai (tipe 1) ruang pameran} = 2/3 \cdot 2 \cdot 4 = 5,33 \text{ kN/m}$$

Beban merata lantai 2

Balok A4-A3

- Pelat lantai (tipe 1) ruang pelengkap

$$= 2/3 \cdot 2 \cdot 3 = 4 \text{ kN/m}$$

- Pelat lantai (tipe 9) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{4,25^2} \right) \right) \cdot 1,3 = 2,06 \text{ kN/m} +$$

$$= 6,06 \text{ kN/m}$$

Balok A3-A2 = A2-A1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang restoran = $2/3 \cdot 2 \cdot 4 = 5,33 \text{ kN/m}$

Balok A4-A4'

- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{2^2} \right) \right) \cdot 1,3 = 2,0 \text{ kN/m}$$

3. Beban merata lantai 3,4

Balok A4-A3

- Pelat lantai(tipe 2) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1,625^3}{3,25^2} \right) \right) \cdot 1,625 \cdot 3 = 2,23 \text{ kN/m}$$

Balok A4-A4'

- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{2^2} \right) \right) \cdot 1,3 = 2,0 \text{ kN/m}$$

Balok A3-A2 = A2-A1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang,toko buku = $2/3 \cdot 2 \cdot 4 = 3,33 \text{ kN/m}$
- Pelat lantai (tipe 10) ruang toko buku

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{4^2} \right) \right) \cdot 1,2,5 = 2,29 \text{ kN/m} +$$

$$= 5,624 \text{ kN/m}$$

4. Beban merata lantai 5

Balok A4-A3

- Pelat lantai (tipe 2) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{4,25^2} \right) \right) \cdot 1,2,5 = 2,46 \text{ kN/m}$$

Balok A4-A4'

- Pelat lantai (tipe 10) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{4^2} \right) \right) \cdot 1,2,5 = 2,29 \text{ kN/m}$$

Balok A3-A2 = A2-A1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang pameran = $2/3 \cdot 2 \cdot 2,5 = 3,33 \text{ kN/m}$
- Pelat lantai (tipe 10) ruang pameran

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{4^2} \right) \right) \cdot 1,2,5 = 2,29 \text{ kN/m} +$$

$$= 5,62 \text{ kN/m}$$

5. Beban merata lantai 6

Balok A4-A3

- Pelat lantai (tipe 2) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{4,25^2} \right) \right) \cdot 1,2,5 = 2,46 \text{ kN/m}$$

Balok A4-A4'

- Pelat lantai (tipe 10) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{4^2} \right) \right) \cdot 1,2,5 = 2,29 \text{ kN/m}$$

- Balok A3-A2 = A2-A1

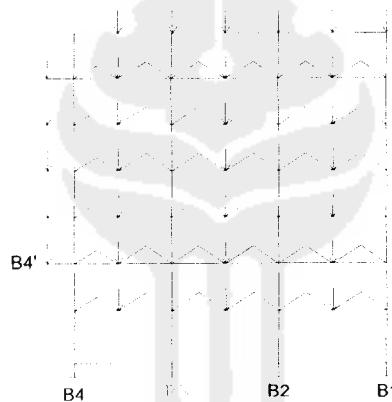
- Pelat lantai (tipe 1) ruang pameran = $2/3 \cdot 2 \cdot 4 = 5,33 \text{ kN/m}$

- Pelat lantai (tipe 10) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{4^2} \right) \right) \cdot 1,2,5 = 2,29 \text{ kN/m} +$$

$$= 7,62 \text{ kN/m}$$

4.4.1.6 Portal As B = portal As G



Gambar 4.18 Rencana beban gravitasi portal As-B

A. Beban Mati

1. Beban merata lantai 1,2, 3, 4, 5, 6

Balok B4 – B3

- Pelat lantai (tipe 3) = $2/3 \cdot 1,625 \cdot 4,55 = 4,12 \text{ kN/m}$

- Pelat lantai (tipe 5)

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{0,9^3}{3,25^2} \right) \right) \cdot 0,9 \cdot 4,55 = 3,72 \text{ kN/m} +$$

$$= 7,84 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1)} = 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4,55) = 12,14 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Berat sendiri balok} = 0,4 \times (0,7 - 0,12) \times 24 = 5,57 \text{ kN/m}$$

$$\text{Beban merata yang dipakai} = (7,84 + 12,14)/2 + 5,57 = 15,56 \text{ kN/m}$$

Balok B4-B4'

$$\text{- Pelat lantai (tipe 4)} = 2 \cdot (2/3 \cdot 1 \cdot 4,55) = 6,07 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Berat sendiri balok} = 0,4 \times (0,7 - 0,12) \times 24 = 5,57 \text{ kN/m} +$$

$$= 11,64 \text{ kN/m}$$

Balok B3-B2 = B2- B1

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1)} = 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4,55) = 12,14 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Berat sendiri balok} = 0,4 \times (0,7 - 0,12) \times 24 = 5,57 \text{ kN/m} +$$

$$= 17,71 \text{ kN/m}$$

3. Beban terpusat lantai 1, 2, 3, 4, 5, 6

$$\text{- Balok anak (BA5)} = (0,25 \cdot 0,5 - 0,12) \cdot 4 \cdot 24 + (4,26 \cdot 4) + (2,29 \cdot 4)$$

$$= 9,12 + 17,04 + 9,16 = 35,32 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok anak (BA2)} = (0,3 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 4) \cdot 24 + (6,07 \cdot 4 \cdot 2)$$

$$+ (5,33 \cdot 4 \cdot 2) = 10,94 + 48,56 + 42,64 = 102,14 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok anak (BA1)} = ((0,35 \cdot (0,55 - 0,12) \cdot 4) \cdot 24) + (6,07 \cdot 2 \cdot 4)$$

$$+ (5,33 \cdot 2 \cdot 4) = 105,65 \text{ kN}$$

B. Beban hidup

1. Beban merata lantai 1

Balok B4-B3

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1) ruang pelengkap} = 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) = 6,67 \text{ kN/m}$$

Balok B3-B2 = B2- B1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang pameran

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4) = 5,33 \text{ kN/m}$$

Balok B4-B4'

- Pelat lantai (tipe 10) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{4^2} \right) \right) \cdot 1,2,5 = 2,29 \text{ kN/m}$$

2. Beban hidup lantai 2

Balok B4-B3

$$\text{- Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap} = 2/3 \cdot 1,625 \cdot 2,5 = 2,71 \text{ kN/m}$$

- Pelat lantai (tipe 5) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{0,9^3}{3,25^2} \right) \right) \cdot 0,9 \cdot 2,5 = 2,04 \text{ kN/m} +$$

$$= 4,75 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1) ruang pelengkap} = 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) = 6,67 \text{ kN/m} +$$

$$\text{Beban merata yang dipakai} = (4,75 + 6,67)/2 = 5,71 \text{ kN/m}$$

Balok B3-B2 = B2- B1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang restoran

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) = 6,67 \text{ kN/m}$$

Balok B4-B4'

- Pelat lantai (tipe 10) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{4^2} \right) \right) \cdot 1,2,5 = 2,29 \text{ kN/m}$$

4. Beban hidup lantai 3, 4

Balok B4-B3

- Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap = $2/3 \cdot 1,625 \cdot 2,5 = 5,04 \text{ kN/m}$

- Pelat lantai (tipe 5) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{0,9^3}{3,25^2} \right) \right) \cdot 0,9 \cdot 2,5 = 2,04 \text{ kN/m} +$$

$$= 7,08 \text{ kN/m}$$

- Pelat lantai (tipe 1) ruang pelengkap = $2 \cdot 2/3 \cdot 2 \cdot 2,5 = 6,67 \text{ kN/m}$

$$\text{Beban merata yang dipakai} = (7,08 + 6,67) / 2 = \mathbf{6,88 \text{ kN/m}}$$

Balok B3-B2 = B2- B1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang toko buku :

$$= 2 (2/3 \cdot 2 \cdot 4) = 10,67 \text{ kN/m}$$

Balok B4 - B4'

- Pelat lantai (tipe 10) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{4^2} \right) \right) \cdot 1,2,5 = 2,29 \text{ kN/m}$$

5. Beban hidup lantai 5

Balok B4 - B3

- Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap = $2/3 \cdot 1,625 \cdot 2,5 = 5,04 \text{ kN/m}$

- Pelat lantai (tipe 5) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{0,9^3}{3,25^2} \right) \right) \cdot 0,9 \cdot 2,5 = 2,047 \text{ kN/m} +$$

$$= 7,08 \text{ kN/m}$$

- Pelat lantai (tipe 1) ruang pelengkap = $(2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) \cdot 2 = 6,67 \text{ kN/m}$

Beban merata yang dipakai = $(7,08 + 6,67) / 2 = 6,88 \text{ kN/m}$

Balok B3 - B2 = B2 - B1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang toko alat-alat sekolah, kantor :

$$= 2 (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) = 6,67 \text{ kN/m}$$

Balok B4-B4'

- Pelat lantai (tipe 10) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{4^2} \right) \right) \cdot 1 \cdot 2,5 = 2,29 \text{ kN/m}$$

6. Beban hidup lantai 6

Balok B4 - B3

- Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap = $2/3 \cdot 1,625 \cdot 2,5 = 5,04 \text{ kN/m}$

- Pelat lantai (tipe 5) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{0,9^3}{3,25^2} \right) \right) \cdot 0,9 \cdot 2,5 = 2,047 \text{ kN/m} +$$

$$= 7,08 \text{ kN/m}$$

- Pelat lantai (tipe 1) ruang pelengkap = $(2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) \cdot 2 = 6,67 \text{ kN/m}$

Beban merata yang dipakai = $(7,08 + 6,67) / 2 = 6,88 \text{ kN/m}$ Balok

B3-B2 = B2- B1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang perpustakaan :

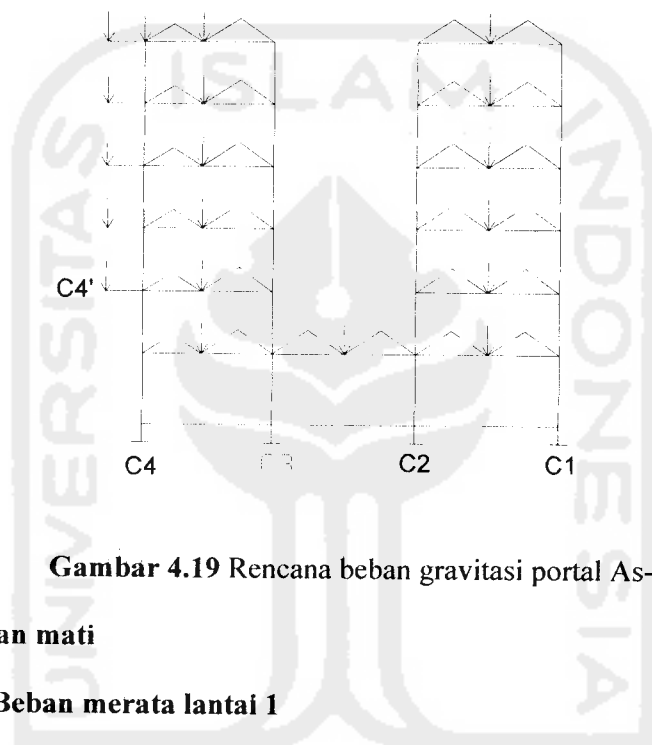
$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4) = 10,67 \text{ kN/m}$$

Balok B4-B4'

- Pelat lantai (tipe 10) ruang pelengkap

$$= \left(1 - \left(\frac{4}{3} \cdot \frac{1^3}{4^2} \right) \right) \cdot 1,2,5 = 2,29 \text{ kN/m}$$

4.4.1.7 Portal As C



Gambar 4.19 Rencana beban gravitasi portal As-C

A. Beban mati

1. Beban merata lantai 1

Balok C4-C3

$$\text{- Pelat lantai (tipe 3)} = 2 \cdot (2/3 \cdot 1,625 \cdot 4,55) = 10,07 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1)} = 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4,55) = 12,14 \text{ kN/m} +$$

$$= 22,2 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Berat sendiri balok} = 0,4 \times (0,7 - 0,12) \times 24 = 5,57 \text{ kN/m}$$

$$\text{Beban terpakai} = (22,2/2) + 5,57 = 16,67 \text{ kN/m}$$

Balok C4'-C4

$$\text{- Pelat lantai (tipe 4)} = 2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 1 \cdot 4,55 = 6,07 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat sendiri balok} &= 0,4 \times (0,7-0,12) \times 24 = 5,57 \text{ kN/m} + \\ &= 11,57 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Balok C3-C2 = C2- C1

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1)} = 2 \cdot (\frac{2}{3} \cdot 2 \cdot 4,55) = 12,14 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} \text{- Berat sendiri balok} &= 0,4 \times (0,7-0,12) \times 24 = 5,57 \text{ kN/m} + \\ &= 17,71 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

2. Beban terpusat lantai 1, 2, 3, 4, 5, 6

$$\begin{aligned} \text{- Balok anak (BA1)} &= ((0,35 \cdot (0,55-0,12) \cdot 4) \cdot 24) + (6,07 \cdot 4 \cdot 2) \\ &+ (5,33 \cdot 4 \cdot 2) = 105,65 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Balok anak (BA2)} &= (0,3 \cdot (0,5-0,12) \cdot 4) \cdot 24 + (6,07 \cdot 4 \cdot 2) \\ &+ (5,33 \cdot 4 \cdot 2) = 102,14 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Balok anak (BA5)} &= (0,25 \cdot 0,5-0,12) \cdot 4 \cdot 24 + (4,26 \cdot 4) + (2,29 \cdot 4) \\ &= 9,12 + 17,04 + 9,16 = 35,32 \text{ kN} \end{aligned}$$

3. Beban hidup lantai 1

Balok C4-C3

$$\text{- Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap} = 2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 1,625 \cdot 2,5 = 5,42 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} \text{- Pelat lantai (tipe 1) ruang pelengkap} &= 2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot 2,5 = 6,67 \text{ kN/m} + \\ &= 12,12 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\text{Beban terpakai} = 12,12/2 = 6,06 \text{ kN/m}$$

Balok C4'-C4

$$\text{- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap} = 2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 1 \cdot 2,5 = 3,33 \text{ kN/m}$$

Balok C3 - C2 = C2 - C1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang pameran

$$= 2. (2/3.2. 4) = 10,67 \text{ kN/m}$$

4. Beban hidup lantai 2

Balok C4 - C3

- Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap = $2. 2/3.1,625. 2,5 = 5,42 \text{ kN/m}$

- Pelat lantai (tipe 1) ruang pelengkap = $2. 2/3. 2. 2,5 = 6,67 \text{ kN/m} +$
 $= 12,12 \text{ kN/m}$

Beban terpakai = $12,12/2 = 6,06 \text{ kN/m}$

Balok C4'-C4

- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap = $2. 2/3. 1. 2,5 = 3,33 \text{ kN/m}$

Balok C2- C1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang restoran

$$= 2. (2/3.2. 2,5) = 6,67 \text{ kN/m}$$

5. Beban hidup lantai 3,4

Balok C4-C3

- Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap = $2. 2/3.1,625. 2,5 = 5,42 \text{ kN/m}$

- Pelat lantai (tipe 1) ruang pelengkap = $2. 2/3. 2. 2,5 = 6,67 \text{ kN/m} +$
 $= 12,12 \text{ kN/m}$

Beban terpakai = $12,12/2 = 6,06 \text{ kN/m}$

Balok C4'-C4

- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap = $2. 2/3. 1. 2,5 = 3,33 \text{ kN/m}$

Balok C2- C1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang toko buku

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4) = 10,67 \text{ kN/m}$$

6. Beban hidup lantai 5

Balok C4-C3

- Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap = $2 \cdot 2/3 \cdot 1,625 \cdot 2,5 = 5,42 \text{ kN/m}$

- Pelat lantai (tipe 1) ruang pelengkap = $2 \cdot 2/3 \cdot 2 \cdot 2,5 = 6,67 \text{ kN/m} +$
 $= 12,12 \text{ kN/m}$

Beban terpakai = $12,12/2 = 6,06 \text{ kN/m}$

Balok C4'-C4

- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap = $2 \cdot 2/3 \cdot 1 \cdot 2,5 = 3,33 \text{ kN/m}$

Balok C2- C1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang alat2 sekolah dan kantor

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) = 6,666 \text{ kN/m}$$

7. Beban hidup lantai 6

Balok C4-C3

- Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap = $2 \cdot 2/3 \cdot 1,625 \cdot 2,5 = 5,42 \text{ kN/m}$

- Pelat lantai (tipe 1) ruang pelengkap = $2 \cdot 2/3 \cdot 2 \cdot 2,5 = 6,67 \text{ kN/m} +$
 $= 12,12 \text{ kN/m}$

Beban terpakai = $12,12/2 = 6,06 \text{ kN/m}$

Balok C4'-C4

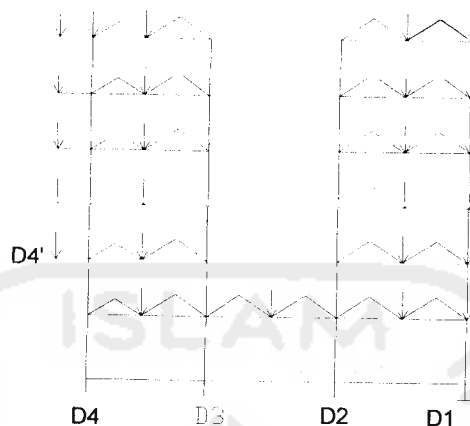
- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap = $2 \cdot 2/3 \cdot 1 \cdot 2,5 = 3,33 \text{ kN/m}$

Balok C2- C1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang baca , perpustakaan

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4) = 10,666 \text{ kN/m}$$

4.4.1.8 Portal As D



Gambar 4.20 Rencana beban gravitasi portal As-D

A. Beban mati

1. Beban merata lantai 1

Balok D4 - D3

$$\text{- Pelat lantai (tipe 3)} = 2 \cdot (2/3 \cdot 1,625 \cdot 4,55) = 10,07 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1)} = 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4,55) = 12,14 \text{ kN/m} +$$

$$= 22,2 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Berat sendiri balok} = 0,4 \times (0,7 - 0,12) \times 24 = 5,57 \text{ kN/m}$$

$$\text{Beban terpakai} = (22,2/2) + 5,57 = 16,67 \text{ kN/m}$$

D4'-D4

$$\text{- Pelat lantai (tipe 4)} = 2 \cdot (2/3 \cdot 1 \cdot 4,55) = 6,07 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Berat sendiri balok} = 0,4 \times (0,7 - 0,12) \times 24 = 5,57 \text{ kN/m} +$$

$$= 11,64 \text{ kN/m}$$

Balok D3-D2 = D2- D1

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1)} = 2. (2/3.2. 4,55) = 12,14 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} \text{- Berat sendiri balok} &= 0,4 \times 0,7 \times 24 = 6,72 \text{ kN/m} + \\ &= 18,86 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

2. Beban terpusat lantai 1, 2, 3, 4, 5, 6

$$\begin{aligned} \text{- Balok anak (BA1)} &= (0,35. (0,55-0,12). 4) . 24 + (6,07. 4. 2) \\ &+ (5,33. 4. 2) = 105,65 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Balok anak (BA2)} &= (0,3.(0,5-12). 4). 24 + + (6,07. 4. 2) \\ &+ (5,33. 4. 2) = 102,14 \text{ kN} \end{aligned}$$

- Balok anak (BA14) = berat sendiri balok + beban mati pelat + beban hidup pelat + beban tangga (reaksi tangga)

$$\begin{aligned} &(0,25. (0,5-0,12). 5). 24 + (6,07.4) + (5,53. 4) \\ &+ (118,09/2) = 11,4 + 24,28 + 22,12 = 57,8 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Balok anak (BA5)} &= (0,25. 0,5-0,12). 4. 24 + (4,26. 4) + (2,29.4) \\ &= 9,12 + 17,04 + 9,16 = 35,32 \text{ kN} \end{aligned}$$

3. Beban hidup lantai 1, 2, 3, 4, 5, 6

Balok D4-D3

$$\text{- Pelat lantai (tipe 3) ruang pameran} = 2. 2/3.1,625. 4 = 8,67 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} \text{- Pelat lantai (tipe 1) ruang pameran} &= 2.(2/3.2. 4) = 10,67 \text{ kN/m} + \\ &= 19,34 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

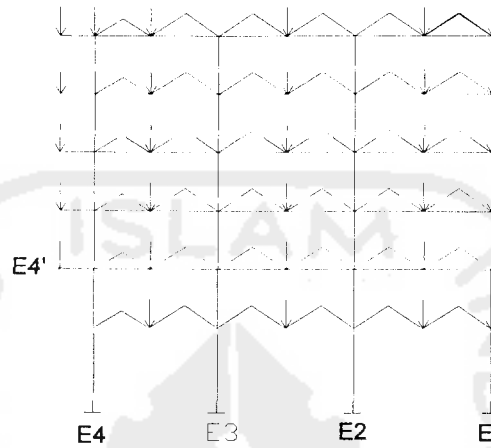
D4'- D4

$$\text{- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap} = 2. (2/3. 1. 2,5) = 3,33 \text{ kN/m}$$

Balok D3-D2 = D2- D1

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1) ruang pameran} = 2. (2/3.2. 4) = 10,67 \text{ kN/m}$$

4.4.1.9 Portal As E



Gambar 4.21 Rencana beban gravitasi portal As-E

A. Beban mati

1. Beban merata lantai 1

Balok E4-E3

$$\text{- Pelat lantai (tipe 3)} = 2. (2/3.1,625. 4,55) = 9,86 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1)} = 2.(2/3. 2. 4,55) = 12,13 \text{ kN/m} +$$

$$= 21,99 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Berat sendiri balok} = 0,4 \times (0,7-0,12) \times 24 = 5,57 \text{ kN/m}$$

$$\text{Beban terpakai} = (21,99/2) + 5,57 = 16,57 \text{ kN/m}$$

E4'-E4

$$\text{- Pelat lantai (tipe 4)} = 2. (2/3. 1. 4,55) = 6,07 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Berat sendiri balok} & \quad 0,4 \times (0,7-0,12) \times 24 = 5,57 \text{ kN/m} + \\
 & \quad \underline{\hspace{10em}} \\
 & \quad = 11,64 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Balok E3-E2

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1)} = (2/3 \cdot 2 \cdot 4,55) = 6,07 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Berat sendiri balok} & \quad 0,4 \times (0,7-0,12) \times 24 = 5,57 \text{ kN/m} + \\
 & \quad \underline{\hspace{10em}} \\
 & \quad = 11,64 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

E2- E1

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1)} = 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4,55) = 12,14 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Berat sendiri balok} & \quad 0,4 \times (0,7-0,12) \times 24 = 5,57 \text{ kN/m} + \\
 & \quad \underline{\hspace{10em}} \\
 & \quad = 17,71 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

2. Beban terpusat lantai 1, 2, 3, 4, 5, 6

$$\begin{aligned}
 \text{- Balok anak (BA1)} & = ((0,35 \cdot (0,55-0,12) \cdot 4) \cdot 24) + (6,07 \cdot 4 \cdot 2) \\
 & \quad + (5,33 \cdot 4 \cdot 2) = \mathbf{105,65 \text{ kN}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Balok anak (BA2)} & = (0,3 \cdot (0,5-0,12) \cdot 4) \cdot 24 + (6,07 \cdot 4 \cdot 2) \\
 & \quad + (5,33 \cdot 4 \cdot 2) = \mathbf{102,14 \text{ kN}}
 \end{aligned}$$

$$\text{- Balok anak (BA11)} = (0,25 \cdot 0,5 \cdot 4) \cdot 24 + (118,09/2) = \mathbf{71,05 \text{ kN}}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Balok anak (BA5)} & = (0,25 \cdot 0,5-0,12) \cdot 4 \cdot 24 + (4,26 \cdot 4) + (2,29 \cdot 4) \\
 & \quad = 9,12 + 17,04 + 9,16 = \mathbf{35,32 \text{ kN}}
 \end{aligned}$$

3. Beban hidup lantai 1

Balok E4-E3

- Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 1,625 \cdot 2,5) = 5,43 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Pelat lantai (tipe 1) ruang pameran} & = 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4) \\
 & \quad \underline{\hspace{10em}} \\
 & \quad = 10,67 \text{ kN/m} +
 \end{aligned}$$

$$= 16,11 \text{ kN/m}$$

Beban terpakai = $16,11/2 = 8,06 \text{ kN/m}$

E4'-E4

- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap = $2 \cdot (2/3 \cdot 1 \cdot 2,5) = 3,33 \text{ kN/m}$

Balok E3-E2 = E2- E1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang pameran

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4) = 10,67 \text{ kN/m}$$

4. Beban hidup lantai 2

Balok E4-E3

- Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 1,625 \cdot 2,5) = 5,42 \text{ kN/m}$$

- Pelat lantai (tipe 1) ruang restoran = $2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) = 6,67 \text{ kN/m} +$

$$= 12,11 \text{ kN/m}$$

E4'-E4

- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap = $2 \cdot (2/3 \cdot 1 \cdot 2,5) = 3,33 \text{ kN/m}$

Balok E2- E1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang restoran

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) = 6,67 \text{ kN/m}$$

E3-E2

- Pelat lantai (tipe 1) ruang restoran

$$= (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) = 3,33 \text{ kN/m}$$

5. Beban hidup lantai 3, 4

Balok E4-E3

- Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap

$$= 2. (2/3.1,625. 2,5) = 5,42 \text{ kN/m}$$

- Pelat lantai (tipe 1) ruang toko buku = $2.(2/3.2. 4) = 10,67 \text{ kN/m} +$

$$\underline{\hspace{1cm}} = 16,11 \text{ kN/m}$$

Beban terpakai = $16,11/2 = 8,55 \text{ kN/m}$

Balok E4'E4

- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap = $2.(2/3. 1. 2,5) = 3,333 \text{ kN/m}$

Balok E3-E2

- Pelat lantai (tipe 1) ruang toko buku = $(2/3.2. 4) = 5,33 \text{ kN/m}$

Balok E2- E1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang toko buku

$$= 2. (2/3.2. 4) = 10,67 \text{ kN/m}$$

6. Beban hidup lantai 5

Balok E4-E3

- Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap

$$= 2. (2/3.1,625. 2,5) = 5,42 \text{ kN/m}$$

- Pelat lantai (tipe 1) ruang toko alat-alat sekolah kantor

$$= 2.(2/3.2. 2,5) = 6,67 \text{ kN/m} +$$

$$\underline{\hspace{1cm}} = 12,11 \text{ kN/m}$$

Beban merata = $12,11/2 = 6,55 \text{ kN/m}$

E4'-E4

- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap = $2.(2/3. 1. 2,5) = 3,333 \text{ kN/m}$

Balok E2- E1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang toko alat-alat kantor

$$= 2. (2/3.2. 2,5) = 6,67 \text{ kN/m}$$

Balok E3-E2

- Pelat lantai (tipe 1) ruang toko alat-alat kantor

$$= (2/3.2. 2,5) = 3,33 \text{ kN/m}$$

7. Beban hidup lantai 6

Balok E4-E3

- Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap

$$= 2. (2/3.1,625. 2,5) = 5,43 \text{ kN/m}$$

- Pelat lantai (tipe 1) ruang baca, perpustakaan

$$= 2. (2/3.2. 4) = 10,67 \text{ kN/m} +$$

$$= 16,11 \text{ kN/m}$$

Beban merata = $16,11/2 = 8,55 \text{ kN/m}$

Balok E4'-E4

- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap = $2.(2/3. 1. 2,5) = 3,33 \text{ kN/m}$

Balok E2- E1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang baca, perpustakaan

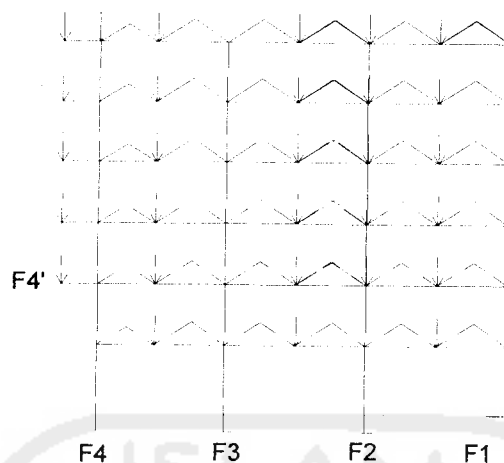
$$= 2 . (2/3.2.4) = 10,67 \text{ kN/m}$$

Balok E3-E2

- Pelat lantai (tipe 1) ruang baca, perpustakaan

$$= (2/3.2.4) = 5,33 \text{ kN/m}$$

4.4.1.10 Portal As F



Gambar 4.22 Rencana beban gravitasi portal As-F

A. Beban mati

1. Beban merata lantai 1

Balok F4-F3

- Pelat lantai (tipe 3)	$= 2 \cdot (2/3 \cdot 1,625 \cdot 4,55)$	$= 9,86 \text{ kN/m}$
- Pelat lantai (tipe 1)	$= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4,55)$	$= 12,13 \text{ kN/m} +$
		$= 21,99 \text{ kN/m}$
- Berat sendiri balok	$0,4 \times (0,7 - 0,12) \times 24$	$= 5,57 \text{ kN/m}$

$$\text{Beban merata} = (21,99/2) + 5,57 = 16,57 \text{ kN/m}$$

F4'-F4

- Pelat lantai (tipe 4)	$= 2 \cdot (2/3 \cdot 1 \cdot 4,55)$	$= 6,07 \text{ kN/m}$
- Berat sendiri balok	$0,4 \times (0,7 - 0,12) \times 24$	$= 5,57 \text{ kN/m} +$
		$= 11,64 \text{ kN/m}$

Balok F3- F2 = F2- F1

$$\begin{aligned}
 - \text{Pelat lantai (tipe 1)} &= 2. (2/3.2. 4,55) &= 12,13 \text{ kN/m} \\
 - \text{Berat sendiri balok} &0,4 \times (0,7-0,12) \times 24 = 5,57 \text{ kN/m} + \\
 &\hline
 &= 17,71 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

3. Beban terpusat lantai 1, 2, 3, 4, 5, 6

$$\begin{aligned}
 - \text{Balok anak (BA1)} &= (0,35. (0,55-0,12). 4) . 24 + (6,07. 4. 2) \\
 &+ (5,33. 4. 2) = \mathbf{105,65 \text{ kN}} \\
 - \text{Balok anak (BA2)} &= (0,3.(0,5-12). 4). 24 + + (6,07. 4. 2) \\
 &+ (5,33. 4. 2) = \mathbf{102,14 \text{ kN}} \\
 - \text{Balok anak (BA5)} &= (0,25. 0,5-0,12). 4. 24 + (4,26. 4) + (2,29.4) \\
 &= 9,12 + 17,04 + 9,16 = \mathbf{35,32 \text{ kN}}
 \end{aligned}$$

4. Beban hidup lantai 1

Balok F4-F3

$$\begin{aligned}
 - \text{Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap} & \\
 &= 2. (2/3.1,625. 2,5) = 5,43 \text{ kN/m} \\
 - \text{Pelat lantai (tipe 1) ruang pameran} & \\
 &= 2.(2/3.2. 4) &= 10,67 \text{ kN/m} + \\
 &\hline
 &= 16,11 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Beban merata} = 16,11/2 = 8,55 \text{ kN/m}$$

$$- \text{Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap} = 2.(2/3. 1. 2,5) = 3,33 \text{ kN/m}$$

Balok F3-F2 = F2- F1

$$\begin{aligned}
 - \text{Pelat lantai (tipe 1) ruang pameran} & \\
 &= 2. (2/3.2.4) &= 10,67 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Balok F4'F4

$$\text{- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap} = 2/3 \cdot 1 \cdot 2,5 = 1,67 \text{ kN/m}$$

5. Beban hidup lantai 2

Balok F4-F3

$$\text{- Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap}$$

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 1,625 \cdot 2,5) = 5,43 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1) ruang restoran}$$

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) = 6,67 \text{ kN/m} +$$

$$\underline{\hspace{1.5cm}} = 12,11 \text{ kN/m}$$

$$\text{Beban merata} = 6,55 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap} = 2 \cdot (2/3 \cdot 1 \cdot 2,5) = 3,33 \text{ kN/m}$$

Balok F3-F2 = F2- F1

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1) ruang restoran}$$

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) = 6,67 \text{ kN/m}$$

Balok F4'-F4

$$\text{- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap} = 2/3 \cdot 1 \cdot 2,5 = 1,67 \text{ kN/m}$$

6. Beban hidup lantai 3, 4

$$\text{- Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap}$$

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 1,625 \cdot 2,5) = 5,43 \text{ kN/m}$$

$$\text{- Pelat lantai (tipe 1) ruang toko buku}$$

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4) = 10,67 \text{ kN/m} +$$

$$\underline{\hspace{1.5cm}} = 16,11 \text{ kN/m}$$

$$\text{Beban merata} = 16,11/2 = 8,55 \text{ kN/m}$$

Balok F4'-F4

- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap = $2 \cdot (2/3 \cdot 1 \cdot 2,5) = 3,33 \text{ kN/m}$

Balok F3-F2 = F2- F1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4) = 10,67 \text{ kN/m}$$

7. Beban hidup lantai 5

Balok F4-F5

- Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 1,625 \cdot 2,5) = 5,43 \text{ kN/m}$$

- Pelat lantai (tipe 1) ruang alat2 sekolah, kantor

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) = 6,67 \text{ kN/m}$$

$$= 12,11 \text{ kN/m}$$

Beban terbagi rata = $12,11/2 = 6,55 \text{ kN/m}$

Balok F4' - F4

- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap = $2 \cdot (2/3 \cdot 1 \cdot 2,5) = 3,33 \text{ kN/m}$

Balok F3-F2 = F2- F1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang alat2 sekolah, kantor

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 2,5) = 6,67 \text{ kN/m}$$

8. Beban hidup lantai 6

Balok F4-F3

- Pelat lantai (tipe 3) ruang pelengkap

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 1,625 \cdot 2,5) = 5,43 \text{ kN/m}$$

- Pelat lantai (tipe 1) ruang baca, perpustakaan

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 4) = 10,67 \text{ kN/m} +$$

$$= 12,11 \text{ kN/m}$$

Balok F4'-F4

- Pelat lantai (tipe 4) ruang pelengkap = $2 \cdot (2/3 \cdot 1 \cdot 2,5) = 3,33 \text{ kN/m}$

Balok F3-F2 = F2- F1

- Pelat lantai (tipe 1) ruang baca, perpustakaan

$$= 2 \cdot (2/3 \cdot 2 \cdot 2) = 10,67 \text{ kN/m}$$



4. 4. 2 Perhitungan Gaya Geser Dasar Horizontal Total Akibat Gempa

A. Berat total bangunan lantai 1 sampai 6

➤ Beban Lantai 1

- Beban mati Lantai 1

$$\begin{aligned} \text{- Pelat} &= \text{Luas total lantai (m}^2\text{)} \cdot qD \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ &= 1414,455 &= 6433,7 \text{ KN} \end{aligned}$$

- Balok induk rencana (400x700)

$$\begin{aligned} \text{- Balok induk (L = 426 m}^2\text{)} &= \text{Volume total} \cdot B_j \text{ beton} \\ &= (0,4 \times (0,7 - 0,12) \cdot 426) \times 24 &= 2371,968 \text{ KN} \end{aligned}$$

- Balok anak

$$\begin{aligned} \text{a. BA1 (L = 192 m)} &= (0,35 \cdot (0,55 - 0,12) \cdot 192) \cdot 24 &= 693,5 \text{ KN} \\ \text{b. BA2 (L = 58 m)} &= 58 \cdot 0,3 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 24 &= 179,57 \text{ kN} \\ \text{c. BA3 (L = 50,75 m)} &= 50,75 \cdot 0,3 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 24 &= 175,39 \text{ kN} \\ \text{d. BA4 (L = 8 m)} &= 8 \cdot 0,3 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 24 &= 34,56 \text{ kN} \\ \text{e. BA5 (L = 58 m)} &= 58 \cdot 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 24 &= 132,24 \text{ kN} \\ \text{f. BA6 (L = 3 m)} &= 3 \cdot 0,2 \cdot (0,4 - 0,12) \cdot 24 &= 4,02 \text{ kN} \\ \text{g. BA8 (L = 6,5 m)} &= 6,5 \cdot 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 24 &= 14,82 \text{ kN} \\ \text{h. BA9 (L = 24 m)} &= 24 \cdot 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 24 &= 54,72 \text{ kN} \\ \text{Wt1} &= 10236,398 \text{ KN} \end{aligned}$$

- Kolom rencana (700 x 700) mm = Volume total x Bj

$$\text{- Kolom h (3,5)} = 32 \cdot (0,7 \times 0,7 \times 4) \times 24 = 1505,28 \text{ KN}$$

.....

$$- \text{BA5 (L = 74 m)} = 74 \cdot 0,25 \cdot (0,5-0,12) \cdot 24 = 132,24 \text{ kN}$$

$$- \text{BA8 (L = 6,5 m)} = 6,5 \cdot 0,25 \cdot (0,5-0,12) \cdot 24 = 14,82 \text{ kN}$$

$$- \text{BA10 (L = 8,5 m)} = 8,5 \cdot 0,3 \cdot (0,55-0,12) \cdot 24 = 23,256 \text{ kN}$$

$$- \text{BA11 (L = 9 m)} = 9 \cdot 0,25 \cdot (0,55-0,12) \cdot 24 = 24,624 \text{ kN}$$

$$- \text{BA12 (L = 10 m)} = 10 \cdot 0,25 \cdot (0,5-0,12) \cdot 24 = 22,8 \text{ kN}$$

$$- \text{BA13 (L = 3 m)} = 3 \cdot 0,35 \cdot (0,55-0,12) \cdot 24 = 10,836 \text{ kN} +$$

$$\mathbf{Wt2 = 1284,25 \text{ kN}}$$

$$- \text{Kolom} = 32 \cdot (0,7 \cdot 0,7 \cdot 3,5) \cdot 24 = 1317,12 \text{ kN}$$

$$- \text{Dinding} = (2,8 \cdot 172) \cdot 2,5 = 1204 \text{ kN}$$

$$- \text{Beban tangga} = 472,36 \text{ kN} +$$

$$\mathbf{Wt3 = 2574,26 \text{ kN}}$$

- **Beban hidup lantai 2**

$$- \text{Lantai ruang restoran} = 736 \times 2,5 = 1840 \text{ kN}$$

$$- \text{Lantai ruang pelengkap} = 251 \times 2,5 = 627,5 \text{ kN} +$$

$$\mathbf{Wt4 = 2467,5 \text{ kN}}$$

$$- \text{Berat total lantai 2} = 7042,77 + 1284,25 + 2574,26 + 2467,5 \\ = 13368,78 \text{ KN}$$

➤ **Beban lantai 3**

- **Beban mati lantai 3**

$$- \text{Pelat lantai} = 987 \cdot 4,55 = 4490,85 \text{ kN}$$

$$- \text{Balok induk} = 434 \cdot 0,4 \cdot 0,7 \cdot 24 = 2551,92 \text{ kN}$$

$$- \text{Balok anak} = 1284,25 \text{ kN}$$

- Beban tangga darurat, diambil dari reaksi beban tangga (118,09 KN). Karena 4 tangga pada lantai 1 maka, $4 \times 118,09 = 472,36$ kN

- Dinding = $(h \times L \text{ total}) \cdot \text{berat sendiri (PPPURG '87)}$

$$= (2,8 \times 172) \cdot 2,5 = 1204 \text{ KN}$$

$$\text{Wt2} = 2993,48 \text{ kN}$$

Beban hidup lantai 1

a. Pelat lantai ruang pameran

$$= \text{luas lantai} \times qL = 1300 \times 4 = 5200 \text{ KN}$$

b. Pelat lantai ruang pelengkap = $114 \cdot 2,5 = 285 \text{ KN} +$

$$\text{Wt3} = 5485 \text{ KN}$$

Beban total lantai 1 = $10236,398 + 2993,48 + 5485 \text{ kN}$

$$= 18714,88 \text{ kN}$$

➤ **Beban lantai 2**

-Beban mati lantai 2

- Pelat lantai = $987 \cdot 4,55 = 4490,85 \text{ kN}$

- Balok induk = $434 \cdot 0,4 \cdot 0,7 \cdot 24 = 2551,92 \text{ kN} +$

$$\text{Wt1} = 7042,77 \text{ kN}$$

- Balok anak

- BA1 (L = 188 m) = $(0,35 \cdot (0,55 - 0,12) \cdot 188) = 679,056 \text{ KN}$

- BA2 (L = 58 m) = $58 \cdot 0,3 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 24 = 179,57 \text{ kN}$

- BA3 (L = 50,75 m) = $50,75 \cdot 0,3 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 24 = 175,39 \text{ kN}$

- BA4 (L = 8 m) = $8 \cdot 0,3 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 24 = 34,56 \text{ kN}$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Kolom} &= 1317,12 \text{ kN} \\
 - \text{ Dinding} &= 1204 \text{ kN} \\
 - \text{ Beban tangga} &= 472,36 \text{ kN} + \\
 &= 11320,5 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Beban hidup

$$\begin{aligned}
 - \text{ Lantai ruang toko buku} &= 736 \times 4 &= 2949 \text{ kN} \\
 - \text{ Lantai ruang pelengkap} &= 251 \times 2,5 &= 627,5 \text{ kN} + \\
 & &= 3576,5 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$- \text{ Berat total lantai 3} = 11320,5 + 3576,5 = 14897 \text{ kN}$$

$$- \text{ Berat total lantai 4} = \text{lantai 3}$$

$$- \text{ Berat total lantai 5} = \text{lantai 2}$$

$$- \text{ Berat total lantai 6} = 13917,92 \text{ kN}$$

B. Atap Genteng

$$- \text{ Berat kuda-kuda 1} = (117,38 \times 2) \cdot 11 = 2582,36 \text{ kN}$$

$$- \text{ Berat kuda-kuda 2} = (26,09 \times 2) \cdot 6 = 313,08 \text{ kN}$$

$$- \text{ Berat kuda-kuda 3} = (22,94 \times 2) \cdot 8 = 367,04 \text{ kN} +$$

$$W_{t3} = 3262,48 \text{ kN}$$

$$= 326,25 \text{ ton}$$

$$W_{\text{total}} = \text{berat lantai 1} + \text{lantai 2} + \text{lantai 3} + \text{lantai 4} + \text{lantai 5}$$

$$+ \text{lantai 6} + \text{balok kuda-kuda}$$

$$18714,88 + 13368,78 + (14897 \times 2) + 13368,78 +$$

$$13917,92 + 3262,48 = 92426,84 \text{ KN}$$

C. Waktu getar bangunan (T)

Waktu getar bangunan (T) untuk portal beton berdasarkan Peraturan

PPKGURG '87 yakni $T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 25^{3/4} = 0,67$ detik

H = Tinggi total struktur bangunan

D. Koefisien gempa dasar (C)

Berdasarkan PPKGURG '87 Gambar 2.3 halaman 17

$T = 0,67$ dt; zona 3 (DIY) dan jenis tanah lunak $C = 0,053$

E. Faktor keutamaan gedung (I) dan faktor jenis struktur (K)

Berdasarkan PPKGURG '87, Tabel 2.1 dan Tabel 2.2, maka :

$I = 1,5$ (bangunan toko buku dan perpustakaan)

$K = 1$ (portal daktail)

F. Gaya geser horizontal akibat gempa

$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,053 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 91983,2 = 7312,66$ kN

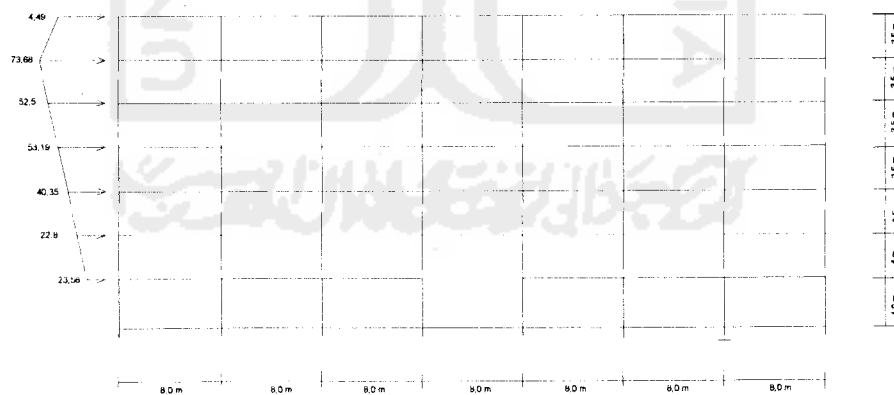
G. Distribusi Gaya Horizontal Total Akibat Gempa Ke sepanjang

Tinggi Gedung

$$F_i = \frac{W_i \cdot H_i}{\sum W_i \cdot H_i} \cdot V$$

Tingkat	Hi (m)	Wi (kN)	V (kN)	Wi.hi (kN.m)	Fi (kN)
Balok atap	25	3262,48	259,37	81562	17,98
6	21,5	13917,92	1158,8	299235,28	294,75
5	18	13368,78	1070,66	240638,04	210,002
4	14,5	14897	1158,8	216006,5	212,77
3	11	14897	1158,8	163867	161,411
2	7,5	13368,78	1070,66	100265,85	91,251
1	4	18714,88	1487,8	74589,52	94,331
	Σ	92426,84	7312,66	1176434,19	

Tabel 4. 5 Distribusi Gaya Geser Horizontal total akibat gempa arah



Gambar 4. 6 Distribusi beban gempa

4.4.3 Perencanaan Balok Induk

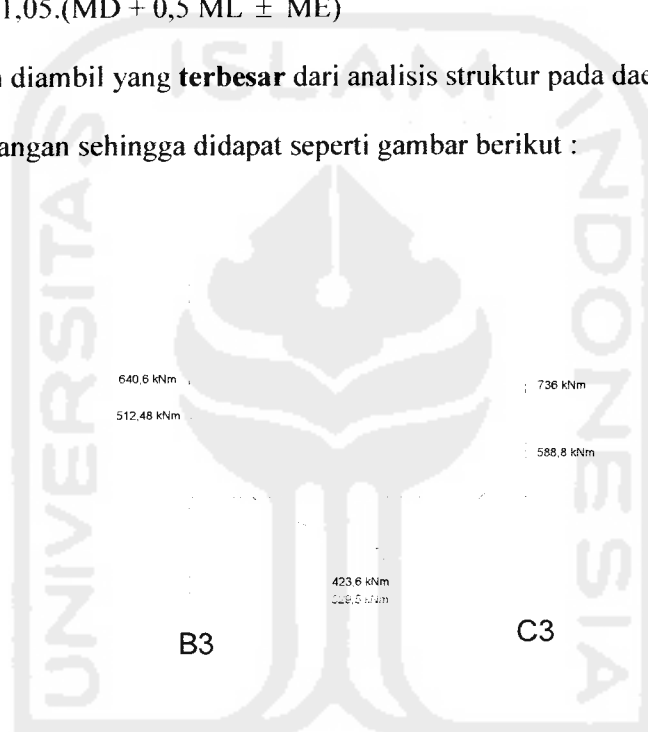
4.4.3.1 Perencanaan Lentur Balok

A. Momen Rencana Balok

Momen rencana balok (*Output* SAP 2000) dikombinasikan sebagai berikut :

1. $1,2 MD + 1,6 ML$
2. $1,05.(MD + 0,5 ML \pm ME)$

Momen diambil yang **terbesar** dari analisis struktur pada daerah tumpuan dan lapangan sehingga didapat seperti gambar berikut :



Gambar 4.24 Momen dari perhitungan balok induk BC46 (L= 8m)

Keterangan dari gambar diatas (**Sumber PBI 1971** halaman 70) :

————— = Bidang momen nominal

..... = Bidang momen rencana

A. Perhitungan Tulangan Tumpuan

Rencana balok induk 400 x 700 mm

$$f'c = 28 \text{ Mpa}; \quad fy = 400 \text{ Mpa}$$

$$- \text{ tulangan pokok} = 22 \text{ mm}$$

$$- \text{ tulangan sengkang} = 12 \text{ mm}$$

$$Mu = 588,8 \text{ KNm}$$

$$\frac{Mu}{\phi} = \frac{588,8}{0,8} = 736 \text{ KNm}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c}{fy} \cdot \beta_1 \left(\frac{600}{600 + fy} \right) = \frac{0,85 \cdot 28}{400} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,03034$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,03034 = 0,0227$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{pakai} = 0,5 \cdot \rho_{maks} = 0,5 \cdot 0,0227 = 0,0114$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{400}{0,85 \cdot 28} = 16,8067$$

$$Rn = \rho fy (1 - \frac{1}{2} \rho m)$$

$$= 0,0114 \cdot 400 (1 - \frac{1}{2} \cdot 0,0114 \cdot 16,8067) = 4,1232 \text{ MPa}$$

$$b \cdot d^2 = \frac{Mu / \phi}{Rn}$$

$$= \frac{642,025 \cdot 10^6}{4,1232} = 155782156,1 \text{ mm}^2$$

$$\text{diambil } b = 400 \text{ mm}$$

$$d_{perlu} = \sqrt{\frac{155782156,1}{400}} = 389,46 \text{ mm}$$

$$d_{pakai} = h - Pb - \phi_{sengkang} - \frac{1}{2} \cdot \phi_{tul.rencana}$$

$$= 700 - 40 - 12 - 22 - (25)/2 = 613,5 \text{ mm}$$

dperlu < dpakai maka dipakai tulangan sebelah

$$Rn_{baru} = \frac{Mu/\phi}{b \cdot d_{pakai}^2} = \frac{736 \cdot 10^6}{400 \cdot 613,5^2} = 4,88 \text{ MPa}$$

$$\rho_{baru} = \frac{Rn_{baru}}{Rn} \rho = \frac{4,88}{4,1232} \cdot 0,0114 = 0,0134 > \rho_{min} = 0,0035$$

$$< \rho_{maks} = 0,0227$$

$$\rho_{pakai} = 0,0134$$

$$A_{S \text{ perlu}} = \rho_{pakai} \cdot b \cdot d = 0,0134 \cdot 400 \cdot 613,5 = 3288,36 \text{ mm}^2$$

Dipakai diameter tulangan D22, maka : $A_1 \phi = 380,133 \text{ mm}^2$

$$n = \frac{A_s}{A_1 \phi} = \frac{3288,36}{380,133} = 8,65 \text{ batang} \approx 9 \text{ batang}$$

Dipakai tulangan memanjang 9D22, maka :

$$A_{Sada} = 9 \cdot 380,133 = 3421,197 \text{ mm}^2 > A_s = 3288,36 \text{ mm}^2$$

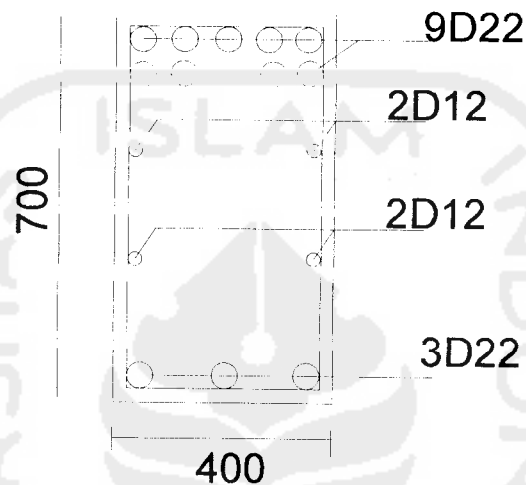
$$Jbd = \frac{b - 2 \cdot pb - 2 \cdot \phi_{sengkan} - n \cdot \phi_{tul}}{(n-1)} = \frac{400 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 12 - 5 \cdot 22}{5-1} = 46,5 > 25 \text{ mm}$$

Tulangan tekan (yang berada didaerah tekan) adalah $1/3$ x Jumlah tulangan tarik (yang berada didaerah tarik). Diambil dari PBI 1971 pada pasal 8.4. halaman 71.

• **Kontrol Kapasitas Lentur yang terjadi :**

$$a = \frac{A_{Sada} f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{3421,19 \cdot 400}{0,85 \cdot 28 \cdot 400} = 143,75 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 Mn &= A_{s_{ada}} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \geq \frac{Mu}{\phi} \\
 &= 3421,19 \cdot 400 \left(613,5 - \frac{143,75}{2}\right) \geq 736 \text{ KNm} \\
 &= 741,2 \text{ KNm} > \frac{Mu}{\phi} = 736 \text{ KNm} \quad \dots\dots \text{ Ok!}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.24 Tulangan Tumpuan

B. Perhitungan Tulangan Lapangan

$$Mu = 423,63 \text{ KNm}$$

$$\frac{Mu}{\phi} = \frac{423,63}{0,8} = 529,54 \text{ KNm}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 28}{400} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,03034$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,03034 = 0,02276$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{pakai} = 0,5 \cdot \rho_{maks} = 0,5 \cdot 0,02276 = 0,0114$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 28} = 16,8067$$

$$R_n = \rho f_y (1 - \frac{1}{2} \rho m)$$

$$= 0,0114 \cdot 400 (1 - \frac{1}{2} \cdot 0,0114 \cdot 16,806) = 4,1232 \text{ Mpa}$$

$$d_{pakai} = 700 - 40 - 12 - 22 - (25)/2 = 613,5 \text{ mm}$$

$$b \cdot d^2 = \frac{M_u / \phi}{R_n}$$

$$d_{perlu} = \sqrt{\frac{M_u / \phi}{R_n \cdot b}} = \sqrt{\frac{529,54 \cdot 10^6}{4,1232 \cdot 400}} = 566,633 \text{ mm} < d = 613,5 \text{ mm, maka}$$

$d_{pakai} > d_{perlu}$, maka dipakai tulangan sebelah.

$$R_{n_{perlu}} = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d_{ada}^2} = \frac{529,54 \cdot 10^6}{400 \cdot 613,5^2} = 3,517 \text{ MPa}$$

$$\rho_{perlu} = \frac{R_{n_{perlu}}}{R_n} \rho = \frac{3,517}{4,1232} \cdot 0,0114 = 0,0097 > \rho_{min} = 0,0035$$

$$< \rho_{maks} = 0,02276$$

$$\rho_{pakai} = 0,0097$$

$$A_s = \rho_{perlu} \cdot b \cdot d_{ada} = 0,0097 \cdot 400 \cdot 613,5 = 2380,38 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai diameter tulangan D22, maka : } A_1 \phi = 380,133 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s}{A_1 \phi} = \frac{2380,38}{380,133} = 6,26 \approx 7 \text{ batang}$$

Dipakai tulangan memanjang **7D22**, maka :

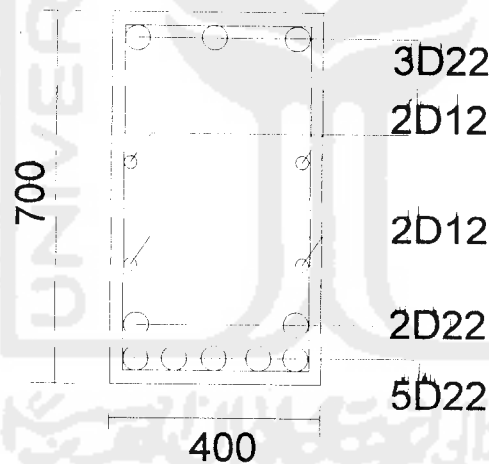
$$A_{S_{ada}} = 7 \cdot 380,133 = 2660,93 \text{ mm}^2 > A_s = 2380,38 \text{ mm}^2$$

$$J_{bd} = \frac{b - 2 \cdot p_b - 2 \cdot \phi_{sengkang} - n \cdot \phi_{tul}}{(n-1)} = \frac{400 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 12 - 5 \cdot 22}{5-1} = 46,5 > 25 \text{ mm}$$

Kontrol Kapasitas Lentur yang terjadi :

$$a = \frac{A_{Sada} f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{2660,93 \cdot 400}{0,85 \cdot 28 \cdot 400} = 125,22 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_{Sada} f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \geq \frac{M_u}{\phi} \\ &= 2660,93 \cdot 400 \left(637 - \frac{125,22}{2} \right) \\ &= 611,365 \text{ KNm} > \frac{M_u}{\phi} = 529,54 \text{ KNm} \dots \text{ (Ok)} \end{aligned}$$



Gambar 4.25 Tulangan Lapangan

C. Momen Nominal Aktual Balok

C.1. Momen Aktual Balok Negatif

$$\text{Tulangan atas} = 9D22 \text{ dengan } A_s \text{ ada} = 3421,19 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan bawah} = 3D22 \text{ dengan } A_s' \text{ ada} = 1140,398 \text{ mm}^2$$

$$\rho = \frac{A_{sada}}{b \cdot d_{pakai}} = \frac{3421,19}{400 \cdot 613} = 0,0139$$

$$\rho' = \frac{A_{s'ada}}{b \cdot d_{pakai}} = \frac{1140,398}{400 \cdot 613} = 0,0046$$

$$\rho_i = \rho - \rho' = 0,0139 - 0,0046 = 0,0093$$

$$f_s' = 600 \cdot \left(1 - \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot d'}{(\rho - \rho') \cdot f_y \cdot d} \right)$$

$$= 600 \cdot \left(1 - \frac{0,85 \cdot 28 \cdot 0,85 \cdot 87}{0,0093 \cdot 400 \cdot 613} \right) = 136,9 \text{ Mpa}$$

$$f_s' > f_y \text{ dipakai} = 136,9 \text{ Mpa}$$

$$a = \frac{(A_{sada} \cdot f_y) - (A_{s'ada} \cdot f_s')}{0,85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$= \frac{(3421,19 \cdot 400) - (1140,39 \cdot 136,9)}{0,85 \cdot 28 \cdot 400} = 127,348 \text{ mm}$$

$$Mn_1 = (A_{sada} \cdot f_y - A_{s'ada} \cdot f_s') \cdot (d - a/2)$$

$$= (3421,19 \cdot 400 - 1140,398 \cdot 136,9) \cdot (613 - 127,35/2) = 665,97 \text{ kNm}$$

$$Mn_2 = (A_{s'ada} \cdot f_s') \cdot (d - d') = (1140,39 \cdot 136,9) \cdot (613 - 87) = 82,1 \text{ kNm}$$

$$M_{nak} = Mn_1 + Mn_2 = 665,97 + 82,1 = 748,07 \text{ kNm}$$

2. Momen Aktual Balok Positif

$$\rho_{aktual} = \frac{A_{sada}}{b \cdot d_{ada}} = \frac{3421,19}{400 \cdot 613} = 0,0014$$

$$R_n = \rho \cdot f_y \cdot (1 - 1/2 \cdot \rho \cdot m) = 0,0014 \cdot 400 \cdot (1 - 1/2 \cdot 0,0014 \cdot 16,8067)$$

$$= 0,553 \text{ Mpa}$$

$$M_{nak}^+ = R_n \cdot b \cdot d^2 = 0,553 \cdot 400 \cdot 613^2 \cdot 10^{-6} = 83,12 \text{ Mpa}$$

4.4.3.2 Penulangan Geser Balok Induk

Data : $q_u = 135,29 \text{ KN/m}$

$$q_L = 42,56 \text{ KN/m}$$

$$L = 8 \text{ m}$$

$$f_c = 28 \text{ MPa}$$

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$b = 400 \text{ mm}$$

$$h = 700 \text{ mm}$$

$$d = 613 \text{ mm}$$

- Gaya geser maksimum pada ujung bentang :

$$V_u = 0,5q_u.L = 0,5 \cdot 135,39 \cdot 7 = 473,86 \text{ KN}$$

$$\frac{V_u}{\phi} = \frac{473,86}{0,6} = 789,77 \text{ KN}$$

- Gaya geser pada tengah bentang :

$$V_{u \text{ tengah}} = 1/8 \cdot q_L \cdot L = 1/8 \cdot (1,6 \cdot 42,56) \cdot 7 = 59,58 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{utengah}}{\Phi} = \frac{59,58}{0,6} = 99,3 \text{ KN}$$

Kekuatan geser beton (V_c):

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot (\sqrt{f'_c}) \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \cdot (\sqrt{28}) \cdot 400 \cdot 613 = 216246,07 \text{ N}$$

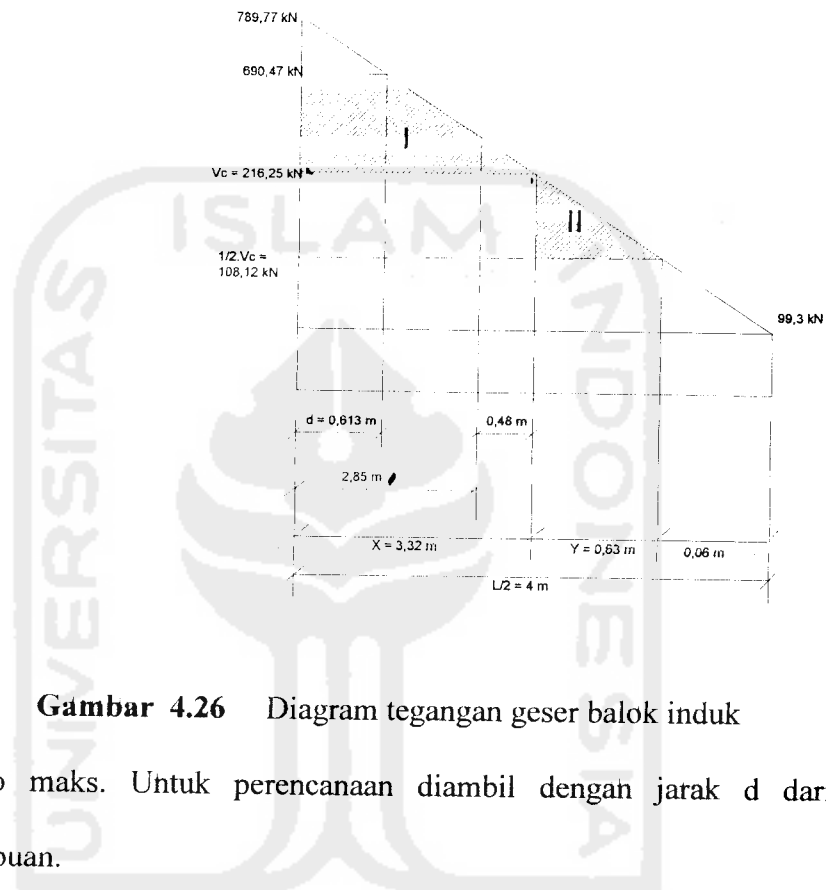
$$= 216,246 \text{ KN}$$

$$\frac{1}{2} \cdot V_c = 1/2 \cdot 216,246 = 108,123 \text{ KN} ;$$

$$3 \cdot V_c = 3 \cdot 108,123 = 324,37 \text{ KN}$$

$$\frac{V_u}{\Phi} = 789,77 \text{ KN} \geq V_c = 216,246 \text{ KN} \Rightarrow \text{perlu tulangan geser}$$

$$V_{S_{\min}} = \frac{1}{3} \cdot b \cdot d = 1/3 \cdot 400 \cdot 613 = 81733,33 \text{ N} = 81,733 \text{ KN}$$



Gambar 4.26 Diagram tegangan geser balok induk

V_u/ϕ maks. Untuk perencanaan diambil dengan jarak d dari tumpuan.

$$\frac{N}{789,77 - 99,3} = \frac{4 - 0,613}{4} \rightarrow N = 548,9 \text{ KN}$$

$$\frac{V_u}{\Phi} \text{ maks} = N + 99,3 = 648,2 \text{ KN}$$

$$\frac{X}{4} = \frac{789,77 - 216,25}{789,77 - 99,3} \rightarrow X = 3,32 \text{ m}$$

$$\frac{y}{4} = \frac{108,12}{789,77 - 99,3} \rightarrow y = 0,626 \text{ m}$$

$V_s \text{ min} = 81,733 \text{ KN}$, dengan jarak dari

$$d = \frac{81,73}{789,77 - 99,3} \cdot 4 = 0,473 \text{ m}$$

Daerah I :

$$\frac{V_u}{\Phi} \text{ terbesar} = 348,3 \text{ KN}$$

$$3 \cdot V_c = 324,37 \text{ KN} < \frac{V_u}{\Phi} < 5 \cdot V_c = 1257,61 \text{ KN}$$

$$V_{S_{\text{perlu}}} = \frac{V_u}{\Phi} - V_c = 789,77 - 216,246 = 573,5 \text{ KN}$$

Digunakan sengkang P12 mm

$$A_v = 2 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 12^2 = 226,19 \text{ mm}^2$$

$$S \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{226,19 \cdot 240 \cdot 613}{573,5} = 58,02 \text{ mm} \approx 50 \text{ mm}$$

$$\leq \frac{613}{4} = 153,25 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm}$$

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

→ dipakai P12-50 mm

Daerah II:

Tulangan geser minimum, dipakai $V_{S_{\text{perlu}}} = V_s \text{ min} = 81,733 \text{ KN}$

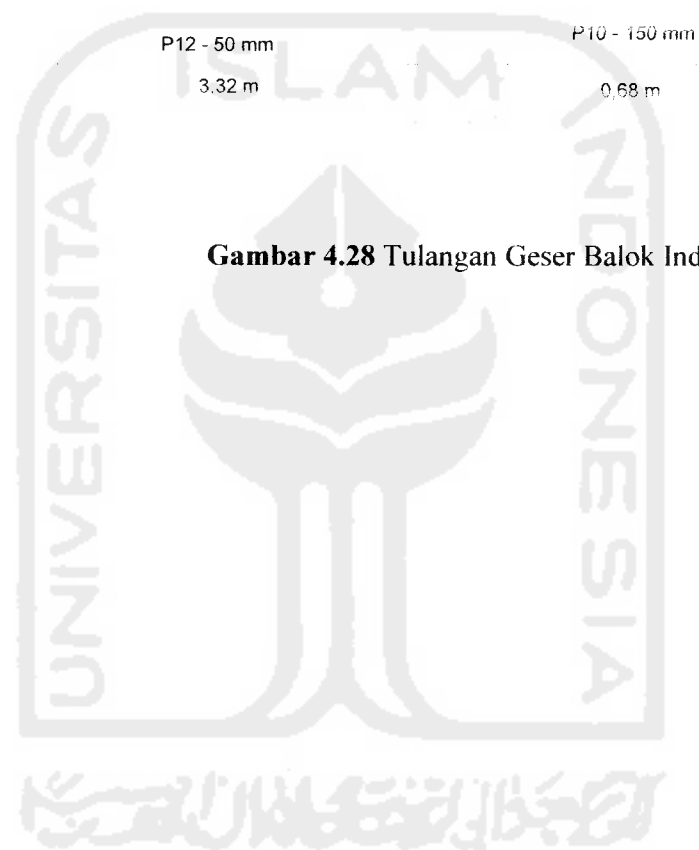
Digunakan tulangan geser P10 mm, $A_v = 157 \text{ mm}^2$

$$S \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_{s_{\text{min}}}} = \frac{157 \cdot 240 \cdot 613}{81,733} = 282,6 \text{ mm}$$

$$\leq d/4 = 613/4 = 153,25 \approx 150 \text{ mm}$$

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

→ dipakai P10-150 mm



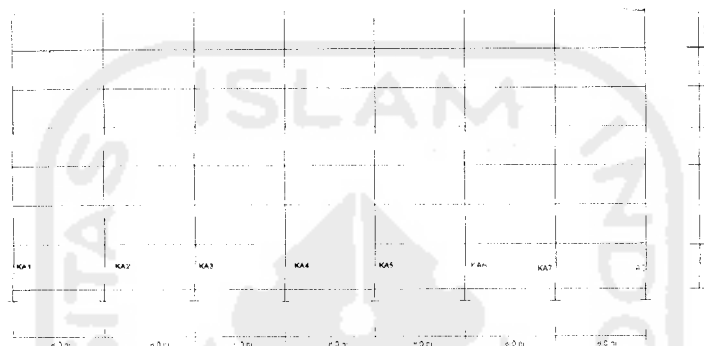
Gambar 4.28 Tulangan Geser Balok Induk

4.5 Perencanaan Kolom

4.5.1 Perhitungan Momen dan Gaya Aksial Rencana

1. Portal arah X (momen terhadap sumbu y)

Data Momen kolom KA4 (seperti terlihat pada gambar dibawah ini)



Gambar 4.28 Letak Kolom KA4 pada portal As-1

$$M_{Dy} \text{ atas} = -95,33 \text{ KNm}$$

$$M_{Dy} \text{ bawah} = 38,63 \text{ KNm}$$

$$M_{Ly} \text{ atas} = -11,79 \text{ KNm}$$

$$M_{Ly} \text{ bawah} = 4,78 \text{ KNm}$$

$$M_{Ey} \text{ atas} = -23,75 \text{ KNm}$$

$$M_{Ey} \text{ bawah} = 111,47 \text{ KNm}$$

Join Atas

$$\begin{aligned} 1,2 M_{Dy} + 1,6 M_{Ly} &= 1,2 \cdot (-95,33) + 1,6 \cdot (-11,79) \\ &= -133,26 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$1,05 M_{Dy} + 0,6 M_{Ly}$$

$$= 1,05 \cdot (-95,33) + 0,6 \cdot (-11,79) = -107,17 \text{ KNm}$$

$$M_{by} = -107,17 \text{ KNm}$$

$$1,05 \cdot M_{Ey} = 1,05 \cdot (-23,75) = -24,94 \text{ KNm}$$

$$M_{sy} = -24,94 \text{ KNm}$$

$$M_{by} + M_{sy} = -107,17 + (-24,94) = -132,11 \text{ KNm}$$

Tetapi tidak boleh lebih besar dari :

$$1,05 \left(M_{Dy} + M_{Ly} + \frac{4}{k} \cdot M_{Ey} \right)$$

$$= 1,05 \cdot ((-95,33) + (-11,79) + \frac{4}{1} \cdot (-23,75)) = -212,23 \text{ KNm}$$

Join Bawah

$$1,2 M_{Dy} + 1,6 M_{Ly} = 1,2 \cdot (38,63) + 1,6 \cdot (4,78) = 54,01 \text{ KNm}$$

$$1,05 (M_{Dy} + M_{Ly} + M_{Ey}) = 1,05 \cdot (38,63 + 4,78 + 111,47)$$

$$= 162,62 \text{ KNm}$$

$$M_{by} = 162,62 \text{ KNm}$$

$$1,05 \cdot M_{Ey} = 1,05 \cdot (111,47) = 117,04 \text{ KNm}$$

$$M_{sy} = 117,04 \text{ KNm}$$

$$M_{by} + M_{sy} = 162,62 + 117,04 = 279,66 \text{ KNm}$$

Tetapi tidak boleh lebih besar dari :

$$1,05 (M_{Dy} + M_{Ly} + 4/k \cdot M_{Ey})$$

$$= 1,05 \cdot (38,63 + (4,78) + (4/1 \cdot 111,47)) = 513,75 \text{ KNm}$$

$$M \text{ pakai atas} = 132,11 \text{ KNm}$$

$$M \text{ pakai bawah} = 279,66 \text{ KNm}$$

2. Portal arah Y (momen terhadap sumbu x)

Data Momen :

$$M_{Dx} \text{ atas} = 157,9 \text{ KNm}$$

$$M_{Dx} \text{ bawah} = -66,76 \text{ KNm}$$

$$M_{Lx} \text{ atas} = 27,67 \text{ KNm}$$

$$M_{Lx} \text{ bawah} = -11,48 \text{ KNm}$$

$$M_{Ex} \text{ atas} = -0,09 \text{ KNm}$$

$$M_{Ex} \text{ bawah} = 0,03 \text{ KNm}$$

Join Atas

$$1,2 M_{Dx} + 1,6 M_{Lx} = 1,2 \cdot 157,9 + 1,6 \cdot 27,67 = 233,75 \text{ KNm}$$

$$1,05 \cdot M_{Dx} + 0,6 \cdot M_{Lx} = (1,05 \cdot 157,9) + (0,6 \cdot 27,67) = 182,4 \text{ KNm}$$

$$M_{bx} = 182,4 \text{ KNm}$$

$$1,05 \cdot M_{Ex} = 1,05 \cdot (-0,09) = 0,095 \text{ KNm}$$

$$M_{sx} = 0,095 \text{ KNm}$$

$$M_{bx} + M_{sx} = 182,4 + 0,095 = 182,49 \text{ KNm}$$

$$1,05 (M_{Dx} + M_{Lx} + 4/1 \cdot M_{Ex}) = 1,05 \cdot (157,9 + 27,67 + (4/1 \cdot (-0,09))) \\ = 195,23 \text{ KNm}$$

Join Bawah

$$1,2 M_{Dx} + 1,6 M_{Lx} = 1,2 \cdot (-66,76) + 1,6 \cdot (-11,48) = 98,48 \text{ KNm}$$

$$1,05 M_{Dx} + 0,6 M_{Lx} = 1,05 \cdot (-66,76) + 0,6 \cdot (-11,48) = 76,98 \text{ KNm}$$

$$M_{bx} = 76,98 \text{ KNm}$$

$$1,05 M_{Ex} = 1,05 \cdot (0,03) = 0,032 \text{ KNm}$$

$$M_{sx} = 0,032 \text{ KNm}$$

$$M_{bx} + M_{sx} = ((76,98) + (0,032)) = 77,012 \text{ KNm}$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari :

$$1,05 \cdot (M_{Dx} + M_{Lx} + 4/k \cdot M_{Ex}) = 1,05 \cdot ((-66,76) + (-11,48) + 4/1 \cdot (-0,03)) = -82,28 \text{ KNm}$$

$$M_{ux} \text{ pakai Atas} = 195,23 \text{ KNm}$$

$$M_{ux} \text{ pakai bawah} = 82,28 \text{ KNm}$$

3. Gaya Aksial

Data Gaya Aksial

$$P_{D \text{ atas}} = -3839,33 \text{ KNm}$$

$$P_{D \text{ bawah}} = -3899,64 \text{ KNm}$$

$$P_{L \text{ atas}} = -424,31 \text{ KNm}$$

$$P_{L \text{ bawah}} = -424,31 \text{ KNm}$$

$$P_{E \text{ atas}} = -14,26 \text{ kNm}$$

$$P_{E \text{ bawah}} = -14,26 \text{ KNm}$$

$$1,2 P_D + 1,6 P_L = 1,2 \cdot (-3839,33) + 1,6 \cdot (-424,3) = -5286,09 \text{ KNm}$$

$$1,05 \cdot P_D + 0,6 \cdot P_L = 1,05 \cdot (-3839,33) + 0,6 \cdot (-424,3) = -4285,88 \text{ KN}$$

$$P_b = -5286,09 \text{ KN}$$

$$1,05 \cdot P_E = 1,05 \cdot (-14,26) = -14,97 \text{ KN}$$

$$P_s = -14,97 \text{ KN}$$

$$P_b + P_s = (-5286,09) + (-14,97) = -5301,06 \text{ KN}$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari :

$$1,05(P_D + P_L + 4/k \cdot P_E) = 1,05((-3839,33) + (-424,3) + 4/1 \cdot (-14,26))$$

$$= - 4536,70 \text{ KNm}$$

Join Bawah

$$1,2 P_D + 1,6 P_L = 1,2. (-3899,6) + 1,6. (-424,3)$$

$$= -5358,4 \text{ KNm}$$

$$1,05 \cdot P_D + 0,6 \cdot P_L = 1,05.(-3899,6) + 0,6(-424,3) = -4338,66 \text{ KN}$$

$$P_b = -5358,4 \text{ KN}$$

$$1,05 \cdot P_E = 1,05 \cdot (-14,26) = -14,97 \text{ KN}$$

$$P_s = -14,97 \text{ KN}$$

$$P_b + P_s = (-5358,4) + (-14,97) = -5373,37 \text{ KN}$$

Tetapi tidak perlu kurang dari :

$$1,05 \cdot (P_D + P_L + 4/k \cdot P_E) = 1,05(-3899,6) + (-424,33) + 4/1 \cdot (-14,26)$$

$$= -4600,02 \text{ KNm}$$

$$P_u \text{ atas pakai} = -4536,70 \text{ KNm}$$

$$P_u \text{ bawah pakai} = 4600,02 \text{ KNm}$$

Data kolom :

$$L = 4 \text{ m}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$F'_c = 28 \text{ Mpa}$$

$$D' = 87 \text{ mm}$$

$$B = 800 \text{ mm}$$

$$H = 800 \text{ mm}$$

$$D = 713 \text{ mm}$$

$$\phi = 0,65$$

4.5.2 Pengaruh Kelangsingan Kolom

- Menghitung Kekakuan Kolom

1. Arah X

$$\begin{aligned} E_c = E_g &= 4700 \sqrt{f'c} \\ &= 4700 \sqrt{28} \\ &= 24870,062 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Profil 800x800

$$I_c \text{ (Inersia kolom)} = \frac{1}{12} \cdot 800 \cdot 800^3 = 3,41 \cdot 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$\beta_d = \frac{1,2M_D}{1,2M_D + 1,6M_L} = \frac{1,2 \cdot 95,33}{1,2 \cdot 95,33 + 1,6 \cdot 11,79} = 0,86$$

$$EI = \frac{E_c \cdot I_c}{2,5(1 + \beta_d)} = \frac{24870,062 \cdot 3,41 \cdot 10^{10}}{2,5(1 + 0,86)} = 1,8306 \cdot 10^{14} \text{ Nmm}^2$$

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 untuk kondisi di ujung atas kolom yaitu :

$$I_{cr} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{12} \cdot 800 \cdot 800^3 \right) = 17,0667 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

2. Momen inersia balok untuk kondisi di ujung bawah kolom = 0 karena ujung jepit.

$$L_c \text{ (panjang bersih kolom)} = 3,2 \text{ m}$$

$$L_g \text{ (panjang bersih balok)} = 7,2 \text{ m}$$

$$\psi_{atas} = \psi_{bawah} = \frac{\sum \left(\frac{EI}{Lc} \right)}{\sum \left(\frac{Ec \cdot Icr}{Lg} \right)}$$

$$\psi_{atas} = \frac{\left(\frac{1,83 \cdot 10^{14}}{3200} \right)}{\left(\frac{24870,062 \cdot 17,0667 \cdot 10^9}{7200} \right)} = 0,97$$

$$\psi_{bawah} = 0 \text{ (ujung jepit)}$$

Dari Nomogram portal tanpa pengaku, didapat $k = 1,15$

$$\frac{k \cdot lu}{r} = \frac{1,15 \cdot 3200}{0,3 \cdot 800} = 15,333 < 22$$

Karena $k \cdot lu/r < 22$, maka pengaruh kelangsingan dapat diabaikan

2. Arah Y

$$Ec = Eg = 4700 \sqrt{f'c}$$

$$= 4700 \sqrt{28}$$

$$= 24870,062 \text{ MPa}$$

Profil 800x800

$$Ic \text{ (Inersia kolom)} = \frac{1}{12} \cdot 800 \cdot 800^3 = 3,41 \cdot 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$\beta d = \frac{1,2M_D}{1,2M_D + 1,6M_L} = \frac{1,2 \cdot 157,9}{1,2 \cdot 157,9 + 1,6 \cdot 27,67} = 0,81$$

$$EI = \frac{Ec \cdot Ic}{2,5(1 + \beta \cdot d)} = \frac{24870,052 \cdot 3,41 \cdot 10^{10}}{2,5(1 + 0,81)} = 1,87 \cdot 10^{14} \text{ Nmm}^2$$

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 untuk kondisi di ujung atas kolom yaitu :

$$I_{cr} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \right) = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{12} \cdot 800 \cdot 800^3 \right) = 1,87 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

2. Momen inersia balok untuk kondisi di ujung bawah kolom = 0, karena ujung jepit.

$$L_c \text{ (panjang bersih kolom)} = 3,2 \text{ m}$$

$$L_g \text{ (panjang bersih balok)} = 7,2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \Psi_{atas} = \Psi_{bawah} &= \frac{\sum \left(\frac{EI}{Lc} \right)}{\sum \left(\frac{Ec \cdot I_{cr}}{Lg} \right)} \\ \Psi_{atas} &= \frac{\left(\frac{1,87 \cdot 10^{14}}{3200} \right)}{\left(\frac{24870,052 \cdot 17,0667 \cdot 10^9}{7200} \right)} = 0,9913 \end{aligned}$$

$$\Psi_{bawah} = 0 \text{ (ujung jepit)}$$

Dari Nomogram portal tanpa pengaku, didapat $k = 1,18$

$$\frac{k \cdot l_u}{r} = \frac{1,18 \cdot 3200}{0,3 \cdot 800} = 17,733 < 22$$

Karena $k \cdot l_u / r < 22$, maka pengaruh kelangsingan dapat diabaikan

4.5.3 Analisis Gaya Aksial dan Momen akibat balok

Perhitungan kolom KA4, Basement

$$h = 4 \text{ m}$$

$$h_n = 3,2 \text{ m}$$

$$R_v = 0,95, \text{ dari } 1,1 - 0,025 \cdot n, \text{ untuk jumlah lantai ; } 4 < n \leq 20$$

$\omega_d = 1,3$ 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

$$M_{kap(kiri)} = 1,25 \cdot M_{nak} = 1,25 \times 748,07 = 935,09 \text{ KNm}$$

$$M_{kap(kanan)} = 0$$

menghitung gaya aksial rencana :

$$\begin{aligned} N_{u,ky} &= 0,7 \cdot R_v \cdot \frac{M_{kap(kiri)} + M_{kap(kanan)}}{l} + 1,05 \cdot N_g \\ &= 0,7 \cdot 0,95 \cdot \frac{935,09}{8} + 1,05 \cdot (3899,6 + 424,3) \\ &= 4617,79 \text{ KN} \end{aligned}$$

tidak perlu melebihi :

$$\begin{aligned} N_{u,ky} &= 1,05 (N_D + N_L + 4 \cdot N_E) \\ &= 1,05 (3899,6 + 424,3 + 4 \cdot 14,26) = 4380,94 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$N_{u,ky} \text{ pakai} = 4380,94 \text{ KN}$$

menghitung α :

$$M_{E,K \text{ atas}} = -23,75 \text{ KNm}$$

$$M_{E,K \text{ bawah}} = 111,47 \text{ KNm}$$

$$\alpha_{ka} = \frac{M_{E,k(lantaiatas)}}{M_{E,k(lantaiatas)} + M_{E,k(lantaiawah)}} = \frac{23,75}{23,75 + 111,47} = 0,19$$

$$\alpha_{kb} = \frac{M_{E,k(\text{tantaibawah})}}{M_{E,k(\text{tantaatas})} + M_{E,k(\text{tantaibawah})}} = \frac{111,47}{111,47 + 23,75} = 0,009$$

menghitung momen rancang kolom :

$$\begin{aligned} \text{Mu}_{k,y} \text{ atas} &= \frac{hn}{h} \omega d \cdot \alpha \cdot 0,7 \cdot \left(\frac{I_{ki}}{I'_{ki}} M_{kap, ki} + \frac{I_{ka}}{I'_{ka}} M_{kap, ka} \right) \\ &= \frac{3,2}{4} \cdot 1 \cdot 0,133 \cdot 0,7 \cdot \left(\frac{8}{7,2} \cdot 935,09 \right) = 77,38 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mu}_{k,y} \text{ bawah} &= \frac{hn}{h} \omega d \cdot \alpha \cdot 0,7 \cdot \left(\frac{I_{ki}}{I'_{ki}} M_{kap, ki} + \frac{I_{ka}}{I'_{ka}} M_{kap, ka} \right) \\ &= \frac{3,2}{4} \cdot 1 \cdot 1,33 \cdot 0,7 \cdot \left(\frac{8}{7,2} \cdot 935,09 \right) = 773,4 \text{ kNm} \end{aligned}$$

tidak perlu melebihi :

$$\begin{aligned} \text{Mu}_{k,y} &= 1,05(M_{Dy} + M_{Ly} + \frac{4}{k} M_{Ey}) \\ &= 1,05(-95,33 + -11,79 + \frac{4}{1}(-23,75)) \\ &= 212,23 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\text{Mu}_{k,y} \text{ pakai} = 212,23 \text{ KNm}$$

b. .Perhitungan Arah Y

$$M_{kap(\text{kiri})} = 1,25 \cdot M_{nak} = 1,25 \cdot 0 = 0 \text{ KNm}$$

$$M_{kap(\text{kanan})} = 1,25 \cdot M_{nak} = 1,25 \cdot 748,07 = 935,09 \text{ KNm}$$

menghitung gaya aksial rencana :

$$\text{Nu}_{k,x} = 0,7 \cdot R_v \cdot \frac{M_{kap_{kiri}} + M_{kap_{kanan}}}{l} + 1,05 \cdot N_g$$

$$= 0,7 \cdot 0,95 \cdot \frac{935,09}{8} + 1,05 \cdot (3899,6 + 424,3)$$

$$= 4617,79 \text{ KN}$$

tidak perlu melebihi :

$$N_{u,k_y} = 1,05 (N_D + N_L + 4 \cdot N_E)$$

$$= 1,05 (3899,6 + 424,3 + 4 \cdot 14,26)$$

$$= 4380,94 \text{ KN}$$

$$N_{u,k_y} \text{ pakai} = 4380,94 \text{ KN}$$

menghitung α :

$$M_{EX} \text{ atas} = 0,09 \text{ KNm}$$

$$M_{EX} \text{ bawah} = 0,03 \text{ KNm}$$

$$\alpha_{ka} = \frac{M_{E,k(lt+latas)}}{M_{E,k(lt+latas)} + M_{E,k(ltbawah)}} = \frac{0,09}{0,09 + 0,03} = 0,75$$

$$\alpha_{kb} = \frac{M_{E,k(ltbawah)}}{M_{E,k(lt+latas)} + M_{E,k(ltbawah)}} = \frac{0,03}{0,03 + 0,09} = 0,25$$

menghitung momen rancang kolom :

$$\begin{aligned} \mu_{u,k_x} \text{ atas} &= \frac{hn}{h} \omega d \cdot \alpha \cdot 0,7 \cdot \left(\frac{l_{ki}}{l'_{ki}} M_{kap,ki} + \frac{l_{ka}}{l'_{ka}} M_{kap,ka} \right) \\ &= \frac{3,2}{4} \cdot 1 \cdot 0,075 \cdot 0,7 \cdot \left(\frac{8}{7,2} \cdot 0 + \frac{8}{7,2} \cdot 935,09 \right) = 314,19 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_{u,k_x} \text{ bawah} &= \frac{hn}{h} \omega d \cdot \alpha \cdot 0,7 \cdot \left(\frac{l_{ki}}{l'_{ki}} M_{kap,ki} + \frac{l_{ka}}{l'_{ka}} M_{kap,ka} \right) \\ &= \frac{3,2}{4} \cdot 1 \cdot 0,25 \cdot 0,7 \cdot \left(\frac{8}{7,2} \cdot 0 + \frac{8}{7,2} \cdot 935,09 \right) = 145,46 \text{ KNm} \end{aligned}$$

tidak perlu melebihi :

$$\begin{aligned} M_{u,k} &= 1,05 (M_{Dx} + M_{Lx} + 4/1 \cdot M_{Ex}) \\ &= 1,05 \cdot (157,9 + 27,67 + (4/1) \cdot (-0,09)) = 195,23 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$M_{u,kx} \text{ pakai} = 195,23 \text{ KNm}$$

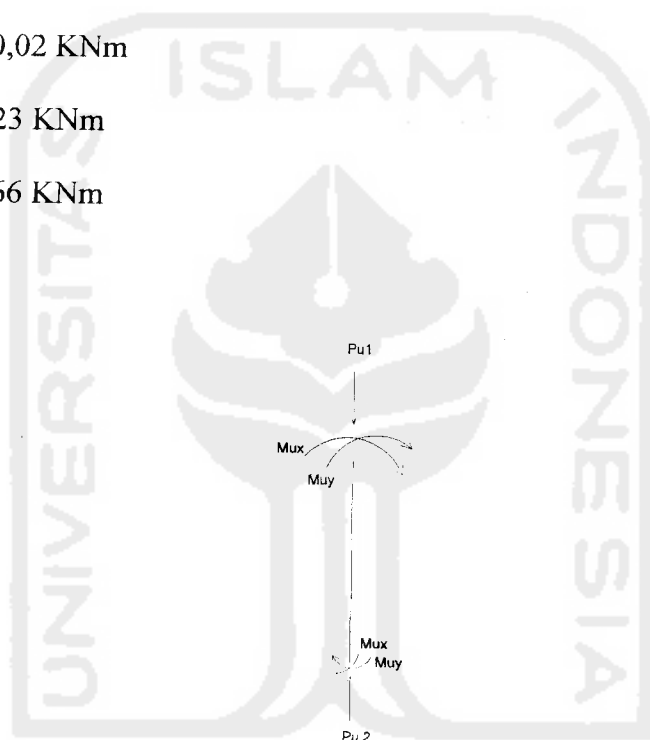
4.5.4 Perencanaan Tulangan Lentur Kolom

Berdasar analisa struktur diperoleh

$$P_u = 4600,02 \text{ KNm}$$

$$M_{ux} = 195,23 \text{ KNm}$$

$$M_{uy} = 279,66 \text{ KNm}$$



Gambar 4.29 Kolom dengan momen biaksial

Berdasar kekuatan balok diperoleh :

$$M_{ux} = 195,23 \text{ KNm}$$

$$M_{uy} = 212,23 \text{ KNm}$$

$$N_{u,kx} = 4380,94 \text{ KN}$$

$$N_{u,ky} = 4380,94 \text{ KN}$$

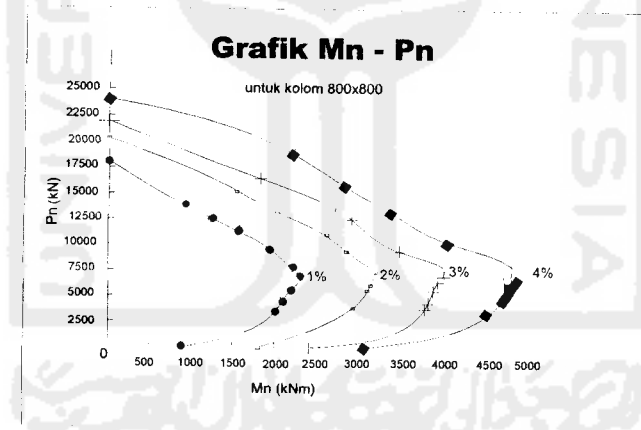
$$P_n = \frac{Pu}{\phi} = \frac{4380,94}{0,65} = 6739,9 \text{ KN}$$

$$M_{nx} = \frac{Mu_x}{\phi} = \frac{195,23}{0,65} = 300,35 \text{ KNm}$$

$$M_{ny} = \frac{Mu_y}{\phi} = \frac{279,66}{0,65} = 430,246 \text{ KNm}$$

Digunakan M_{ox} (momen rencana total) untuk perencanaan

$$\begin{aligned} M_{ox} \text{ perlu} &= M_{nx} + M_{ny} \left(\frac{b}{h} \right) \left(\frac{1-\beta}{\beta} \right) \\ &= 300,35 + 430,246 \left(\frac{0,8}{0,8} \right) \left(\frac{1-0,65}{0,65} \right) \\ &= 532,02 \text{ KNm} \end{aligned}$$



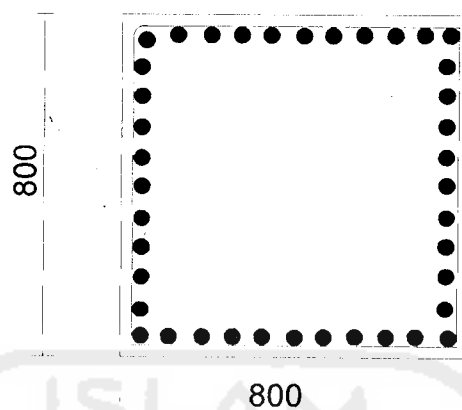
Gambar 4.30 Diagram Interaksi Mn - Pn kolom

Dari grafik $M_n = 532,02$ vs $P_n = 6739,9$ didapat 1%. Ag

$$A_{st} = 0,01 \cdot 800 \cdot 800 = 6400 \text{ mm}^2$$

$$A_s = A_{s'} = 0,5 \cdot A_{st} = 3200 \text{ mm}^2$$

dipakai 11D20 dengan $A_{S_{ada}} = A_{s'_{ada}} = 3454 \text{ mm}^2$



Gambar 4.31 Potongan melintang kolom

Cek eksentrisitas balance (e_b)

$$X_b = \frac{600 \cdot d}{600 + f_y} = \frac{600 \cdot 713}{600 + 400} = 427,8 \text{ mm}$$

$$C_b = \beta_1 \cdot X_b = 0,85 \cdot 427,8 = 363,63 \text{ mm}$$

$$f'_s = 600 \frac{(X_b - d')}{X_b} = 600 \frac{(367,8 - 87)}{367,8} = 458,07 \text{ MPa} > f_y = 400 \text{ Mpa}$$

Dengan demikian digunakan $f'_s = f_y = 400 \text{ MPa}$

$$C_{cb} = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot C_b = 0,85 \cdot 28 \cdot 800 \cdot 363,63 = 5955712 \text{ N}$$

$$C_{sb} = A_s' (f'_s - 0,85 \cdot f'_c) = 3454 \cdot (400 - 0,85 \cdot 28) = 1299394,8 \text{ N}$$

$$T_{sb} = A_s \cdot f_y = 3454 \cdot 400 = 1381600 \text{ N}$$

$$P_{nb} = C_{cb} + C_{sb} - T_{sb} = 5955712 + 1299394,8 - 1381600$$

$$= 6714,945 \text{ kN}$$

$$M_{nb} = C_{cb} \left[\frac{h}{2} - \frac{C_b}{2} \right] + C_{sb} \left(\frac{h}{2} - d' \right) + T_{sb} \left(d - \frac{h}{2} \right)$$

$$\begin{aligned}
 &= 5955712 \left[\frac{800}{2} - \frac{312,8}{2} \right] + 1299394,8 \left(\frac{800}{2} - 87 \right) \\
 &+ 1381600 \left(713 - \frac{800}{2} \right) \\
 &= 1450811443 + 406710572,4 + 432440800 \\
 &= 2289 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} = \frac{2389}{6714,945} = 0,3558 \text{ m}$$

$$e = \frac{M_{ox}}{P_n} = \frac{973,67}{6714,945} = 0,145 \text{ m}$$

karena $e < e_b$ \longrightarrow kolom mengalami kegagalan atau patah desak

Kontrol tegangan pada daerah desak :

$$\begin{aligned}
 P_n &= \frac{A_s' f_y}{\frac{e}{(d-d')} + 0,5} + \frac{b \cdot h \cdot f_c'}{\frac{3 \cdot h \cdot e}{d^2} + 1,18} \\
 &= \frac{3454.400}{\frac{145}{(713-87)} + 0,5} + \frac{400.800.28}{\frac{3.800.145}{713^2} + 1,18} \\
 &= 10825,6 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$P_n = 10825,6 \text{ KN} > \frac{P_u}{\phi} = 6739,9 \text{ KN} \dots \dots \dots \text{ Ok !}$$

4.5.5 Perencanaan Tulangan Geser Kolom

$$M_{u,k} \text{ atas} = 132,11 \text{ KNm}$$

$$M_{u,k} \text{ bwh} = 279,66 \text{ KN}$$

$$V_{D,k} = 56,16 \text{ kNm}$$

$$V_{L,k} = 9,78 \text{ kNm}$$

$$V_{E,k} = 33,8 \text{ kNm}$$

$$h_n = 3,2 \text{ m}$$

$$V_{u,k} = \frac{Mu,ky_{atas} + Mu,ky_{bawah}}{h_n} = \frac{132,11 + 279,66}{3,2} = 128,68 \text{ KN}$$

tetapi tidak perlu lebih besar dari :

$$\begin{aligned} V_{u,k} &= 1,05 (V_{D,k} + V_{L,k} + \frac{4}{k} (V_{E,k})) \\ &= 1,05 (56,16 + 9,78 + \frac{4}{1} \cdot (33,8)) \\ &= 211,97 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$V_{u,k} \text{ terpakai} = 128,68 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{u,k}}{\phi} = \frac{128,68}{0,6} = 214,46 \text{ KN}$$

4.5.5.1. Di daerah sendi Plastis (Dengan jarak l_0)

$$d = 0,713 \text{ m}$$

Kekuatan beton pada daerah sendi Plastis dalam menahan gaya geser dianggap 0 ($V_c = 0$)

$$V_{u,k} \text{ terhitung} = \frac{hn - d}{hn} \cdot V_{u,k} \text{ terpakai}$$

$$= \frac{3,2 - 0,713}{3,2} \cdot 128,68$$

$$= 100,008 \text{ KN}$$

$$V_s = \frac{V_{u,k} \text{ terhitung}}{\phi} = \frac{100,008}{0,6} = 166,68 \text{ kN}$$

Dipakai sengkang 3P12 dengan dengan $A_v = 226,195 \text{ mm}^2$

Dipakai tulangan geser \square P12 mm, maka :

$$A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2 = 226,195 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak (s)} < \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{226,195 \cdot 400 \cdot 713}{166,68 \cdot 10^3} = 387,03 \text{ mm}$$

$$< d/4 = 178,25 \text{ mm}$$

$$< 16 \cdot D = 192 \text{ mm}$$

Digunakan sengkang 3P₁₂₋₁₇₀ mm

4.5.5.2 Di Luar Daerah Sendi Plastis

$$V_{u,k} \text{ terhitung} = 100,008 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{u,k} \text{ terhitung}}{\phi} = \frac{100,08}{0,6} = 166,68 \text{ kN}$$

$$N_{u,k} = 4380,94 \text{ kN}$$

$$V_c = \left(1 + \frac{N_{u,k}}{14 \cdot A_g} \right) \cdot \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d = \left(1 + \frac{4380,94 \cdot 10^3}{14 \cdot 800 \cdot 800} \right) \cdot \frac{1}{6} \sqrt{28} \cdot 800 \cdot 713$$

$$= 748,53 \text{ kN} > \frac{V_{u,k} \text{ terhitung}}{\phi} = 166,68 \text{ kN},$$

Karena $V_c > \frac{V_{u,k} \text{ terhitung}}{\phi}$, maka digunakan tulangan geser

minimum dengan jarak :

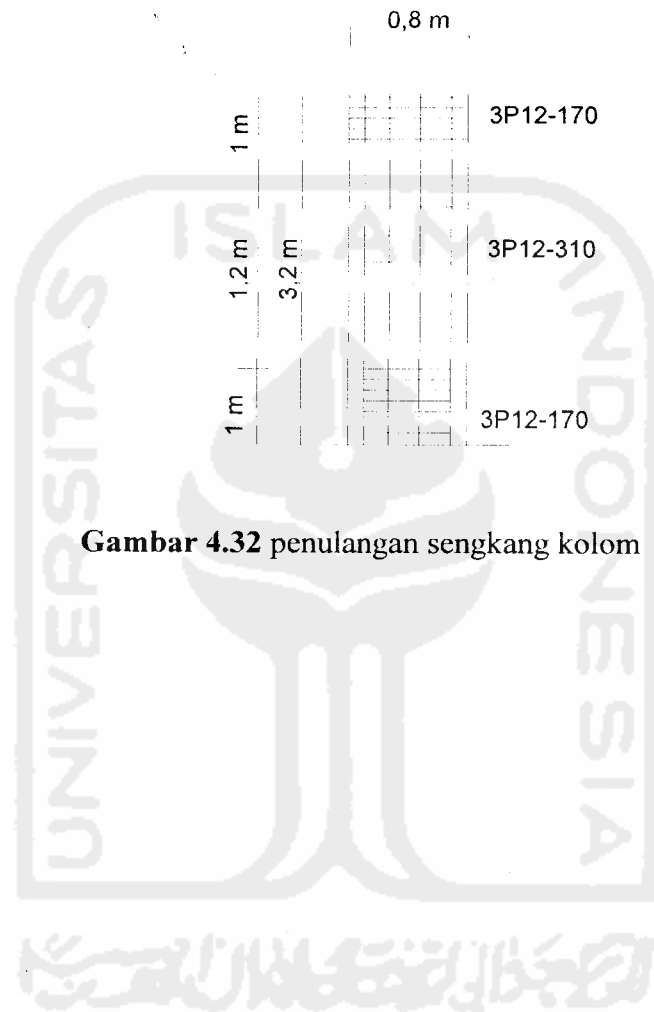
$$\text{Jarak (s)} < d/2 = 315 \text{ mm}$$

Sehingga Digunakan sengkang 2P₁₂₋₃₁₀ mm

Syarat panjang l_o tidak boleh kurang dari:

- h untuk $N_{u,k} < 0,3 \cdot A_g \cdot f_c'$

- 1,5 h untuk $Nu,k > 0,3$. $Ag.f'c$
- 1/6 bentang bersih elemen struktur
- 450 mm



Gambar 4.32 penulangan sengkang kolom

Tabel 4.14 Mn-Pn kolom 800x800

Ast (%)	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
fc' (Mpa)	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
fy (Mpa)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
b (mm)	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
h (mm)	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
d' (mm)	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
d (mm)	713	713	713	713	713	713	713	713	713	713	713
xb (mm)	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8
faktor	1.8	1.8	1.6	1.4	1.2	1	0.9	0.8	0.7	0.6	
x (mm)	770.04	770.04	684.48	598.92	513.36	427.8	385.02	342.24	299.46	256.68	
ab (mm)	654.534	654.53	581.81	509.082	436.356	363.63	327.267	290.9	254.54	218.18	
fs (Mpa)		-44.44	25	114.286	233.333	400	511.111	650	828.57	1066.7	
fs pakai		-44.44	25	114.286	233.333	400	400	400	400	400	
fs' (Mpa)		532.21	523.74	512.843	498.317	477.98	464.423	447.48	425.69	396.63	
fs' pakai		400	400	400	400	400	400	400	400	396.63	
Ast (mm ²)	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400
Ts (KN)		-142.2	80	365.714	746.667	1280	1280	1280	1280	1280	
Cs (KN)		1203.8	1203.8	1203.84	1203.84	1203.8	1203.84	1203.8	1203.8	1193.1	
Cc (KN)		12462	11078	9692.92	8308.22	6923.5	6231.16	5538.8	4846.5	4154.1	
Mn (KNm)	0	1238.7	1610.4	1901.19	2121.13	2288	2250.28	2187.3	2099.2	1982.5	869.6
Pn (KN)	17639.7	13808	12201	10531	8765.39	6847.4	6155	5462.7	4770.3	4067.2	0

Ast (%)	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
fc' (Mpa)	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
fy (Mpa)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
b (mm)	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
h (mm)	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
d' (mm)	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
d (mm)	713	713	713	713	713	713	713	713	713	713	713
xb (mm)	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8
faktor		1.8	1.6	1.4	1.2	1	0.9	0.8	0.7	0.6	
x (mm)		770.04	684.48	598.92	513.36	427.8	385.02	342.24	299.46	256.68	
ab (mm)		654.53	581.81	509.082	436.356	363.63	327.267	290.9	254.54	218.18	
fs (Mpa)		-44.44	25	114.286	233.333	400	511.111	650	828.57	1066.7	
fs pakai		-44.44	25	114.286	233.333	400	400	400	400	400	
fs' (Mpa)		532.21	523.74	512.843	498.317	477.98	464.423	447.48	425.69	396.63	
fs' pakai		400	400	400	400	400	400	400	400	396.63	
Ast (mm ²)	12800	12800	12800	12800	12800	12800	12800	12800	12800	12800	12800
Ts (KN)		-284.4	160	731.429	1493.33	2560	2560	2560	2560	2560	
Cs (KN)		2407.7	2407.7	2407.68	2407.68	2407.7	2407.68	2407.7	2407.7	2386.1	
Cc (KN)		12462	11078	9692.92	8308.22	6923.5	6231.16	5538.8	4846.5	4154.1	
Mn (KNm)	0	1571	2012.2	2392.46	2731.63	3065.5	3027.72	2964.8	2876.7	2756.6	1653
Pn (KN)	20047.4	15154	13325	11369.2	9222.56	6771.2	6078.84	5386.5	4694.1	3980.2	0

Tabel 4.14 Mn-Pn kolom

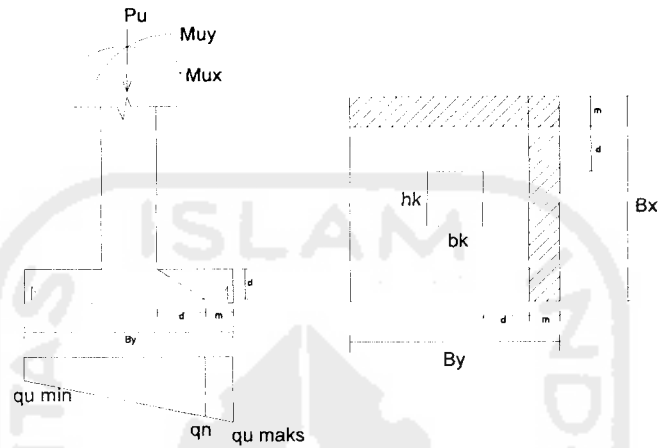
Ast (%)	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
fc' (Mpa)	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
fy (Mpa)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
b (mm)	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
h (mm)	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
d' (mm)	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
d (mm)	713	713	713	713	713	713	713	713	713	713	713
xb (mm)	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8
faktor		1.8	1.6	1.4	1.2	1	0.9	0.8	0.7	0.6	
x (mm)		770.04	684.48	598.92	513.36	427.8	385.02	342.24	299.46	256.68	
ab (mm)		654.53	581.81	509.082	436.356	363.63	327.267	290.9	254.54	218.18	
fs (Mpa)		-44.44	25	114.286	233.333	400	511.111	650	828.57	1066.7	
fs pakai		-44.44	25	114.286	233.333	400	400	400	400	400	
fs' (Mpa)		532.21	523.74	512.843	498.317	477.98	464.423	447.48	425.69	396.63	
fs' pakai		400	400	400	400	400	400	400	400	396.63	
Ast (mm ²)	19200	19200	19200	19200	19200	19200	19200	19200	19200	19200	19200
Ts (KN)		-426.7	240	1097.14	2240	3840	3840	3840	3840	3840	
Cs (KN)		3611.5	3611.5	3611.52	3611.52	3611.5	3611.52	3611.5	3611.5	3579.2	
Cc (KN)		12462	11078	9692.92	8308.22	6923.5	6231.16	5538.8	4846.5	4154.1	
Mn (KNm)	0	1903.3	2414.1	2883.73	3342.14	3842.9	3805.16	3742.2	3654.1	3530.7	2351
Pn (KN)	22455	16501	14449	12207.3	9679.74	6695	6002.68	5310.3	4618	3893.3	0

Ast (%)	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
fc' (Mpa)	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
fy (Mpa)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
b (mm)	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
h (mm)	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
d' (mm)	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
d (mm)	713	713	713	713	713	713	713	713	713	713	713
xb (mm)	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8	427.8
faktor		1.8	1.6	1.4	1.2	1	0.9	0.8	0.7	0.6	
x (mm)		770.04	684.48	598.92	513.36	427.8	385.02	342.24	299.46	256.68	
ab (mm)		654.53	581.81	509.082	436.356	363.63	327.267	290.9	254.54	218.18	
fs (Mpa)		-44.44	25	114.286	233.333	400	511.111	650	828.57	1066.7	
fs pakai		-44.44	25	114.286	233.333	400	400	400	400	400	
fs' (Mpa)		532.21	523.74	512.843	498.317	477.98	464.423	447.48	425.69	396.63	
fs' pakai		400	400	400	400	400	400	400	400	396.63	
Ast (mm ²)	25600	25600	25600	25600	25600	25600	25600	25600	25600	25600	25600
Ts (KN)		-568.9	320	1462.86	2986.67	5120	5120	5120	5120	5120	
Cs (KN)		4815.4	4815.4	4815.36	4815.36	4815.4	4815.36	4815.4	4815.4	4772.3	
Cc (KN)		12462	11078	9692.92	8308.22	6923.5	6231.16	5538.8	4846.5	4154.1	
Mn (KNm)	0	2235.6	2815.9	3375	3952.65	4620.4	4582.61	4519.7	4431.5	4304.8	2962
Pn (KN)	24862.7	17847	15573	13045.4	10136.9	6618.9	5926.52	5234.2	4541.8	3806.4	0

4.6 Perencanaan Pondasi

4.6.1 Perencanaan Pondasi Telapak

A. Perencanaan Dimensi Pondasi Telapak Setempat / Staal (P3)



Gambar 4.33 Pondasi telapak setempat

$$\sigma_{\text{tanah}} = 150 \text{ KN/m}^2$$

$$\gamma_{\text{tanah}} = 17 \text{ KN/m}^3$$

$$F'_c = 28 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{\text{beton}} = 24 \text{ KN/m}^3$$

$$F_y = 400 \text{ MPa}$$

$$\text{Asumsi tebal pelat (tf)} = 800 \text{ mm}$$

$$P_u = 7719,83 \text{ KN}$$

Ukuran kolom :

$$M_{ux \text{ tetap}} = 6,015 \text{ KNm}$$

$$h_k = 800 \text{ mm}$$

$$M_{uy \text{ tetap}} = 3,74 \text{ KNm}$$

$$b_k = 800 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{netto tanah}} = \sigma_{\text{tanah}} - \Sigma(h \cdot \gamma_{\text{beton}}) - \Sigma(h \cdot \gamma_{\text{tanah}})$$

$$= 150 - (0,8 \cdot 24) - (0,2 \cdot 17) = 127,4 \text{ KN/m}^2$$

➤ **Tinjauan Terhadap Beban Tetap**

Digunakan pondasi dengan penampang bujur sangkar, dicoba dengan nilai :

$$A_{\text{perlu}} = \frac{7719,83}{127,4} = 60,6 \text{ m}^2$$

Asumsi dimensi :

$$B_x = B_y = 7,8 \text{ m}$$

Luas penampang pelat pondasi :

$$A = B_x \cdot B_y = 7,8 \times 7,8 = 60,84 \text{ m}^2$$

Kontrol luas pelat pondasi dan tegangan yang terjadi :

$$\sigma_{\text{terjadi}} = \frac{Pu}{A} \pm \frac{6 \cdot M_{uy}}{B_x^2 \cdot B_y} \pm \frac{6 \cdot M_{ux}}{B_y^2 \cdot B_x}$$

$$\sigma_{\text{terjadi max}} = \frac{7719,83}{60,84} + \frac{6 \cdot 3,74}{7,8^2 \cdot 7,8} + \frac{6 \cdot 6,015}{7,8^2 \cdot 7,8}$$

$$= 126,887 + 0,047 + 0,076$$

$$= 127,01 \text{ KN/m}^2 < \sigma_{\text{netto tanah}} = 127,4 \text{ KN/m}^2 \dots\dots\dots\text{Ok}$$

$$\sigma_{\text{terjadi min}} = \frac{7719,83}{60,84} - \frac{6 \cdot 3,74}{7,8^2 \cdot 7,8} - \frac{6 \cdot 6,015}{7,8^2 \cdot 7,8}$$

$$= 126,764 \text{ KN/m}^2 < \sigma_{\text{netto tanah}} = 127,4 \text{ KN/m}^2 \dots\dots\dots\text{Ok}$$

➤ **Eksentrisitas yang terjadi :**

$$e_x = \frac{M_{uy}}{P} = \frac{3,74}{7719,83} = 0,00048 \text{ m}$$

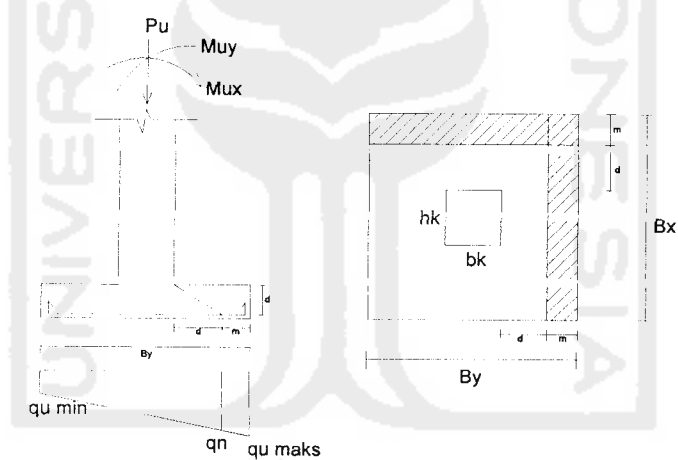
$$e_y = \frac{M_{ux}}{P} = \frac{6,015}{7719,83} = 0,00078 \text{ m}$$

$\frac{B}{6} = \frac{7,8}{6} = 1,3 > e_x$ dan e_y (beban eksentrisitas di dalam teras), maka:

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{terjadi}} &= \frac{Pu}{A} \left(1 + \frac{6.e_x}{B_x} + \frac{6.e_y}{B_y} \right) \\ &= \frac{7719,83}{60,84} \left(1 + \frac{6.0,00048}{7,8} + \frac{6.0,00078}{7,8} \right) \\ &= 126,887 \cdot (1 + 0,00037 + 0,0006) \\ &= 126,888 \text{ KN/m}^2 < 1,5 \cdot \sigma_{\text{netto tanah}} = 1,5 \cdot 127,4 = 191,1 \text{ KN/m}^2 \text{Ok!}\end{aligned}$$

B. Perencanaan Geser Satu Arah



Gambar 4.34 Pondasi dengan geser satu arah

→ Ditinjau pada arah momen terbesar :

$$P_u = 7719,83 \text{ KN}$$

$$M_{ux} = 6,015 \text{ KNm} = 0,6015 \text{ T}$$

$$M_{uy} = 3,74 \text{ KNm} = 0,374 \text{ T}$$

Jarak pusat tulangan tarik ke serat tekan beton :

$$d = t_f - P_b - \frac{1}{2} \cdot \varnothing_{tul. \text{ pokok}} = 800 - 70 - \frac{1}{2} \cdot 20 = 720 \text{ mm} = 0,720 \text{ m}$$

$$m = \frac{B_x - b_k - 2 \cdot d}{2} = \frac{7,8 - 0,78 - 2 \cdot 0,72}{2} = 2,79 \text{ m}$$

berdasarkan momen yang terbesar yaitu $M_x = 6,015 \text{ KNm}$, maka geser yang ditinjau adalah arah Y.

• Tegangan kontak yang terjadi :

$$q_{u y} = \frac{P_u}{A} \pm \frac{6 \cdot M_{ux}}{B_y^2 \cdot B_x}$$

$$= \frac{7719,83}{60,84} \pm \frac{6 \cdot 6,015}{7,8^2 \cdot 7,8}$$

$$q_{u y_{\text{mak}}} = 126,887 + 0,076 = 126,963 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{u y_{\text{min}}} = 126,887 - 0,076 = 126,811 \text{ KN/m}^2$$

$$\begin{aligned} q_{u n} &= \frac{(q_{u y_{\text{mak}}} - q_{u y_{\text{min}}}) \cdot (B_y - m)}{B_y} + q_{u y_{\text{min}}} \\ &= \frac{(126,963 - 126,811) \cdot (7,8 - 2,79)}{7,8} + 126,811 \\ &= 126,909 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{u n} &= \frac{1}{2} \cdot (q_{u y_{\text{mak}}} + q_{u y_{\text{min}}}) = \frac{1}{2} \cdot (126,963 + 126,811) \\ &= 126,887 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jadi } q_{u n} = 126,887 \text{ KN/m}^2$$

• Gaya geser akibat beban luar yang bekerja pada penampang kritis pondasi :

$$V_u = q_{u n} \cdot m \cdot B_x = 126,887 \cdot 2,79 \cdot 7,8 = 2761,315 \text{ KN}$$

$$\frac{V_u}{\phi} = \frac{2761,418}{0,6} = 4602,192 \text{ KN}$$

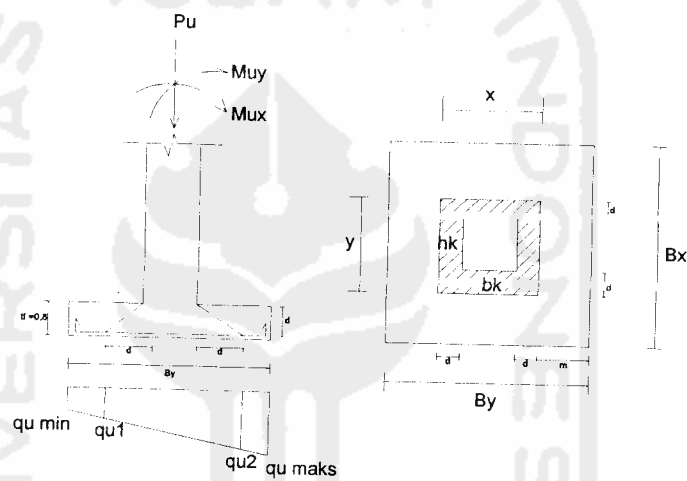
- Kekuatan beton menahan geser:

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot B_x \cdot d = 1/6 \cdot \sqrt{28} \cdot 7,8 \cdot 0,72 \cdot 10^3 = 4952,8465 \text{ KN}$$

- Kontrol gaya geser :

$$V_c = 4952,85 \text{ KN} \geq \frac{V_u}{\phi} = 4510 \text{ KN} \dots\dots \text{Ok}$$

C. Perencanaan Geser Dua Arah



Gambar 4.35 Pondasi dengan geser dua arah

$$x = bk + 2d$$

$$= 800 + 1440$$

$$= 2240 \text{ mm} = 2,24 \text{ m}$$

$$y = hk + 2d$$

$$= 800 + 1440 = 2240 \text{ mm} = 2,24 \text{ m}$$

- Tegangan kontak yang terjadi :

$$\begin{aligned}
 q_{ux} &= \frac{P}{A} \pm \frac{6.M_y}{B_x^2 \cdot B_y} \pm \frac{6.M_x}{B_y^2 \cdot B_x} \\
 &= \frac{7719,83}{60,84} \pm \frac{6.3,74}{7,8^2 \cdot 7,8} \pm \frac{6.6,015}{7,8^2 \cdot 7,8}
 \end{aligned}$$

$$q_{ux \max} = 127,01 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{ux \min} = 126,76 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{ux \text{ terjadi}} = \frac{1}{2} (q_{ux \max} + q_{ux \min}) = \frac{1}{2} (126,01 + 126,76) = 126,39 \text{ KN/m}^2$$

- Gaya geser akibat beban luar yang bekerja pada penampang kritis pondasi :

$$\begin{aligned}
 V_u &= q_{ux \text{ terjadi}} \cdot ((B_x \cdot B_y) - (x \cdot y)) \\
 &= 126,388 \cdot ((7,8 \cdot 7,8) - (2,24 \cdot 2,24)) = 59343,514 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$V_u / \phi = 59343,514 / 0,6 = 98905,856 \text{ KN}$$

- Kekuatan beton menahan geser :

$$\beta_c = \frac{\text{sisipanjang}}{\text{sisipendek}} = \frac{y}{x} = \frac{2,24}{2,24} = 1$$

$$b_o = 2 \cdot (x + y) = 2 \cdot (2,24 + 2,24) = 8,96 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 V_{c1} &= (1 + \frac{2}{\beta_c}) \cdot (2 \cdot \sqrt{f'c}) \cdot b_o \cdot d \\
 &= (1 + \frac{2}{1}) \cdot (2 \cdot \sqrt{28}) \cdot 8,96 \cdot 0,72 \cdot 10^3 = 204819,25 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{c2} &= 4 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_o \cdot d \\
 &= 4 \cdot \sqrt{28} \cdot 8,96 \cdot 0,72 \cdot 10^3 = 136546,17 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$V_c = 136546,17 \text{ KN} \geq V_u / \phi = 98905,856 \text{ KN} \dots \text{Ok!}$$

D. Kuat Tumpuan Pondasi

- Kuat tumpuan Pondasi (Buku Struktur Beton, Istimawan Dipohusodo)

$$\phi.P_n = \phi \cdot (0,85 \cdot f_c \cdot A_1 \cdot \sqrt{A_2/A_1})$$

$$\text{Luas penampang kolom } (A_1) = b_k \cdot h_k = 0,8 \cdot 0,8 = 0,64 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas pelat pondasi } (A_2) = B_x \cdot B_y = 7,8 \cdot 7,8 = 60,84 \text{ m}^2$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{60,84}{0,64}} = 9,75 > 2 \text{ (jika lebih besar dari 2, dipakai nilai 2)}$$

$$\begin{aligned} \phi.P_n &= \phi \cdot (0,85 \cdot f_c \cdot A_1 \cdot 2) \\ &= 0,6 \cdot (0,85 \cdot 28 \cdot 0,64 \cdot 2) \cdot 10^3 = 18278,4 \text{ KN} \end{aligned}$$

- Kuat tumpuan kolom :

$$\phi.P_n = \phi \cdot (0,85 \cdot f_c \cdot A_1) = 0,6 \cdot (0,85 \cdot 28 \cdot 0,64) \cdot 10^3 = 9139,2 \text{ KN}$$

- Kontrol kuat tumpuan : 9139,2 KN

$$\phi.P_{n\text{pondasi}} = 18278,4 \text{ KN} > \phi.P_{n\text{kolom}} = 9139,2 \text{ KN} \dots\dots\dots\text{Ok !}$$

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.

$$L = \frac{B_x - b_k}{2} = \frac{7,8 - 0,8}{2} = 3,12 \text{ m}$$

$$q_{u\text{ maks}} = 127,011 \text{ KN/m}^2$$

$$M_u = 0,5 \cdot q_{u\text{ maks}} \cdot L^2 = 0,5 \cdot 127,011 \cdot 3,12^2 = 618,188 \text{ KNm}$$

$$\frac{Mu}{\phi} = \frac{618,188}{0,8} = 772,735 \text{ KNm}$$

- Digunakan tulangan pokok $\varnothing 28$ mm, maka : $A_{1\varnothing} = 615,752 \text{ mm}^2$
- Tebal pelat pondasi : $t_f = 800$ mm, selimut beton (Pb) = 70 mm
 $d = t_f - P_b - 0,5 \cdot \varnothing_{tul. \text{ pokok}} = 800 - 70 - 0,5 \cdot 28 = 716$ mm
 $m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 28} = 16,8$

Koefisien ketahanan (Rn), diambil nilai b tiap 1000 mm :

$$R_n = \frac{Mu / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{772,735 \cdot 10^6}{1000 \cdot 716^2} = 1,5073 \text{ MPa}$$

Rasio Tulangan :

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 28 \cdot 0,85}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right)$$

$$= 0,0303$$

$$\rho_{mak} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0303 = 0,0227$$

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

$$= \frac{1}{16,8} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,8 \cdot 1,5073}{400}} \right)$$

$$= 0,003896 < \rho_{mak} = 0,0227$$

$$> \rho_{min} = 0,0035$$

$$\rho_{pakai} = 0,003896$$

$$A_{S_{perlu}} = \rho_{perlu} \cdot b \cdot d = 0,003896 \cdot 1000 \cdot 716 = 2789,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antar tulangan (s)} : \leq \frac{A_{\theta 1} \cdot b}{A_{S_{perlu}}} = \frac{615,752 \cdot 1000}{2789,5} = 220,7 \text{ mm}$$

$$s \leq 2 \cdot h = 2 \cdot 800 = 1600 \text{ mm}$$

$$s \leq 250 \text{ mm}$$

→ Dipakai Tulangan Pokok : $D_{28} - 220 \text{ mm}$

$$A_{S_{ada}} = \frac{A_{\theta 1} \cdot 1000}{s} = \frac{615,752 \cdot 1000}{220} = 2798,88 \text{ mm}^2$$

- Kontrol Kapasitas Lentur Pelat pondasi :

$$a = \frac{A_{S_{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{2798,9 \cdot 400}{0,85 \cdot 28 \cdot 1000} = 47,04 \text{ mm}$$

$$M_n = A_{S_{ada}} \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2}) = 2798,9 \cdot 400 (716 - \frac{47,04}{2})$$

$$= 775,273 \text{ KNm} \geq \frac{M_u}{\phi} = 768,945 \text{ KNm} \dots\dots\dots \text{Ok}$$

F. Perencanaan Tulangan Bagi Pondasi

$$A_{S_{bagi}} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 800 = 1600 \text{ mm}^2$$

- Digunakan tulangan bagi $\varnothing 13 \text{ mm}$, maka : $A_{1\varnothing} = 132,67 \text{ mm}^2$

Jarak antar tulangan susut :

$$s \leq \frac{A_{\theta 1} \cdot b}{A_{S_{susut}}} = \frac{132,67 \cdot 1000}{1600} = 82,9 \text{ mm} \approx 80 \text{ mm}$$

→ Dipakai Tulangan Susut : $P_{13} - 80 \text{ mm}$

Tabel perencanaan Pondasi (P1)

Data	
σ tanah (kN/m ²)	150
γ_b tanah (kN/m ³)	17
γ_{beton} (kN/m ³)	24
f_c (mpa)	28
f_y (mpa)	400
Tebal pelat (tf) m	0.8
Pu (kN)	3639.31
Mux (kN/m)	85.03
Muy (kN/m)	62.7
hk (m)	0.8
bk (m)	0.8
tebal tanah (m)	0.2
σ_{netto} tanah (kN/m ²)	127.4
A perlu (m ²)	28.56601
Bx = By (m)	5.5
Luas tampang pelat (m ²)	30.25
kontrol tegangan	ok
σ terjadi max (kN/m ²)	125.6354
σ terjadi min (kN/m ²)	114.9802

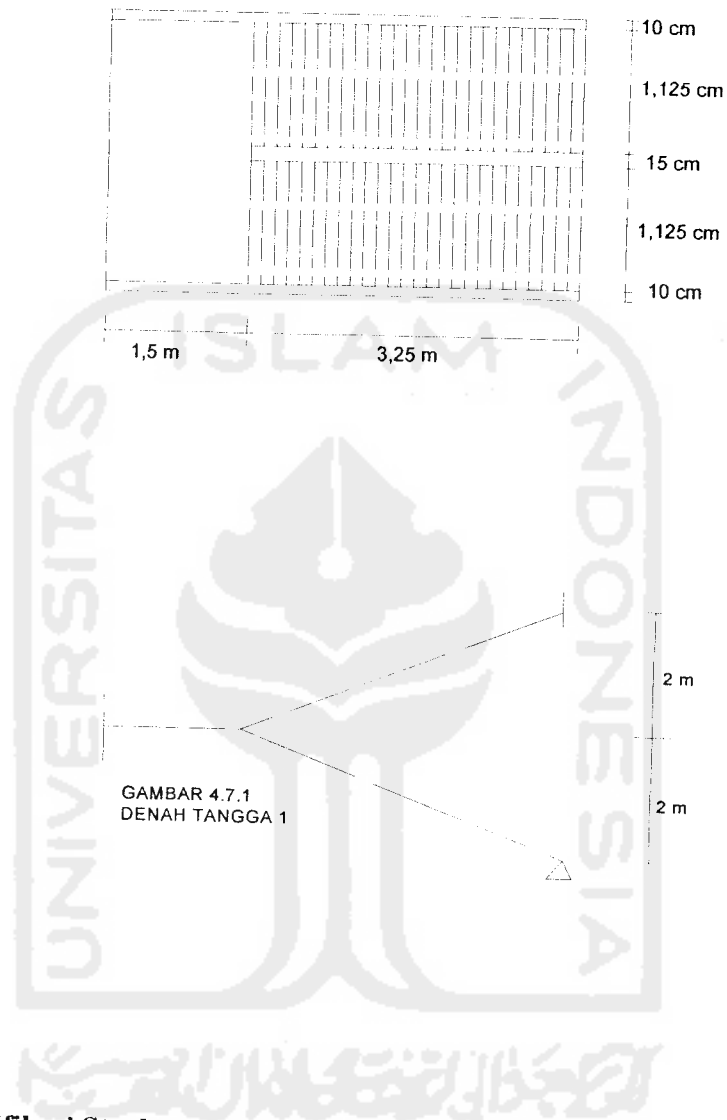
Tabel perencanaan Pondasi (P2)

Data	
σ tanah (kN/m ²)	150
γ_b tanah (kN/m ³)	17
γ_{beton} (kN/m ³)	24
f_c (mpa)	28
f_y (mpa)	400
Tebal pelat (tf) m	0.8
Pu (kN)	5919.34
Mux (kN/m)	6.39
Muy (kN/m)	95
hk (m)	0.8
bk (m)	0.8
tebal tanah (m)	0.2
σ_{netto} tanah (kN/m ²)	127.4
A perlu (m ²)	46.46264
Bx = By (m)	6.9
Luas tampang pelat (m ²)	47.61
kontrol tegangan	ok
σ terjadi max (kN/m ²)	126.1816
σ terjadi min (kN/m ²)	122.4779

Tabel perencanaan Pondasi (P3)

Data	
σ tanah (kN/m ²)	150
γ_b tanah (kN/m ³)	17
γ_{beton} (kN/m ³)	24
f_c (mpa)	28
f_y (mpa)	400
Tebal pelat (tf) m	0.8
Pu (kN)	7719.83
Mux (kN/m)	6.015
Muy (kN/m)	3.74
hk (m)	0.8
bk (m)	0.8
tebal tanah (m)	0.2
σ_{netto} tanah (kN/m ²)	127.4
A perlu (m ²)	60.59521
Bx = By (m)	7.8
Luas tampang pelat (m ²)	60.84
kontrol tegangan	ok
σ terjadi max (kN/m ²)	127.0107
σ terjadi min (kN/m ²)	126.7641

4.7 Perencanaan Tangga Darurat



4.7.1 Spesifikasi Struktur

1. Tinggi lantai (h) = 4 m = 400 cm
2. Lebar Bordes (LB) = 1,125 m = 112,5 cm
3. Tinggi Optrade rencana diambil 15 cm

$$\text{Jumlah Optrade} = 400/15 = 26,27 \text{ dipakai } 28 \text{ Buah}$$

$$\text{Tinggi Optrade pakai (h'o)} = 400/28 = 14,285 \text{ cm}$$

$$\text{Jumlah Antrade} = 28 - 2 = 26$$

$$\text{Diambil Lebar Antrade (La)} = 25 \text{ cm}$$

$$4. \text{ Sudut kemiringan Tangga} = h'o / La$$

$$= 14,285/25 = \text{arc tg } \alpha \rightarrow \alpha = 29,74^\circ$$

5. Dimensi Tangga Darurat

Panjang Tangga (PT)

$$\text{Panjang bordes (PB)} = 150 \text{ cm}$$

$$PT = (\text{panjang antrade} \times \text{jumlah antrade}/2) + PB$$

$$= (25 \times 26/2) + 150 = 475 \text{ cm}$$

$$\text{Lebar tangga} = 1,125 \text{ m}$$

$$6. \text{ Tebal Pelat Diambil } 15 \text{ cm}$$

$$7. \text{ Jarak balok induk} - \text{balok induk} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Lebar balok induk} = 0,4 \text{ m}$$

$$\text{Maka lebar tangga} = 3 - 0,4 = 2,6 \text{ m}$$

$$\text{Jarak antar balok tangga} = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$\text{Jarak antar tangga} - \text{tangga} = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Lebar bersih tangga} = 2,6 - (2 \cdot 0,1) - 0,15 = 2,25 \text{ m}$$

$$\text{Untuk satu tangga} = \frac{2,25}{2} = 1,125 \text{ m}$$

4.7.2 Pembebanan

1. Pembebanan Bordes

Berdasarkan PPPURG 1987, Tabel 1 dan 2

Beban mati

$$Mu/\phi = 53,81/0,8 = 67,26 \text{ KNm}$$

Digunakan tulangan $\varnothing 16 \text{ mm}$,

$$A1\varnothing = 200,96 \text{ mm}^2$$

Tebal pelat tangga = 150 mm, selimut beton (pb) = 20 mm

$$d = h - pb - 0,5 \varnothing \text{ tul pokok} = 150 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 122 \text{ mm}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c}{f_y} \cdot \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 22,5}{400} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0244$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0244 = 0,0183$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,5 \cdot \rho_{\text{maks}} = 0,5 \cdot 0,0183 = 0,0091$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{400}{0,85 \cdot 22,5} = 20,92$$

Koefisien ketahanan (R_n), diambil nilai b tiap 1000 mm

$$R_n = \frac{Mu/\phi}{b \cdot d^2} = \frac{67,26 \cdot 10^6}{1000 \cdot 122^2} = 4,52 \text{ MPa}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20,92} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20,92 \cdot 4,52}{400}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0129 > \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

$$< \rho_{\text{maks}} = 0,0183$$

$$\text{sehingga } \rho_{\text{pakai}} = \rho_{\text{perlu}} = 0,0129$$

$$As_{\text{perlu}} = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d \geq 0,002 \cdot b \cdot h$$

$$= 0,0129 \cdot 1000 \cdot 122 \geq 0,002 \cdot 1000 \cdot 150$$

$$= 1573,8 \geq 300$$

$$A_s \text{ pakai} = 1573,8 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan : } s \leq \frac{A_1 \cdot b}{A_{s \text{ perlu}}} = \frac{200,96 \cdot 1000}{1573,8} = 127,69 \text{ mm}$$

$$\leq 2 \cdot h = 2 \cdot 150 = 300 \text{ mm}$$

$$\leq 250 \text{ mm}$$

Dipakai jarak (s) = 250 mm

Dipakai Tulangan Pokok D16 – 120

$$A_s \text{ ada} = \frac{A_1 \phi \cdot b}{S_{\text{terpakai}}} = \frac{200,96 \cdot 1000}{120} = 1674,67 \text{ mm}^2$$

Kontrol kapasitas lentur pelat tangga :

$$a = \frac{A_{s \text{ ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{1674,67 \cdot 400}{0,85 \cdot 22,5 \cdot 1000} = 35,03 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} Mn &= A_{s \text{ ada}} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \geq \frac{Mu}{\phi} \\ &= 1674,67 \cdot 400 \cdot \left(122 - \frac{35,03}{2}\right) \geq 67,26 \\ &= 69,99 \text{ KNm} \geq 67,26 \text{ KNm} \dots\dots (\text{Ok!}) \end{aligned}$$

Tulangan bagi pelat bordes

$$A_s \text{ bagi} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 150 = 300 \text{ mm}^2$$

Digunakan $\varnothing 8$ mm dengan $A_1 \varnothing = 50,266 \text{ mm}^2$

$$\text{Jarak antar tulangan (s)} = \frac{A_1 \phi \cdot b}{A_{s \text{ bagi}}} = \frac{50,266 \cdot 1000}{300} = 167,55 \text{ mm}$$

Dipakai P8-160 mm

2. Perhitungan Pelat Tangga

$$Mu \text{ maks} = 60,56 \text{ KNm}$$

$$Mu/\phi = 60,56/0,8 = 75,7 \text{ KNm}$$

Digunakan tulangan $\varnothing 16 \text{ mm}$, $A1\varnothing = 200,96 \text{ mm}^2$

Tebal pelat tangga = 150 mm, selimut beton (pb) = 20 mm

$$d = h - pb - 0,5 \varnothing \text{ tul pokok} = 150 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 122 \text{ mm}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c}{f_y} \cdot \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 22,5}{400} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0244$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0244 = 0,0183$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,5 \cdot \rho_{\text{maks}} = 0,5 \cdot 0,0183 = 0,0091$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{400}{0,85 \cdot 22,5} = 20,92$$

Koefisien ketahanan (R_n), diambil nilai b tiap 1000 mm

$$R_n = \frac{Mu/\phi}{b \cdot d^2} = \frac{75,7 \cdot 10^6}{1000 \cdot 122^2} = 5,086 \text{ MPa}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{20,92} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 20,92 \cdot 5,086}{400}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0148 > \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

$$< \rho_{\text{maks}} = 0,0183$$

$$\text{sehingga } \rho_{\text{pakai}} = \rho_{\text{perlu}} = 0,0148$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d \geq 0,002 \cdot b \cdot h$$

$$= 0,0148 \cdot 1000 \cdot 146,46 \geq 0,002 \cdot 1000 \cdot 150$$

$$= 2170,296 \geq 300$$

$$A_s \text{ pakai} = 2170,296 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan : } s \leq \frac{A_1 \cdot b}{A_{s_{perlu}}} = \frac{200,96 \cdot 1000}{2170,29} = 92,59 \text{ mm}$$

$$\leq 2 \cdot h = 2 \cdot 150 = 300 \text{ mm}$$

$$\leq 250 \text{ mm}$$

Dipakai jarak (s) = 90 mm

Dipakai Tulangan Pokok D16 – 90

$$A_{s_{ada}} = \frac{A_{1\phi} \cdot b}{s_{terpakai}} = \frac{200,96 \cdot 1000}{90} = 2232,88 \text{ mm}^2$$

Kontrol kapasitas lentur pelat tangga:

$$a = \frac{A_{s_{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{2232,88 \cdot 400}{0,85 \cdot 22,5 \cdot 1000} = 46,7 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} Mn &= A_{s_{ada}} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \geq \frac{Mu}{\phi} \\ &= 2232,88 \cdot 400 \cdot \left(122 - \frac{46,7}{2}\right) \geq 75,7 \text{ KNm} \\ &= 88,109 \text{ KNm} \geq 75,7 \text{ KNm} \dots\dots (\text{Ok..!}) \end{aligned}$$

Tulangan bagi pelat tangga

$$A_{s_{bagi}} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 150 = 300 \text{ mm}^2$$

Digunakan $\emptyset 8$ mm dengan $A_{1\emptyset} = 50,266 \text{ mm}^2$

$$\text{Jarak antar tulangan (s)} = \frac{A_{1\phi} \cdot b}{A_{s_{bagi}}} = \frac{50,266 \cdot 1000}{300} = 167,55 \text{ mm}$$

Dipakai P8 -160 mm

4.7.4 Perencanaan Balok Bordes

Dimensi rencana balok :

Tinggi (h) = 450 mm

Lebar (b) = 250 mm

Tinggi efektif balok ($d_{diketahui}$) = $h_{diketahui} - P_b - \varnothing_{senggang} - \frac{1}{2} \varnothing_{tul.rencana}$

$$d = 450 - 20 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 414 \text{ mm}$$

Pembebanan :

- beban akibat pelat bordes = 19,82 KN/m

- berat sendiri = $3.0,25.0,45.24 = 8,1 \text{ KN/m}$

$q_u = 27,92 \text{ KN/m}$



Gambar 4.7.2 Gambar Bordes Tangga

Momen tumpuan :

$$M_u = -\frac{1}{16} q_u L^2 = -\frac{1}{16} \cdot 27,92 \cdot 3^2 = -15,705 \text{ KNm}$$

Momen lapangan :

$$M_u = \frac{1}{11} q_u L^2 = \frac{1}{11} \cdot 27,92 \cdot 3^2 = 22,84 \text{ KNm}$$

a. Perencanaan tulangan lentur balok bordes

Tulangan Lapangan

$$M_u = 22,84 \text{ KNm}$$

$$\frac{M_u}{\phi} = 28,55 \text{ KNm}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 22,5}{400} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0244$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0244 = 0,0183$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,5 \cdot \rho_{\text{maks}} = 0,5 \cdot 0,0183 = 0,0091$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 22,5} = 20,92$$

$$\begin{aligned} R_n &= \rho f_y (1 - \frac{1}{2} \rho m) \\ &= 0,0091 \cdot 400 (1 - \frac{1}{2} \cdot 0,0091 \cdot 20,92) \\ &= 3,308 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$b \cdot d^2 = \frac{M_u / \phi}{R_n}$$

$$d_{\text{perlu}} = \sqrt{\frac{M_u / \phi}{R_n \cdot b}} = \sqrt{\frac{28,55 \cdot 10^6}{3,308 \cdot 250}} = 185,8 \text{ mm} < d = 400 \text{ mm, maka}$$

$d_{\text{perlu}} < d_{\text{pakai}}$, dipakai tulangan sebelah.

$$R_{n_{\text{ada}}} = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d_{\text{ada}}^2} = \frac{28,55 \cdot 10^6}{250 \cdot 400^2} = 0,714 \text{ MPa}$$

$$\rho_{\text{ada}} = \frac{R_{n_{\text{ada}}}}{R_n} \rho = \frac{0,714}{3,308} \cdot 0,0091 = 0,001960 < \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

$$1,33. \rho_{ada} = 1,33 \cdot 0,00196 = 0,0026 < \rho_{min} = 0,0035$$

$$\rho_{pakai} = \rho_{min} = 0,0035$$

$$A_s = \rho_{ada} \cdot b \cdot d_{ada} = 0,0035 \cdot 250 \cdot 400 = 350 \text{ mm}^2$$

Dipakai diameter tulangan D16, maka : $A_1\emptyset = 201,06 \text{ mm}^2$

$$n = \frac{A_s}{A_1\emptyset} = \frac{350}{201,06} = 1,74 \approx 2 \text{ batang}$$

Dipakai tulangan memanjang **2D16**, maka :

$$A_{sada} = 2 \cdot 201,06 = 402,12 \text{ mm}^2 > A_s = 350 \text{ mm}^2$$

Kontrol Kapasitas Lentur yang terjadi :

$$a = \frac{A_{sada} f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{402,12 \cdot 400}{0,85 \cdot 22,5 \cdot 250} = 33,641 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_{sada} f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \geq \frac{M_u}{\phi} \\ &= 402,12 \cdot 400 \left(400 - \frac{33,641}{2} \right) \geq \frac{M_u}{\phi} \\ &= 61633656,22 \approx 61,633 \text{ KNm} > \frac{M_u}{\phi} = 28,55 \text{ KNm} \end{aligned} \quad (\text{Ok!})$$

b. Perencanaan tulangan geser balok bordes

Gaya Geser Dukungan

$$V_u \text{ dukungan} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot U \cdot L$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 27,92 \cdot 3,0 = 41,88 \text{ KN}$$

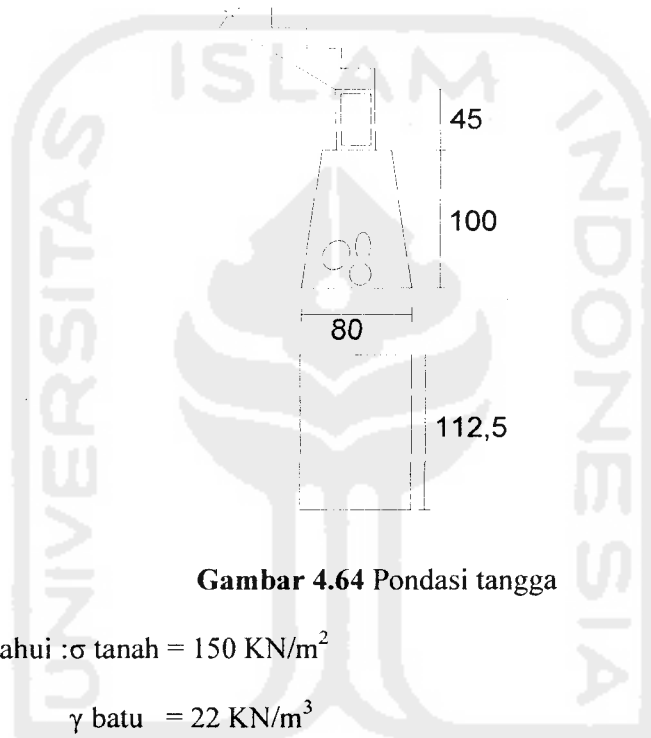
$$\text{maka } \frac{V_u}{\phi} = \frac{41,88}{0,6} = 69,8 \text{ KN}$$

Tegangan Geser Beton (V_c) :

$$V_c = \left(\frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \right) \cdot b \cdot d = \left(\frac{1}{6} \sqrt{22,5} \right) \cdot 250 \cdot 400 = 78174 \text{ N} = 78,174 \text{ KN}$$

$V_u = 69,8 < V_c = 78,174$, maka tidak perlu tulangan geser minimum dipakai sengkang P8 – 200 mm.

4.7.5 Perencanaan Pondasi Tangga



Gambar 4.64 Pondasi tangga

Diketahui : σ tanah = 150 KN/m²

γ batu = 22 KN/m³

Balok diatas pondasi 25/45

Tinjauan untuk lebar 1,125 m (lebar tangga)

Pembebanan :

- Akibat beban tangga = 114,28 KN
 - Berat balok diatas pondasi = $0,25 \times 0,45 \times 1,125 \times 24 = 3,037 \text{ KN}$ +
- $P_u = 117,31 \text{ KN}$

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{ijin}} &= \sigma_{\text{tanah}} - \gamma_{\text{batu}} \cdot h \\ &= 150 - 22 \cdot 1 = 128 \text{ KN/m}^2\end{aligned}$$

$$\sigma_{\text{ijin}} = \frac{P_u}{A}$$

$$A = \frac{P_u}{\sigma_{\text{ijin}}} = \frac{117,31}{128} = 0,92 \text{ m}^2$$

$$B = \frac{A}{L} = \frac{0,92}{1,125} = 0,82 \text{ m, dipakai } B = 0,8 \text{ m, maka :}$$

$$A = 0,8 \times 1,125 = 0,9 \text{ m}^2$$

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{terjadi}} &= \frac{P_u}{A} \leq \sigma_{\text{ijin}} \\ &= \frac{117,31}{1,125} \\ &= 104,27 \text{ KN/m}^2 < \sigma_{\text{ijin}} = 128 \text{ KN/m}^2 \dots\dots\dots \text{Ok!}\end{aligned}$$

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Tinjauan Umum

Pada gedung-gedung bertingkat, perilaku struktur akibat beban-beban yang bekerja padanya menyebabkan terjadinya distribusi gaya. Untuk mempersingkat proses perhitungan konstruksi gedung terkait, penyusun menganggap bahwa elemen-elemen struktur tertentu pada bangunan portal memiliki persamaan gaya sehingga cara penghitungannya juga dianggap sama untuk elemen tersebut.

Spesifikasi bahan yang digunakan adalah sebagai berikut untuk beton, dipakai mutu beton ($f'c$) = 25 Mpa dan 28 Mpa. Untuk tulangan baja dengan diameter ≤ 12 mm dipakai mutu baja $f_y = 240$ Mpa. Sedang untuk tulangan baja dengan diameter ≥ 12 mm dipakai mutu baja $f_y = 400$ Mpa.

Penganalisan struktur untuk menghitung mekanika yang ada menggunakan fasilitas program SAP 2000. Dari program ini didapatkan nilai-nilai momen yang dibutuhkan kemudian dikalikan dengan faktor-faktor tertentu. Momen terfaktor tersebut akan digunakan dalam perencanaan elemen-elemen struktur pada bangunan gedung tersebut.

5.2 Atap

Perencanaan kuda-kuda atap menggunakan rangka kuda-kuda dengan panjang bentang 23,25 m dan tinggi 10,254 m.. Analisis struktur ini menggunakan metode *Allowable Stress Design* (ASD) dari AISC, Profil yang digunakan adalah 2L90x90x13; 2L80x80x10; 2L80x80x8; dan 2L50x50x6, dengan diameter baut 1,6 cm. Dengan tebal plat sambung adalah 1,3 cm. Setiap batang atau elemen menggunakan baut minimal 2 buah baut dan maksimal 4 buah baut pada pertemuan sambungan.

5.3 Pelat

Perencanaan pelat meliputi perencanaan pelat lantai. Perencanaan tipe pelat berdasarkan pada perbandingan antara panjang sisi-sisinya dan dukungan pada pelat sehingga didapatkan tipe pelat dan arah yang ditumpu pada keempat sisinya. Perencanaan pelat semacam ini mengacu pada PBI 1971 tabel 13.32.ss Tebal pelat lantai direncanakan 12 cm. Penentuan tebal pelat berdasarkan panjang bentang sesuai dengan SKSNI Tulangan pokok yang dipakai adalah $\varnothing 10$ mm. Mutu beton dan pelat lantai $f'c = 25$ Mpa dengan mutu baja (f_y) = 240 Mpa.

5.4 Balok Anak

Balok anak merupakan struktur non portal yang yang direncanakan sebelum analisis portal. Perencanaan balok anak terdiri 13 (tigabelas) tipe yang didasarkan pada dimensi penampang dan panjang balok. Mutu beton dan pelat lantai $f'c = 28$ Mpa dengan mutu baja (f_y) = 400 Mpa. Penulangannya menggunakan tulangan pokok baja $\varnothing 20$ mm dengan tulangan geser $\varnothing 8$ mm.

5.5 Balok Induk

Balok induk merupakan struktur portal dengan demikian perencanaannya berdasarkan analisis portal. Menurut perhitungannya seluruh balok induk dalam laporan Tugas Akhir ini menggunakan tulangan sebelah. Balok induk direncanakan dengan dua dimensi penampang, yaitu $400 \times 700 \text{ mm}^2$. Spesifikasi bahan yang digunakan adalah : untuk mutu beton ($f'c$) = 28 MPa, dan mutu baja (f_y) = 400 MPa untuk tulangan baja ulir / *deform*. Tulangan pokok yang digunakan $\varnothing 22 \text{ mm}$ dengan tulangan geser $\varnothing 12 \text{ mm}$.

5.6. Kolom

Kolom termasuk struktur portal dan direncanakan pada analisis portal. Penentuan lebar kolom direncanakan lebih lebar dari lebar balok induk agar mendapat kekakuan yang lebih tinggi. Pada Tugas Akhir ini, tidak semua kolom portal sama dimensinya. Dan tulangan pokok yang digunakan adalah bervariasi juga, yaitu digunakan tulangan dengan $\varnothing 20 \text{ mm}$ dan tulangan gesernya $\varnothing 12 \text{ mm}$. Spesifikasi bahan yang digunakan adalah : untuk mutu beton ($f'c$) = 28 MPa, dan mutu baja (f_y) = 400 MPa untuk tulangan baja ulir / *deform*. Tulangan pokok yang digunakan $\varnothing 20 \text{ mm}$ dengan tulangan geser $\varnothing 12 \text{ mm}$.

5.7 Tangga

Perencanaan tangga terdiri dari perencanaan pelat dan balok tangga, pelat dan balok bordes serta fondasi tangga. Tulangan yang digunakan untuk pelat bordes dan pelat tangga adalah $\varnothing 16 \text{ mm}$ dan tulangan bagi $\varnothing 8 \text{ mm}$. Balok bordes menggunakan dimensi $250 \times 450 \text{ mm}^2$ dengan tulangan pokok $\varnothing 16 \text{ mm}$ dan

tulangan geser $\varnothing 8$ mm. Fondasi tangga menggunakan fondasi dangkal pasangan batu kali dengan dimensi $80 \times 112,5$ mm².

5.8 Fondasi

Fondasi direncanakan menggunakan fondasi telapak kolom tunggal (*stall*) disamping juga menggunakan dua buah fondasi gabungan. Jenis fondasi ini dipilih berdasarkan jenis tanah dilokasi serta kemudahan pengerjaan di lapangan. Menurut perhitungan, fondasi menggunakan dimensi yang seragam yakni 7800×7800 mm². tulangan pokok yang digunakan $\varnothing 28$ mm dan tulangan susut $\varnothing 13$ mm.



BAB VI

PENUTUP

Segala puji bagi Allah Yang Maha Suci dan Maha Mulia, yang telah memberikan kemudahan pada kami setelah sebelumnya terdapat kesulitan. Serta kesejahteraan dan keselamatan semoga dilimpahkan pada Nabi Muhammad SAW., sehingga penyusunan Tugas Akhir ini telah selesai dilaksanakan.

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan pada bab yang telah lalu, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- A. Struktur bangunan gedung dibagi menjadi dua bagian yakni struktur yang berada diatas permukaan tanah (*upper structure*) dan struktur dibawah permukaan tanah (*sub structure*). *Upper structure* adalah elemen bangunan yang berada diatas permukaan tanah meliputi atap, pelat, kolom, dan balok. Sedang *sub structure* adalah elemen bangunan yang berada di bawah permukaan tanah yakni fondasi.
- B. Perhitungan konstruksi yang dilakukan meliputi :
 1. **Perencanaan Atap**
 - Pada perencanaan sebelumnya (di lapangan), struktur atap menggunakan pelat atap beton.
 - Pada Tugas Akhir ini, perencanaan atap menggunakan metode

Allowable Stress Design (ASD) dari AISC. Rangka atap menggunakan tiga macam kuda-kuda baja profil jenis siku ganda yang digunakan adalah 2L90x90x13; 2L80x80x10; 2L80.80x8; dan. 2L50x50x6, dengan diameter baut 1,6 Cm. Dengan tebal plat sambung adalah 1,3 cm. Setiap batang atau elemen menggunakan baut minimal 2 buah baut dan maksimal 4 buah baut pada pertemuan sambungan.

2. Perencanaan Pelat

Perencanaan pelat menggunakan metode koefisien momen dengan menganggap tumpuan jepit elastis, sehingga didapatkan koefisien momen dengan menganggap tumpuan jepit elastis maka didapatkan koefisien momen seperti pada tabel 13.32 PBI 1971. Pelat lantai terdiri dari 13 tipe dengan tulangan pokok \varnothing 10 mm dan tulangan bagi \varnothing 8 mm.

3. Perencanaan Balok Anak

Perencanaan balok anak terdiri dari BA1 dengan dimensi 350x550 mm² dengan menggunakan tulangan pokok \varnothing 20 mm dan sengkang \varnothing 10 mm. Balok anak BA2 300x550 mm², BA3 dengan dimensi 350x550 mm² menggunakan tulangan pokok \varnothing 22 mm dan sengkang \varnothing 10 mm. Balok anak BA4 dengan dimensi 250 x300 mm² menggunakan tulangan pokok \varnothing 20 mm dan sengkang \varnothing 10 mm, BA5 dengan dimensi 250x450 mm², BA6 dan BA10 dengan dimensi 200x300 mm², BA7 dengan dimensi 250x450

mm², BA8 dengan dimensi 200x250 mm², BA9 dengan dimensi 250x500 mm², BA11 dengan dimensi 300x600 mm², BA12 dengan dimensi, BA12 dan BA13 dengan dimensi 300x550 mm² menggunakan tulangan pokok \varnothing 22 mm dan sengkang \varnothing 10 mm.

4. Perencanaan Balok dan Kolom Portal

Perencanaan portal dengan daktilitas penuh yang meliputi kolom dan balok berdasarkan SK-SNI-T-15-1991-03. pada perencanaan kolom dan balok portal sebelumnya dengan tipe yang sama, kolom portal dengan dimensi 700x700 mm, tulangan pokok \varnothing 20 mm.dan tulangan geser \varnothing 12 mm. Balok portal menggunakan tulangan pokok \varnothing 20 mm.dan tulangan geser \varnothing 12 mm.

Sedangkan pada Tugas Akhir ini, perencanaan kolom portal menggunakan tulangan rangkap dengan dimensi 800x800 mm², tulangan pokok \varnothing 20 mm.dan tulangan geser \varnothing 12 mm. Balok portal menggunakan tulangan pokok \varnothing 22 mm.dan tulangan geser \varnothing 12 mm.

5. Perencanaan Tangga

Pada perencanaan tangga digunakan bordes yang berfungsi sebagai tempat berhenti sejenak pengguna tangga untuk istirahat, juga untuk efisiensi kebutuhan ruang tangga, sehingga tidak boros tempat. Balok Bordes 250x450 mm dengan tulangan pokok \varnothing 20 mm.dan tulangan geser \varnothing 12 mm. Pelat bordes dan pelat tangga dengan tulangan pokok \varnothing 16 mm dan tulangan bagi \varnothing 8 mm.

6. Perencanaan Fondasi

- Pada perencanaan sebelumnya fondasi menggunakan fondasi menerus (*continuous*) dengan tulangan pokok D16 mm dan tulangan susut P13-200 mm.
- Pada Tugas Akhir ini, perencanaan fondasi diubah dengan telapak setempat dan gabungan. Dari perhitungan didapatkan dimensi penampang fondasi 7800x7800 mm, dengan tulangan pokok D28 mm dan tulangan susut P13-80 mm.

6.2. SARAN

Dengan pertimbangan hal-hal diatas, maka dapat diberikan saran untuk perencanaan tersebut antara lain :

- A. Perlu adanya perhitungan RAB dari perencanaan ulang ini, sehingga penghematan dari sisi biaya dan waktu dibanding perencanaan sebelumnya bisa diketahui dengan jelas.
- B. Perlu adanya redesain dengan spesifikasi atau pula modifikasi lain dari terkait elemen struktur, sehingga dapat dipilih efektifitas dan efisiensi dari model lain.
- C. Perlu adanya perhitungan dengan program analisis struktur lain, sehingga tingkat ketelitian dalam perhitungan struktur bisa diperbandingkan.

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*.

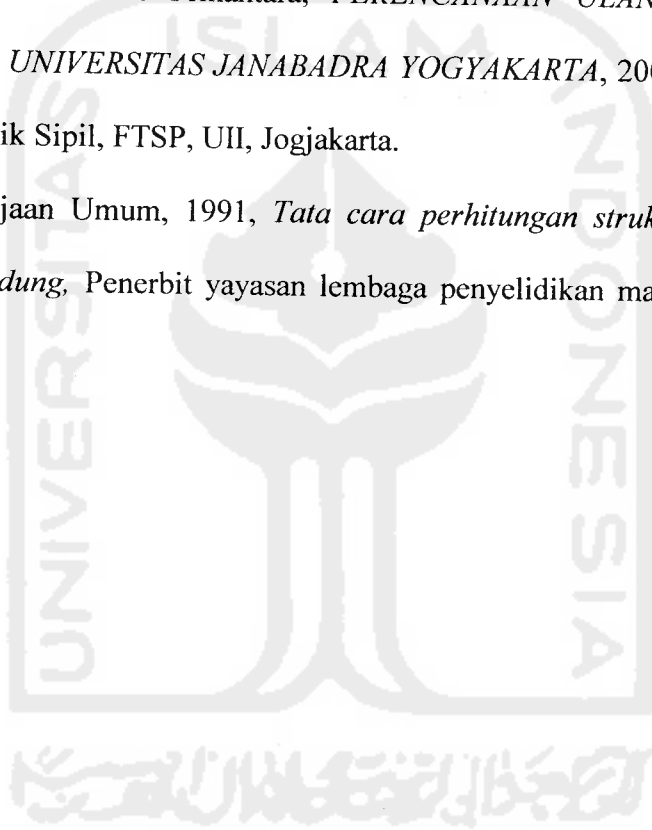
Istimawan Dipohusodo, *Struktur Beton Bertulang*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1994.

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.

Rizal, Samsul dan Mukhlis Prihantara, *PERENCANAAN ULANG (REDESAIN) KAMPUS III UNIVERSITAS JANABADRA YOGYAKARTA*, 2004, Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, FTSP, UII, Jogjakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 1991, *Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung*, Penerbit yayasan lembaga penyelidikan masalah bangunan, Bandung.





UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Sunarko	96 310 281	Teknik Sipil
2.	Sri Widadi	97 511 167	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Redesain gedung Gama Book Plaza Jogjakarta

PERIODE KE : III (Mar 05 - Agust 05)

TAHUN : 2004 - 2005

Berlaku mulai : 15-Mar-05 Sampai Akhir Agustus 05

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		MAR.	APR.	MEI.	JUN.	JUL.	AGT.
1	Pendaftaran	█					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	█					
3	Pembuatan Proposal		█				
4	Seminar Proposal		█	█			
5	Konsultasi Penyusunan TA.			█	█	█	
6	Sidang - Sidang					█	█
7	Pendadaran						█

Dosen Pembimbing I : Suharyatmo,Ir,H,MT

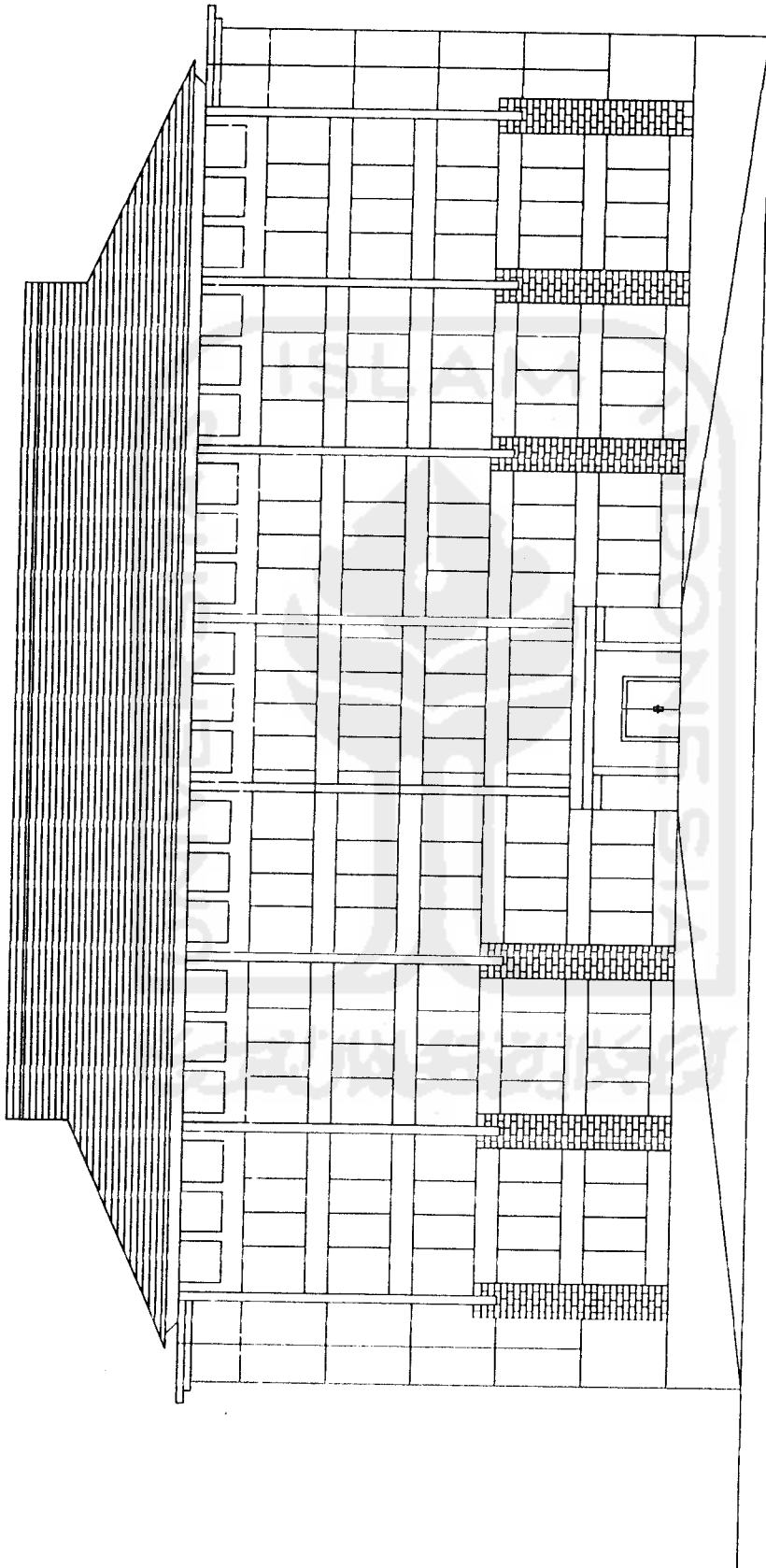
Dosen Pembimbing II : Suharyatmo,Ir,H,MT



Jogjakarta , 15-Mar-05
 a.n. Dekan

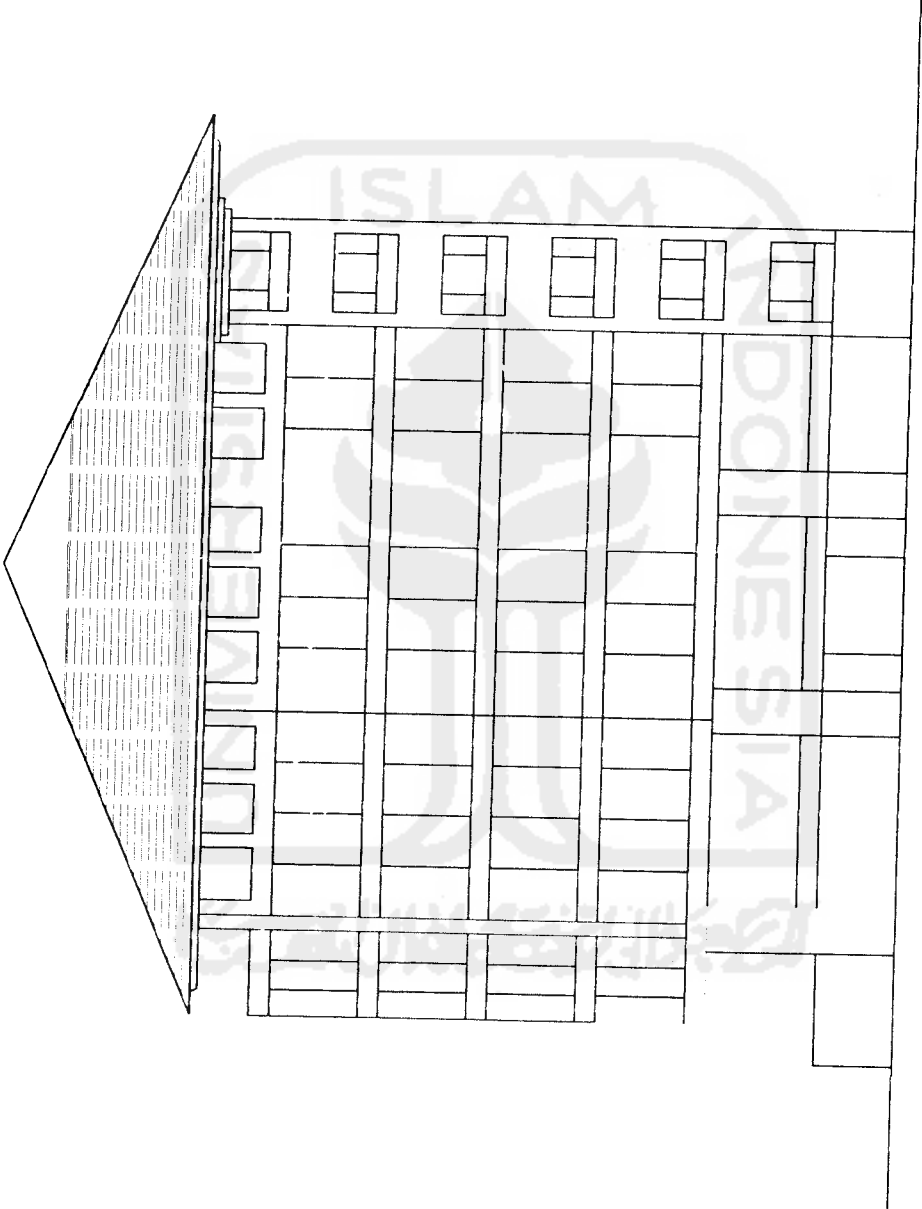
Ir.H.Munadhir, MS

Seminar : _____
 Sidang : _____
 Pendadaran : _____

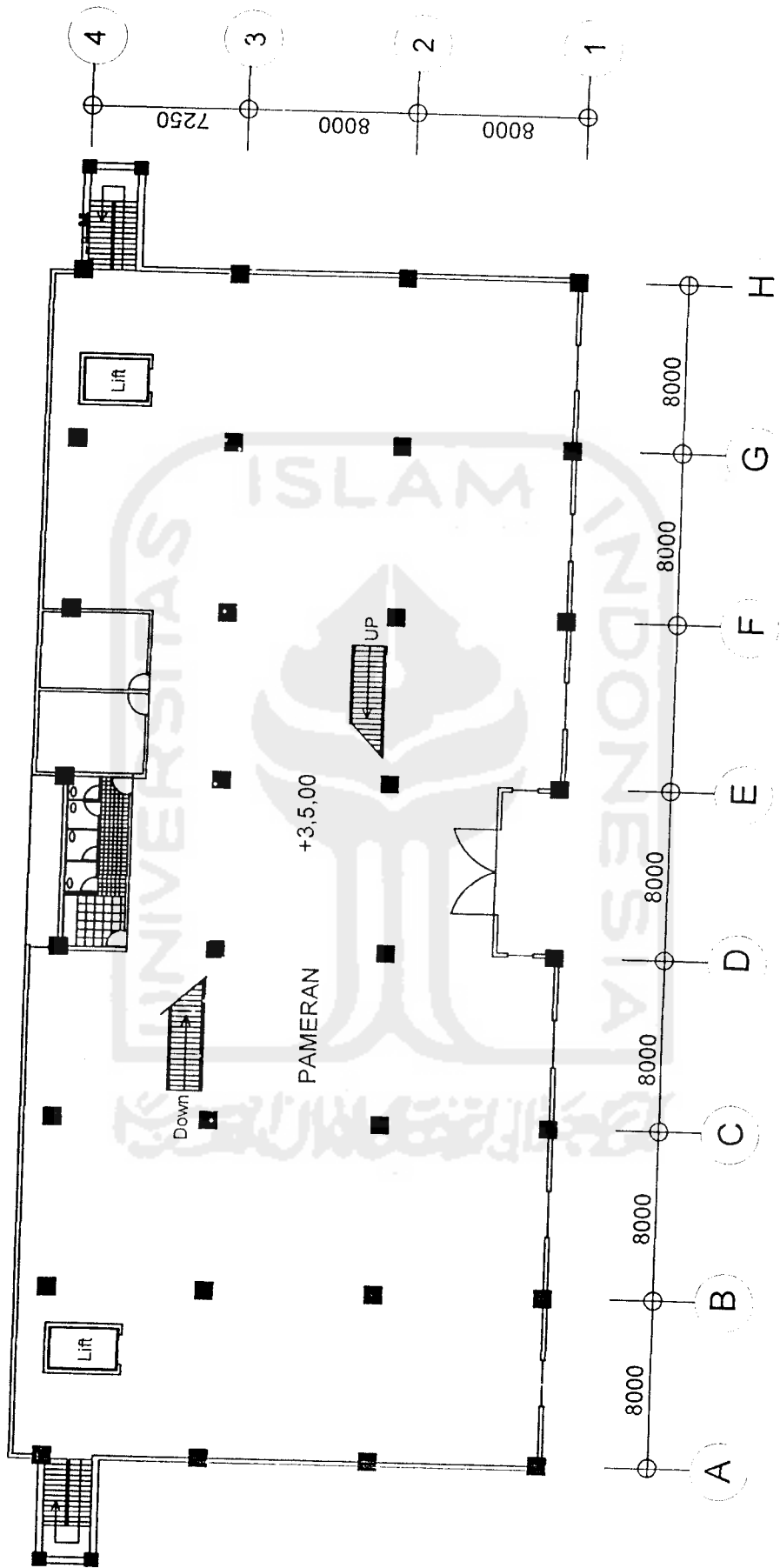


TAMPAK DEPAN

SKALA 1: 250



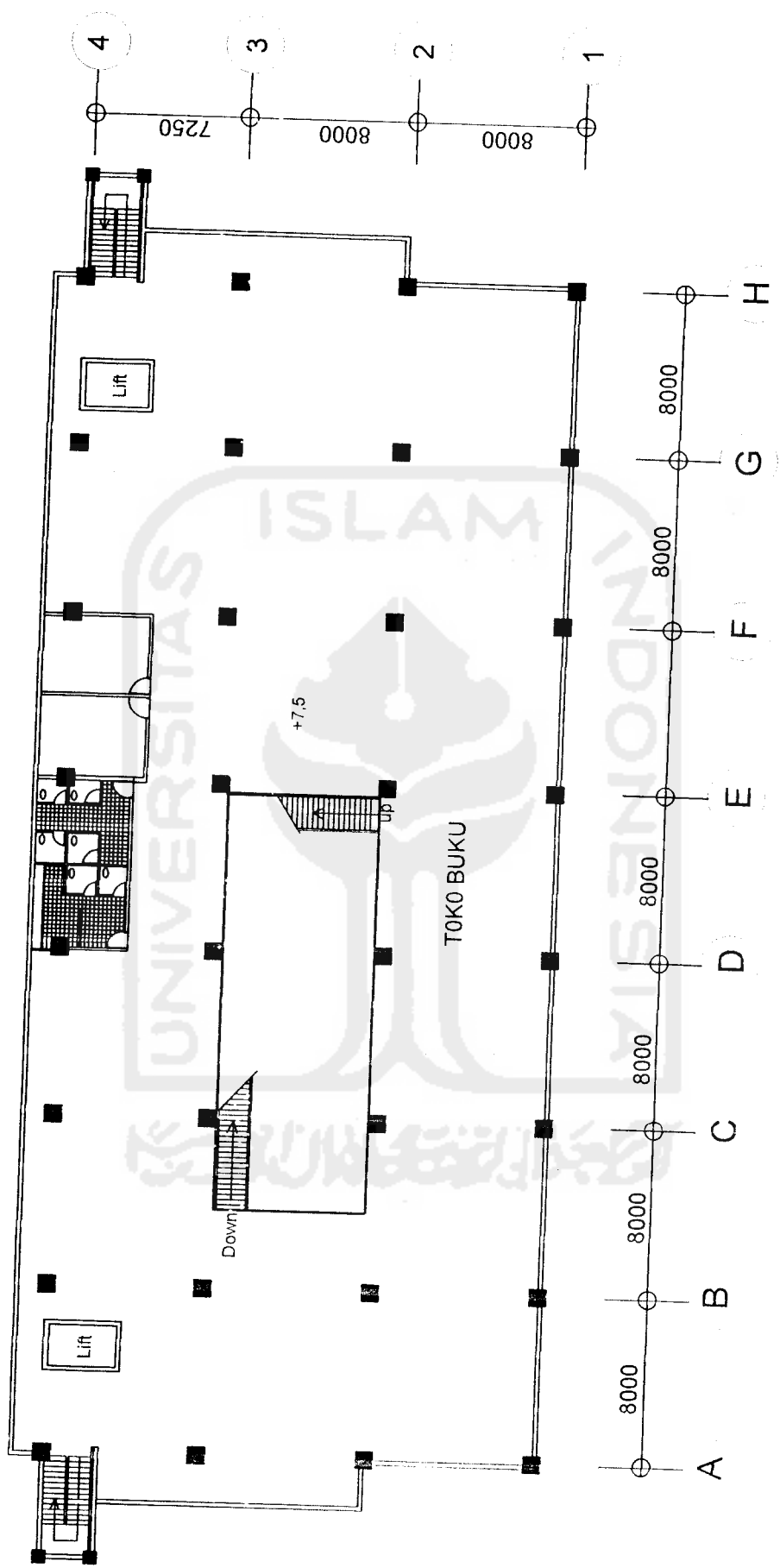
TAMPAK SAMPING KANAN
SKALA 1 : 250



DENAH LANTAI 1

SKALA 1:250

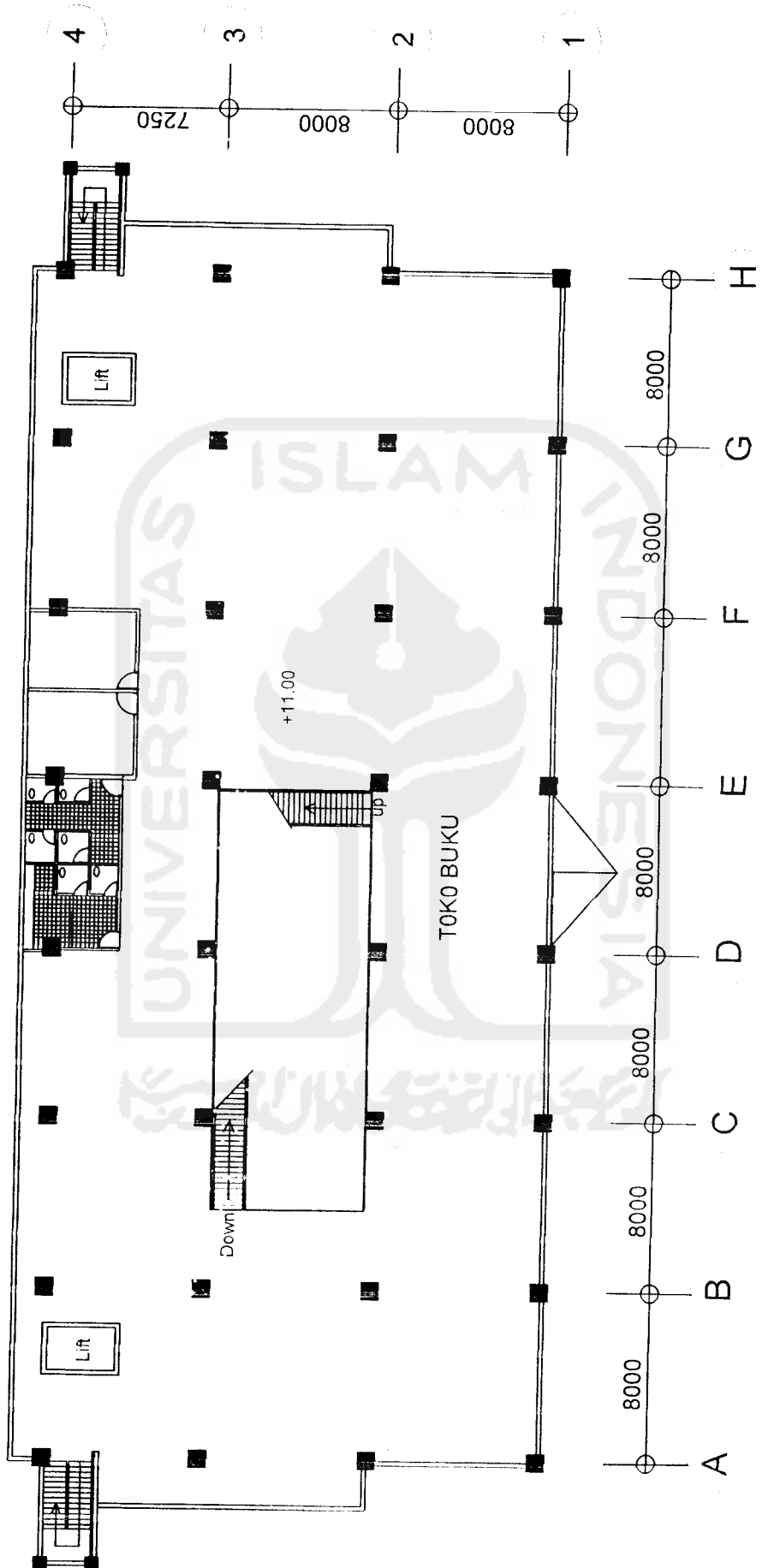
Gambar 4



DENAH LANTAI 2

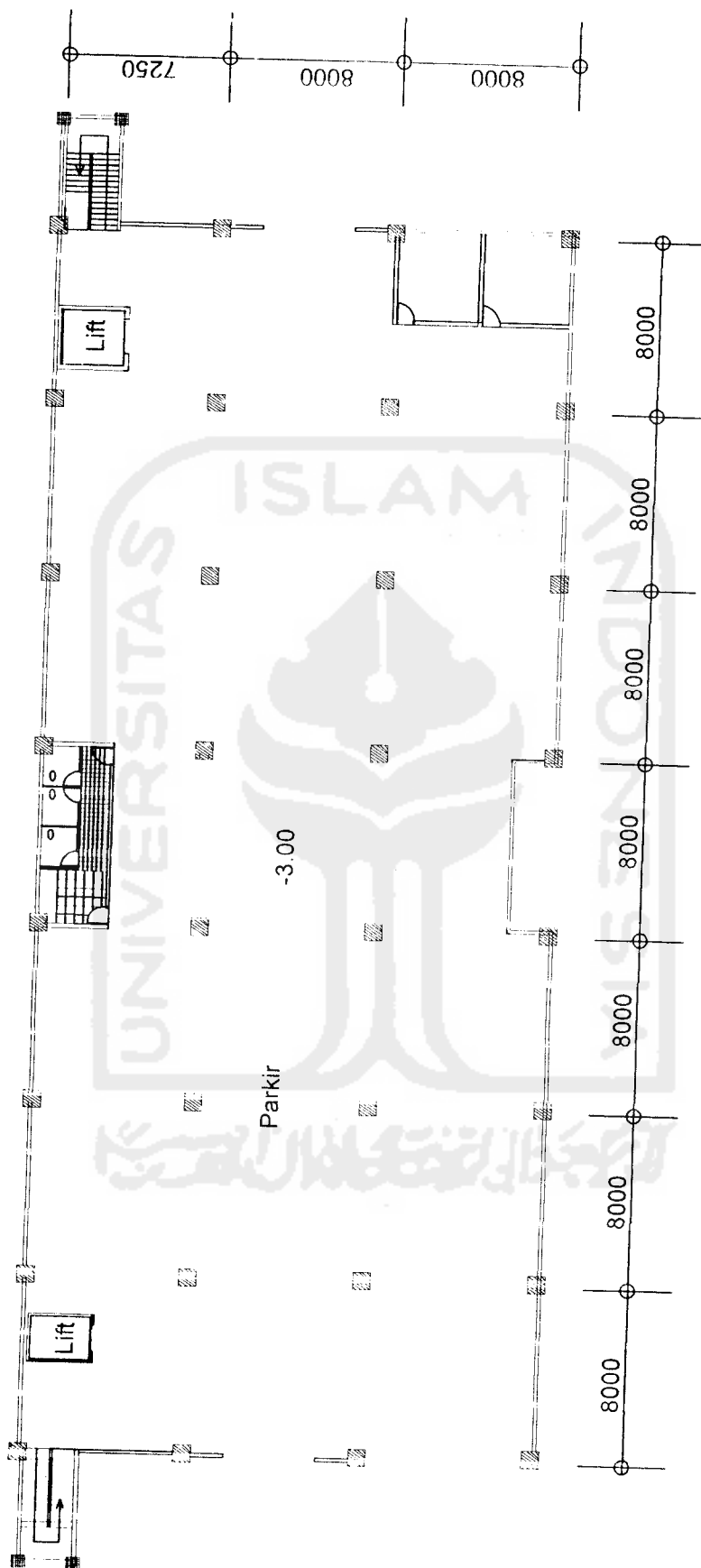
SKALA 1:250

Gambar 5



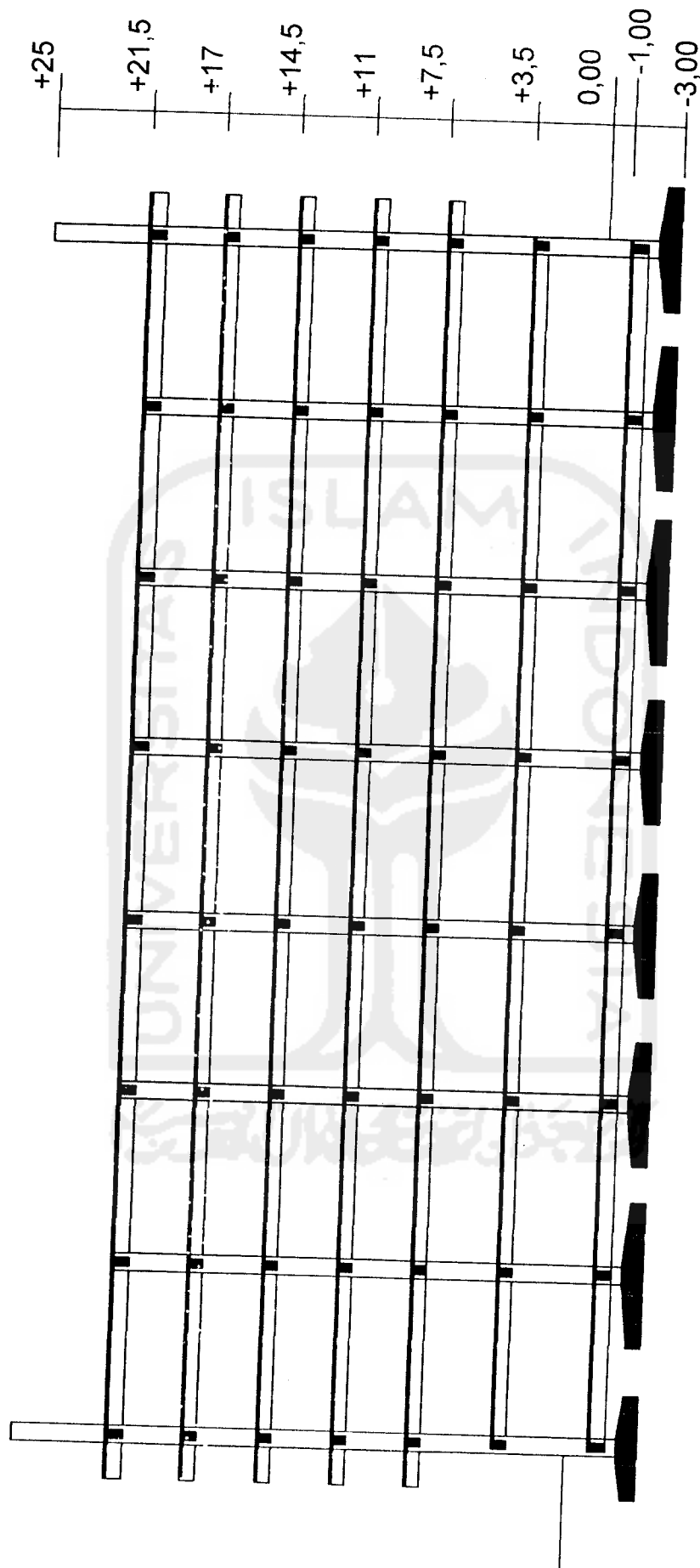
DENAH LANTAI 3

SKALA 1:250



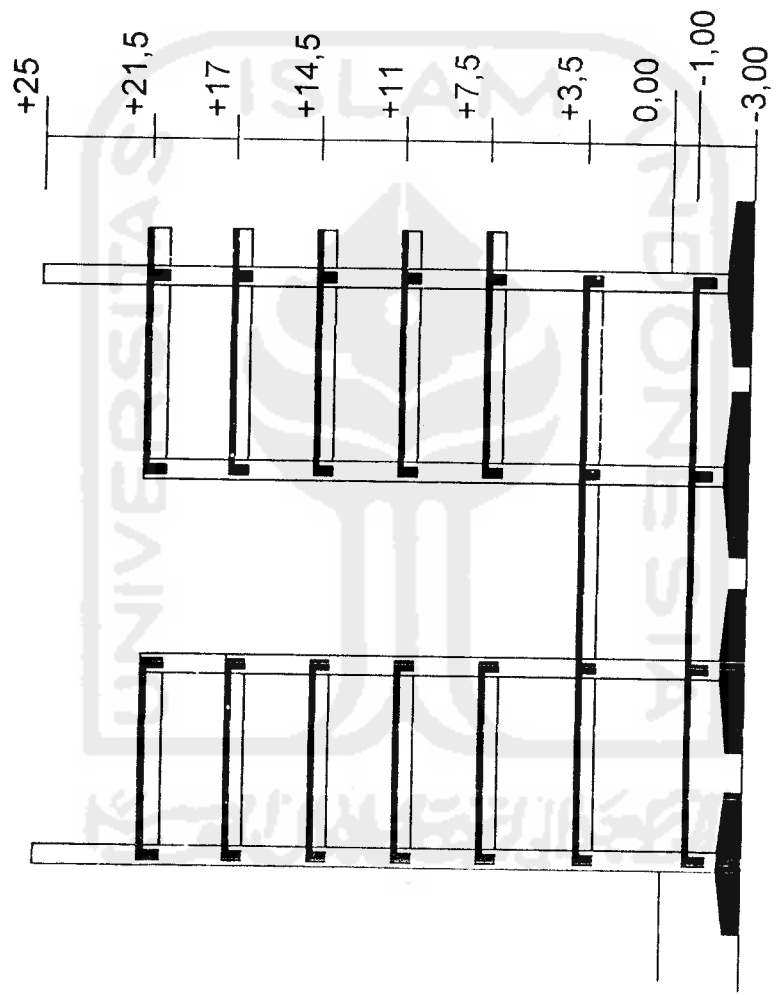
DENAH LANTAI DASAR

SKALA 1 : 250



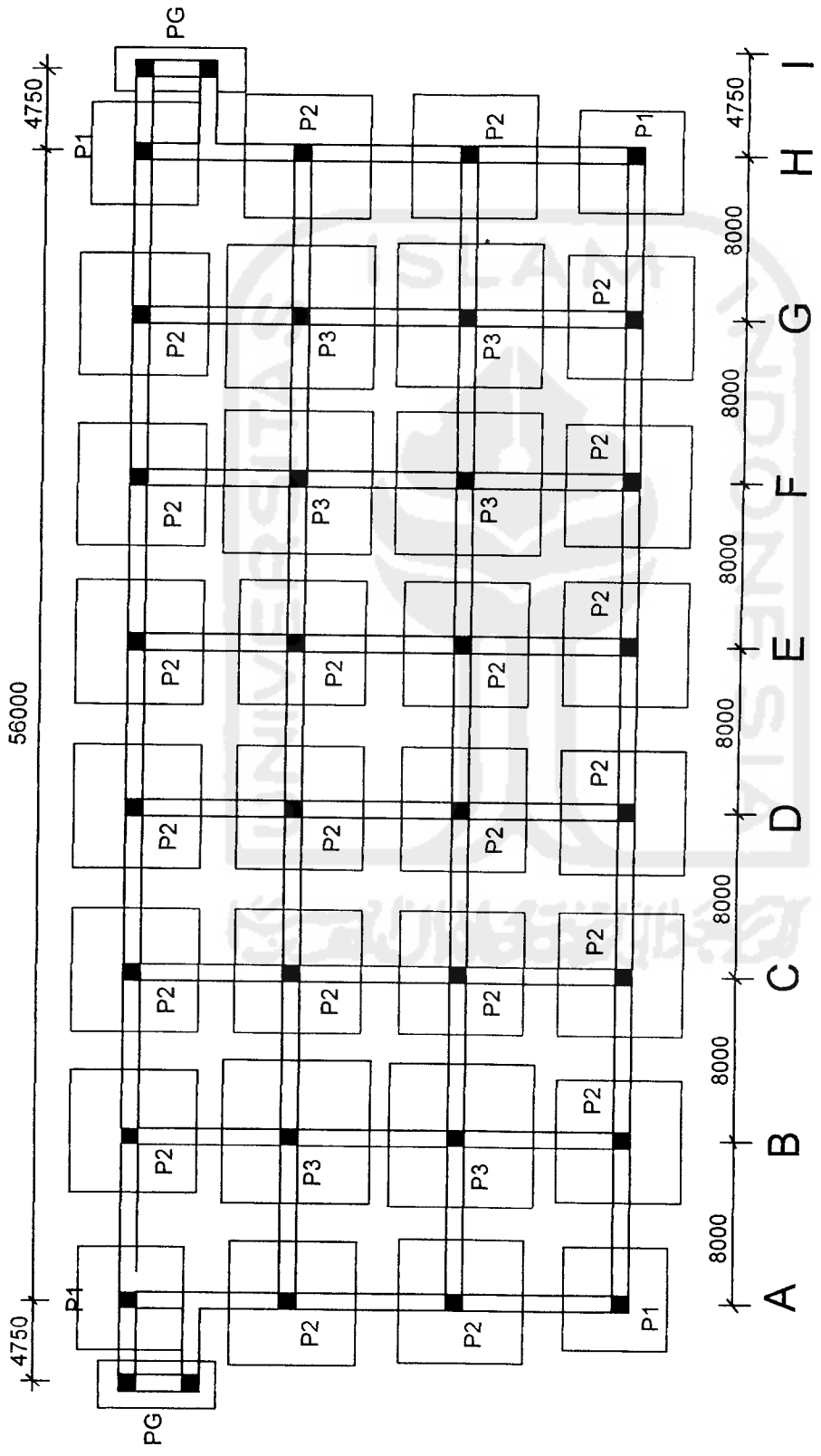
Portal As - B

SKALA 1 : 250



Portal As - 4

SKALA 1 : 250

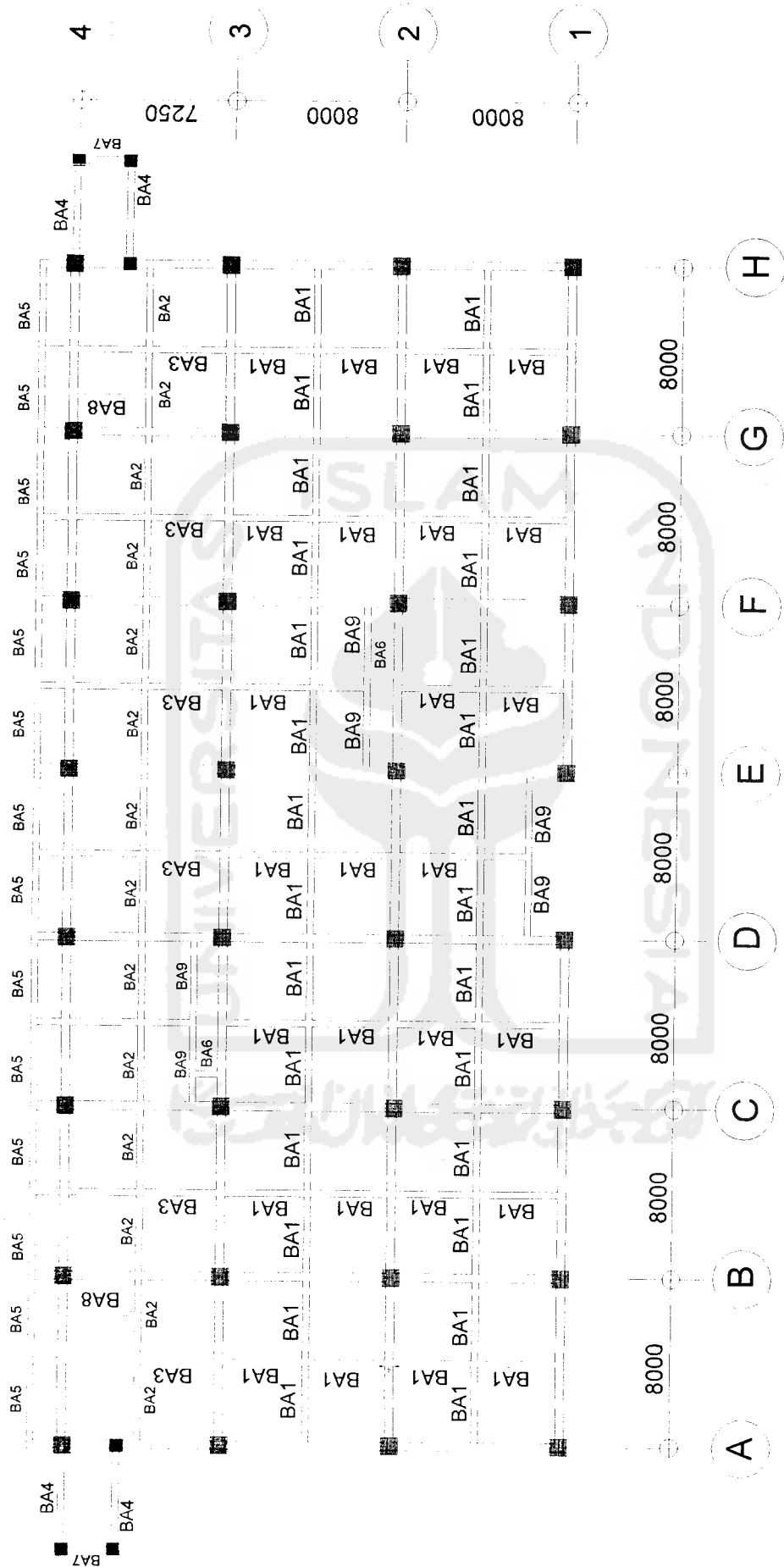


Tabel ukuran

PONDASI	ukuran (cm)
P1	550x550
P2	690x690
P3	780x780
PG	200x500

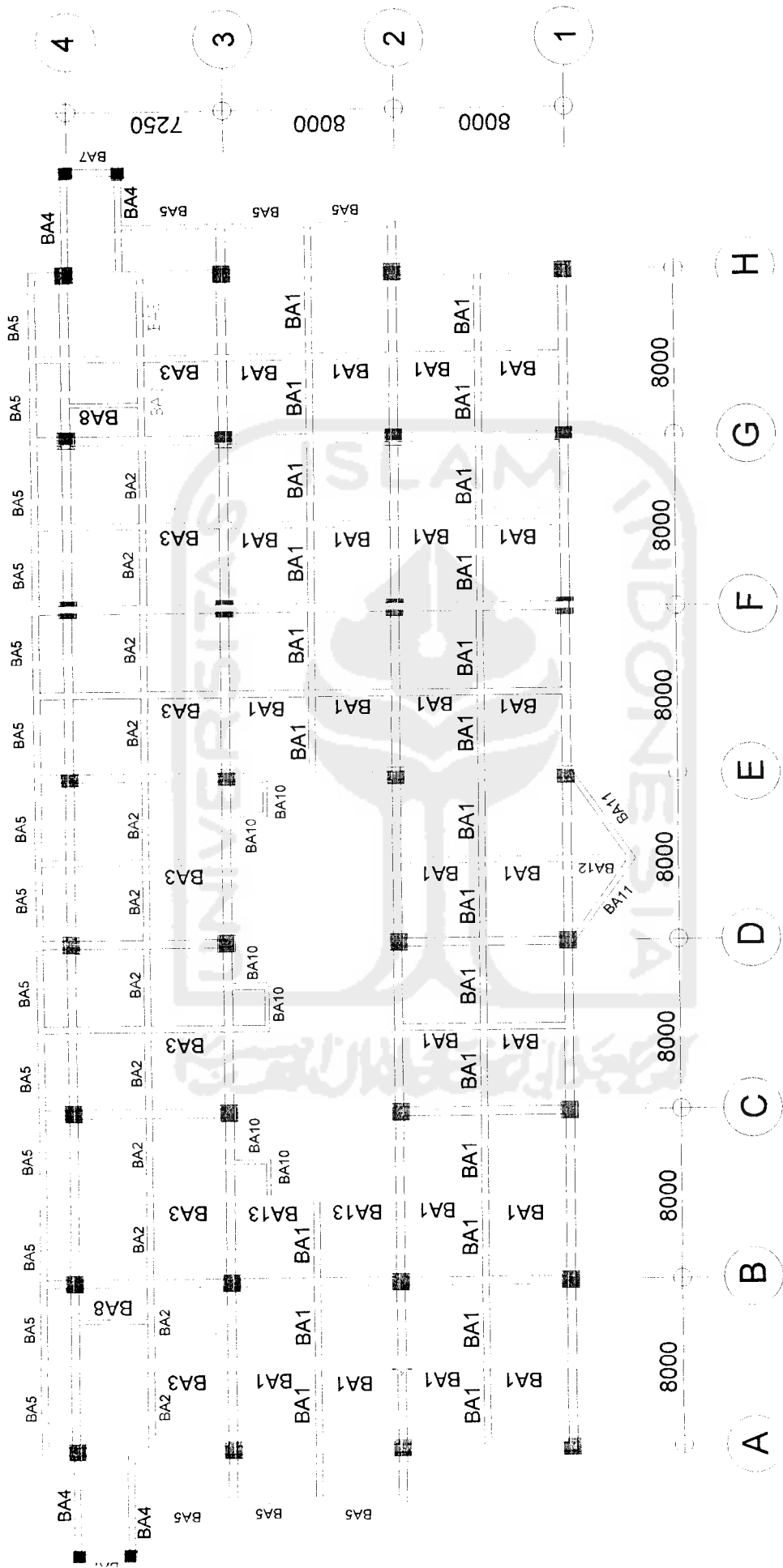
RENCANA PONDASI

SKALA 1 : 250



RENCANA BALOK ANAK LANTAI 1

SKALA 1:250



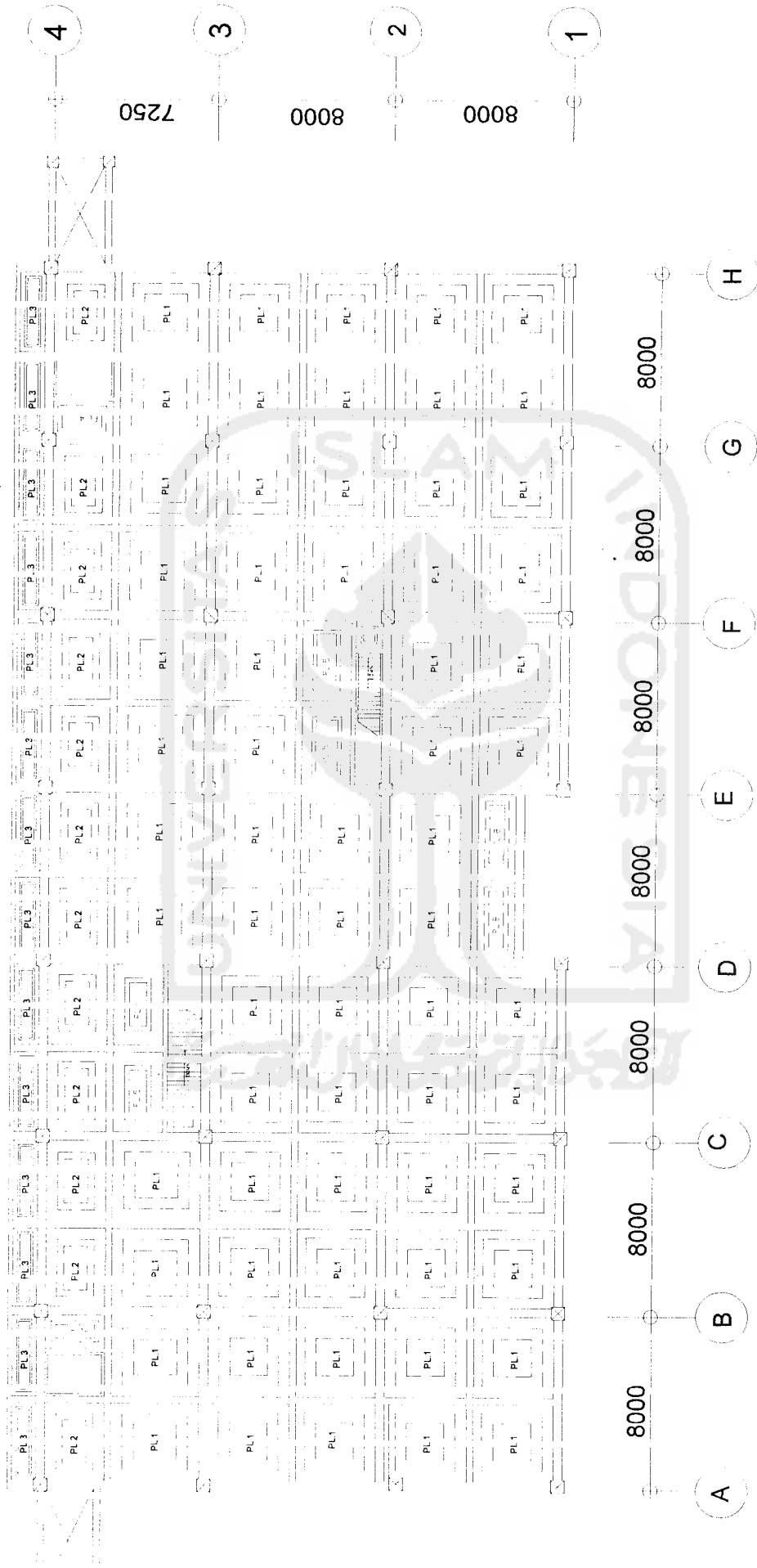
RENCANA BALOK ANAK LANTAI 2 - 6

SKALA 1: 250

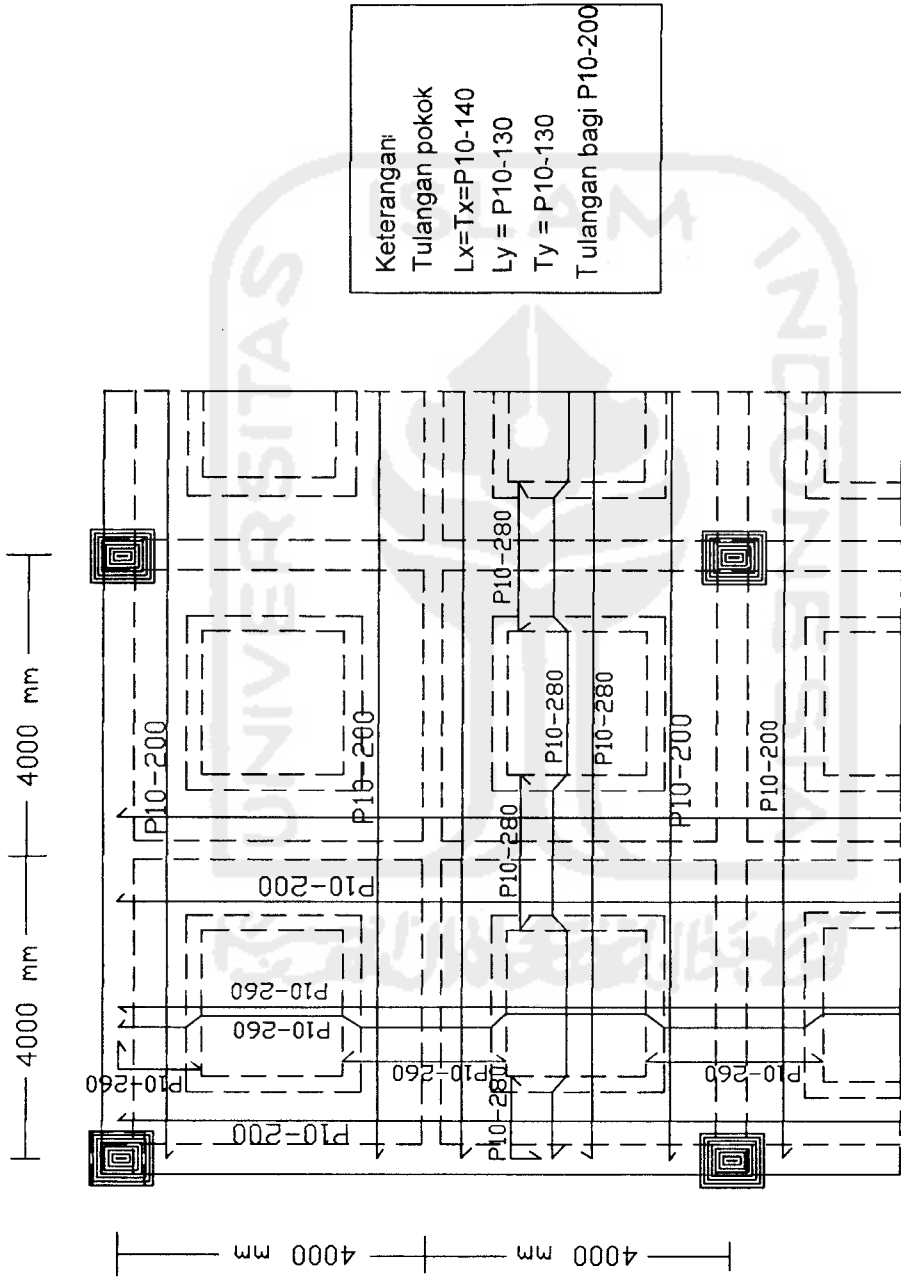


TIPE PELAT LANTAI 2-6

SKALA 1 : 250

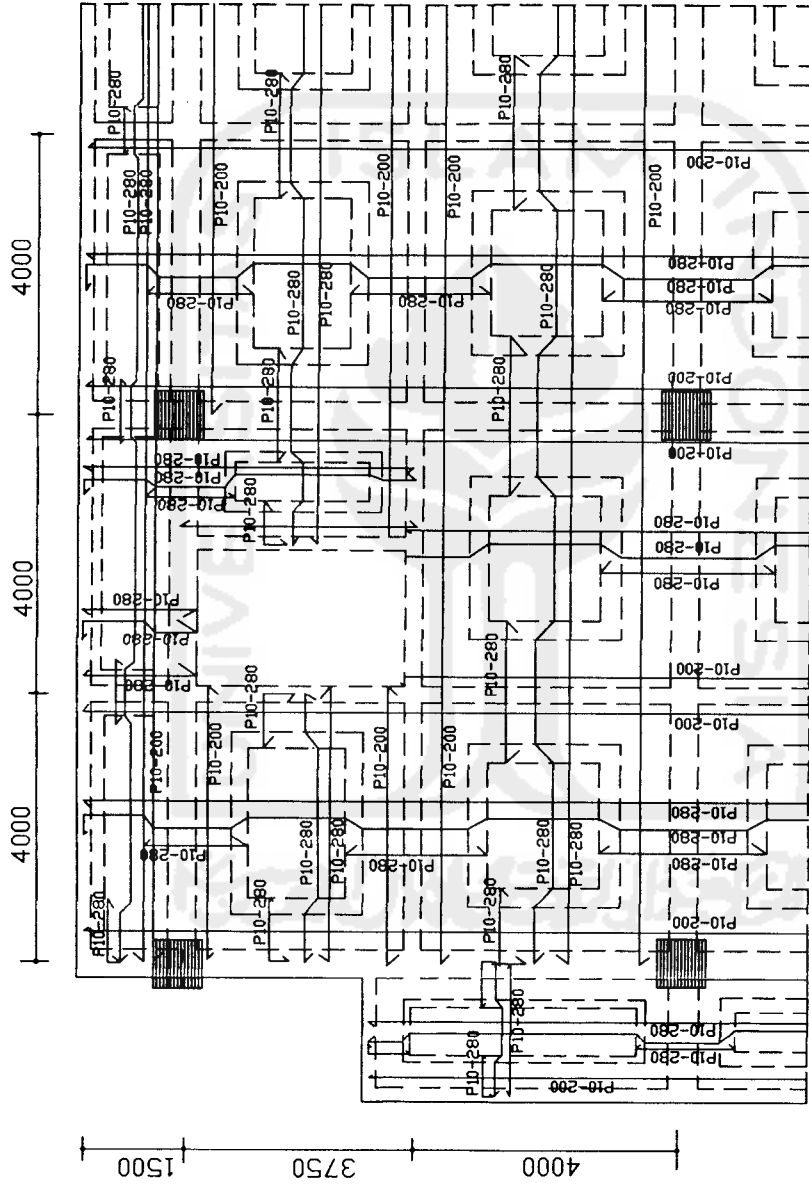


DENAH RENCANA PELAT LANTAI 1



PENULANGAN PELAT LANTAI 1 (PL.1)

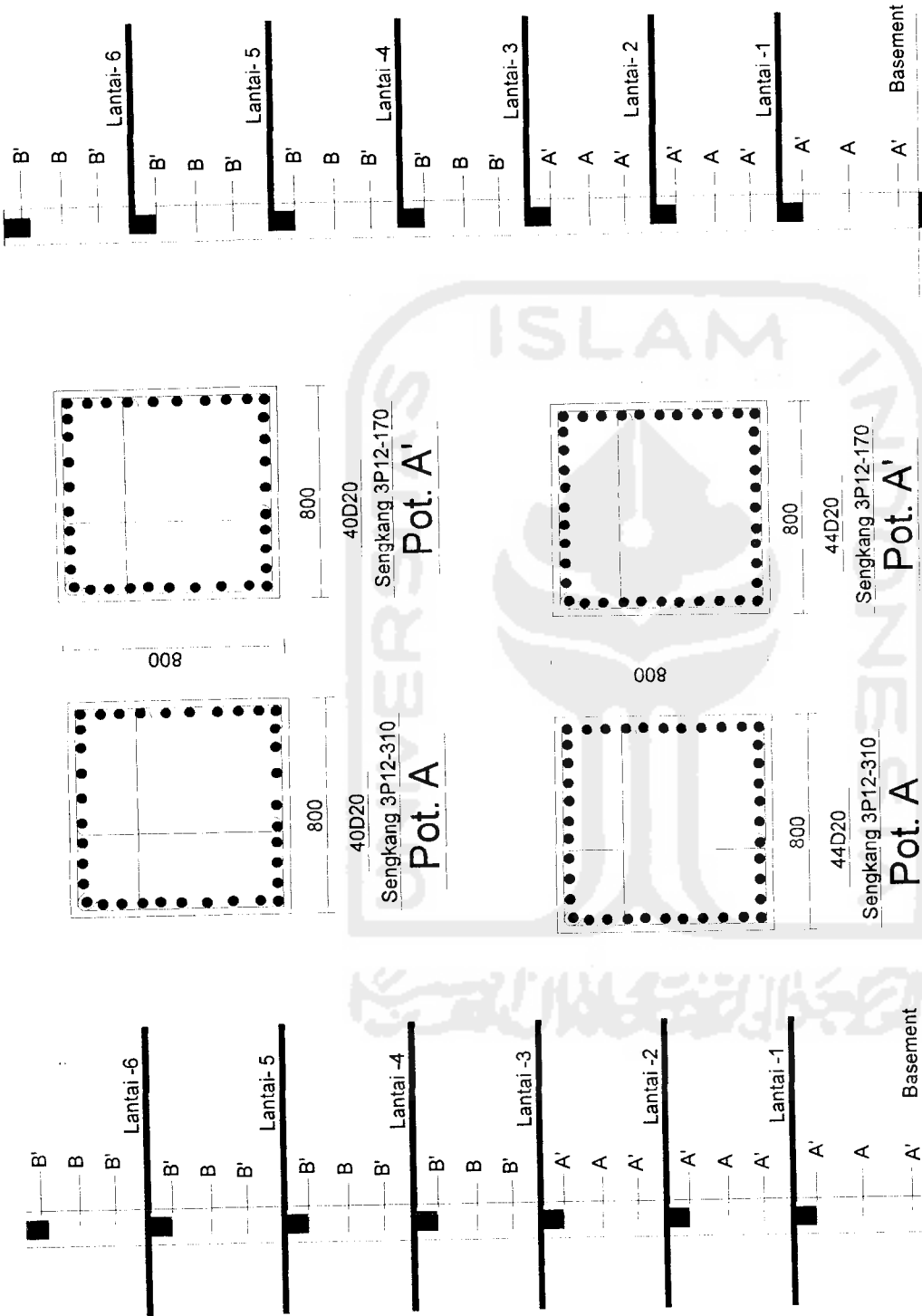
SKALA 1 : 250



Keterangan :
 tulangan pokok
 $T_x=Lx= P10-140$
 $T_y=Ly= P10-140$
 Tul. bagi :
 P10-200

Rencana penulangan pelat lantai (PL2)

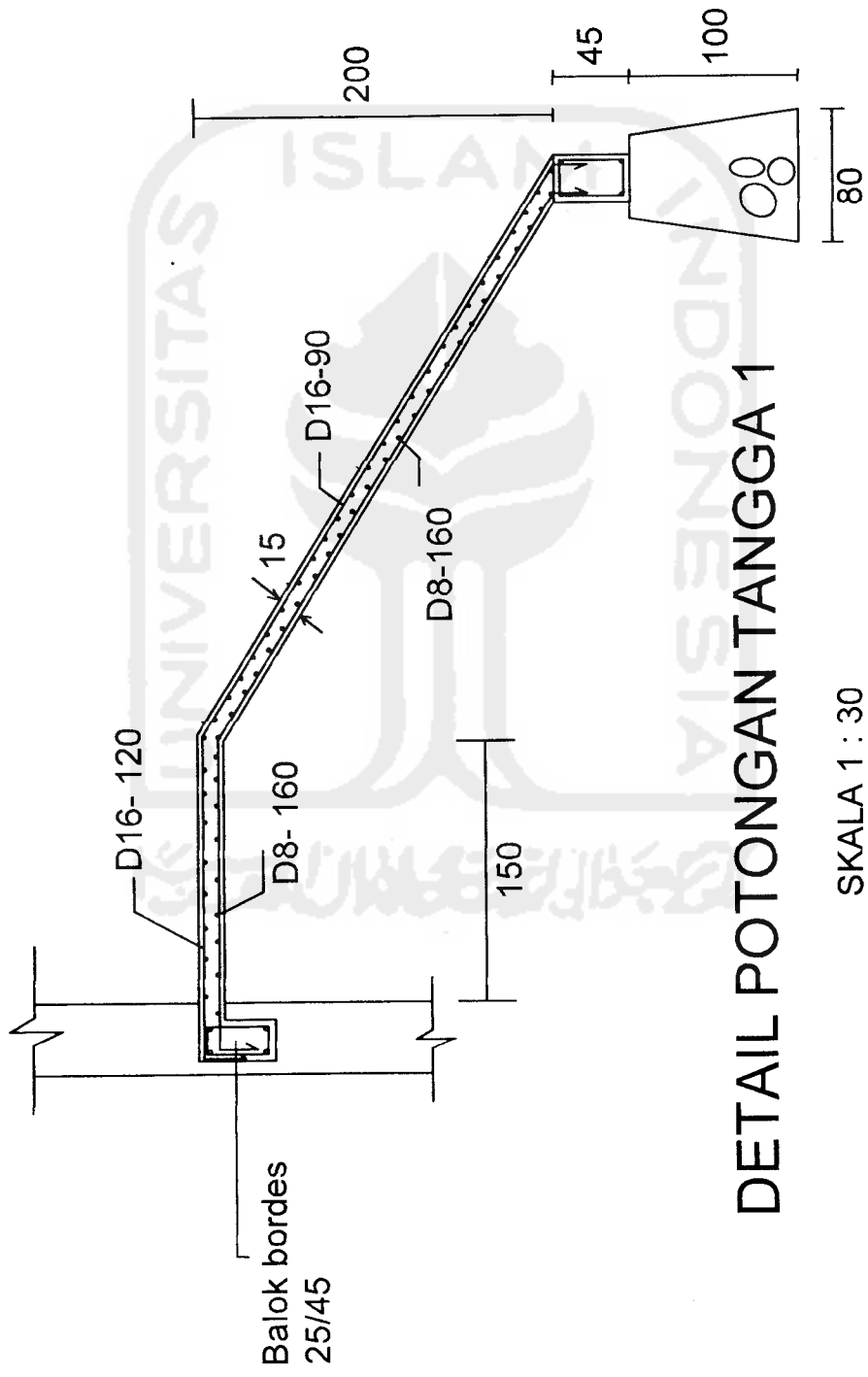
SKALA 1 : 250



KOLOM -KA4
Kolom tengah

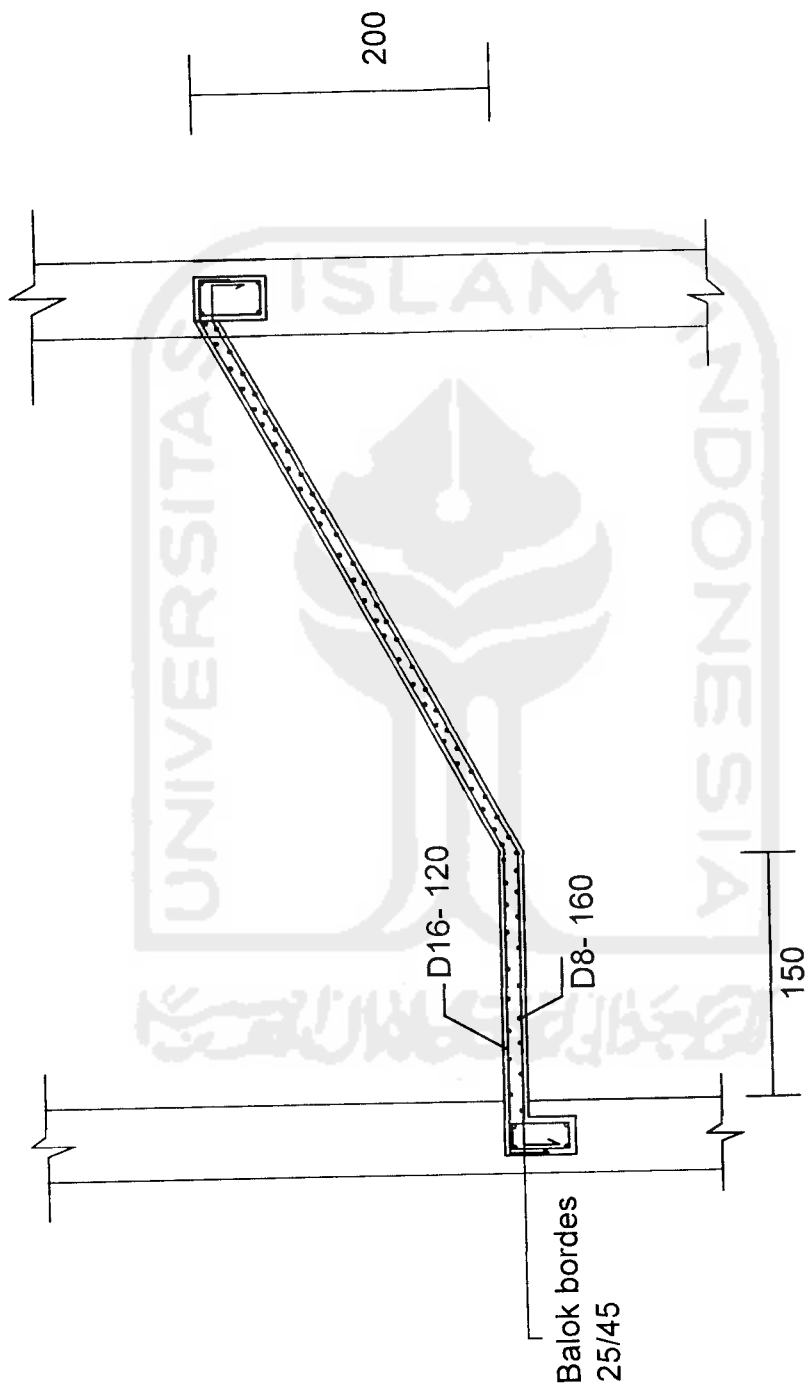
KOLOM -KA1
Kolom tepi

Detail Penulangan Kolom

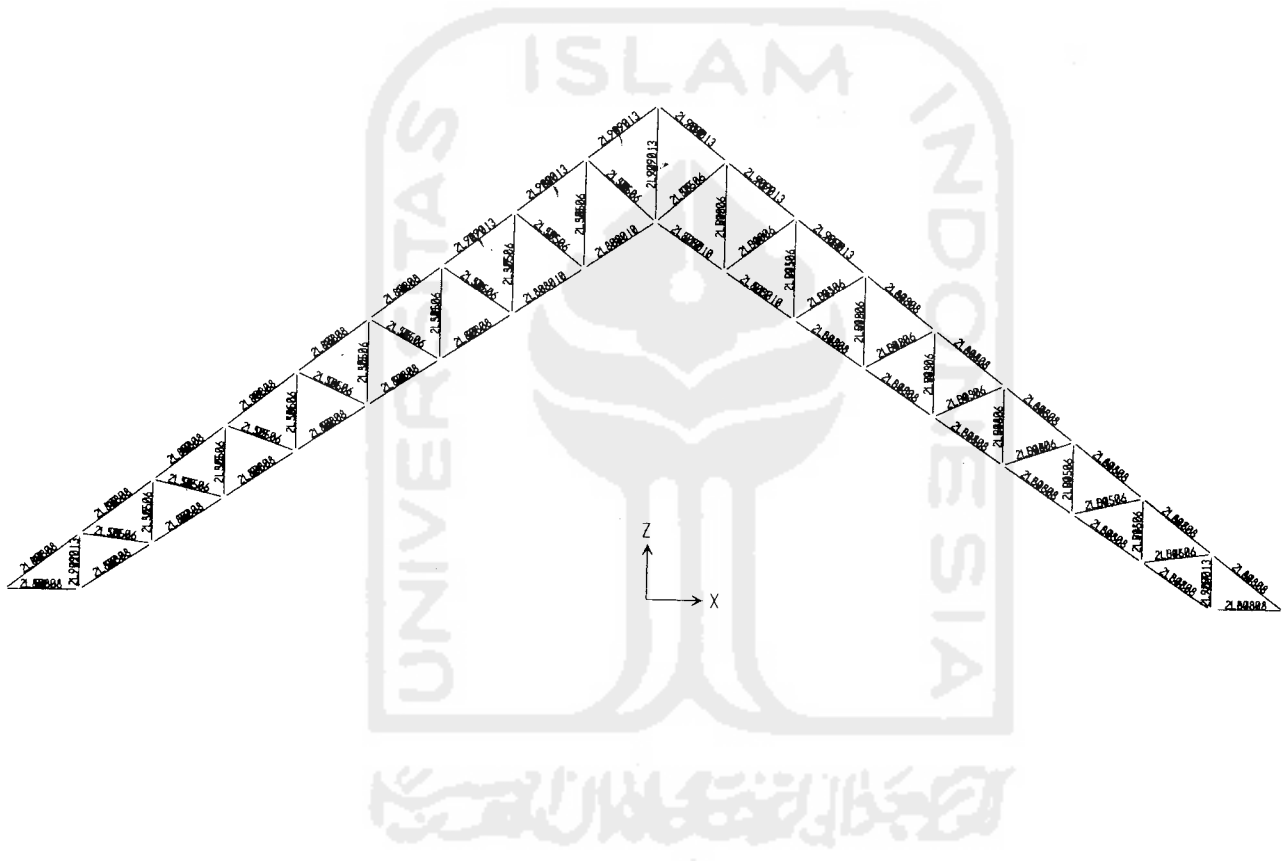


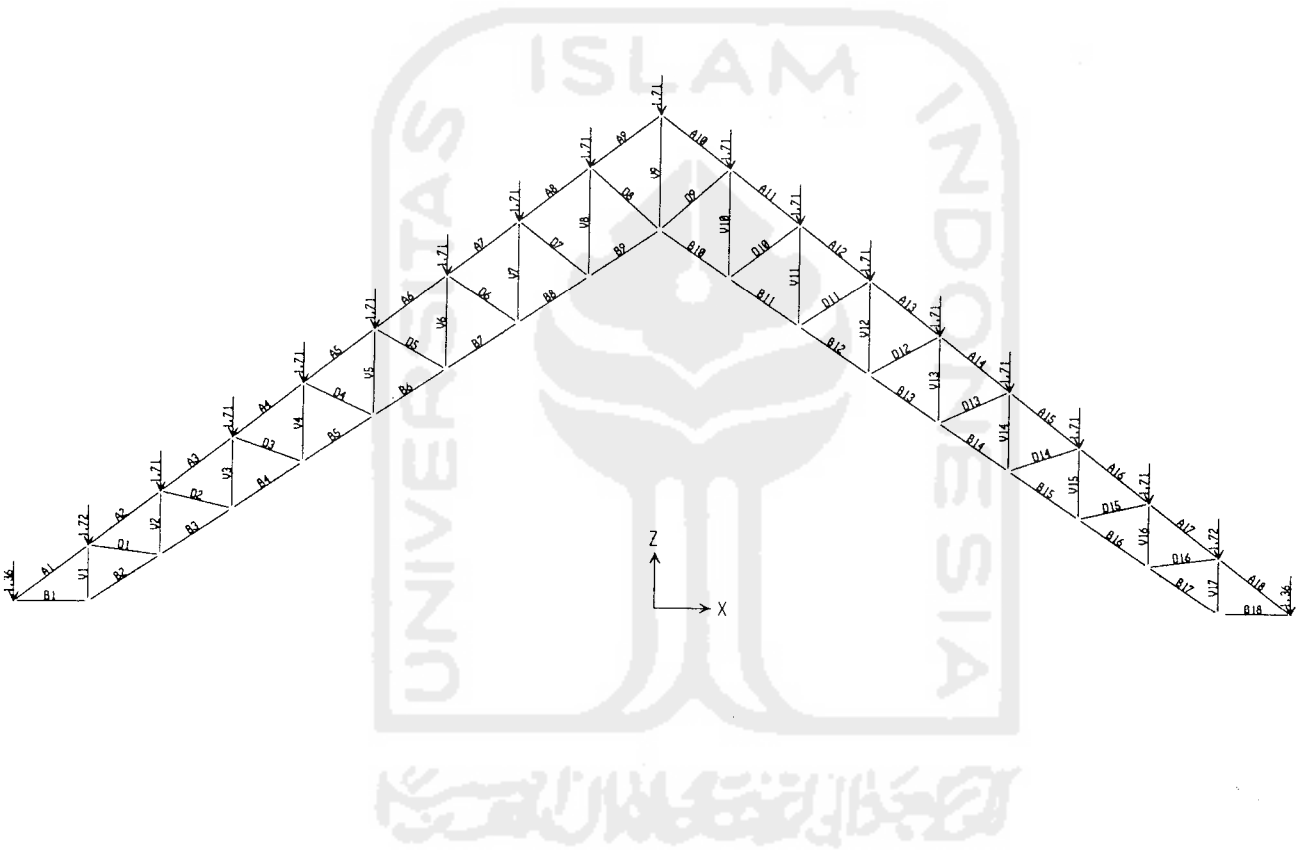
DETAIL POTONGAN TANGGA 1

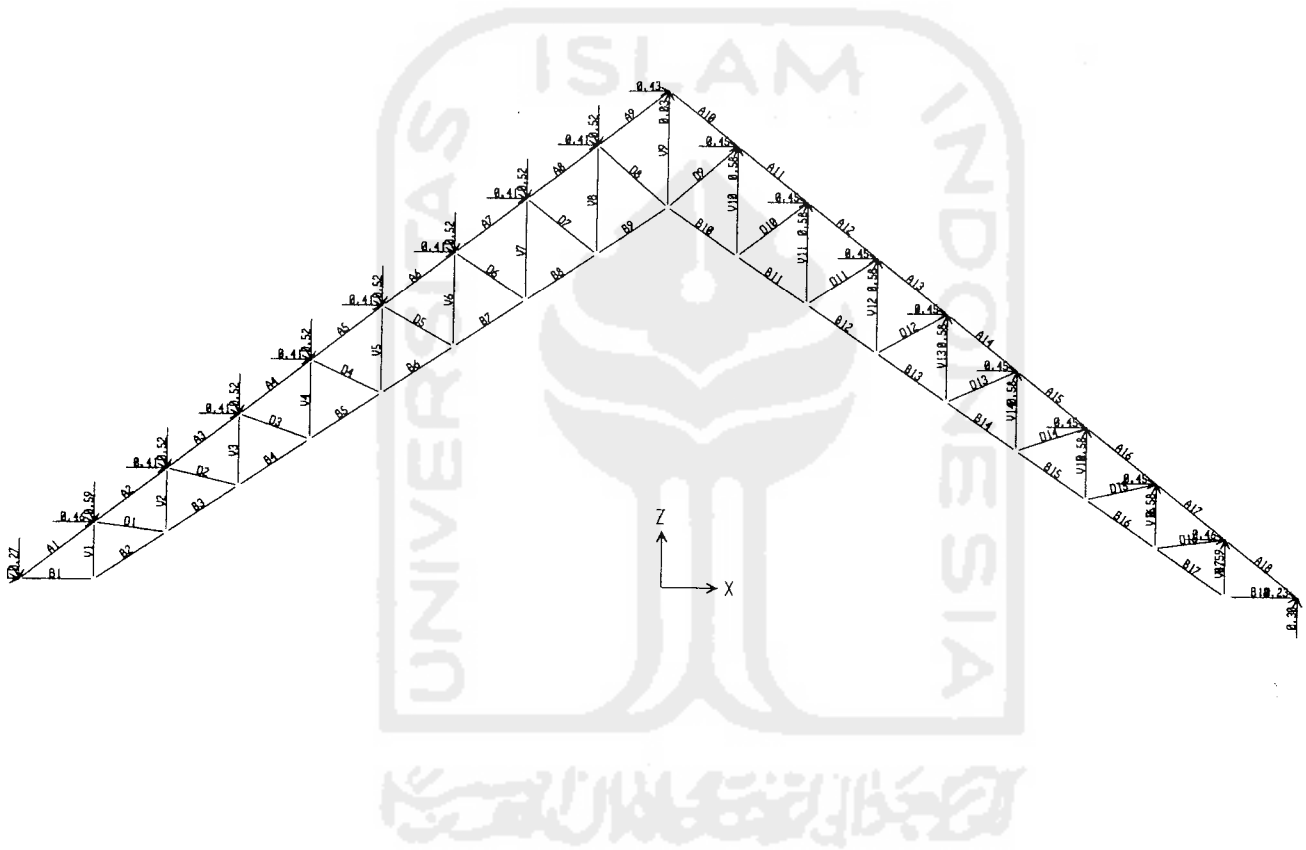
SKALA 1 : 30



DETAIL POTONGAN TANGGA 1







FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
A1	DL	0	10.14666	-0.08230	3.9E-18	2.902201E-18	-0.03279188
A1	DL	0.951478	10.25317	0.05413	-1E-17	7.00446E-18	-0.01938935
A1	DL	1.902956	10.35968	0.190561	-3E-17	2.682774E-17	-0.1357983
A1	LL	0	2.182585	0.005396	-1E-18	1.144996E-18	-0.00482942
A1	LL	0.951478	2.182585	0.005396	-1E-18	2.337497E-18	-0.00996349
A1	LL	1.902956	2.182585	0.005396	-1E-18	3.529998E-18	-0.01509755
A1	WLKI	0	0.4286439	-0.00025	5.8E-20	5.854728E-19	-0.00249794
A1	WLKI	0.951478	0.4286439	-0.00025	5.8E-20	5.298754E-19	-0.00225857
A1	WLKI	1.902956	0.4286439	-0.00025	5.8E-20	4.742779E-19	-0.00201921
A1	WLKA	0	-0.475426	0.000173	-4E-20	-5.90534E-19	0.002518761
A1	WLKA	0.951478	-0.475426	0.000173	-4E-20	-5.52368E-19	0.002354445
A1	WLKA	1.902956	-0.475426	0.000173	-4E-20	-5.14202E-19	0.002190129
A1	COMB1	0	14.20533	-0.11522	5.5E-18	4.063081E-18	-0.04590863
A1	COMB1	0.951478	14.35444	0.075782	-2E-17	9.806244E-18	-0.0271451
A1	COMB1	1.902956	14.50355	0.266786	-4E-17	3.755884E-17	-0.1901176
A1	COMB2	0	15.66813	-0.09013	2.7E-18	5.314634E-18	-0.04707733
A1	COMB2	0.951478	15.79594	0.073589	-2E-17	1.214535E-17	-0.0392088
A1	COMB2	1.902956	15.92375	0.237307	-4E-17	3.784129E-17	-0.1871141
A1	COMB3	0	13.82846	-0.09573	4.0E-18	4.638017E-18	-0.04424626
A1	COMB3	0.951478	13.95627	0.067992	-2E-17	1.023175E-17	-0.03105218
A1	COMB3	1.902956	14.08408	0.23171	-4E-17	3.469071E-17	-0.1736319
A1	COMB4	0	13.10521	-0.09539	4E-18	3.697212E-18	-0.0402329
A1	COMB4	0.951478	13.23302	0.068331	-2E-17	9.365955E-18	-0.02736176
A1	COMB4	1.902956	13.36082	0.232049	-4E-17	3.389993E-17	-0.1702644
A1	COMB5	0	13.6102	-0.09627	4.2E-18	4.523517E-18	-0.04376331
A1	COMB5	0.951478	13.73801	0.067452	-2E-17	9.998001E-18	-0.03005583
A1	COMB5	1.902956	13.86582	0.231170	-4E-17	3.433771E-17	-0.1721221
A2	DL	0	-85.89518	-0.51818	1.1E-16	9.573014E-17	-0.4314639
A2	DL	0.922042	-85.79192	-0.38601	9E-17	5.733194E-18	-0.01461147
A2	DL	1.844085	-85.68864	-0.25385	7.4E-17	-6.95053E-17	0.2803771
A2	LL	0	-15.82231	-0.07433	1.7E-17	1.757796E-17	-0.07565051
A2	LL	0.922042	-15.82231	-0.07433	1.7E-17	1.669492E-18	-0.00711614
A2	LL	1.844085	-15.82231	-0.07433	1.7E-17	-1.4239E-17	0.06141822
A2	WLKI	0	-6.827606	-0.02240	5.2E-18	3.423486E-18	-0.01481102
A2	WLKI	0.922042	-6.827606	-0.02240	5.2E-18	-1.37106E-18	0.005844082
A2	WLKI	1.844085	-6.827606	-0.02240	5.2E-18	-6.16560E-18	0.02649918
A2	WLKA	0	6.804391	0.022711	-5E-18	-3.49658E-18	0.01512561
A2	WLKA	0.922042	6.804391	0.022711	-5E-18	1.364238E-18	-0.00581501
A2	WLKA	1.844085	6.804391	0.022711	-5E-18	6.225058E-18	-0.02675563
A2	COMB1	0	-120.2533	-0.72545	1.5E-16	1.340222E-16	-0.6040494
A2	COMB1	0.922042	-120.1087	-0.54042	1.3E-16	8.026472E-18	-0.02045606
A2	COMB1	1.844085	-119.9641	-0.35539	1.0E-16	-9.73073E-17	0.392528
A2	COMB2	0	-128.3899	-0.74074	1.5E-16	1.430009E-16	-0.6387975
A2	COMB2	0.922042	-128.266	-0.58214	1.4E-16	9.55102E-18	-0.0289196
A2	COMB2	1.844085	-128.1421	-0.42354	1.2E-16	-1.06189E-16	0.4347217

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
A2	COMB3	0	-118.0297	-0.68434	1.4E-16	1.281617E-16	-0.5749958
A2	COMB3	0.922042	-117.9058	-0.52574	1.2E-16	6.784681E-18	-0.01712819
A2	COMB3	1.844085	-117.7818	-0.36713	1.0E-16	-9.68822E-17	0.3945028
A2	COMB4	0	-107.1241	-0.64825	1.3E-16	1.226257E-16	-0.5510464
A2	COMB4	0.922042	-107.0002	-0.48965	1.1E-16	8.972919E-18	-0.02645546
A2	COMB4	1.844085	-106.8763	-0.33104	9.4E-17	-8.69696E-17	0.351899
A2	COMB5	0	-116.4475	-0.67690	1.4E-16	1.264039E-16	-0.5674307
A2	COMB5	0.922042	-116.3235	-0.51830	1.2E-16	6.617732E-18	-0.01641657
A2	COMB5	1.844085	-116.1996	-0.35970	1.0E-16	-9.54583E-17	0.388361
A3	DL	0	-150.8619	-0.14666	1.9E-17	-3.5061E-17	0.1296523
A3	DL	0.922042	-150.7586	-0.01449	3.4E-18	-4.55412E-17	0.2039436
A3	DL	1.844085	-150.6553	0.117680	-1E-17	-4.12627E-17	0.1563698
A3	LL	0	-27.95315	-0.00426	9.9E-19	-7.08454E-18	0.03015602
A3	LL	0.922042	-27.95315	-0.00426	9.9E-19	-7.99567E-18	0.03408122
A3	LL	1.844085	-27.95315	-0.00426	9.9E-19	-8.9068E-18	0.03800641
A3	WLKI	0	-11.59447	-0.00173	4.0E-19	-3.83175E-18	0.01631584
A3	WLKI	0.922042	-11.59447	-0.00173	4.0E-19	-4.20148E-18	0.01790866
A3	WLKI	1.844085	-11.59447	-0.00173	4.0E-19	-4.57121E-18	0.01950147
A3	WLKA	0	11.52797	0.001525	-4E-19	3.897713E-18	-0.01659897
A3	WLKA	0.922042	11.52797	0.001525	-4E-19	4.224009E-18	-0.01800467
A3	WLKA	1.844085	11.52797	0.001525	-4E-19	4.550305E-18	-0.01941037
A3	COMB1	0	-211.2066	-0.20532	2.7E-17	-4.90853E-17	0.1815132
A3	COMB1	0.922042	-211.062	-0.02028	4.7E-18	-6.37576E-17	0.285521
A3	COMB1	1.844085	-210.9175	0.164752	-2E-17	-5.77678E-17	0.2189177
A3	COMB2	0	-225.7593	-0.1828	2.5E-17	-5.34084E-17	0.2038323
A3	COMB2	0.922042	-225.6354	-0.0242	5.6E-18	-6.74425E-17	0.2992623
A3	COMB2	1.844085	-225.5114	0.134405	-1E-17	-6.37662E-17	0.248454
A3	COMB3	0	-207.0817	-0.17992	2.4E-17	-4.93893E-17	0.186729
A3	COMB3	0.922042	-206.9578	-0.02132	4.9E-18	-6.2808E-17	0.279508
A3	COMB3	1.844085	-206.8339	0.13728	-1E-17	-5.85163E-17	0.2260487
A3	COMB4	0	-188.5838	-0.17732	2.4E-17	-4.32057E-17	0.1603971
A3	COMB4	0.922042	-188.4598	-0.01872	4.3E-18	-5.60676E-17	0.2507773
A3	COMB4	1.844085	-188.3359	0.139882	-1E-17	-5.12191E-17	0.1949193
A3	COMB5	0	-204.2864	-0.1795	2.4E-17	-4.86808E-17	0.1837134
A3	COMB5	0.922042	-204.1625	-0.0209	4.9E-18	-6.20084E-17	0.2760998
A3	COMB5	1.844085	-204.0386	0.137706	-1E-17	-5.76256E-17	0.2222481
A4	DL	0	-193.5661	-0.18437	2.8E-17	-2.61146E-17	0.09115105
A4	DL	0.922042	-193.4628	-0.0522	1.2E-17	-4.46660E-17	0.2002133
A4	DL	1.844085	-193.3596	0.079969	-4E-18	-4.84589E-17	0.187411
A4	LL	0	-35.88251	-0.01157	2.7E-18	-5.33669E-18	0.02263455
A4	LL	0.922042	-35.88251	-0.01157	2.7E-18	-7.81311E-18	0.03330309
A4	LL	1.844085	-35.88251	-0.01157	2.7E-18	-1.02895E-17	0.04397162
A4	WLKI	0	-14.61827	-0.00328	7.6E-19	-3.41571E-18	0.01452733
A4	WLKI	0.922042	-14.61827	-0.00328	7.6E-19	-4.11767E-18	0.01755141
A4	WLKI	1.844085	-14.61827	-0.00328	7.6E-19	-4.81963E-18	0.02057548

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
A4	WLKA	0	14.42247	0.003034	-7E-19	3.45412E-18	-0.01469344
A4	WLKA	0.922042	14.42247	0.003034	-7E-19	4.103568E-18	-0.0174913
A4	WLKA	1.844085	14.42247	0.003034	-7E-19	4.753017E-18	-0.02028915
A4	COMB1	0	-270.9926	-0.25811	3.9E-17	-3.65605E-17	0.1276115
A4	COMB1	0.922042	-270.848	-0.07308	1.7E-17	-6.25324E-17	0.2802986
A4	COMB1	1.844085	-270.7034	0.111956	-5E-18	-6.78424E-17	0.2623754
A4	COMB2	0	-289.6913	-0.23975	3.8E-17	-3.98762E-17	0.1455965
A4	COMB2	0.922042	-289.5674	-0.08115	1.9E-17	-6.61002E-17	0.2935408
A4	COMB2	1.844085	-289.4435	0.077449	-4E-19	-7.46139E-17	0.2952478
A4	COMB3	0	-265.5034	-0.23081	3.6E-17	-3.72721E-17	0.1345839
A4	COMB3	0.922042	-265.3795	-0.07221	1.7E-17	-6.15812E-17	0.2742789
A4	COMB3	1.844085	-265.2556	0.086396	-2E-18	-6.81801E-17	0.2677366
A4	COMB4	0	-242.2708	-0.22576	3.5E-17	-3.17763E-17	0.1112072
A4	COMB4	0.922042	-242.1469	-0.06715	1.6E-17	-5.50043E-17	0.2462447
A4	COMB4	1.844085	-242.023	0.091448	-4E-18	-6.05219E-17	0.2350449
A4	COMB5	0	-261.9152	-0.22965	3.6E-17	-3.67385E-17	0.1323204
A4	COMB5	0.922042	-261.7913	-0.07105	1.6E-17	-6.07999E-17	0.2709486
A4	COMB5	1.844085	-261.6673	0.087553	-3E-18	-6.71511E-17	0.2633394
A5	DL	0	-219.673	-0.13926	1.8E-17	-3.88126E-17	0.145716
A5	DL	0.922042	-219.5697	-0.00709	1.6E-18	-4.77095E-17	0.2131859
A5	DL	1.844085	-219.4664	0.125078	-1E-17	-4.18478E-17	0.1587913
A5	LL	0	-40.68109	-0.00292	6.8E-19	-7.72351E-18	0.03289266
A5	LL	0.922042	-40.68109	-0.00292	6.8E-19	-8.34824E-18	0.03558405
A5	LL	1.844085	-40.68109	-0.00292	6.8E-19	-8.97298E-18	0.03827544
A5	WLKI	0	-16.34523	5.29E-05	-1E-20	-4.12316E-18	0.01757532
A5	WLKI	0.922042	-16.34523	5.29E-05	-1E-20	-4.11185E-18	0.01752659
A5	WLKI	1.844085	-16.34523	5.29E-05	-1E-20	-4.10054E-18	0.01747785
A5	WLKA	0	15.95624	-0.00040	9.3E-20	4.152209E-18	-0.01770254
A5	WLKA	0.922042	15.95624	-0.00040	9.3E-20	4.066388E-18	-0.01733282
A5	WLKA	1.844085	15.95624	-0.00040	9.3E-20	3.980567E-18	-0.0169631
A5	COMB1	0	-307.5421	-0.19496	2.5E-17	-5.43377E-17	0.2040024
A5	COMB1	0.922042	-307.3976	-0.00993	2.3E-18	-6.67933E-17	0.2984602
A5	COMB1	1.844085	-307.253	0.175109	-2E-17	-5.85869E-17	0.2223079
A5	COMB2	0	-328.6973	-0.17178	2.2E-17	-5.89328E-17	0.2274874
A5	COMB2	0.922042	-328.5734	-0.01318	3.1E-18	-7.06086E-17	0.3127576
A5	COMB2	1.844085	-328.4494	0.145423	-2E-17	-6.45741E-17	0.2517903
A5	COMB3	0	-301.0924	-0.16882	2.2E-17	-5.45078E-17	0.208655
A5	COMB3	0.922042	-300.9684	-0.01022	2.4E-18	-6.55498E-17	0.2911948
A5	COMB3	1.844085	-300.8445	0.148384	-2E-17	-5.88815E-17	0.2274972
A5	COMB4	0	-275.2512	-0.16918	2.2E-17	-4.78875E-17	0.1804328
A5	COMB4	0.922042	-275.1273	-0.01058	2.5E-18	-5.90072E-17	0.2633072
A5	COMB4	1.844085	-275.0034	0.148021	-2E-17	-5.24166E-17	0.1999444
A5	COMB5	0	-297.0243	-0.16853	2.2E-17	-5.37355E-17	0.2053658
A5	COMB5	0.922042	-296.9004	-0.00993	2.3E-18	-6.4715E-17	0.2876364
A5	COMB5	1.844085	-296.7764	0.148676	-2E-17	-5.79842E-17	0.2236696

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
A6	DL	0	-233.1316	-0.15466	2.1E-17	-3.83404E-17	0.1435529
A6	DL	0.922042	-233.0284	-0.0225	5.2E-18	-5.05345E-17	0.2252276
A6	DL	1.844085	-232.9251	0.109672	-1E-17	-4.79701E-17	0.1850378
A6	LL	0	-43.09703	-0.00704	1.6E-18	-7.48805E-18	0.03184879
A6	LL	0.922042	-43.09703	-0.00704	1.6E-18	-8.99572E-18	0.0383439
A6	LL	1.844085	-43.09703	-0.00704	1.6E-18	-1.05034E-17	0.044839
A6	WLKI	0	-17.08488	-0.00243	5.6E-19	-3.82838E-18	0.01629463
A6	WLKI	0.922042	-17.08488	-0.00243	5.6E-19	-4.34752E-18	0.01853113
A6	WLKI	1.844085	-17.08488	-0.00243	5.6E-19	-4.86666E-18	0.02076762
A6	WLKA	0	16.4541	0.001935	-4E-19	3.843714E-18	-0.0163648
A6	WLKA	0.922042	16.4541	0.001935	-4E-19	4.257921E-18	-0.01814922
A6	WLKA	1.844085	16.4541	0.001935	-4E-19	4.672127E-18	-0.01993364
A6	COMB1	0	-326.3843	-0.21653	3E-17	-5.36766E-17	0.2009741
A6	COMB1	0.922042	-326.2397	-0.03149	7.3E-18	-7.07484E-17	0.3153186
A6	COMB1	1.844085	-326.0951	0.153541	-2E-17	-6.71581E-17	0.2590529
A6	COMB2	0	-348.7132	-0.19687	2.8E-17	-5.79894E-17	0.2232216
A6	COMB2	0.922042	-348.5893	-0.03827	8.9E-18	-7.50346E-17	0.3316233
A6	COMB2	1.844085	-348.4653	0.120335	-1E-17	-7.43695E-17	0.2937877
A6	COMB3	0	-319.2841	-0.19176	2.7E-17	-5.35641E-17	0.2044085
A6	COMB3	0.922042	-319.1601	-0.03316	7.7E-18	-6.95169E-17	0.3081043
A6	COMB3	1.844085	-319.0362	0.125439	-1E-17	-6.77594E-17	0.2655628
A6	COMB4	0	-292.4529	-0.18828	2.6E-17	-4.74264E-17	0.1782809
A6	COMB4	0.922042	-292.3289	-0.02967	6.9E-18	-6.26326E-17	0.27876
A6	COMB4	1.844085	-292.205	0.128928	-1E-17	-6.01284E-17	0.2330018
A6	COMB5	0	-314.9744	-0.19106	2.7E-17	-5.28152E-17	0.2012236
A6	COMB5	0.922042	-314.8504	-0.03246	7.5E-18	-6.86173E-17	0.3042699
A6	COMB5	1.844085	-314.7265	0.126144	-1E-17	-6.67091E-17	0.2610789
A7	DL	0	-236.7324	-0.19596	1.6E-17	-7.26011E-17	0.2061303
A7	DL	0.922042	-236.5431	0.046382	-1E-17	-7.38743E-17	0.2750905
A7	DL	1.844085	-236.3537	0.288727	-4E-17	-4.80859E-17	0.1205982
A7	LL	0	-43.66247	0.004209	-1E-18	-1.33076E-17	0.04569839
A7	LL	0.922042	-43.66247	0.004209	-1E-18	-1.21954E-17	0.04181793
A7	LL	1.844085	-43.66247	0.004209	-1E-18	-1.10832E-17	0.03793747
A7	WLKI	0	-17.05608	0.001941	-6E-19	-6.75461E-18	0.02319223
A7	WLKI	0.922042	-17.05608	0.001941	-6E-19	-6.24166E-18	0.02140257
A7	WLKI	1.844085	-17.05608	0.001941	-6E-19	-5.72871E-18	0.01961291
A7	WLKA	0	16.14569	-0.00208	6E-19	6.717253E-18	-0.02306636
A7	WLKA	0.922042	16.14569	-0.00208	6E-19	6.167055E-18	-0.02114675
A7	WLKA	1.844085	16.14569	-0.00208	6E-19	5.616856E-18	-0.01922714
A7	COMB1	0	-331.4254	-0.27435	2.2E-17	-1.01642E-16	0.2885824
A7	COMB1	0.922042	-331.1603	0.064935	-2E-17	-1.03424E-16	0.3851267
A7	COMB1	1.844085	-330.8952	0.404218	-6E-17	-6.73203E-17	0.1688374
A7	COMB2	0	-353.9389	-0.22842	1.7E-17	-1.08414E-16	0.3204738
A7	COMB2	0.922042	-353.7116	0.062392	-2E-17	-1.08162E-16	0.3970173
A7	COMB2	1.844085	-353.4844	0.353206	-5E-17	-7.54362E-17	0.2054178

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
A7	COMB3	0	-323.9213	-0.23108	1.8E-17	-1.0051E-16	0.2933292
A7	COMB3	0.922042	-323.694	0.059736	-2E-17	-1.0096E-16	0.3723214
A7	COMB3	1.844085	-323.4668	0.350550	-5E-17	-6.8936E-17	0.1831706
A7	COMB4	0	-297.3599	-0.2343	1.9E-17	-8.97321E-17	0.2563223
A7	COMB4	0.922042	-297.1326	0.056518	-2E-17	-9.10328E-17	0.3382819
A7	COMB4	1.844085	-296.9054	0.347332	-5E-17	-5.98595E-17	0.1520986
A7	COMB5	0	-319.555	-0.2315	1.8E-17	-9.91789E-17	0.2887594
A7	COMB5	0.922042	-319.3278	0.059315	-2E-17	-9.97402E-17	0.3681396
A7	COMB5	1.844085	-319.1006	0.35013	-5E-17	-6.78277E-17	0.1793769
A8	DL	0	-232.1329	-0.4659	9.3E-17	-5.27308E-17	0.1337182
A8	DL	0.922042	-231.9436	-0.22355	6.4E-17	-1.25341E-16	0.4515674
A8	DL	1.844085	-231.7542	0.018795	3.5E-17	-1.70889E-16	0.5459642
A8	LL	0	-42.75096	-0.04498	1.3E-17	-1.07264E-17	0.036068
A8	LL	0.922042	-42.75096	-0.04498	1.3E-17	-2.26143E-17	0.077544
A8	LL	1.844085	-42.75096	-0.04498	1.3E-17	-3.45021E-17	0.11902
A8	WLKI	0	-16.4185	-0.01298	3.7E-18	-6.18238E-18	0.02099366
A8	WLKI	0.922042	-16.4185	-0.01298	3.7E-18	-9.6124E-18	0.03296078
A8	WLKI	1.844085	-16.4185	-0.01298	3.7E-18	-1.30424E-17	0.04492791
A8	WLKA	0	15.19758	0.00971	-3E-18	6.402082E-18	-0.02179881
A8	WLKA	0.922042	15.19758	0.00971	-3E-18	8.96808E-18	-0.03075143
A8	WLKA	1.844085	15.19758	0.00971	-3E-18	1.153408E-17	-0.03970405
A8	COMB1	0	-324.9861	-0.65225	1.3E-16	-7.38231E-17	0.1872054
A8	COMB1	0.922042	-324.721	-0.31297	9E-17	-1.75477E-16	0.6321944
A8	COMB1	1.844085	-324.4559	0.026312	4.9E-17	-2.39244E-16	0.7643499
A8	COMB2	0	-346.961	-0.63105	1.3E-16	-8.04392E-17	0.2181706
A8	COMB2	0.922042	-346.7338	-0.34023	9.8E-17	-1.86591E-16	0.6659513
A8	COMB2	1.844085	-346.5066	-0.04942	6.2E-17	-2.6027E-16	0.8455891
A8	COMB3	0	-317.3449	-0.59645	1.2E-16	-7.46587E-17	0.1988975
A8	COMB3	0.922042	-317.1176	-0.30563	8.8E-17	-1.71667E-16	0.614776
A8	COMB3	1.844085	-316.8904	-0.01482	5.2E-17	-2.36202E-16	0.7625114
A8	COMB4	0	-292.052	-0.5783	1.2E-16	-6.45911E-17	0.1646635
A8	COMB4	0.922042	-291.8248	-0.28748	8.2E-17	-1.56803E-16	0.5638062
A8	COMB4	1.844085	-291.5976	0.003332	4.7E-17	-2.16540E-16	0.6948059
A8	COMB5	0	-313.0698	-0.59195	1.2E-16	-7.35860E-17	0.1952907
A8	COMB5	0.922042	-312.8426	-0.30114	8.6E-17	-1.69406E-16	0.6070216
A8	COMB5	1.844085	-312.6153	-0.01032	5.1E-17	-2.32751E-16	0.7506094
A9	DL	0	-220.7699	0.516258	-2E-16	-2.02542E-16	0.6629798
A9	DL	0.922042	-220.5806	0.758603	-2E-16	-1.55923E-17	0.07524214
A9	DL	1.844085	-220.3912	1.000948	-2E-16	1.984188E-16	-0.735948
A9	LL	0	-40.61119	0.140445	-4E-17	-3.93301E-17	0.1370879
A9	LL	0.922042	-40.61119	0.140445	-4E-17	-2.21394E-18	0.007591555
A9	LL	1.844085	-40.61119	0.140445	-4E-17	3.490227E-17	-0.1219047
A9	WLKI	0	-15.26864	0.055065	-2E-17	-1.55345E-17	0.05414008
A9	WLKI	0.922042	-15.26864	0.055065	-2E-17	-9.82075E-19	0.003367523
A9	WLKI	1.844085	-15.26864	0.055065	-2E-17	1.357035E-17	-0.04740503

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
A9	WLKA	0	13.71989	-0.05196	1.5E-17	1.41169E-17	-0.04922991
A9	WLKA	0.922042	13.71989	-0.05196	1.5E-17	3.856797E-19	-0.00132249
A9	WLKA	1.844085	13.71989	-0.05196	1.5E-17	-1.33455E-17	0.04658493
A9	COMB1	0	-309.0779	0.722761	-3E-16	-2.83558E-16	0.9281718
A9	COMB1	0.922042	-308.8128	1.062044	-3E-16	-2.18292E-17	0.105339
A9	COMB1	1.844085	-308.5477	1.401327	-3E-16	2.777863E-16	-1.030327
A9	COMB2	0	-329.9018	0.844221	-3E-16	-3.05978E-16	1.014916
A9	COMB2	0.922042	-329.6746	1.135035	-3E-16	-2.22530E-17	0.1024371
A9	COMB2	1.844085	-329.4474	1.42585	-4E-16	2.939461E-16	-1.078185
A9	COMB3	0	-301.5055	0.747829	-3E-16	-2.79076E-16	0.9211406
A9	COMB3	0.922042	-301.2783	1.038643	-3E-16	-2.08247E-17	0.09753952
A9	COMB3	1.844085	-301.0511	1.329457	-3E-16	2.699001E-16	-0.9942045
A9	COMB4	0	-278.3147	0.66221	-2E-16	-2.55355E-16	0.8384446
A9	COMB4	0.922042	-278.0875	0.953024	-3E-16	-1.97305E-17	0.09378751
A9	COMB4	1.844085	-277.8603	1.243838	-3E-16	2.483674E-16	-0.9190125
A9	COMB5	0	-297.4444	0.733784	-3E-16	-2.75143E-16	0.9074318
A9	COMB5	0.922042	-297.2172	1.024598	-3E-16	-2.06034E-17	0.09678036
A9	COMB5	1.844085	-296.99	1.315412	-3E-16	2.664099E-16	-0.982014
B1	DL	0	-8.048726	-0.26690	4.7E-17	3.398608E-17	-0.1629137
B1	DL	0.375	-8.048726	-0.19869	3.8E-17	1.804225E-17	-0.07561594
B1	DL	0.75	-8.048726	-0.13047	3.0E-17	5.196434E-18	-0.01389911
B1	DL	1.125	-8.048726	-0.06225	2.2E-17	-4.55137E-18	0.02223683
B1	DL	1.5	-8.048726	0.005961	1.4E-17	-1.12012E-17	0.03279188
B1	LL	0	-1.717096	-0.01767	4.1E-18	5.037701E-18	-0.02168276
B1	LL	0.375	-1.717096	-0.01767	4.1E-18	3.507325E-18	-0.01505471
B1	LL	0.75	-1.717096	-0.01767	4.1E-18	1.976949E-18	-0.00842667
B1	LL	1.125	-1.717096	-0.01767	4.1E-18	4.465737E-19	-0.00179862
B1	LL	1.5	-1.717096	-0.01767	4.1E-18	-1.08380E-18	0.004829422
B1	WLKI	0	-0.548032	-0.00643	1.5E-18	1.658364E-18	-0.00714500
B1	WLKI	0.375	-0.548032	-0.00643	1.5E-18	1.10174E-18	-0.00473427
B1	WLKI	0.75	-0.548032	-0.00643	1.5E-18	5.451155E-19	-0.00232353
B1	WLKI	1.125	-0.548032	-0.00643	1.5E-18	-1.15086E-20	8.72014E-05
B1	WLKI	1.5	-0.548032	-0.00643	1.5E-18	-5.68133E-19	0.002497936
B1	WLKA	0	0.6088592	0.006579	-2E-18	-1.70597E-18	0.007349705
B1	WLKA	0.375	0.6088592	0.006579	-2E-18	-1.13633E-18	0.004882589
B1	WLKA	0.75	0.6088592	0.006579	-2E-18	-5.66685E-19	0.002415472
B1	WLKA	1.125	0.6088592	0.006579	-2E-18	2.957427E-21	-5.1645E-05
B1	WLKA	1.5	0.6088592	0.006579	-2E-18	5.725998E-19	-0.00251876
B1	COMB1	0	-11.26822	-0.37366	6.5E-17	4.758051E-17	-0.2280791
B1	COMB1	0.375	-11.26822	-0.27816	5.4E-17	2.525915E-17	-0.1058623
B1	COMB1	0.75	-11.26822	-0.18266	4.2E-17	7.275008E-18	-0.01945875
B1	COMB1	1.125	-11.26822	-0.08716	3.1E-17	-6.37191E-18	0.03113157
B1	COMB1	1.5	-11.26822	0.008345	1.9E-17	-1.56816E-17	0.04590863
B1	COMB2	0	-12.40583	-0.34856	6.3E-17	4.884362E-17	-0.2301888
B1	COMB2	0.375	-12.40583	-0.26670	5.3E-17	2.726242E-17	-0.1148267

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
B1	COMB2	0.75	-12.40583	-0.18484	4.3E-17	9.398841E-18	-0.0301616
B1	COMB2	1.125	-12.40583	-0.10299	3.3E-17	-4.74712E-18	0.0238064
B1	COMB2	1.5	-12.40583	-0.02113	2.3E-17	-1.51755E-17	0.04707733
B1	COMB3	0	-11.12716	-0.33603	6E-17	4.513261E-17	-0.2142221
B1	COMB3	0.375	-11.12716	-0.25417	5E-17	2.463648E-17	-0.1035594
B1	COMB3	0.75	-11.12716	-0.17231	4E-17	7.857983E-18	-0.02359376
B1	COMB3	1.125	-11.12716	-0.09045	3E-17	-5.20290E-18	0.02567479
B1	COMB3	1.5	-11.12716	-0.00859	2E-17	-1.45462E-17	0.04424626
B1	COMB4	0	-10.20164	-0.32562	5.7E-17	4.244114E-17	-0.2026263
B1	COMB4	0.375	-10.20164	-0.24377	4.7E-17	2.284603E-17	-0.09586589
B1	COMB4	0.75	-10.20164	-0.16191	3.7E-17	6.968543E-18	-0.01980255
B1	COMB4	1.125	-10.20164	-0.08005	2.7E-17	-5.19133E-18	0.02556371
B1	COMB4	1.5	-10.20164	0.001812	1.8E-17	-1.36336E-17	0.0402329
B1	COMB5	0	-10.95545	-0.33426	5.9E-17	4.462884E-17	-0.2120538
B1	COMB5	0.375	-10.95545	-0.25240	4.9E-17	2.428575E-17	-0.1020539
B1	COMB5	0.75	-10.95545	-0.17054	3.9E-17	7.660288E-18	-0.02275109
B1	COMB5	1.125	-10.95545	-0.08869	2.9E-17	-5.24756E-18	0.02585465
B1	COMB5	1.5	-10.95545	-0.00683	2E-17	-1.44378E-17	0.04376331
B2	DL	0	-9.24442	0.162420	-5E-17	-3.52836E-17	0.1347328
B2	DL	0.876387	-9.333567	0.294588	-7E-17	1.756357E-17	-0.06552452
B2	DL	1.752774	-9.422713	0.426755	-8E-17	8.443844E-17	-0.3816115
B2	LL	0	-1.996334	0.053565	-1E-17	-6.97227E-18	0.0302676
B2	LL	0.876387	-1.996334	0.053565	-1E-17	3.912365E-18	-0.0166763
B2	LL	1.752774	-1.996334	0.053565	-1E-17	1.4797E-17	-0.0636202
B2	WLKI	0	8.756528	0.018446	-4E-18	-3.90627E-18	0.01683924
B2	WLKI	0.876387	8.756528	0.018446	-4E-18	-1.58012E-19	0.000673518
B2	WLKI	1.752774	8.756528	0.018446	-4E-18	3.590249E-18	-0.01549221
B2	WLKA	0	-8.683237	-0.01862	4.3E-18	3.925182E-18	-0.01692158
B2	WLKA	0.876387	-8.683237	-0.01862	4.3E-18	1.425085E-19	-0.00060744
B2	WLKA	1.752774	-8.683237	-0.01862	4.3E-18	-3.64017E-18	0.0157067
B2	COMB1	0	-12.94219	0.227388	-7E-17	-4.93970E-17	0.188626
B2	COMB1	0.876387	-13.06699	0.412423	-1E-16	2.4589E-17	-0.09173433
B2	COMB1	1.752774	-13.1918	0.597457	-1E-16	1.182138E-16	-0.534256
B2	COMB2	0	-14.28744	0.280609	-8E-17	-5.34959E-17	0.2101076
B2	COMB2	0.876387	-14.39441	0.43921	-1E-16	2.733607E-17	-0.1053115
B2	COMB2	1.752774	-14.50139	0.597811	-1E-16	1.250013E-16	-0.5597261
B2	COMB3	0	-5.285882	0.241800	-7E-17	-4.96487E-17	0.1933113
B2	COMB3	0.876387	-5.392858	0.400401	-9E-17	2.329729E-17	-0.08809639
B2	COMB3	1.752774	-5.499834	0.559002	-1E-16	1.130765E-16	-0.5084996
B2	COMB4	0	-19.23769	0.212151	-7E-17	-4.33835E-17	0.1663027
B2	COMB4	0.876387	-19.34467	0.370752	-9E-17	2.353771E-17	-0.08912116
B2	COMB4	1.752774	-19.45164	0.529353	-1E-16	1.072922E-16	-0.4835405
B2	COMB5	0	-5.086248	0.236444	-7E-17	-4.89514E-17	0.1902846
B2	COMB5	0.876387	-5.193224	0.395045	-9E-17	2.290606E-17	-0.08642876
B2	COMB5	1.752774	-5.3002	0.553646	-1E-16	1.115968E-16	-0.5021376

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
B3	DL	0	81.46598	-0.04445	-4E-18	-4.57375E-17	0.1771735
B3	DL	0.876387	81.37683	0.087722	-2E-17	-3.49261E-17	0.1582106
B3	DL	1.752774	81.28769	0.219890	-4E-17	-1.00867E-17	0.02341664
B3	LL	0	15.00621	0.016152	-4E-18	-9.23893E-18	0.03954598
B3	LL	0.876387	15.00621	0.016152	-4E-18	-5.95671E-18	0.02539022
B3	LL	1.752774	15.00621	0.016152	-4E-18	-2.67448E-18	0.01123446
B3	WLKI	0	15.079	0.005720	-1E-18	-4.73103E-18	0.02022442
B3	WLKI	0.876387	15.079	0.005720	-1E-18	-3.56865E-18	0.01521123
B3	WLKI	1.752774	15.079	0.005720	-1E-18	-2.40627E-18	0.01019804
B3	WLKA	0	-15.02774	-0.00568	1.3E-18	4.742221E-18	-0.02027168
B3	WLKA	0.876387	-15.02774	-0.00568	1.3E-18	3.588434E-18	-0.01529556
B3	WLKA	1.752774	-15.02774	-0.00568	1.3E-18	2.434648E-18	-0.01031944
B3	COMB1	0	114.0524	-0.06223	-6E-18	-6.40325E-17	0.2480429
B3	COMB1	0.876387	113.9276	0.122811	-3E-17	-4.88965E-17	0.2214948
B3	COMB1	1.752774	113.8028	0.307846	-5E-17	-1.41214E-17	0.03278329
B3	COMB2	0	121.7691	-0.02749	-1E-17	-6.96673E-17	0.2758818
B3	COMB2	0.876387	121.6621	0.13111	-3E-17	-5.1442E-17	0.230477
B3	COMB2	1.752774	121.5552	0.289712	-5E-17	-1.63832E-17	0.0460751
B3	COMB3	0	118.8261	-0.03907	-9E-18	-6.42132E-17	0.2525153
B3	COMB3	0.876387	118.7191	0.119534	-3E-17	-4.83402E-17	0.2172558
B3	COMB3	1.752774	118.6122	0.278136	-5E-17	-1.56338E-17	0.04299907
B3	COMB4	0	94.74071	-0.04819	-6E-18	-5.66346E-17	0.2201185
B3	COMB4	0.876387	94.63373	0.110415	-3E-17	-4.26146E-17	0.1928504
B3	COMB4	1.752774	94.52676	0.269017	-4E-17	-1.17610E-17	0.02658509
B3	COMB5	0	117.3255	-0.04068	-8E-18	-6.32893E-17	0.2485608
B3	COMB5	0.876387	117.2185	0.117919	-3E-17	-4.77445E-17	0.2147168
B3	COMB5	1.752774	117.1115	0.276521	-5E-17	-1.53663E-17	0.04187563
B4	DL	0	143.4001	-0.06093	-5E-19	-5.00016E-17	0.1951802
B4	DL	0.876387	143.311	0.071234	-2E-17	-4.25404E-17	0.1906664
B4	DL	1.752774	143.2218	0.203402	-3E-17	-2.10515E-17	0.07032232
B4	LL	0	26.57198	0.012372	-3E-18	-9.96088E-18	0.04258456
B4	LL	0.876387	26.57198	0.012372	-3E-18	-7.44687E-18	0.03174201
B4	LL	1.752774	26.57198	0.012372	-3E-18	-4.93287E-18	0.02089945
B4	WLKI	0	19.12891	0.003771	-9E-19	-4.81289E-18	0.02055337
B4	WLKI	0.876387	19.12891	0.003771	-9E-19	-4.04661E-18	0.0172485
B4	WLKI	1.752774	19.12891	0.003771	-9E-19	-3.28032E-18	0.01394362
B4	WLKA	0	-18.98619	-0.00357	8.3E-19	4.77642E-18	-0.02039589
B4	WLKA	0.876387	-18.98619	-0.00357	8.3E-19	4.050409E-18	-0.01726471
B4	WLKA	1.752774	-18.98619	-0.00357	8.3E-19	3.324399E-18	-0.01413353
B4	COMB1	0	200.7602	-0.08531	-7E-19	-7.00022E-17	0.2732522
B4	COMB1	0.876387	200.6354	0.099728	-2E-17	-5.95566E-17	0.266933
B4	COMB1	1.752774	200.5106	0.284763	-5E-17	-2.94720E-17	0.09845125
B4	COMB2	0	214.5953	-0.05333	-5E-18	-7.59393E-17	0.3023515
B4	COMB2	0.876387	214.4883	0.105276	-2E-17	-6.29635E-17	0.2795869
B4	COMB2	1.752774	214.3814	0.263878	-4E-17	-3.31543E-17	0.1178259

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
B4	COMB3	0	203.3265	-0.06268	-3E-18	-6.98287E-17	0.2762097
B4	COMB3	0.876387	203.2195	0.095921	-2E-17	-5.87539E-17	0.2616437
B4	COMB3	1.752774	203.1125	0.254523	-4E-17	-3.08457E-17	0.1080813
B4	COMB4	0	172.8344	-0.06856	-2E-18	-6.21573E-17	0.2434502
B4	COMB4	0.876387	172.7274	0.090046	-2E-17	-5.22763E-17	0.2340331
B4	COMB4	1.752774	172.6204	0.248648	-4E-17	-2.55619E-17	0.08561963
B4	COMB5	0	200.6693	-0.06392	-3E-18	-6.88327E-17	0.2719512
B4	COMB5	0.876387	200.5623	0.094684	-2E-17	-5.80092E-17	0.2584695
B4	COMB5	1.752774	200.4553	0.253286	-4E-17	-3.03524E-17	0.1059914
B5	DL	0	183.9527	-0.09059	6.4E-18	-4.87802E-17	0.1896704
B5	DL	0.876387	183.8635	0.041578	-1E-17	-4.73454E-17	0.2111473
B5	DL	1.752774	183.7744	0.173746	-3E-17	-3.18827E-17	0.1167938
B5	LL	0	34.10143	0.006987	-2E-18	-9.74875E-18	0.04162522
B5	LL	0.876387	34.10143	0.006987	-2E-18	-8.32907E-18	0.03550232
B5	LL	1.752774	34.10143	0.006987	-2E-18	-6.90938E-18	0.02937942
B5	WLKI	0	21.50933	0.00189	-4E-19	-4.60081E-18	0.01963011
B5	WLKI	0.876387	21.50933	0.00189	-4E-19	-4.21678E-18	0.01797385
B5	WLKI	1.752774	21.50933	0.00189	-4E-19	-3.83275E-18	0.0163176
B5	WLKA	0	-21.19308	-0.00158	3.7E-19	4.511942E-18	-0.01924818
B5	WLKA	0.876387	-21.19308	-0.00158	3.7E-19	4.19041E-18	-0.01786145
B5	WLKA	1.752774	-21.19308	-0.00158	3.7E-19	3.868877E-18	-0.01647473
B5	COMB1	0	257.5337	-0.12683	8.9E-18	-6.82923E-17	0.2655386
B5	COMB1	0.876387	257.4089	0.058209	-1E-17	-6.62835E-17	0.2956062
B5	COMB1	1.752774	257.2841	0.243244	-4E-17	-4.46358E-17	0.1635114
B5	COMB2	0	275.3055	-0.09753	5.0E-18	-7.41343E-17	0.2942049
B5	COMB2	0.876387	275.1985	0.061072	-1E-17	-7.01409E-17	0.3101805
B5	COMB2	1.752774	275.0915	0.219673	-3E-17	-4.93143E-17	0.1871597
B5	COMB3	0	258.4115	-0.10300	6.3E-18	-6.80662E-17	0.2682837
B5	COMB3	0.876387	258.3045	0.055597	-1E-17	-6.51853E-17	0.2890572
B5	COMB3	1.752774	258.1976	0.214199	-3E-17	-4.54711E-17	0.1708343
B5	COMB4	0	224.2496	-0.10578	7E-18	-6.0776E-17	0.2371811
B5	COMB4	0.876387	224.1426	0.052819	-1E-17	-5.84596E-17	0.260389
B5	COMB4	1.752774	224.0356	0.211421	-3E-17	-3.93098E-17	0.1446005
B5	COMB5	0	255.0014	-0.10370	6.5E-18	-6.70913E-17	0.2641212
B5	COMB5	0.876387	254.8944	0.054899	-1E-17	-6.43524E-17	0.285507
B5	COMB5	1.752774	254.7874	0.213500	-3E-17	-4.47801E-17	0.1678964
B6	DL	0	208.7839	-0.09738	7.9E-18	-4.90328E-17	0.1906776
B6	DL	0.876387	208.6948	0.034785	-8E-18	-4.89783E-17	0.2181075
B6	DL	1.752774	208.6056	0.166953	-2E-17	-3.48959E-17	0.1297071
B6	LL	0	38.66605	0.0054	-1E-18	-9.69551E-18	0.04138204
B6	LL	0.876387	38.66605	0.0054	-1E-18	-8.59830E-18	0.03664993
B6	LL	1.752774	38.66605	0.0054	-1E-18	-7.50109E-18	0.03191782
B6	WLKI	0	22.66066	0.001053	-2E-19	-4.38734E-18	0.01871165
B6	WLKI	0.876387	22.66066	0.001053	-2E-19	-4.17338E-18	0.01778888
B6	WLKI	1.752774	22.66066	0.001053	-2E-19	-3.95943E-18	0.01686611

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
B6	WLKA	0	-22.11021	-0.00066	1.5E-19	4.24948E-18	-0.01812
B6	WLKA	0.876387	-22.11021	-0.00066	1.5E-19	4.115432E-18	-0.01754187
B6	WLKA	1.752774	-22.11021	-0.00066	1.5E-19	3.981384E-18	-0.01696374
B6	COMB1	0	292.2975	-0.13634	1.1E-17	-6.8646E-17	0.2669487
B6	COMB1	0.876387	292.1727	0.048699	-1E-17	-6.85696E-17	0.3053505
B6	COMB1	1.752774	292.0479	0.233734	-3E-17	-4.88543E-17	0.1815899
B6	COMB2	0	312.4064	-0.10822	7.5E-18	-7.43522E-17	0.2950244
B6	COMB2	0.876387	312.2994	0.050382	-1E-17	-7.25312E-17	0.3203689
B6	COMB2	1.752774	312.1924	0.208983	-3E-17	-5.38769E-17	0.206717
B6	COMB3	0	291.8689	-0.11278	8.6E-18	-6.81666E-17	0.2686117
B6	COMB3	0.876387	291.7619	0.045824	-1E-17	-6.72716E-17	0.2979501
B6	COMB3	1.752774	291.6549	0.204426	-3E-17	-4.95433E-17	0.1882921
B6	COMB4	0	256.0522	-0.11415	8.9E-18	-6.12571E-17	0.2391464
B6	COMB4	0.876387	255.9452	0.044454	-1E-17	-6.06406E-17	0.2696854
B6	COMB4	1.752774	255.8382	0.203056	-3E-17	-4.31907E-17	0.1612282
B6	COMB5	0	288.0023	-0.11332	8.7E-18	-6.71970E-17	0.2644735
B6	COMB5	0.876387	287.8953	0.045284	-1E-17	-6.64118E-17	0.2942851
B6	COMB5	1.752774	287.7883	0.203886	-3E-17	-4.87932E-17	0.1851003
B7	DL	0	221.5798	-0.15392	2.1E-17	-3.22384E-17	0.1185132
B7	DL	0.876387	221.4906	-0.02175	5.0E-18	-4.36722E-17	0.1954904
B7	DL	1.752774	221.4015	0.110417	-1E-17	-4.10781E-17	0.1566372
B7	LL	0	40.96138	-0.00437	1.0E-18	-6.80113E-18	0.02894478
B7	LL	0.876387	40.96138	-0.00437	1.0E-18	-7.68953E-18	0.03277631
B7	LL	1.752774	40.96138	-0.00437	1.0E-18	-8.57793E-18	0.03660784
B7	WLKI	0	22.87037	-0.00246	5.7E-19	-3.24205E-18	0.01379395
B7	WLKI	0.876387	22.87037	-0.00246	5.7E-19	-3.74098E-18	0.01594578
B7	WLKI	1.752774	22.87037	-0.00246	5.7E-19	-4.23991E-18	0.01809761
B7	WLKA	0	-22.03963	0.003028	-7E-19	3.024237E-18	-0.01285968
B7	WLKA	0.876387	-22.03963	0.003028	-7E-19	3.639463E-18	-0.01551307
B7	WLKA	1.752774	-22.03963	0.003028	-7E-19	4.254689E-18	-0.01816645
B7	COMB1	0	310.2117	-0.21549	2.9E-17	-4.51338E-17	0.1659185
B7	COMB1	0.876387	310.0869	-0.03045	7.1E-18	-6.11410E-17	0.2736865
B7	COMB1	1.752774	309.962	0.154584	-2E-17	-5.75093E-17	0.2192921
B7	COMB2	0	331.4339	-0.1917	2.7E-17	-4.95679E-17	0.1885275
B7	COMB2	0.876387	331.3269	-0.0331	7.7E-18	-6.47098E-17	0.2870305
B7	COMB2	1.752774	331.2199	0.125506	-1E-17	-6.30183E-17	0.2465372
B7	COMB3	0	308.7688	-0.18929	2.6E-17	-4.53605E-17	0.1706179
B7	COMB3	0.876387	308.6618	-0.03069	7.1E-18	-6.00131E-17	0.2670108
B7	COMB3	1.752774	308.5549	0.127913	-1E-17	-5.78324E-17	0.2244074
B7	COMB4	0	272.8408	-0.18490	2.5E-17	-4.03474E-17	0.149295
B7	COMB4	0.876387	272.7338	-0.02630	6.1E-18	-5.41087E-17	0.2418438
B7	COMB4	1.752774	272.6269	0.1323	-1E-17	-5.10367E-17	0.1953962
B7	COMB5	0	304.6727	-0.18885	2.6E-17	-4.46803E-17	0.1677234
B7	COMB5	0.876387	304.5657	-0.03025	7.0E-18	-5.92441E-17	0.2637332
B7	COMB5	1.752774	304.4587	0.128351	-1E-17	-5.69746E-17	0.2207467

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
B8	DL	0	224.983	-0.1777	2.3E-17	-2.42606E-17	0.07361278
B8	DL	0.876387	224.8738	-0.01584	3.9E-18	-3.62438E-17	0.1584181
B8	DL	1.752774	224.7646	0.146025	-2E-17	-3.10477E-17	0.1013705
B8	LL	0	41.50648	-0.00421	1.0E-18	-5.04449E-18	0.02032029
B8	LL	0.876387	41.50648	-0.00421	1.0E-18	-5.94715E-18	0.02401196
B8	LL	1.752774	41.50648	-0.00421	1.0E-18	-6.84982E-18	0.02770363
B8	WLKI	0	22.35526	-0.00413	1.0E-18	-1.94267E-18	0.007797411
B8	WLKI	0.876387	22.35526	-0.00413	1.0E-18	-2.82852E-18	0.01142031
B8	WLKI	1.752774	22.35526	-0.00413	1.0E-18	-3.71437E-18	0.01504321
B8	WLKA	0	-21.20714	0.00378	-9E-19	2.059212E-18	-0.00827192
B8	WLKA	0.876387	-21.20714	0.00378	-9E-19	2.869206E-18	-0.01158458
B8	WLKA	1.752774	-21.20714	0.00378	-9E-19	3.679201E-18	-0.01489725
B8	COMB1	0	314.9762	-0.24878	3.3E-17	-3.39648E-17	0.1030579
B8	COMB1	0.876387	314.8233	-0.02217	5.4E-18	-5.07413E-17	0.2217854
B8	COMB1	1.752774	314.6705	0.204435	-2E-17	-4.34668E-17	0.1419187
B8	COMB2	0	336.39	-0.21998	3E-17	-3.71838E-17	0.1208478
B8	COMB2	0.876387	336.2589	-0.02574	6.3E-18	-5.3008E-17	0.2285209
B8	COMB2	1.752774	336.1279	0.16849	-2E-17	-4.8217E-17	0.1659704
B8	COMB3	0	312.7677	-0.21907	3E-17	-3.36935E-17	0.1067654
B8	COMB3	0.876387	312.6367	-0.02484	6.1E-18	-4.93237E-17	0.2136451
B8	COMB3	1.752774	312.5056	0.169395	-2E-17	-4.43386E-17	0.1503013
B8	COMB4	0	277.9178	-0.21274	2.8E-17	-3.0492E-17	0.09390997
B8	COMB4	0.876387	277.7867	-0.01851	4.5E-18	-4.47655E-17	0.1952412
B8	COMB4	1.752774	277.6557	0.175726	-2E-17	-3.84238E-17	0.1263489
B8	COMB5	0	308.617	-0.21865	2.9E-17	-3.31891E-17	0.1047334
B8	COMB5	0.876387	308.486	-0.02442	6E-18	-4.87289E-17	0.211244
B8	COMB5	1.752774	308.355	0.169816	-2E-17	-4.36537E-17	0.147531
B9	DL	0	220.3036	-0.06023	-5E-18	-6.66981E-17	0.2462703
B9	DL	0.876387	220.1945	0.101631	-2E-17	-5.35093E-17	0.2281284
B9	DL	1.752774	220.0853	0.263492	-4E-17	-2.31411E-17	0.06813353
B9	LL	0	40.58126	0.021183	-5E-18	-1.42480E-17	0.05776415
B9	LL	0.876387	40.58126	0.021183	-5E-18	-9.70878E-18	0.03919977
B9	LL	1.752774	40.58126	0.021183	-5E-18	-5.16953E-18	0.02063538
B9	WLKI	0	21.23356	0.012093	-3E-18	-7.53581E-18	0.03056151
B9	WLKI	0.876387	21.23356	0.012093	-3E-18	-4.94436E-18	0.01996313
B9	WLKI	1.752774	21.23356	0.012093	-3E-18	-2.35291E-18	0.009364747
B9	WLKA	0	-19.74562	-0.00706	1.7E-18	5.817983E-18	-0.02356941
B9	WLKA	0.876387	-19.74562	-0.00706	1.7E-18	4.30479E-18	-0.01738083
B9	WLKA	1.752774	-19.74562	-0.00706	1.7E-18	2.791597E-18	-0.01119226
B9	COMB1	0	308.4251	-0.08432	-7E-18	-9.33773E-17	0.3447785
B9	COMB1	0.876387	308.2722	0.142284	-3E-17	-7.4913E-17	0.3193798
B9	COMB1	1.752774	308.1194	0.368889	-6E-17	-3.23976E-17	0.09538694
B9	COMB2	0	329.2944	-0.03838	-1E-17	-1.02835E-16	0.3879471
B9	COMB2	0.876387	329.1634	0.155850	-4E-17	-7.97452E-17	0.3364737
B9	COMB2	1.752774	329.0323	0.350084	-6E-17	-3.60406E-17	0.1147768

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
B9	COMB3	0	305.7	-0.04989	-1E-17	-9.46152E-17	0.3546321
B9	COMB3	0.876387	305.569	0.144342	-4E-17	-7.39919E-17	0.3132445
B9	COMB3	1.752774	305.438	0.338575	-6E-17	-3.27534E-17	0.1016333
B9	COMB4	0	272.9166	-0.06522	-8E-18	-8.39321E-17	0.3113274
B9	COMB4	0.876387	272.7856	0.129018	-3E-17	-6.65926E-17	0.2833693
B9	COMB4	1.752774	272.6546	0.323252	-6E-17	-2.86378E-17	0.08518766
B9	COMB5	0	301.6418	-0.05201	-1E-17	-9.31904E-17	0.3488557
B9	COMB5	0.876387	301.5108	0.142224	-3E-17	-7.3021E-17	0.3093245
B9	COMB5	1.752774	301.3798	0.336457	-6E-17	-3.22365E-17	0.09956973
D1	DL	0	75.5925	-0.07564	1.2E-17	8.578186E-18	-0.04248956
D1	DL	0.732804	75.58575	-0.02429	5.7E-18	2.114947E-18	-0.00587327
D1	DL	1.465608	75.57901	0.027056	-5E-19	2.08767E-19	-0.00688548
D1	LL	0	14.16836	-0.00392	9.2E-19	1.237291E-18	-0.00524719
D1	LL	0.732804	14.16836	-0.00392	9.2E-19	5.626133E-19	-0.00237706
D1	LL	1.465608	14.16836	-0.00392	9.2E-19	-1.12064E-19	0.000493063
D1	WLKI	0	5.272154	0.001596	-4E-19	-3.23843E-19	0.001376229
D1	WLKI	0.732804	5.272154	0.001596	-4E-19	-4.89485E-20	0.000206809
D1	WLKI	1.465608	5.272154	0.001596	-4E-19	2.259461E-19	-0.00096261
D1	WLKA	0	-5.290497	-0.00156	3.7E-19	3.157761E-19	-0.00134196
D1	WLKA	0.732804	-5.290497	-0.00156	3.7E-19	4.71977E-20	-0.00019941
D1	WLKA	1.465608	-5.290497	-0.00156	3.7E-19	-2.21381E-19	0.000943139
D1	COMB1	0	105.8295	-0.1059	1.7E-17	1.200946E-17	-0.05948538
D1	COMB1	0.732804	105.8201	-0.03401	8E-18	2.960926E-18	-0.00822257
D1	COMB1	1.465608	105.8106	0.037878	-7E-19	2.922739E-19	-0.00963968
D1	COMB2	0	113.3804	-0.09704	1.6E-17	1.227349E-17	-0.05938297
D1	COMB2	0.732804	113.3723	-0.03542	8.3E-18	3.438118E-18	-0.01085122
D1	COMB2	1.465608	113.3642	0.026200	8.6E-19	7.121757E-20	-0.00747368
D1	COMB3	0	103.4297	-0.09184	1.5E-17	1.077712E-17	-0.0530348
D1	COMB3	0.732804	103.4216	-0.03023	7.1E-18	2.836346E-18	-0.00830871
D1	COMB3	1.465608	103.4136	0.031394	-4E-19	3.640387E-19	-0.00873683
D1	COMB4	0	94.97961	-0.09437	1.5E-17	1.128882E-17	-0.05520935
D1	COMB4	0.732804	94.97152	-0.03275	7.7E-18	2.913263E-18	-0.00863369
D1	COMB4	1.465608	94.96343	0.02887	2.4E-19	6.177305E-21	-0.00721223
D1	COMB5	0	102.0129	-0.09145	1.4E-17	1.065339E-17	-0.05251008
D1	COMB5	0.732804	102.0048	-0.02983	7.0E-18	2.780085E-18	-0.00807100
D1	COMB5	1.465608	101.9967	0.031785	-4E-19	3.752451E-19	-0.00878614
D2	DL	0	52.70407	0.017906	-1E-17	-1.52118E-17	0.05836767
D2	DL	0.746889	52.69184	0.069255	-2E-17	-5.37189E-18	0.0258178
D2	DL	1.493779	52.67961	0.120604	-2E-17	9.112741E-18	-0.04508437
D2	LL	0	9.838975	0.013986	-3E-18	-3.29268E-18	0.01398033
D2	LL	0.746889	9.838975	0.013986	-3E-18	-8.36481E-19	0.003534164
D2	LL	1.493779	9.838975	0.013986	-3E-18	1.619712E-18	-0.006912
D2	WLKI	0	3.446291	0.006291	-1E-18	-1.53565E-18	0.006519055
D2	WLKI	0.746889	3.446291	0.006291	-1E-18	-4.30767E-19	0.001820006
D2	WLKI	1.493779	3.446291	0.006291	-1E-18	6.741143E-19	-0.00287904

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
D2	WLKA	0	-3.368417	-0.00627	1.5E-18	1.534953E-18	-0.00651601
D2	WLKA	0.746889	-3.368417	-0.00627	1.5E-18	4.339025E-19	-0.00183325
D2	WLKA	1.493779	-3.368417	-0.00627	1.5E-18	-6.67148E-19	0.002849503
D2	COMB1	0	73.78571	0.025068	-1E-17	-2.12965E-17	0.08171473
D2	COMB1	0.746889	73.76858	0.096957	-2E-17	-7.52065E-18	0.03614492
D2	COMB1	1.493779	73.75146	0.168846	-3E-17	1.275784E-17	-0.06311812
D2	COMB2	0	78.98725	0.043865	-2E-17	-2.35225E-17	0.09240972
D2	COMB2	0.746889	78.97257	0.105484	-2E-17	-7.78464E-18	0.03663602
D2	COMB2	1.493779	78.95789	0.167103	-3E-17	1.352683E-17	-0.06516045
D2	COMB3	0	71.90531	0.034912	-2E-17	-2.14583E-17	0.08364464
D2	COMB3	0.746889	71.89063	0.096531	-2E-17	-7.29277E-18	0.03455786
D2	COMB3	1.493779	71.87595	0.15815	-3E-17	1.244641E-17	-0.06055168
D2	COMB4	0	66.45354	0.024863	-1E-17	-1.90018E-17	0.07321659
D2	COMB4	0.746889	66.43886	0.086482	-2E-17	-6.60104E-18	0.03163525
D2	COMB4	1.493779	66.42419	0.148101	-3E-17	1.13734E-17	-0.05596884
D2	COMB5	0	70.92141	0.033513	-1E-17	-2.11290E-17	0.08224661
D2	COMB5	0.746889	70.90673	0.095132	-2E-17	-7.20912E-18	0.03420445
D2	COMB5	1.493779	70.89205	0.156751	-3E-17	1.228444E-17	-0.05986048
D3	DL	0	35.50946	-0.00989	-4E-18	-9.47274E-18	0.03379644
D3	DL	0.768594	35.49174	0.041454	-1E-17	-4.36832E-18	0.02166837
D3	DL	1.537189	35.47402	0.092803	-2E-17	5.515758E-18	-0.02992628
D3	LL	0	6.589304	0.008706	-2E-18	-2.21798E-18	0.009412586
D3	LL	0.768594	6.589304	0.008706	-2E-18	-6.43993E-19	0.002720894
D3	LL	1.537189	6.589304	0.008706	-2E-18	9.299885E-19	-0.0039708
D3	WLKI	0	2.083879	0.00415	-1E-18	-1.10345E-18	0.004681907
D3	WLKI	0.768594	2.083879	0.00415	-1E-18	-3.53221E-19	0.001492371
D3	WLKI	1.537189	2.083879	0.00415	-1E-18	3.970038E-19	-0.00169717
D3	WLKA	0	-1.931921	-0.00398	9.4E-19	1.071812E-18	-0.00454743
D3	WLKA	0.768594	-1.931921	-0.00398	9.4E-19	3.527874E-19	-0.00149054
D3	WLKA	1.537189	-1.931921	-0.00398	9.4E-19	-3.66237E-19	0.001566352
D3	COMB1	0	49.71324	-0.01385	-5E-18	-1.32618E-17	0.04731501
D3	COMB1	0.768594	49.68844	0.058036	-1E-17	-6.11565E-18	0.03033572
D3	COMB1	1.537189	49.66363	0.129924	-2E-17	7.722061E-18	-0.04189679
D3	COMB2	0	53.15424	0.002056	-8E-18	-1.49161E-17	0.05561586
D3	COMB2	0.768594	53.13298	0.063675	-1E-17	-6.27237E-18	0.03035547
D3	COMB2	1.537189	53.11171	0.125294	-2E-17	8.106891E-18	-0.04226481
D3	COMB3	0	48.23203	-0.00333	-6E-18	-1.35808E-17	0.0499488
D3	COMB3	0.768594	48.21077	0.058289	-1E-17	-5.91096E-18	0.02882848
D3	COMB3	1.537189	48.18951	0.119907	-2E-17	7.494505E-18	-0.03965175
D3	COMB4	0	45.01939	-0.00983	-5E-18	-1.18406E-17	0.04256533
D3	COMB4	0.768594	44.99813	0.051787	-1E-17	-5.34615E-18	0.02644215
D3	COMB4	1.537189	44.97687	0.113406	-2E-17	6.883912E-18	-0.03704093
D3	COMB5	0	47.5731	-0.00420	-6E-18	-1.33590E-17	0.04900754
D3	COMB5	0.768594	47.55185	0.057418	-1E-17	-5.84656E-18	0.02855639
D3	COMB5	1.537189	47.53058	0.119037	-2E-17	7.401506E-18	-0.03925467

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
D4	DL	0	22.57153	-0.01973	-1E-18	-7.82335E-18	0.02653551
D4	DL	0.797297	22.54833	0.031614	-7E-18	-4.37107E-18	0.02179995
D4	DL	1.594594	22.52512	0.082963	-1E-17	4.039352E-18	-0.02387603
D4	LL	0	4.143969	0.006829	-2E-18	-1.92048E-18	0.008145564
D4	LL	0.797297	4.143969	0.006829	-2E-18	-6.39179E-19	0.002700554
D4	LL	1.594594	4.143969	0.006829	-2E-18	6.421251E-19	-0.00274446
D4	WLKI	0	1.045277	0.002905	-7E-19	-8.66076E-19	0.003672582
D4	WLKI	0.797297	1.045277	0.002905	-7E-19	-3.21045E-19	0.001356424
D4	WLKI	1.594594	1.045277	0.002905	-7E-19	2.23987E-19	-0.00095973
D4	WLKA	0	-0.832576	-0.00261	6.1E-19	8.079598E-19	-0.00342567
D4	WLKA	0.797297	-0.832576	-0.00261	6.1E-19	3.186819E-19	-0.00134644
D4	WLKA	1.594594	-0.832576	-0.00261	6.1E-19	-1.70596E-19	0.000732785
D4	COMB1	0	31.60014	-0.02763	-2E-18	-1.09527E-17	0.03714972
D4	COMB1	0.797297	31.56766	0.04426	-1E-17	-6.11950E-18	0.03051993
D4	COMB1	1.594594	31.53517	0.116148	-2E-17	5.655093E-18	-0.03342644
D4	COMB2	0	33.71619	-0.01276	-4E-18	-1.24608E-17	0.04487552
D4	COMB2	0.797297	33.68834	0.048864	-1E-17	-6.26798E-18	0.03048083
D4	COMB2	1.594594	33.6605	0.110483	-2E-17	5.874623E-18	-0.03304237
D4	COMB3	0	30.40844	-0.01726	-3E-18	-1.12332E-17	0.03966802
D4	COMB3	0.797297	30.3806	0.044358	-1E-17	-5.88563E-18	0.02886541
D4	COMB3	1.594594	30.35275	0.105977	-2E-17	5.411687E-18	-0.0310657
D4	COMB4	0	28.90616	-0.02167	-2E-18	-9.89394E-18	0.03398942
D4	COMB4	0.797297	28.87831	0.039948	-9E-18	-5.37385E-18	0.02670312
D4	COMB4	1.594594	28.85047	0.101567	-2E-17	5.096021E-18	-0.02971168
D4	COMB5	0	29.99404	-0.01794	-3E-18	-1.10411E-17	0.03885347
D4	COMB5	0.797297	29.9662	0.043676	-1E-17	-5.82171E-18	0.02859536
D4	COMB5	1.594594	29.93835	0.105294	-2E-17	5.347475E-18	-0.03079125
D5	DL	0	12.13256	-0.03522	2.4E-18	-4.67407E-18	0.01286296
D5	DL	0.832273	12.10387	0.016126	-4E-18	-4.10219E-18	0.02081009
D5	DL	1.664546	12.07518	0.067475	-1E-17	1.645341E-18	-0.0139792
D5	LL	0	2.170721	0.004005	-9E-19	-1.36729E-18	0.005794532
D5	LL	0.832273	2.170721	0.004005	-9E-19	-5.82457E-19	0.002460903
D5	LL	1.664546	2.170721	0.004005	-9E-19	2.023736E-19	-0.00087272
D5	WLKI	0	0.1973443	0.001508	-4E-19	-5.78384E-19	0.002450355
D5	WLKI	0.832273	0.1973443	0.001508	-4E-19	-2.82889E-19	0.001195216
D5	WLKI	1.664546	0.1973443	0.001508	-4E-19	1.260626E-20	-5.9922E-05
D5	WLKA	0	0.0683784	-0.00108	2.5E-19	4.900327E-19	-0.00207516
D5	WLKA	0.832273	0.0683784	-0.00108	2.5E-19	2.789905E-19	-0.00117875
D5	WLKA	1.664546	0.0683784	-0.00108	2.5E-19	6.794833E-20	-0.00028233
D5	COMB1	0	16.98559	-0.04931	3.4E-18	-6.54369E-18	0.01800814
D5	COMB1	0.832273	16.94542	0.022576	-5E-18	-5.74307E-18	0.02913412
D5	COMB1	1.664546	16.90526	0.094465	-1E-17	2.303478E-18	-0.01957088
D5	COMB2	0	18.03223	-0.03586	1.4E-18	-7.79654E-18	0.0247068
D5	COMB2	0.832273	17.9978	0.02576	-6E-18	-5.85456E-18	0.02890955
D5	COMB2	1.664546	17.96338	0.087379	-1E-17	2.298207E-18	-0.0181714

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
D5	COMB3	0	16.01938	-0.03866	2.1E-18	-6.89196E-18	0.02087255
D5	COMB3	0.832273	15.98496	0.022961	-5E-18	-5.49842E-18	0.02740482
D5	COMB3	1.664546	15.95053	0.08458	-1E-17	2.105919E-18	-0.01734661
D5	COMB4	0	15.91621	-0.04073	2.5E-18	-6.03723E-18	0.01725214
D5	COMB4	0.832273	15.88178	0.020893	-5E-18	-5.04891E-18	0.02550565
D5	COMB4	1.664546	15.84736	0.082511	-1E-17	2.150193E-18	-0.01752453
D5	COMB5	0	15.80231	-0.03906	2.2E-18	-6.75523E-18	0.0202931
D5	COMB5	0.832273	15.76788	0.022560	-5E-18	-5.44017E-18	0.02715873
D5	COMB5	1.664546	15.73346	0.084179	-1E-17	2.085681E-18	-0.01725934
D6	DL	0	3.407438	-0.04863	5.6E-18	-4.14201E-19	-0.00553337
D6	DL	0.872769	3.373262	0.002716	-6E-19	-2.56964E-18	0.01450423
D6	DL	1.745538	3.339087	0.054065	-7E-18	7.024155E-19	-0.01027401
D6	LL	0	0.5422772	0.001013	-2E-19	-4.90301E-19	0.00207581
D6	LL	0.872769	0.5422772	0.001013	-2E-19	-2.82018E-19	0.001191538
D6	LL	1.745538	0.5422772	0.001013	-2E-19	-7.37357E-20	0.000307265
D6	WLKI	0	-0.512566	-0.00032	7.6E-20	-7.49422E-20	0.00031527
D6	WLKI	0.872769	-0.512566	-0.00032	7.6E-20	-1.41435E-19	0.000597569
D6	WLKI	1.745538	-0.512566	-0.00032	7.6E-20	-2.07928E-19	0.000879867
D6	WLKA	0	0.8272645	0.000841	-2E-19	-3.61864E-20	0.000156432
D6	WLKA	0.872769	0.8272645	0.000841	-2E-19	1.366003E-19	-0.00057714
D6	WLKA	1.745538	0.8272645	0.000841	-2E-19	3.09387E-19	-0.00131071
D6	COMB1	0	4.770412	-0.06809	7.8E-18	-5.79882E-19	-0.00774672
D6	COMB1	0.872769	4.722567	0.003802	-9E-19	-3.5975E-18	0.02030593
D6	COMB1	1.745538	4.674722	0.075691	-1E-17	9.833817E-19	-0.01438361
D6	COMB2	0	4.956569	-0.05674	6.3E-18	-1.28152E-18	-0.00331875
D6	COMB2	0.872769	4.915558	0.004880	-1E-18	-3.5348E-18	0.01931154
D6	COMB2	1.745538	4.874548	0.066499	-9E-18	7.249215E-19	-0.01183719
D6	COMB3	0	4.004239	-0.05801	6.6E-18	-8.51176E-19	-0.00514234
D6	COMB3	0.872769	3.963228	0.003608	-8E-19	-3.36593E-18	0.01859806
D6	COMB3	1.745538	3.922218	0.065227	-8E-18	6.323147E-19	-0.01144056
D6	COMB4	0	5.076103	-0.05708	6.4E-18	-8.20171E-19	-0.00526941
D6	COMB4	0.872769	5.035092	0.004539	-1E-18	-3.1435E-18	0.01765829
D6	COMB4	1.745538	4.994082	0.066158	-9E-18	1.046167E-18	-0.01319303
D6	COMB5	0	3.950011	-0.05811	6.6E-18	-8.02146E-19	-0.00534992
D6	COMB5	0.872769	3.909	0.003507	-8E-19	-3.33772E-18	0.0184789
D6	COMB5	1.745538	3.86799	0.065126	-8E-18	6.396882E-19	-0.01147129
D7	DL	0	-4.753204	-0.04459	4.6E-18	-1.10695E-18	-0.00296933
D7	DL	0.918055	-4.792866	0.006757	-2E-18	-2.49969E-18	0.01439795
D7	DL	1.836109	-4.832527	0.058106	-8E-18	1.816682E-18	-0.01537599
D7	LL	0	-0.947739	0.002444	-6E-19	-7.99718E-19	0.003388639
D7	LL	0.918055	-0.947739	0.002444	-6E-19	-2.71034E-19	0.001145127
D7	LL	1.836109	-0.947739	0.002444	-6E-19	2.576505E-19	-0.00109838
D7	WLKI	0	-1.160656	0.000119	-3E-20	-1.36926E-19	0.000578995
D7	WLKI	0.918055	-1.160656	0.000119	-3E-20	-1.11101E-19	0.000469405
D7	WLKI	1.836109	-1.160656	0.000119	-3E-20	-8.52759E-20	0.000359815

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
D7	WLKA	0	1.519334	0.000805	-2E-19	-5.87404E-20	0.000251409
D7	WLKA	0.918055	1.519334	0.000805	-2E-19	1.153857E-19	-0.00048751
D7	WLKA	1.836109	1.519334	0.000805	-2E-19	2.895117E-19	-0.00122643
D7	COMB1	0	-6.654486	-0.06243	6.5E-18	-1.54973E-18	-0.00415706
D7	COMB1	0.918055	-6.710012	0.00946	-2E-18	-3.49957E-18	0.02015713
D7	COMB1	1.836109	-6.765538	0.081349	-1E-17	2.543355E-18	-0.02152639
D7	COMB2	0	-7.220228	-0.04960	4.6E-18	-2.60789E-18	0.001858626
D7	COMB2	0.918055	-7.267821	0.012018	-3E-18	-3.43328E-18	0.01910974
D7	COMB2	1.836109	-7.315415	0.073637	-1E-17	2.592259E-18	-0.02020861
D7	COMB3	0	-7.201014	-0.05195	5.2E-18	-1.91771E-18	-0.00106682
D7	COMB3	0.918055	-7.248607	0.009670	-2E-18	-3.25113E-18	0.01834014
D7	COMB3	1.836109	-7.296201	0.071289	-1E-17	2.266388E-18	-0.01882237
D7	COMB4	0	-5.057022	-0.05140	5.1E-18	-1.85517E-18	-0.00132889
D7	COMB4	0.918055	-5.104615	0.010219	-2E-18	-3.06994E-18	0.01757461
D7	COMB4	1.836109	-5.152209	0.071837	-1E-17	2.566218E-18	-0.02009136
D7	COMB5	0	-7.106239	-0.05219	5.2E-18	-1.83774E-18	-0.00140568
D7	COMB5	0.918055	-7.153833	0.009426	-2E-18	-3.22403E-18	0.01822563
D7	COMB5	1.836109	-7.201427	0.071045	-1E-17	2.240623E-18	-0.01871253
D8	DL	0	-10.98758	-0.11040	2.0E-17	1.488486E-17	-0.07120029
D8	DL	0.967458	-11.03273	-0.05905	1.4E-17	-1.59236E-18	0.01077092
D8	DL	1.934915	-11.07788	-0.00770	7.7E-18	-1.20533E-17	0.04306411
D8	LL	0	-2.078072	-0.01065	2.5E-18	2.310695E-18	-0.00980333
D8	LL	0.967458	-2.078072	-0.01065	2.5E-18	-1.17797E-19	0.000497695
D8	LL	1.934915	-2.078072	-0.01065	2.5E-18	-2.54629E-18	0.01079872
D8	WLKI	0	-1.685707	-0.00583	1.4E-18	1.193395E-18	-0.00506434
D8	WLKI	0.967458	-1.685707	-0.00583	1.4E-18	-1.35759E-19	0.000573585
D8	WLKI	1.934915	-1.685707	-0.00583	1.4E-18	-1.46491E-18	0.006211505
D8	WLKA	0	2.090442	0.005798	-1E-18	-1.21828E-18	0.005169346
D8	WLKA	0.967458	2.090442	0.005798	-1E-18	1.040262E-19	-0.00043951
D8	WLKA	1.934915	2.090442	0.005798	-1E-18	1.426329E-18	-0.00604837
D8	COMB1	0	-15.38261	-0.15456	2.8E-17	2.08388E-17	-0.0996804
D8	COMB1	0.967458	-15.44582	-0.08268	1.9E-17	-2.22931E-18	0.01507929
D8	COMB1	1.934915	-15.50903	-0.01079	1.1E-17	-1.68746E-17	0.06028976
D8	COMB2	0	-16.51001	-0.14952	2.8E-17	2.155894E-17	-0.1011257
D8	COMB2	0.967458	-16.56419	-0.08790	2.1E-17	-2.09931E-18	0.01372141
D8	COMB2	1.934915	-16.61837	-0.02628	1.3E-17	-1.8538E-17	0.06895489
D8	COMB3	0	-15.78051	-0.14353	2.7E-17	2.020296E-17	-0.09537381
D8	COMB3	0.967458	-15.83468	-0.08192	1.9E-17	-2.09012E-18	0.01368259
D8	COMB3	1.934915	-15.88886	-0.0203	1.2E-17	-1.71636E-17	0.06312537
D8	COMB4	0	-12.75959	-0.13423	2.5E-17	1.827363E-17	-0.08718687
D8	COMB4	0.967458	-12.81376	-0.07262	1.7E-17	-1.89829E-18	0.01287211
D8	COMB4	1.934915	-12.86794	-0.011	9.7E-18	-1.48506E-17	0.05331746
D8	COMB5	0	-15.5727	-0.14247	2.7E-17	1.99719E-17	-0.09439348
D8	COMB5	0.967458	-15.62688	-0.08085	1.9E-17	-2.07834E-18	0.01363282
D8	COMB5	1.934915	-15.68105	-0.01923	1.2E-17	-1.6909E-17	0.0620455

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
D9	DL	0	-11.07788	0.007705	-8E-18	-1.20533E-17	0.04306411
D9	DL	0.967458	-11.03273	0.059054	-1E-17	-1.59236E-18	0.01077092
D9	DL	1.934915	-10.98758	0.110403	-2E-17	1.488486E-17	-0.07120029
D9	LL	0	-2.078072	0.010648	-3E-18	-2.54629E-18	0.01079872
D9	LL	0.967458	-2.078072	0.010648	-3E-18	-1.17797E-19	0.000497695
D9	LL	1.934915	-2.078072	0.010648	-3E-18	2.310695E-18	-0.00980333
D9	WLKI	0	4.162922	7.75E-06	-2E-21	-1.91252E-19	0.000808075
D9	WLKI	0.967458	4.162922	7.75E-06	-2E-21	-1.89485E-19	0.000800582
D9	WLKI	1.934915	4.162922	7.75E-06	-2E-21	-1.87719E-19	0.000793088
D9	WLKA	0	-3.758188	2.23E-05	-5E-21	1.526684E-19	-0.00064494
D9	WLKA	0.967458	-3.758188	2.23E-05	-5E-21	1.577528E-19	-0.00066651
D9	WLKA	1.934915	-3.758188	2.23E-05	-5E-21	1.628371E-19	-0.00068808
D9	COMB1	0	-15.50903	0.010787	-1E-17	-1.68746E-17	0.06028976
D9	COMB1	0.967458	-15.44582	0.082676	-2E-17	-2.22931E-18	0.01507929
D9	COMB1	1.934915	-15.38261	0.154564	-3E-17	2.08388E-17	-0.0996804
D9	COMB2	0	-16.61837	0.026282	-1E-17	-1.8538E-17	0.06895489
D9	COMB2	0.967458	-16.56419	0.087901	-2E-17	-2.09931E-18	0.01372141
D9	COMB2	1.934915	-16.51001	0.14952	-3E-17	2.155894E-17	-0.1011257
D9	COMB3	0	-11.20996	0.015641	-1E-17	-1.61447E-17	0.05880262
D9	COMB3	0.967458	-11.15578	0.077259	-2E-17	-2.1331E-18	0.01386418
D9	COMB3	1.934915	-11.1016	0.138878	-3E-17	1.909808E-17	-0.09068787
D9	COMB4	0	-17.54684	0.015652	-1E-17	-1.58695E-17	0.05764021
D9	COMB4	0.967458	-17.49267	0.077271	-2E-17	-1.85531E-18	0.01269051
D9	COMB4	1.934915	-17.43849	0.13889	-3E-17	1.937852E-17	-0.0918728
D9	COMB5	0	-11.00215	0.014576	-1E-17	-1.58901E-17	0.05772275
D9	COMB5	0.967458	-10.94797	0.076195	-2E-17	-2.12132E-18	0.01381442
D9	COMB5	1.934915	-10.8938	0.137814	-3E-17	1.886701E-17	-0.08970754
V1	DL	0	-74.07441	-0.47554	0	0	-0.2186978
V1	DL	0.5855	-73.87911	-0.47554	0	0	0.05972865
V1	DL	1.171	-73.68382	-0.47554	0	0	0.3381551
V1	LL	0	-14.7156	-0.09200	0	0	-0.04193744
V1	LL	0.5855	-14.7156	-0.09200	0	0	0.01193135
V1	LL	1.171	-14.7156	-0.09200	0	0	0.06580014
V1	WLKI	0	-5.759931	-0.01688	0	0	-0.00834720
V1	WLKI	0.5855	-5.759931	-0.01688	0	0	0.001534188
V1	WLKI	1.171	-5.759931	-0.01688	0	0	0.01141558
V1	WLKA	0	5.777156	0.017037	0	0	0.008357001
V1	WLKA	0.5855	5.777156	0.017037	0	0	-0.00161826
V1	WLKA	1.171	5.777156	0.017037	0	0	-0.01159352
V1	COMB1	0	-103.7042	-0.66575	0	0	-0.3061769
V1	COMB1	0.5855	-103.4308	-0.66575	0	0	0.08362012
V1	COMB1	1.171	-103.1573	-0.66575	0	0	0.4734172
V1	COMB2	0	-112.4342	-0.71785	0	0	-0.3295373
V1	COMB2	0.5855	-112.1999	-0.71785	0	0	0.09076454
V1	COMB2	1.171	-111.9655	-0.71785	0	0	0.5110664

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
V1	COMB3	0	-102.3266	-0.63935	0	0	-0.2942776
V1	COMB3	0.5855	-102.0922	-0.63935	0	0	0.08006054
V1	COMB3	1.171	-101.8579	-0.63935	0	0	0.4543987
V1	COMB4	0	-93.09692	-0.61222	0	0	-0.2809142
V1	COMB4	0.5855	-92.86256	-0.61222	0	0	0.07753859
V1	COMB4	1.171	-92.62822	-0.61222	0	0	0.4359914
V1	COMB5	0	-100.855	-0.63015	0	0	-0.2900839
V1	COMB5	0.5855	-100.6207	-0.63015	0	0	0.07886741
V1	COMB5	1.171	-100.3863	-0.63015	0	0	0.4478187
V2	DL	0	-56.21578	-0.14838	0	0	-0.1044307
V2	DL	0.663125	-56.16891	-0.14838	0	0	-0.00603674
V2	DL	1.32625	-56.12205	-0.14838	0	0	0.09235723
V2	LL	0	-11.38769	-0.02775	0	0	-0.0195262
V2	LL	0.663125	-11.38769	-0.02775	0	0	-0.00112217
V2	LL	1.32625	-11.38769	-0.02775	0	0	0.01728187
V2	WLKI	0	-4.230993	-0.00704	0	0	-0.00567859
V2	WLKI	0.663125	-4.230993	-0.00704	0	0	-0.00100715
V2	WLKI	1.32625	-4.230993	-0.00704	0	0	0.003664291
V2	WLKA	0	4.245916	0.007012	0	0	0.005658997
V2	WLKA	0.663125	4.245916	0.007012	0	0	0.001009177
V2	WLKA	1.32625	4.245916	0.007012	0	0	-0.00364064
V2	COMB1	0	-78.70209	-0.20773	0	0	-0.146203
V2	COMB1	0.663125	-78.63647	-0.20773	0	0	-0.00845143
V2	COMB1	1.32625	-78.57087	-0.20773	0	0	0.1293001
V2	COMB2	0	-85.67924	-0.22246	0	0	-0.1565588
V2	COMB2	0.663125	-85.62299	-0.22246	0	0	-0.00903955
V2	COMB2	1.32625	-85.56676	-0.22246	0	0	0.1384797
V2	COMB3	0	-77.67634	-0.20034	0	0	-0.1415754
V2	COMB3	0.663125	-77.6201	-0.20034	0	0	-0.00872310
V2	COMB3	1.32625	-77.56387	-0.20034	0	0	0.1241292
V2	COMB4	0	-70.89481	-0.1891	0	0	-0.1325054
V2	COMB4	0.663125	-70.83857	-0.1891	0	0	-0.00711004
V2	COMB4	1.32625	-70.78233	-0.1891	0	0	0.1182853
V2	COMB5	0	-76.53757	-0.19757	0	0	-0.1396228
V2	COMB5	0.663125	-76.48133	-0.19757	0	0	-0.00861089
V2	COMB5	1.32625	-76.42509	-0.19757	0	0	0.122401
V3	DL	0	-42.23966	-0.06290	0	0	-0.06176683
V3	DL	0.74075	-42.18731	-0.06290	0	0	-0.01517228
V3	DL	1.4815	-42.13496	-0.06290	0	0	0.03142227
V3	LL	0	-8.736743	-0.01194	0	0	-0.01173453
V3	LL	0.74075	-8.736743	-0.01194	0	0	-0.00288763
V3	LL	1.4815	-8.736743	-0.01194	0	0	0.005959271
V3	WLKI	0	-3.058709	-0.00249	0	0	-0.00340176
V3	WLKI	0.74075	-3.058709	-0.00249	0	0	-0.00155476
V3	WLKI	1.4815	-3.058709	-0.00249	0	0	0.000292237

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
V5	DL	0	-18.59489	-0.02146	0	0	-0.03608729
V5	DL	0.896	-18.53156	-0.02146	0	0	-0.01685592
V5	DL	1.792	-18.46824	-0.02146	0	0	0.002375464
V5	LL	0	-4.25397	-0.00424	0	0	-0.00696295
V5	LL	0.896	-4.25397	-0.00424	0	0	-0.00316542
V5	LL	1.792	-4.25397	-0.00424	0	0	0.000632118
V5	WLKI	0	-1.072283	-0.0003	0	0	-0.00180426
V5	WLKI	0.896	-1.072283	-0.0003	0	0	-0.0015357
V5	WLKI	1.792	-1.072283	-0.0003	0	0	-0.00126714
V5	WLKA	0	0.854076	4.17E-05	0	0	0.001551655
V5	WLKA	0.896	0.854076	4.17E-05	0	0	0.00151426
V5	WLKA	1.792	0.854076	4.17E-05	0	0	0.001476865
V5	COMB1	0	-26.03284	-0.03005	0	0	-0.05052221
V5	COMB1	0.896	-25.94419	-0.03005	0	0	-0.02359828
V5	COMB1	1.792	-25.85554	-0.03005	0	0	0.00332565
V5	COMB2	0	-29.12022	-0.03254	0	0	-0.05444547
V5	COMB2	0.896	-29.04423	-0.03254	0	0	-0.02529177
V5	COMB2	1.792	-28.96824	-0.03254	0	0	0.003861945
V5	COMB3	0	-25.72408	-0.02854	0	0	-0.04892593
V5	COMB3	0.896	-25.64809	-0.02854	0	0	-0.02335491
V5	COMB3	1.792	-25.5721	-0.02854	0	0	0.002216118
V5	COMB4	0	-24.18299	-0.02827	0	0	-0.0462412
V5	COMB4	0.896	-24.107	-0.02827	0	0	-0.02091494
V5	COMB4	1.792	-24.03101	-0.02827	0	0	0.004411319
V5	COMB5	0	-25.29868	-0.02812	0	0	-0.04822964
V5	COMB5	0.896	-25.22269	-0.02812	0	0	-0.02303837
V5	COMB5	1.792	-25.1467	-0.02812	0	0	0.002152906
V6	DL	0	-8.536982	-0.00231	0	0	-0.02006121
V6	DL	0.973625	-8.468172	-0.00231	0	0	-0.01781019
V6	DL	1.94725	-8.399362	-0.00231	0	0	-0.01555918
V6	LL	0	-2.346875	-0.0005	0	0	-0.00390148
V6	LL	0.973625	-2.346875	-0.0005	0	0	-0.00341834
V6	LL	1.94725	-2.346875	-0.0005	0	0	-0.0029352
V6	WLKI	0	-0.215109	0.001122	0	0	-0.00055412
V6	WLKI	0.973625	-0.215109	0.001122	0	0	-0.00164700
V6	WLKI	1.94725	-0.215109	0.001122	0	0	-0.00273989
V6	WLKA	0	-0.070702	-0.00141	0	0	0.000235876
V6	WLKA	0.973625	-0.070702	-0.00141	0	0	0.001606084
V6	WLKA	1.94725	-0.070702	-0.00141	0	0	0.002976293
V6	COMB1	0	-11.95177	-0.00324	0	0	-0.02808569
V6	COMB1	0.973625	-11.85544	-0.00324	0	0	-0.02493427
V6	COMB1	1.94725	-11.75911	-0.00324	0	0	-0.02178285
V6	COMB2	0	-13.99938	-0.00357	0	0	-0.03031581
V6	COMB2	0.973625	-13.91681	-0.00357	0	0	-0.02684157
V6	COMB2	1.94725	-13.83423	-0.00357	0	0	-0.02336733

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
V6	COMB3	0	-11.82459	-0.00217	0	0	-0.02685763
V6	COMB3	0.973625	-11.74202	-0.00217	0	0	-0.02474083
V6	COMB3	1.94725	-11.65945	-0.00217	0	0	-0.02262404
V6	COMB4	0	-11.70906	-0.0042	0	0	-0.02622563
V6	COMB4	0.973625	-11.62649	-0.0042	0	0	-0.02213836
V6	COMB4	1.94725	-11.54392	-0.0042	0	0	-0.0180511
V6	COMB5	0	-11.5899	-0.00212	0	0	-0.02646748
V6	COMB5	0.973625	-11.50733	-0.00212	0	0	-0.024399
V6	COMB5	1.94725	-11.42476	-0.00212	0	0	-0.02233052
V7	DL	0	0.8397037	0.001561	0	0	-0.00686873
V7	DL	1.05125	0.9139996	0.001561	0	0	-0.0085097
V7	DL	2.1025	0.9882956	0.001561	0	0	-0.01015067
V7	LL	0	-0.604294	-1.4E-05	0	0	-0.00154841
V7	LL	1.05125	-0.604294	-1.4E-05	0	0	-0.00153379
V7	LL	2.1025	-0.604294	-1.4E-05	0	0	-0.00151916
V7	WLKI	0	0.5703716	0.001108	0	0	0.000369387
V7	WLKI	1.05125	0.5703716	0.001108	0	0	-0.00079518
V7	WLKI	2.1025	0.5703716	0.001108	0	0	-0.00195975
V7	WLKA	0	-0.922547	-0.00145	0	0	-0.00072686
V7	WLKA	1.05125	-0.922547	-0.00145	0	0	0.000796704
V7	WLKA	2.1025	-0.922547	-0.00145	0	0	0.002320265
V7	COMB1	0	1.175585	0.002185	0	0	-0.00961622
V7	COMB1	1.05125	1.279599	0.002185	0	0	-0.01191358
V7	COMB1	2.1025	1.383614	0.002185	0	0	-0.01421093
V7	COMB2	0	0.0407739	0.001851	0	0	-0.01071993
V7	COMB2	1.05125	0.129929	0.001851	0	0	-0.01266569
V7	COMB2	2.1025	0.2190842	0.001851	0	0	-0.01461145
V7	COMB3	0	1.101365	0.002751	0	0	-0.00887601
V7	COMB3	1.05125	1.19052	0.002751	0	0	-0.01176805
V7	COMB3	2.1025	1.279676	0.002751	0	0	-0.01466009
V7	COMB4	0	-0.092969	0.000705	0	0	-0.00975301
V7	COMB4	1.05125	-0.003814	0.000705	0	0	-0.01049454
V7	COMB4	2.1025	0.085341	0.000705	0	0	-0.01123608
V7	COMB5	0	1.161795	0.002752	0	0	-0.00872117
V7	COMB5	1.05125	1.25095	0.002752	0	0	-0.01161467
V7	COMB5	2.1025	1.340105	0.002752	0	0	-0.01450817
V8	DL	0	10.28149	0.024676	0	0	0.009896751
V8	DL	1.128875	10.36127	0.024676	0	0	-0.01795927
V8	DL	2.25775	10.44106	0.024676	0	0	-0.0458153
V8	LL	0	1.119691	0.004287	0	0	0.001413482
V8	LL	1.128875	1.119691	0.004287	0	0	-0.00342552
V8	LL	2.25775	1.119691	0.004287	0	0	-0.00826453
V8	WLKI	0	1.350267	0.002372	0	0	0.001207522
V8	WLKI	1.128875	1.350267	0.002372	0	0	-0.00147015
V8	WLKI	2.25775	1.350267	0.002372	0	0	-0.00414783

FRAME	LOAD	STATION	P	V2	V3	M2	M3
V8	WLKA	0	-1.754345	-0.00268	0	0	-0.00169392
V8	WLKA	1.128875	-1.754345	-0.00268	0	0	0.001331298
V8	WLKA	2.25775	-1.754345	-0.00268	0	0	0.004356515
V8	COMB1	0	14.39409	0.034546	0	0	0.01385545
V8	COMB1	1.128875	14.50578	0.034546	0	0	-0.02514298
V8	COMB1	2.25775	14.61748	0.034546	0	0	-0.06414142
V8	COMB2	0	14.12929	0.03647	0	0	0.01413767
V8	COMB2	1.128875	14.22503	0.03647	0	0	-0.02703197
V8	COMB2	2.25775	14.32077	0.03647	0	0	-0.0682016
V8	COMB3	0	14.08982	0.034081	0	0	0.01369021
V8	COMB3	1.128875	14.18556	0.034081	0	0	-0.02478256
V8	COMB3	2.25775	14.28129	0.034081	0	0	-0.06325533
V8	COMB4	0	11.60613	0.030039	0	0	0.01136905
V8	COMB4	1.128875	11.70187	0.030039	0	0	-0.0225414
V8	COMB4	2.25775	11.79761	0.030039	0	0	-0.05645186
V8	COMB5	0	13.97785	0.033652	0	0	0.01354886
V8	COMB5	1.128875	14.07359	0.033652	0	0	-0.02444001
V8	COMB5	2.25775	14.16933	0.033652	0	0	-0.06242888
V9	DL	0	264.9157	-3.6E-15	0	0	-3.5527E-15
V9	DL	1.2065	265.3181	-3.6E-15	0	0	7.33635E-16
V9	DL	2.413	265.7206	-3.6E-15	0	0	5.01998E-15
V9	LL	0	48.07805	1.33E-15	0	0	8.88178E-16
V9	LL	1.2065	48.07805	1.33E-15	0	0	-7.1920E-16
V9	LL	2.413	48.07805	1.33E-15	0	0	-2.3266E-15
V9	WLKI	0	19.0709	0.018001	0	0	0.02583105
V9	WLKI	1.2065	19.0709	0.018001	0	0	0.00411278
V9	WLKI	2.413	19.0709	0.018001	0	0	-0.01760549
V9	WLKA	0	-17.94972	-0.01800	0	0	-0.02583105
V9	WLKA	1.2065	-17.94972	-0.01800	0	0	-0.00411278
V9	WLKA	2.413	-17.94972	-0.01800	0	0	0.01760549
V9	COMB1	0	370.882	-5E-15	0	0	-4.9738E-15
V9	COMB1	1.2065	371.4454	-5E-15	0	0	1.02709E-15
V9	COMB1	2.413	372.0088	-5E-15	0	0	7.02798E-15
V9	COMB2	0	394.8237	-2.1E-15	0	0	-2.8422E-15
V9	COMB2	1.2065	395.3066	-2.1E-15	0	0	-2.7036E-16
V9	COMB2	2.413	395.7896	-2.1E-15	0	0	2.30145E-15
V9	COMB3	0	362.0024	0.014401	0	0	0.02066484
V9	COMB3	1.2065	362.4853	0.014401	0	0	0.003290224
V9	COMB3	2.413	362.9682	0.014401	0	0	-0.01408439
V9	COMB4	0	332.3859	-0.01440	0	0	-0.02066484
V9	COMB4	1.2065	332.8688	-0.01440	0	0	-0.00329022
V9	COMB4	2.413	333.3517	-0.01440	0	0	0.01408439
V9	COMB5	0	357.1946	0.014401	0	0	0.02066484
V9	COMB5	1.2065	357.6775	0.014401	0	0	0.003290224
V9	COMB5	2.413	358.1604	0.014401	0	0	-0.01408439

wiko
TA

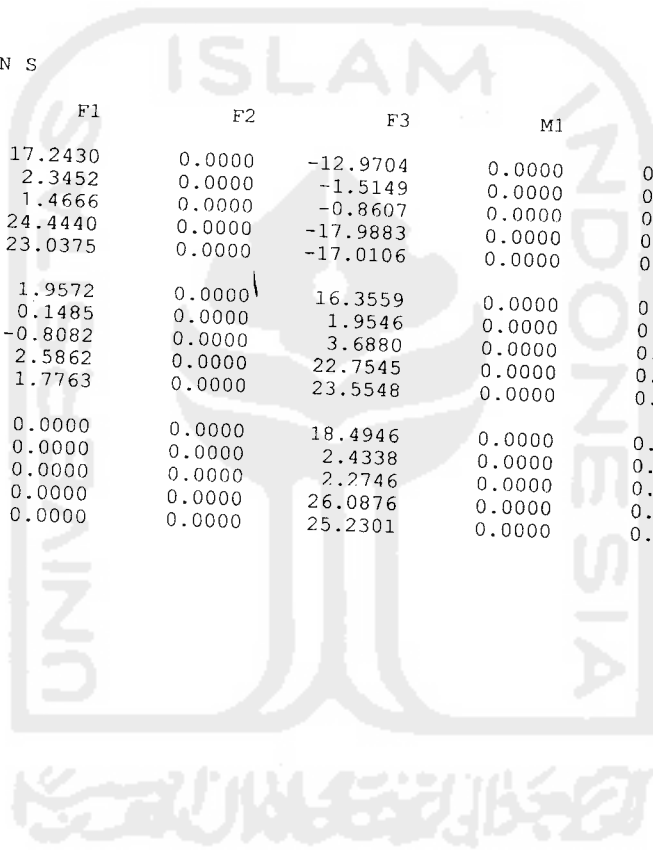
LOAD COMBINATION MULTIPLIERS

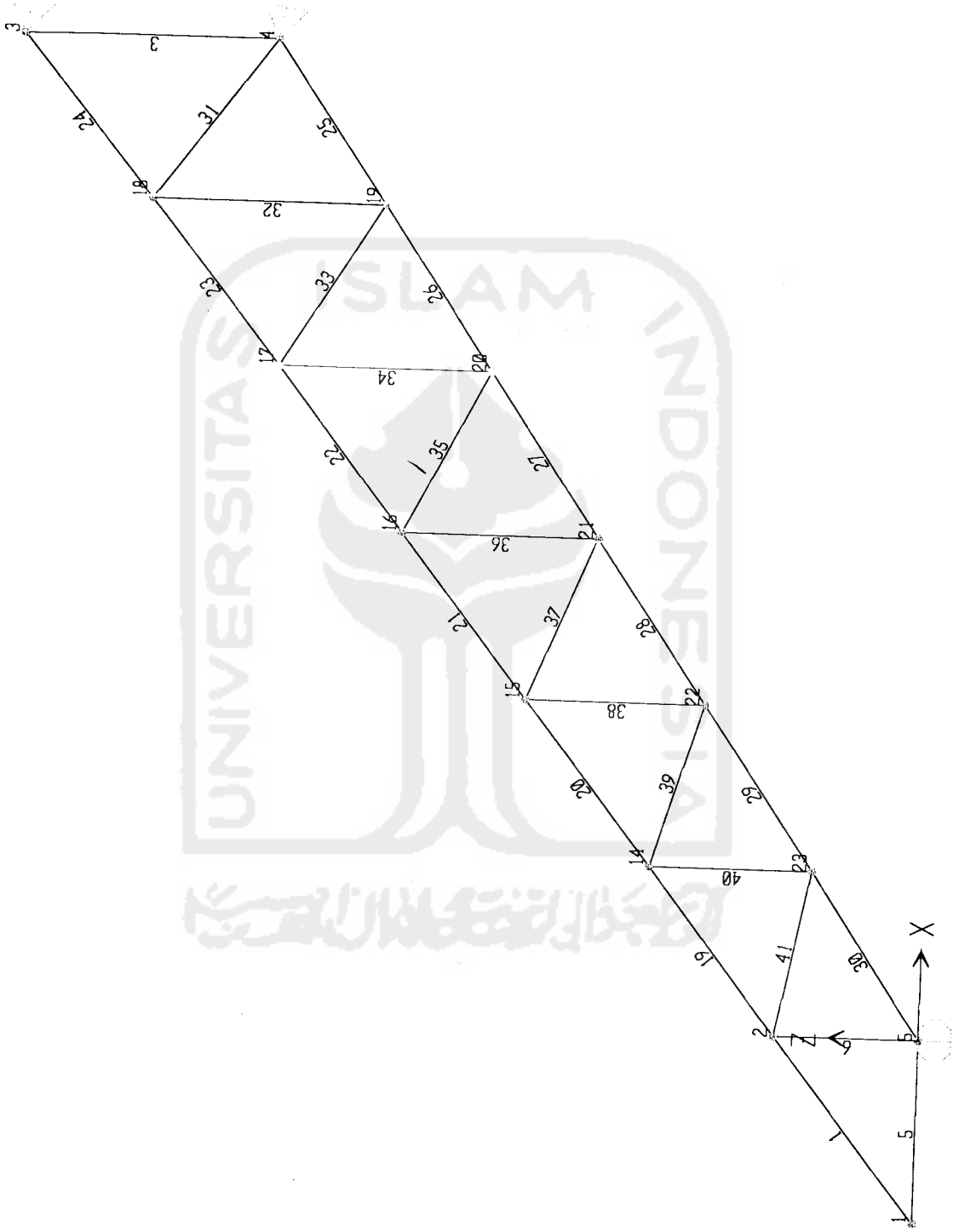
COMBO	TYPE	CASE	FACTOR	TYPE	TITLE
COMB1	ADD	DL	1.2000	STATIC (DEAD)	COMB1
		LL	1.6000	STATIC (LIVE)	
COMB2	ADD	DL	1.2000	STATIC (DEAD)	COMB2
		LL	0.5000	STATIC (LIVE)	
		WL	0.8000	STATIC (WIND)	

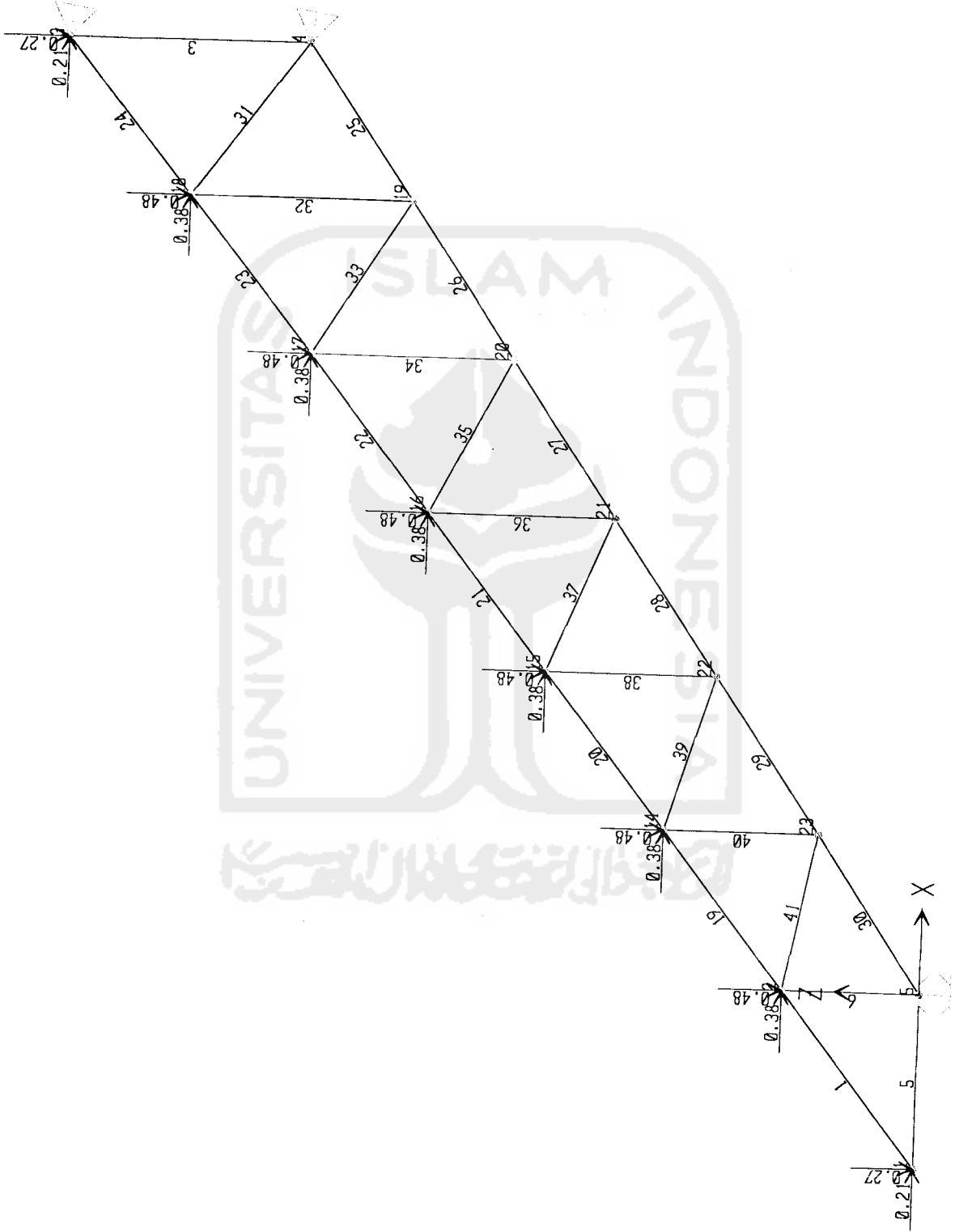
wiko
TA

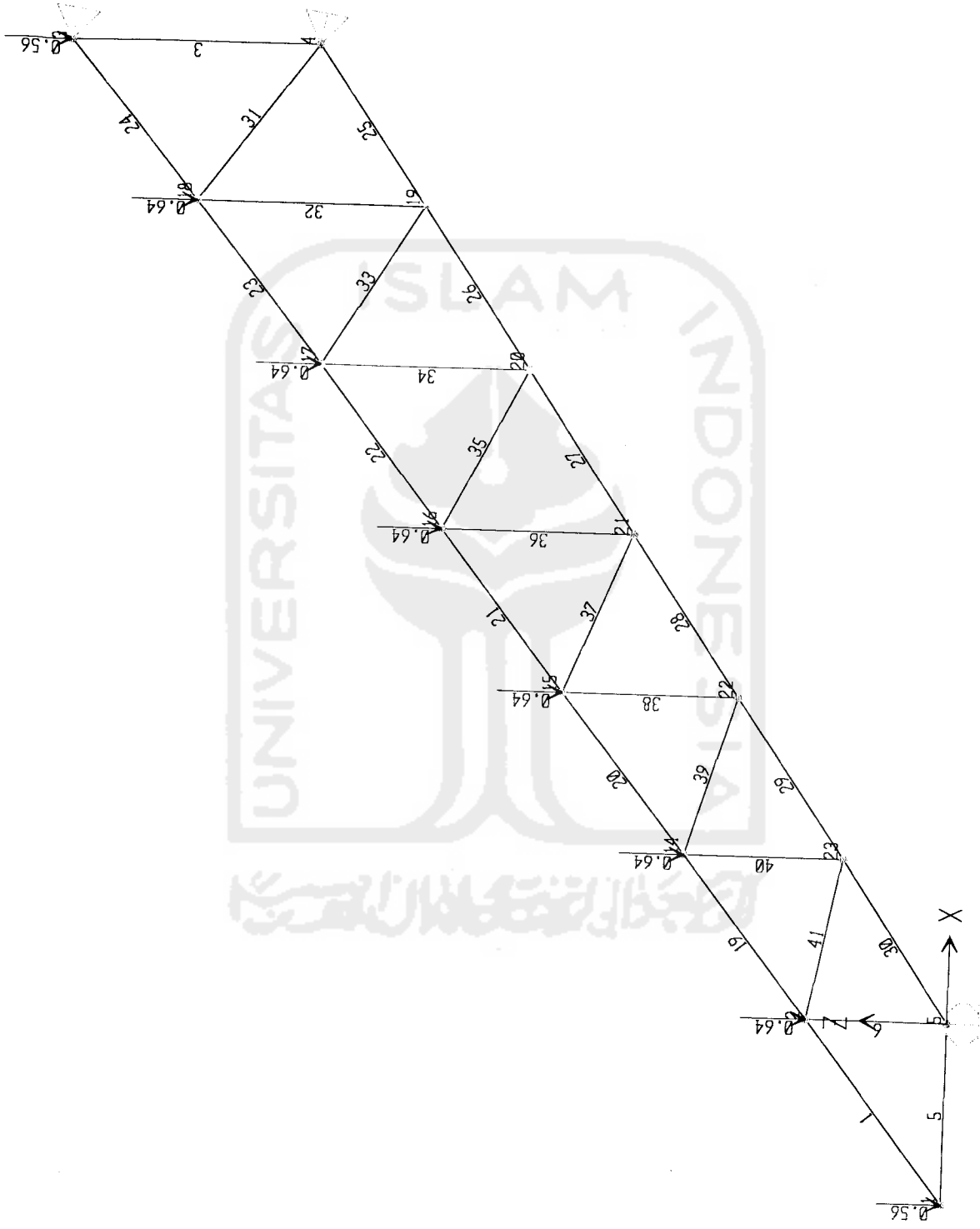
JOINT REACTIONS

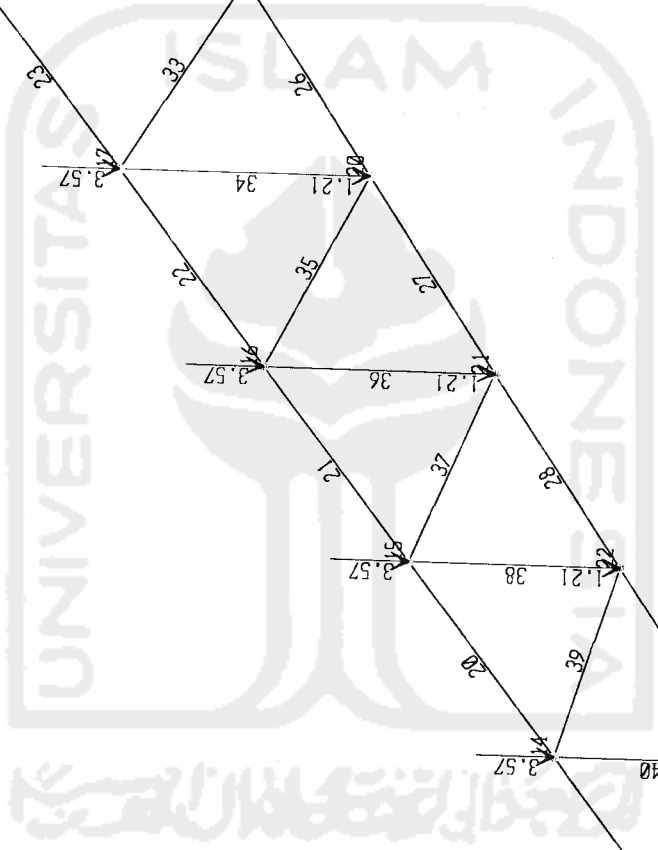
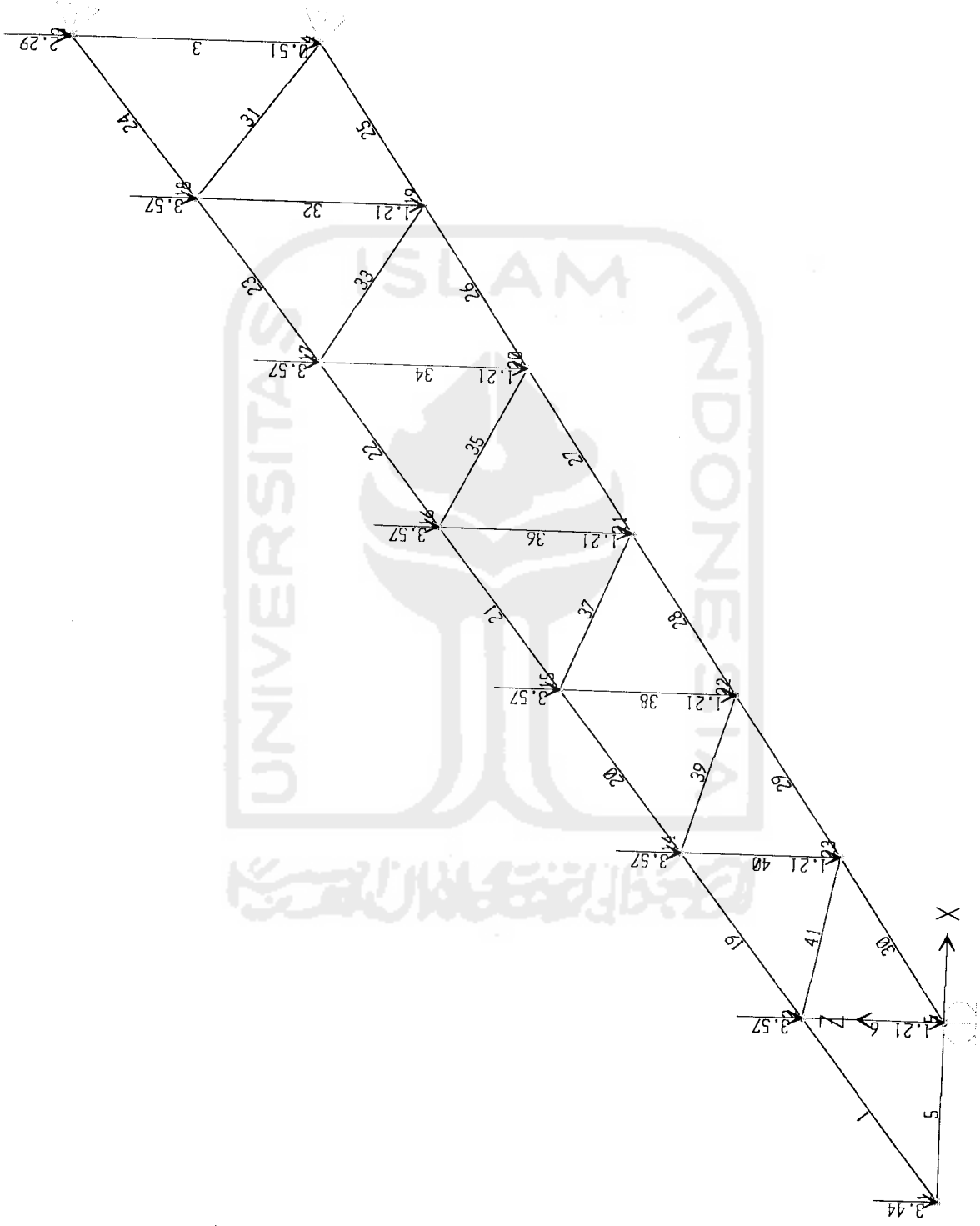
JOINT	LOAD	F1	F2	F3	M1	M2	M3
3	DL	17.2430	0.0000	-12.9704	0.0000	0.0000	0.0000
3	LL	2.3452	0.0000	-1.5149	0.0000	0.0000	0.0000
3	WL	1.4666	0.0000	-0.8607	0.0000	0.0000	0.0000
3	COMB1	24.4440	0.0000	-17.9883	0.0000	0.0000	0.0000
3	COMB2	23.0375	0.0000	-17.0106	0.0000	0.0000	0.0000
4	DL	1.9572	0.0000	16.3559	0.0000	0.0000	0.0000
4	LL	0.1485	0.0000	1.9546	0.0000	0.0000	0.0000
4	WL	-0.8082	0.0000	3.6880	0.0000	0.0000	0.0000
4	COMB1	2.5862	0.0000	22.7545	0.0000	0.0000	0.0000
4	COMB2	1.7763	0.0000	23.5548	0.0000	0.0000	0.0000
5	DL	0.0000	0.0000	18.4946	0.0000	0.0000	0.0000
5	LL	0.0000	0.0000	2.4338	0.0000	0.0000	0.0000
5	WL	0.0000	0.0000	2.2746	0.0000	0.0000	0.0000
5	COMB1	0.0000	0.0000	26.0876	0.0000	0.0000	0.0000
5	COMB2	0.0000	0.0000	25.2301	0.0000	0.0000	0.0000











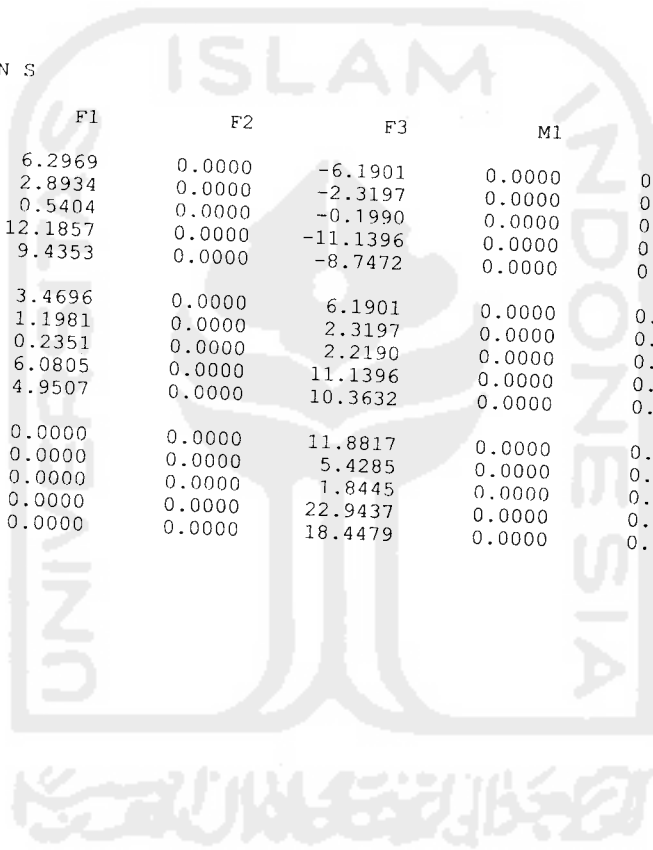
wiko
TA

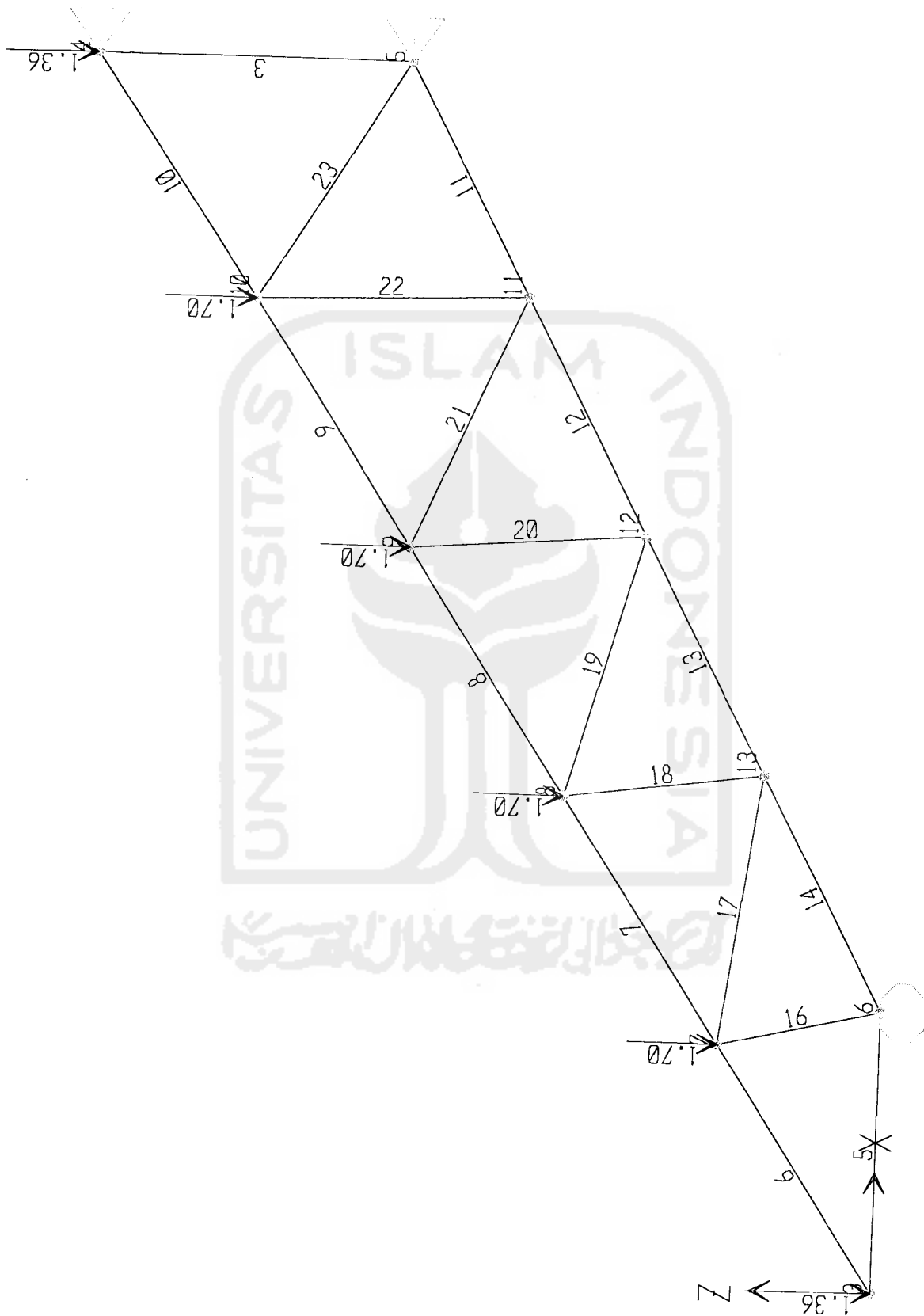
LOAD COMBINATION MULTIPLIERS					
COMBO	TYPE	CASE	FACTOR	TYPE	TITLE
COMB1	ADD	DL	1.2000	STATIC (DEAD)	COMB1
		LL	1.6000	STATIC (LIVE)	
COMB2	ADD	DL	1.2000	STATIC (DEAD)	COMB2
		LL	0.5000	STATIC (LIVE)	
		WLKI	0.8000	STATIC (WIND)	

wiko
TA

JOINT REACTIONS

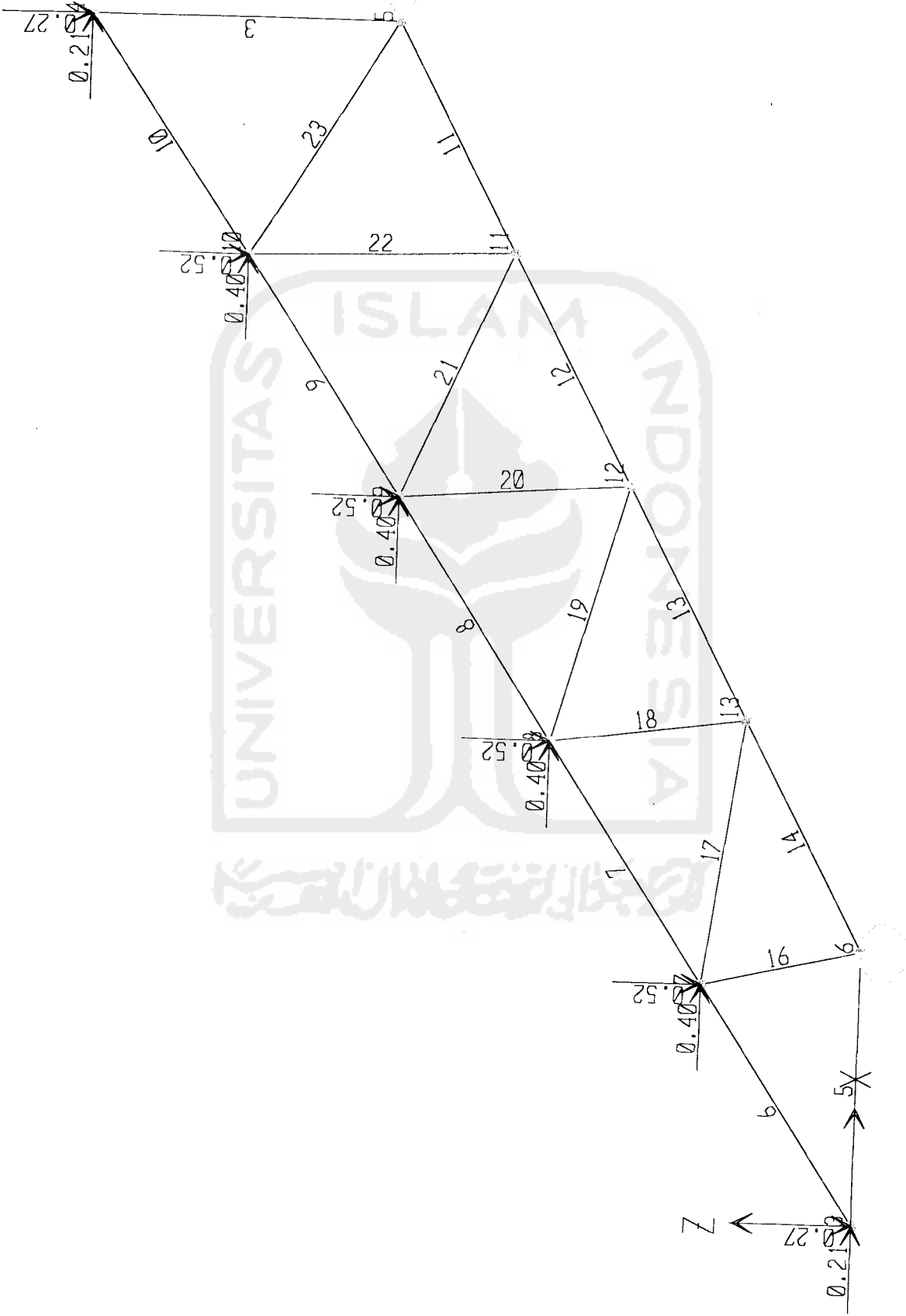
JOINT	LOAD	F1	F2	F3	M1	M2	M3
4	DL	6.2969	0.0000	-6.1901	0.0000	0.0000	0.0000
4	LL	2.8934	0.0000	-2.3197	0.0000	0.0000	0.0000
4	WLKT	0.5404	0.0000	-0.1990	0.0000	0.0000	0.0000
4	COMB1	12.1857	0.0000	-11.1396	0.0000	0.0000	0.0000
4	COMB2	9.4353	0.0000	-8.7472	0.0000	0.0000	0.0000
5	DL	3.4696	0.0000	6.1901	0.0000	0.0000	0.0000
5	LL	1.1981	0.0000	2.3197	0.0000	0.0000	0.0000
5	WLKI	0.2351	0.0000	2.2190	0.0000	0.0000	0.0000
5	COMB1	6.0805	0.0000	11.1396	0.0000	0.0000	0.0000
5	COMB2	4.9507	0.0000	10.3632	0.0000	0.0000	0.0000
6	DL	0.0000	0.0000	11.8817	0.0000	0.0000	0.0000
6	LL	0.0000	0.0000	5.4285	0.0000	0.0000	0.0000
6	WLKT	0.0000	0.0000	1.8445	0.0000	0.0000	0.0000
6	COMB1	0.0000	0.0000	22.9437	0.0000	0.0000	0.0000
6	COMB2	0.0000	0.0000	18.4479	0.0000	0.0000	0.0000

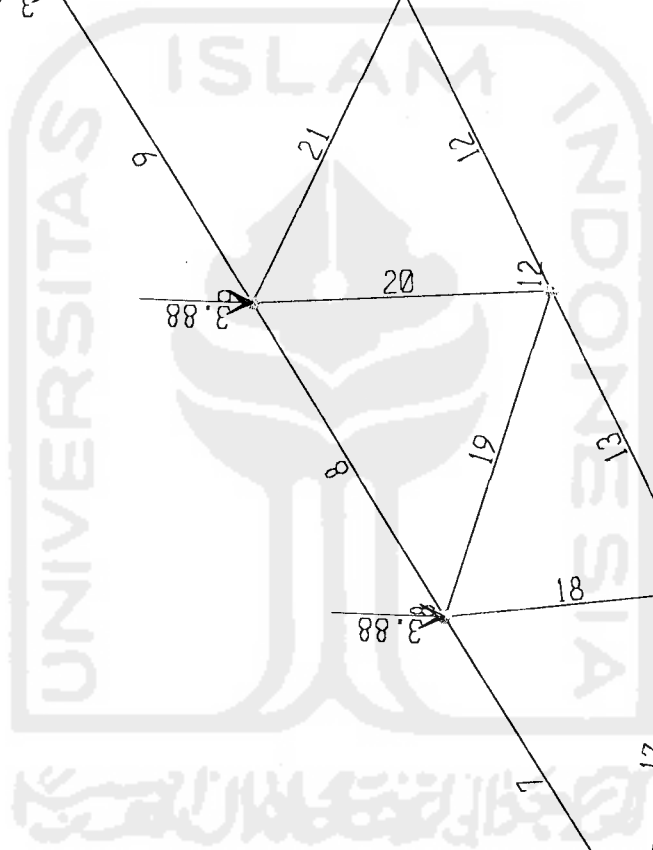
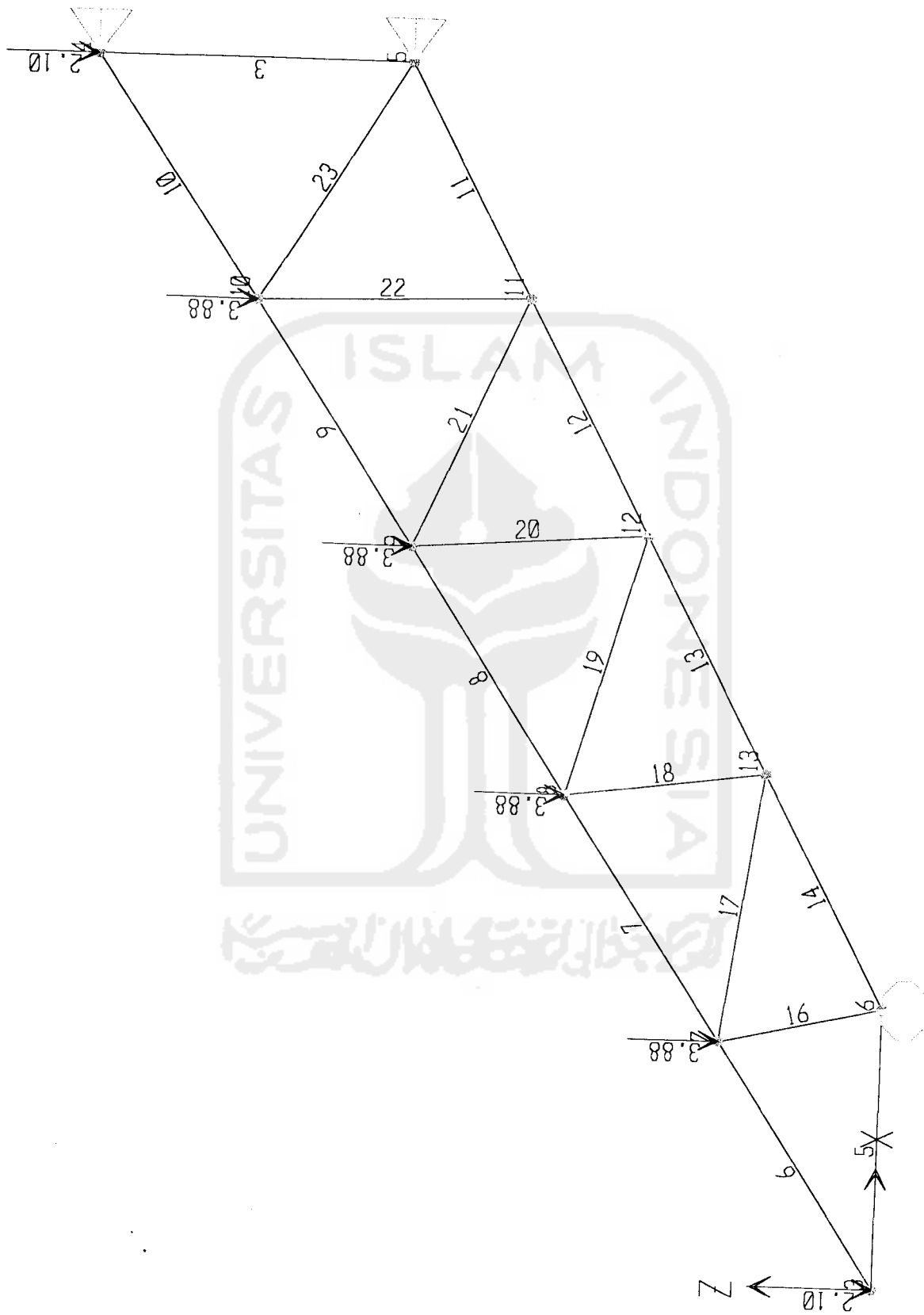




SAP2000

8/25/05 11:58:33





5

Tabel Gaya Batang KK2

5

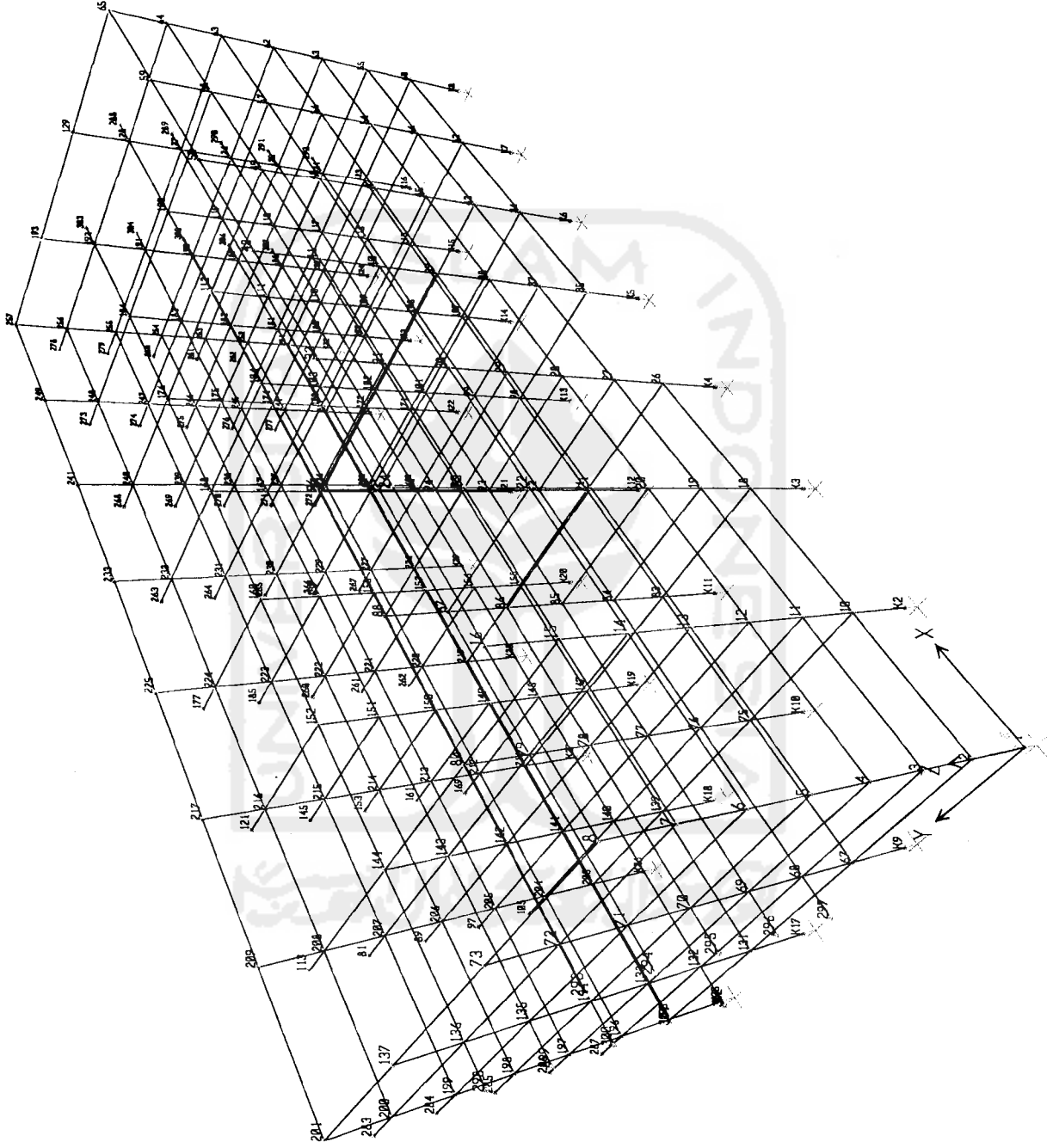
R Batang	Beban	Letak	Gy Aksial
6 1	DL	0	5.684543
6 1	DL	0.951478	5.726147
6 1	DL	1.902956	5.767752
6 1	LL	0	0.911673
6 1	LL	0.951478	0.911673
6 1	LL	1.902956	0.911673
6 1	WL	0	0.436293
6 1	WL	0.951478	0.436293
6 1	WL	1.902956	0.436293
6 1	COMB1	0	8.280128
6 1	COMB1	0.951478	8.330053
6 1	COMB1	1.902956	8.379979
6 1	COMB2	0	7.626322
6 1	COMB2	0.951478	7.676248
6 1	COMB2	1.902956	7.726173
19 1	DL	0	0.071058
19 3	DL	1	-1.39E-17
19 3	DL	2	-0.071058
19 3	LL	0	0
19 3	LL	1	0
19 3	LL	2	0
19 3	WL	0	0
19 3	WL	1	0
19 3	WL	2	0
19 3	COMB1	0	0.08527
19 3	COMB1	1	-1.67E-17
19 3	COMB1	2	-0.08527
19 3	COMB2	0	0.08527
19 3	COMB2	1	-1.67E-17
20 3	COMB2	2	-0.08527
20 5	DL	0	-4.506667
20 5	DL	0.375	-4.506667
20 5	DL	0.75	-4.506667
20 5	DL	1.125	-4.506667
20 5	DL	1.5	-4.506667
20 5	LL	0	-0.718591
20 5	LL	0.375	-0.718591
20 5	LL	0.75	-0.718591
20 5	LL	1.125	-0.718591
20 5	LL	1.5	-0.718591
20 5	WL	0	-0.553955
20 5	WL	0.375	-0.553955
20 5	WL	0.75	-0.553955
20 5	WL	1.125	-0.553955
21 5	WL	1.5	-0.553955
21 5	COMB1	0	-6.557745
21 5	COMB1	0.375	-6.557745
21 5	COMB1	0.75	-6.557745
21 5	COMB1	1.125	-6.557745
21 5	COMB1	1.5	-6.557745
21 5	COMB2	0	-6.210459
21 5	COMB2	0.375	-6.210459

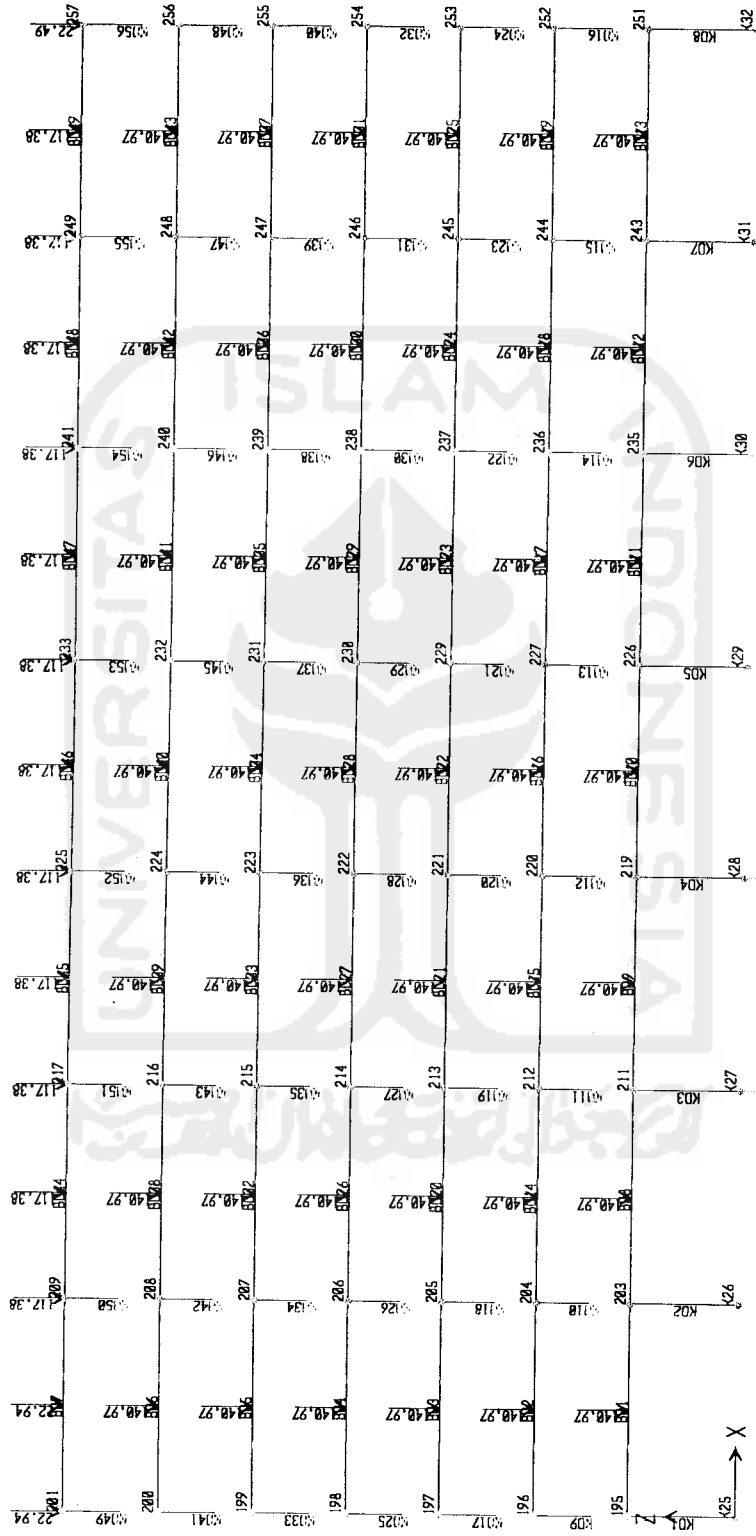
Tabel Gaya Batang KK2 (lanjutan)

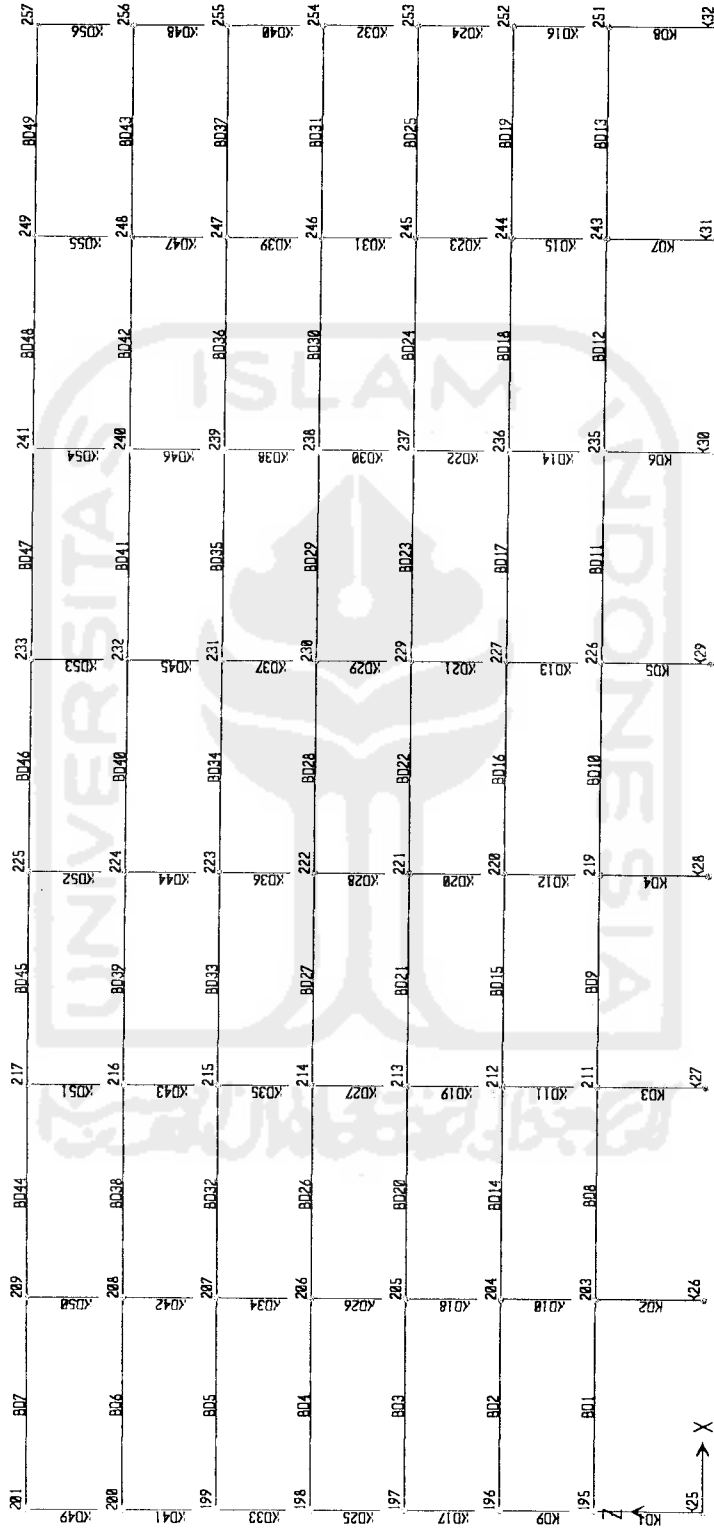
R Batang	Beban	Letak	Gy Aksial
27	COMB2	0.805403	12.76743
27	COMB2	1.610805	12.72889
28	DL	0	11.5712
28	DL	0.805403	11.53909
28	DL	1.610805	11.50698
28	LL	0	1.320794
28	LL	0.805403	1.320794
28	LL	1.610805	1.320794
28	WL	0	0.974064
28	WL	0.805403	0.974064
28	WL	1.610805	0.974064
28	COMB1	0	15.99871
28	COMB1	0.805403	15.96018
28	COMB1	1.610805	15.92164
28	COMB2	0	15.32509
28	COMB2	0.805403	15.28656
28	COMB2	1.610805	15.24802
29	DL	0	7.157552
29	DL	0.805403	7.12544
29	DL	1.610805	7.093328
29	LL	0	0.733589
29	LL	0.805403	0.733589
29	LL	1.610805	0.733589
29	WL	0	0.712241
29	WL	0.805403	0.712241
29	WL	1.610805	0.712241
29	COMB1	0	9.762805
29	COMB1	0.805403	9.72427
29	COMB1	1.610805	9.685736
29	COMB2	0	9.52565
29	COMB2	0.805403	9.487115
29	COMB2	1.610805	9.448581
30	DL	0	-5.425037
30	DL	0.805403	-5.45715
30	DL	1.610805	-5.489262
30	LL	0	-0.868997
30	LL	0.805403	-0.868997
30	LL	1.610805	-0.868997
30	WL	0	-0.669887
30	WL	0.805403	-0.669887
30	WL	1.610805	-0.669887
30	COMB1	0	-7.900441
30	COMB1	0.805403	-7.938975
30	COMB1	1.610805	-7.977509
30	COMB2	0	-7.480453
30	COMB2	0.805403	-7.518988
30	COMB2	1.610805	-7.557522
31	DL	0	-13.03271
31	DL	0.820905	-12.99867
31	DL	1.641811	-12.96463
31	LL	0	-1.560859
31	LL	0.820905	-1.560859
31	LL	1.641811	-1.560859

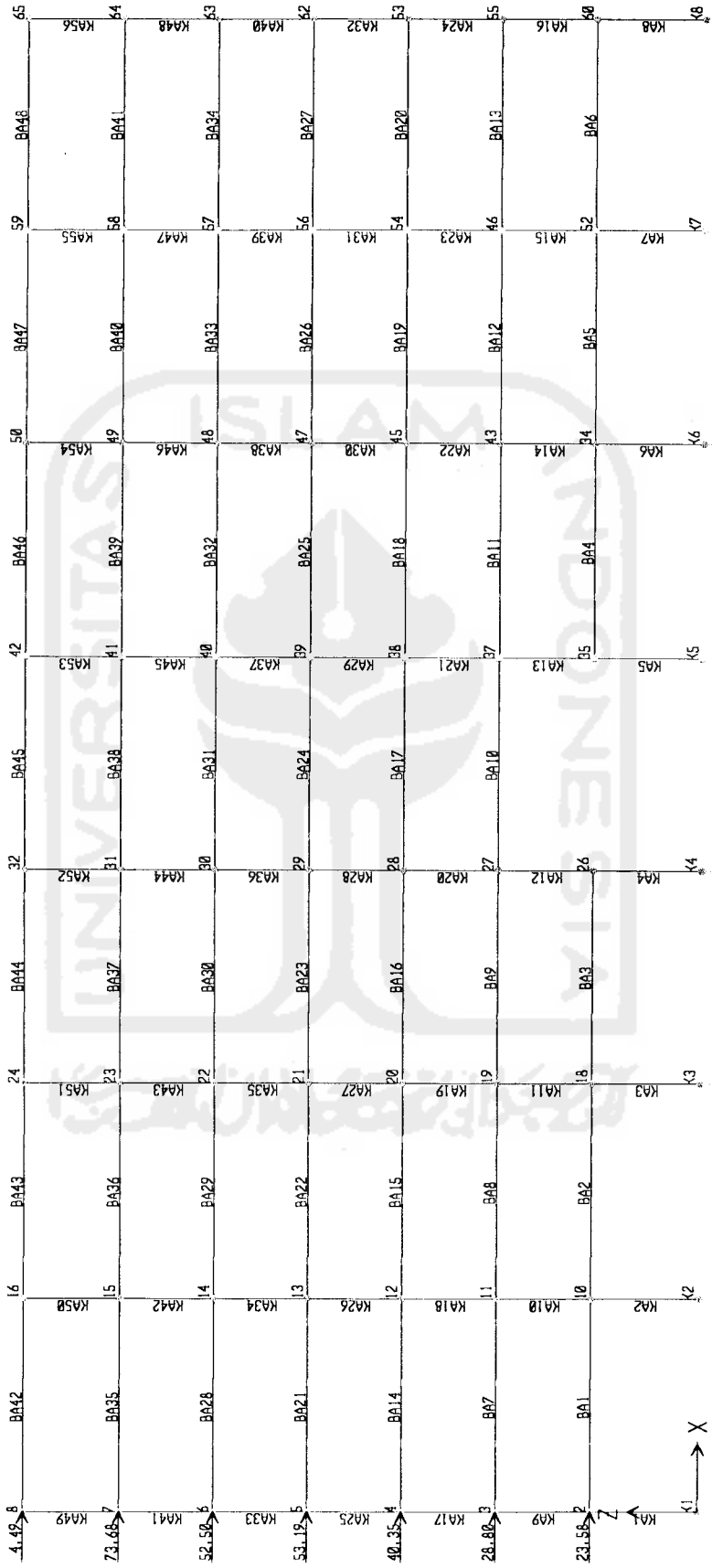
21	WL	1.6922	-2.120295
21	COMB1	0	-14.44787
21	COMB1	0.8461	-14.40345
21	COMB1	1.6922	-14.35902
21	COMB2	0	-14.80833
21	COMB2	0.8461	-14.7639
21	COMB2	1.6922	-14.71948
22	DL	0	-3.826911
22	DL	0.8461	-3.78989
22	DL	1.6922	-3.752869
22	LL	0	-0.440738
22	LL	0.8461	-0.440738
22	LL	1.6922	-0.440738
22	WL	0	-1.337515
22	WL	0.8461	-1.337515
22	WL	1.6922	-1.337515
22	COMB1	0	-5.297475
22	COMB1	0.8461	-5.253049
22	COMB1	1.6922	-5.208624
22	COMB2	0	-5.882675
22	COMB2	0.8461	-5.838249
22	COMB2	1.6922	-5.793824
23	DL	0	6.556985
23	DL	0.8461	6.594007
23	DL	1.6922	6.631028
23	LL	0	0.799886
23	LL	0.8461	0.799886
23	LL	1.6922	0.799886
23	WL	0	-0.039582
23	WL	0.8461	-0.039582
23	WL	1.6922	-0.039582
23	COMB1	0	9.148199
23	COMB1	0.8461	9.192625
23	COMB1	1.6922	9.23705
23	COMB2	0	8.236659
23	COMB2	0.8461	8.281085
23	COMB2	1.6922	8.32551
24	DL	0	19.94998
24	DL	0.8461	19.98701
24	DL	1.6922	20.02403
24	LL	0	2.408951
24	LL	0.8461	2.408951
24	LL	1.6922	2.408951
24	WL	0	1.664102
24	WL	0.8461	1.664102
24	WL	1.6922	1.664102
24	COMB1	0	27.7943
24	COMB1	0.8461	27.83873
24	COMB1	1.6922	27.88315
24	COMB2	0	26.47574
24	COMB2	0.8461	26.52016
24	COMB2	1.6922	26.56459
25	DL	0	-6.227807
25	DL	0.805403	-6.259919
25	DL	1.610805	-6.292032
25	LL	0	-0.759605

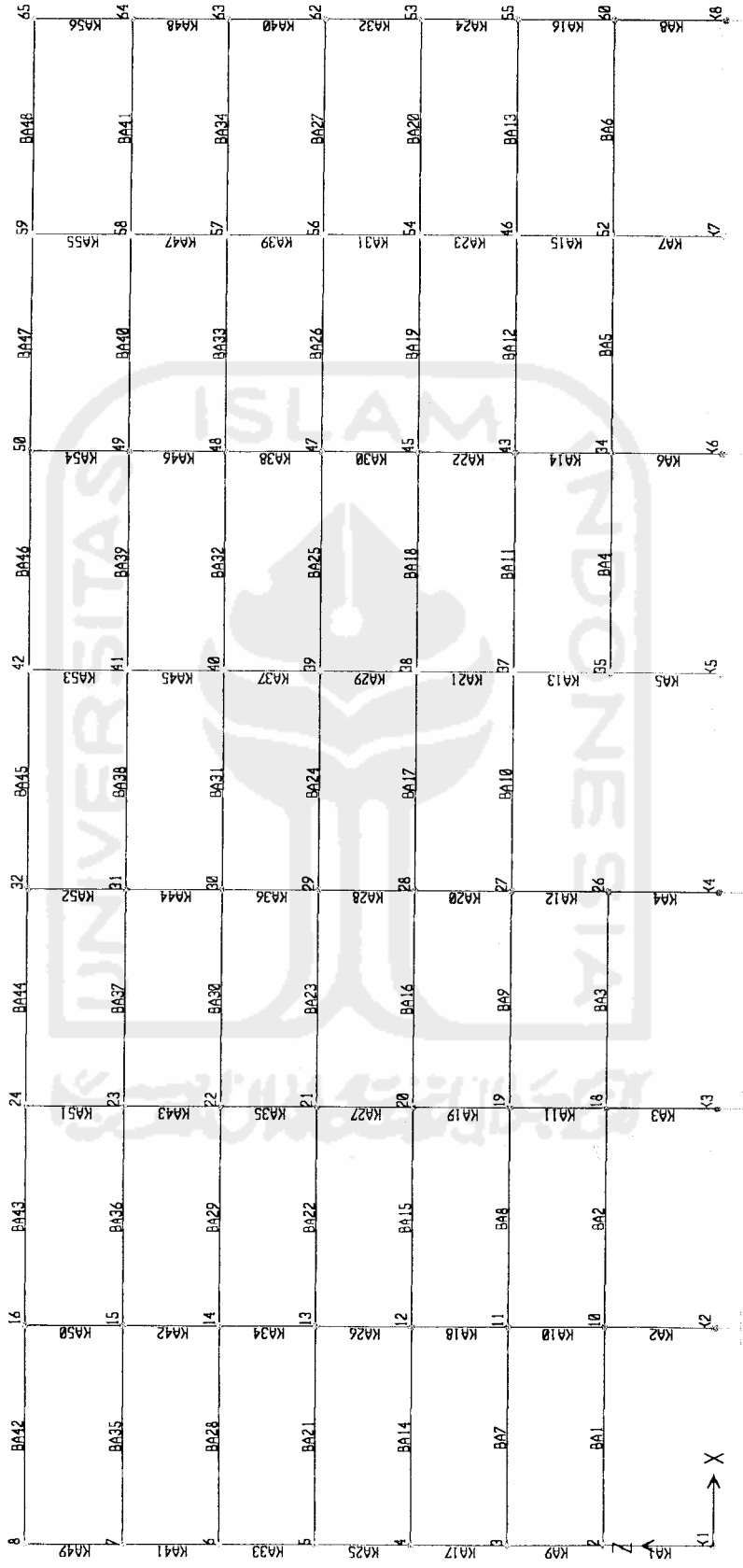
35	DL	1.49748	-5.802306
35	LL	0	-0.683651
35	LL	0.74874	-0.683651
35	LL	1.49748	-0.683651
35	WL	0	-1.11254
35	WL	0.74874	-1.11254
35	WL	1.49748	-1.11254
35	COMB1	0	-8.114735
35	COMB1	0.74874	-8.085671
35	COMB1	1.49748	-8.056608
35	COMB2	0	-8.25275
35	COMB2	0.74874	-8.223687
35	COMB2	1.49748	-8.194625
36	DL	0	2.968406
36	DL	0.79275	2.912075
36	DL	1.5855	2.855744
36	LL	0	0.147652
36	LL	0.79275	0.147652
36	LL	1.5855	0.147652
36	WL	0	0.508558
36	WL	0.79275	0.508558
36	WL	1.5855	0.508558
36	COMB1	0	3.798331
36	COMB1	0.79275	3.730734
36	COMB1	1.5855	3.663136
36	COMB2	0	4.04276
36	COMB2	0.79275	3.975163
36	COMB2	1.5855	3.907566
37	DL	0	-1.495972
37	DL	0.719925	-1.476662
37	DL	1.439851	-1.457352
37	LL	0	-0.147301
37	LL	0.719925	-0.147301
37	LL	1.439851	-0.147301
37	WL	0	-0.507335
37	WL	0.719925	-0.507335
37	WL	1.439851	-0.507335
37	COMB1	0	-2.030849
37	COMB1	0.719925	-2.007677
37	COMB1	1.439851	-1.984504
37	COMB2	0	-2.274685
37	COMB2	0.719925	-2.251513
37	COMB2	1.439851	-2.228341
38	DL	0	-2.109452
38	DL	0.723667	-2.160874
38	DL	1.447333	-2.212296
38	LL	0	-0.476983
38	LL	0.723667	-0.476983
38	LL	1.447333	-0.476983
38	WL	0	-0.213249
38	WL	0.723667	-0.213249
38	WL	1.447333	-0.213249
38	COMB1	0	-3.294515
38	COMB1	0.723667	-3.356222
38	COMB1	1.447333	-3.417929
38	COMB2	0	-2.940432

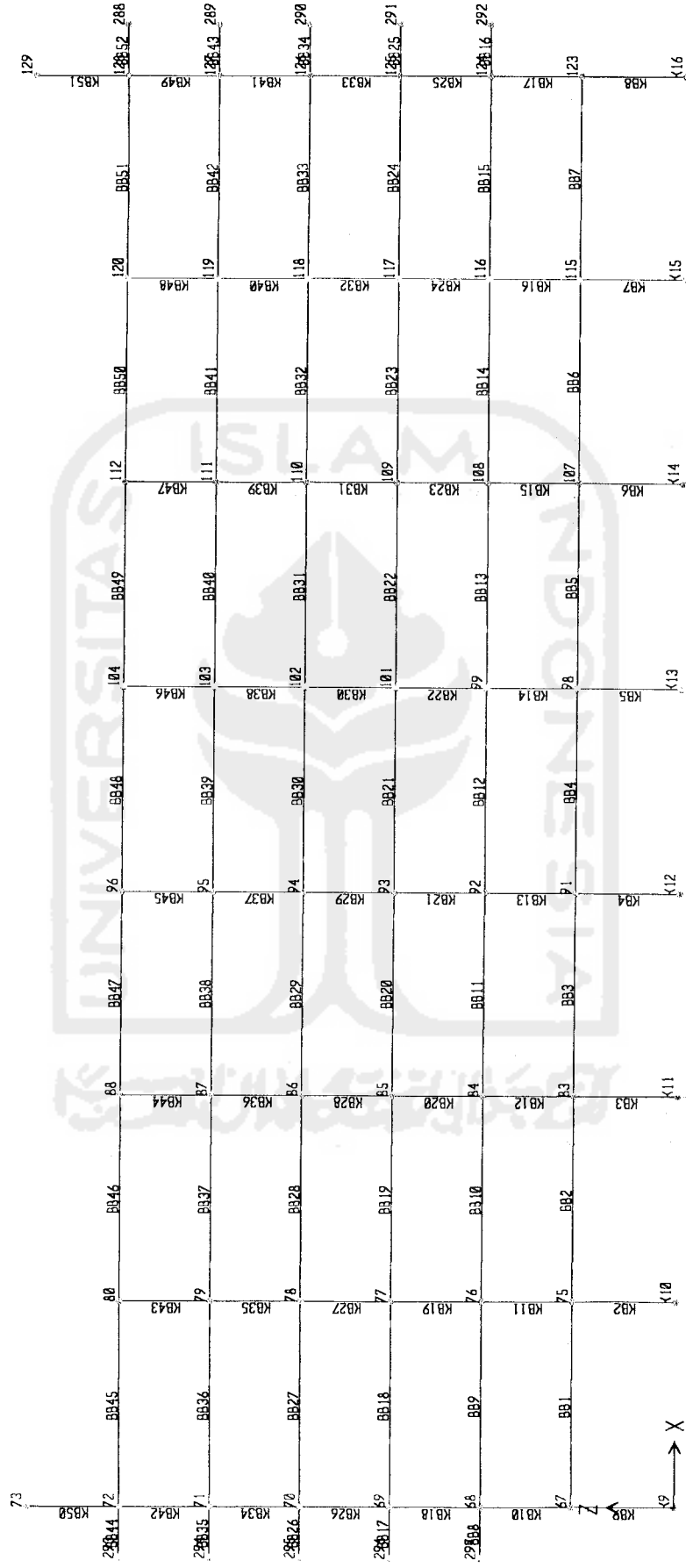


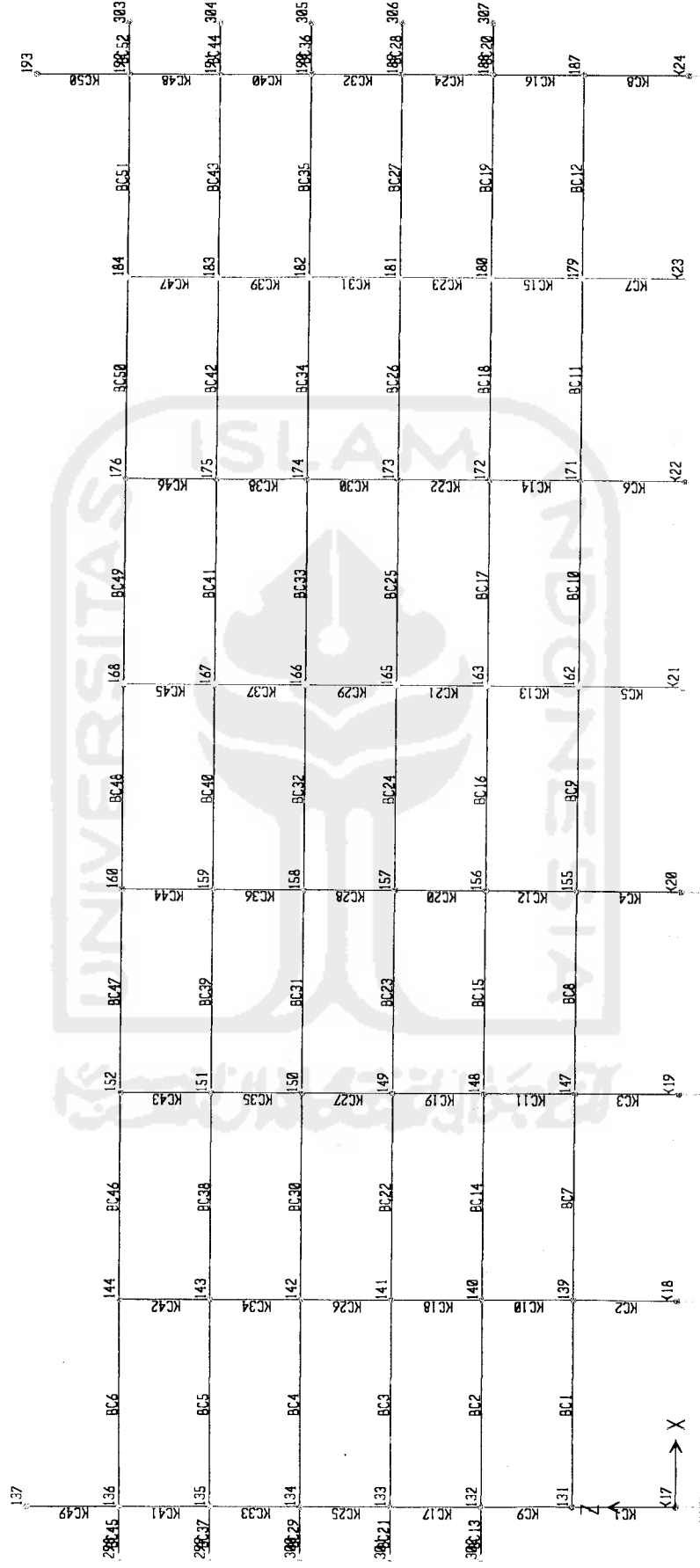


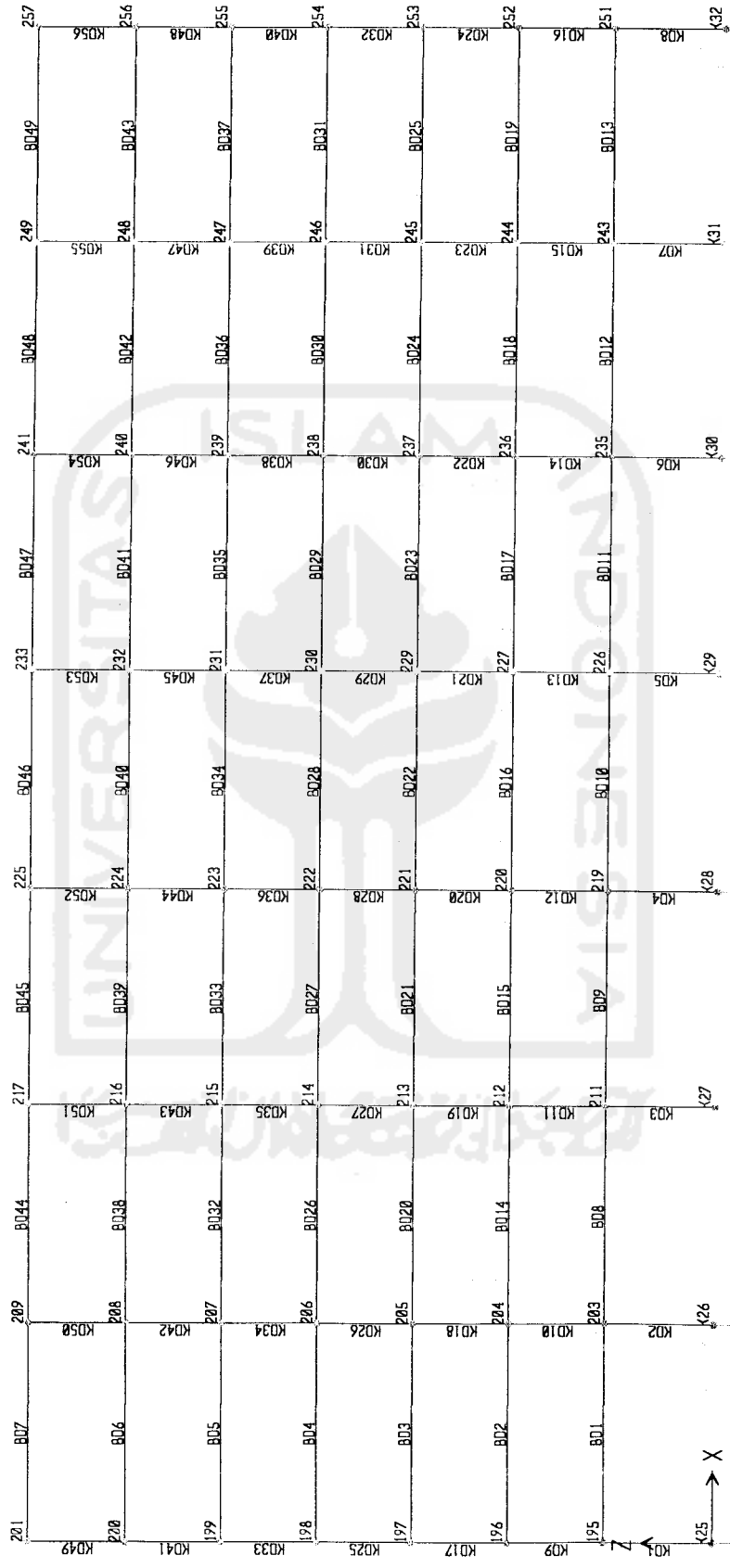


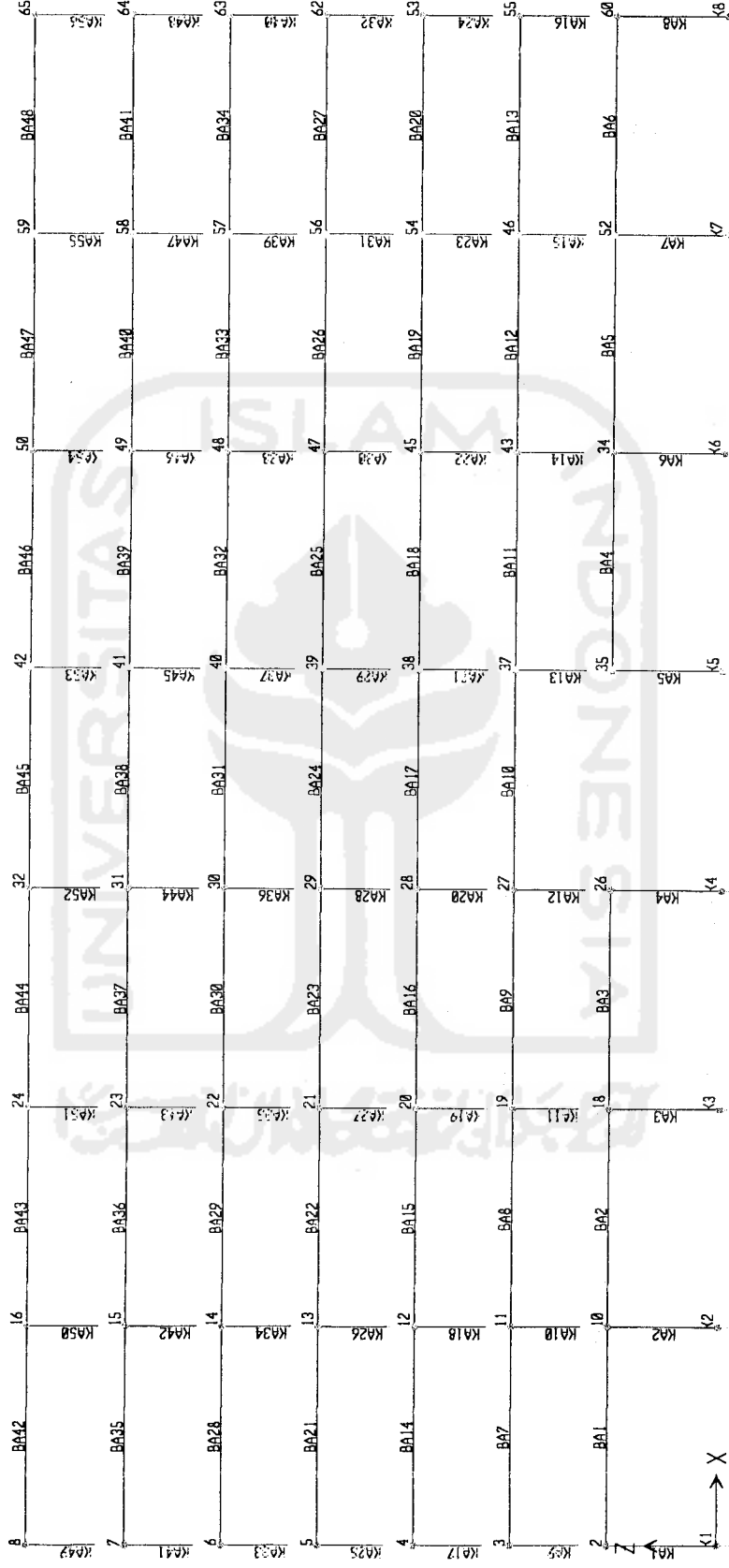


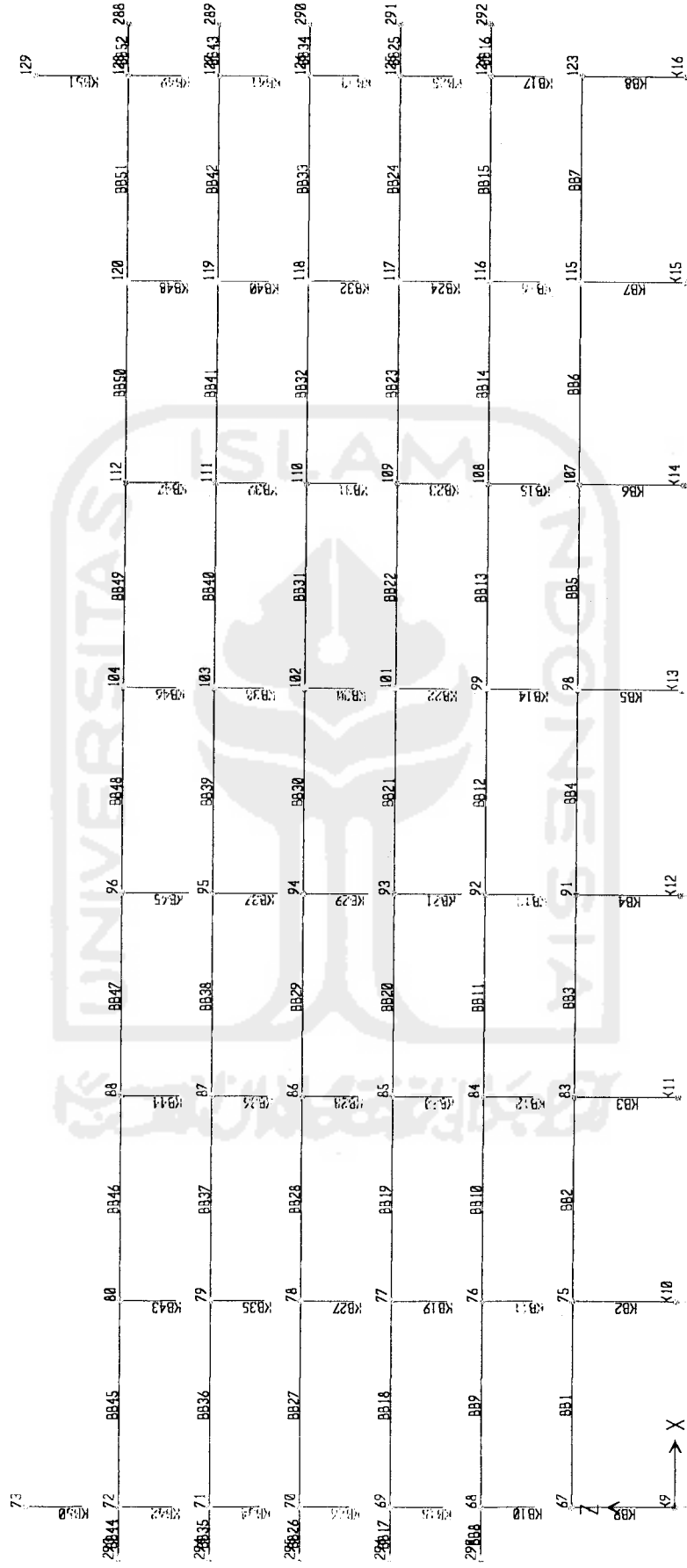


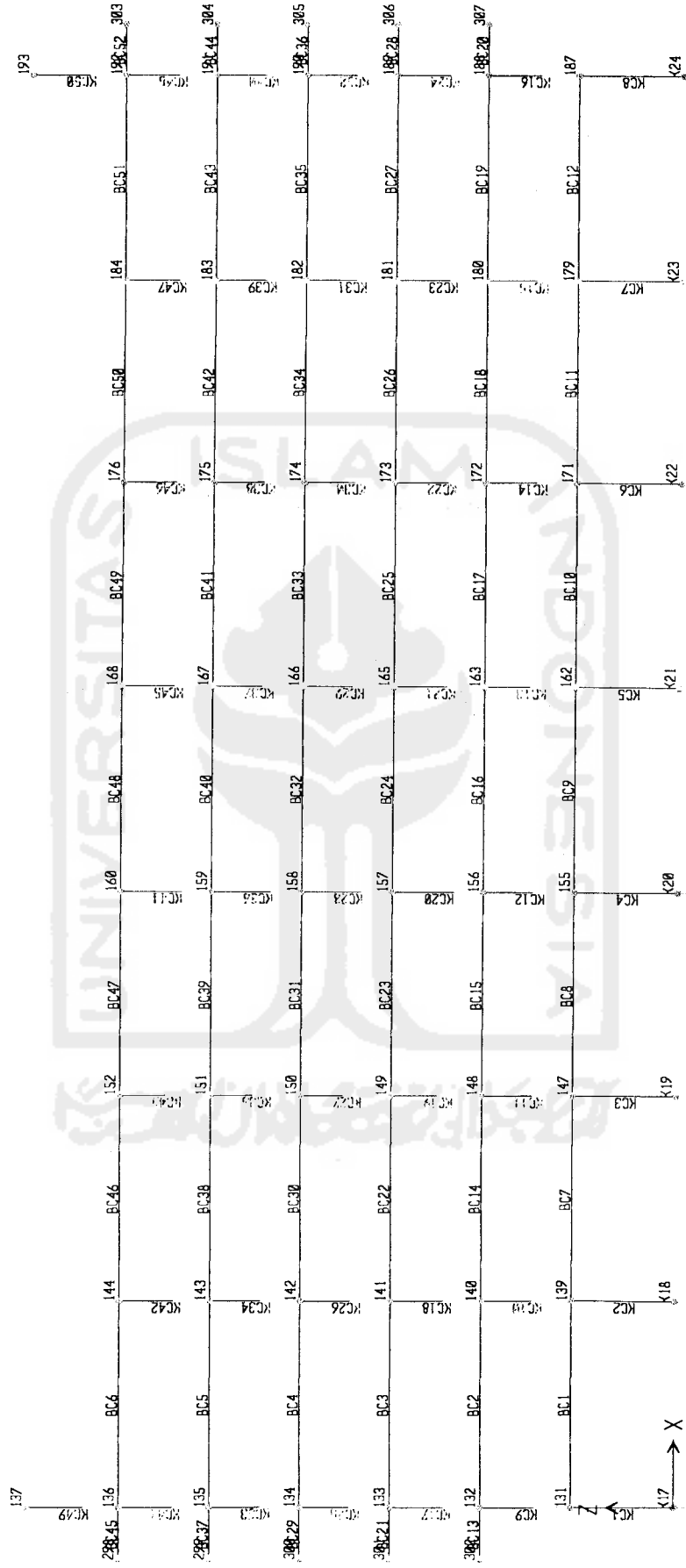


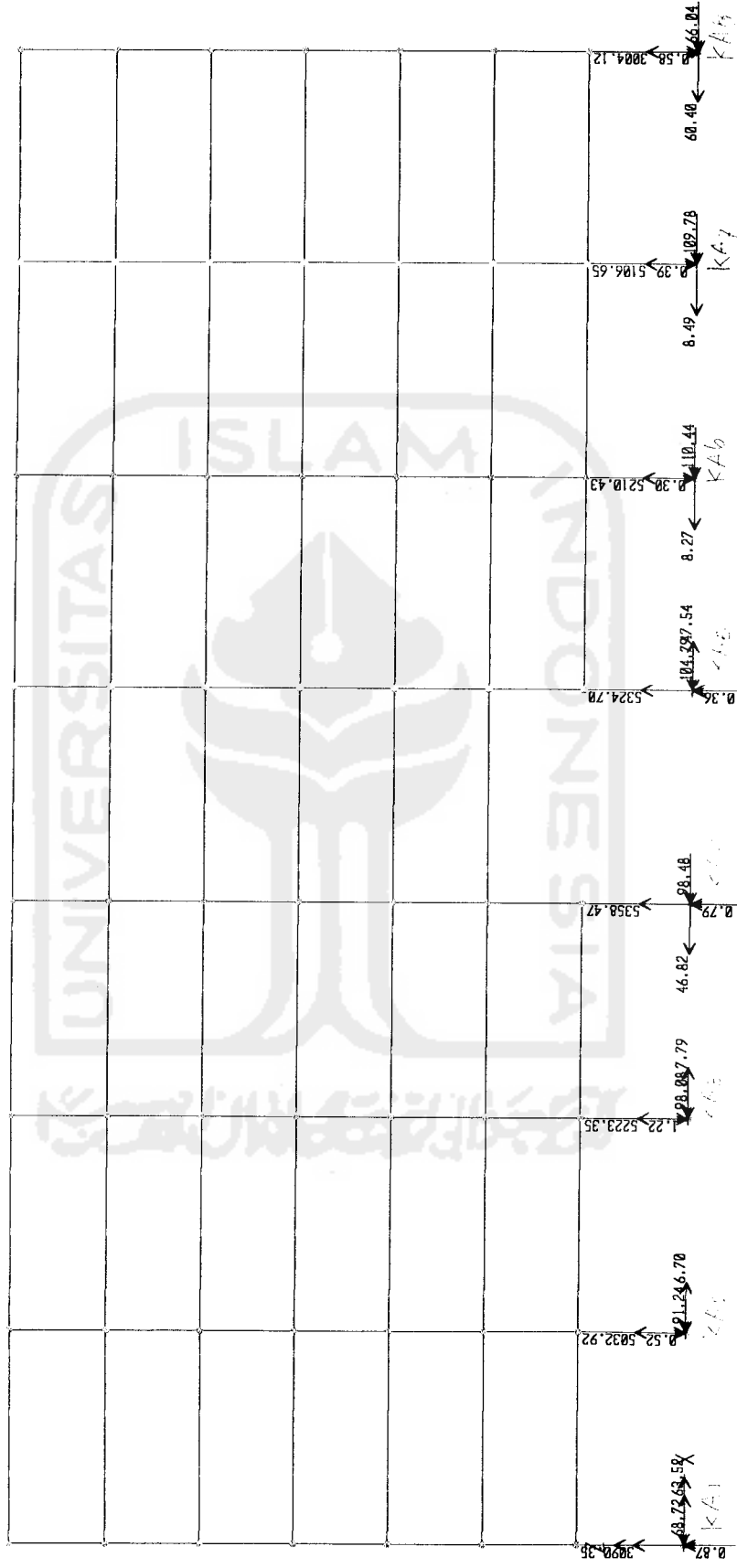


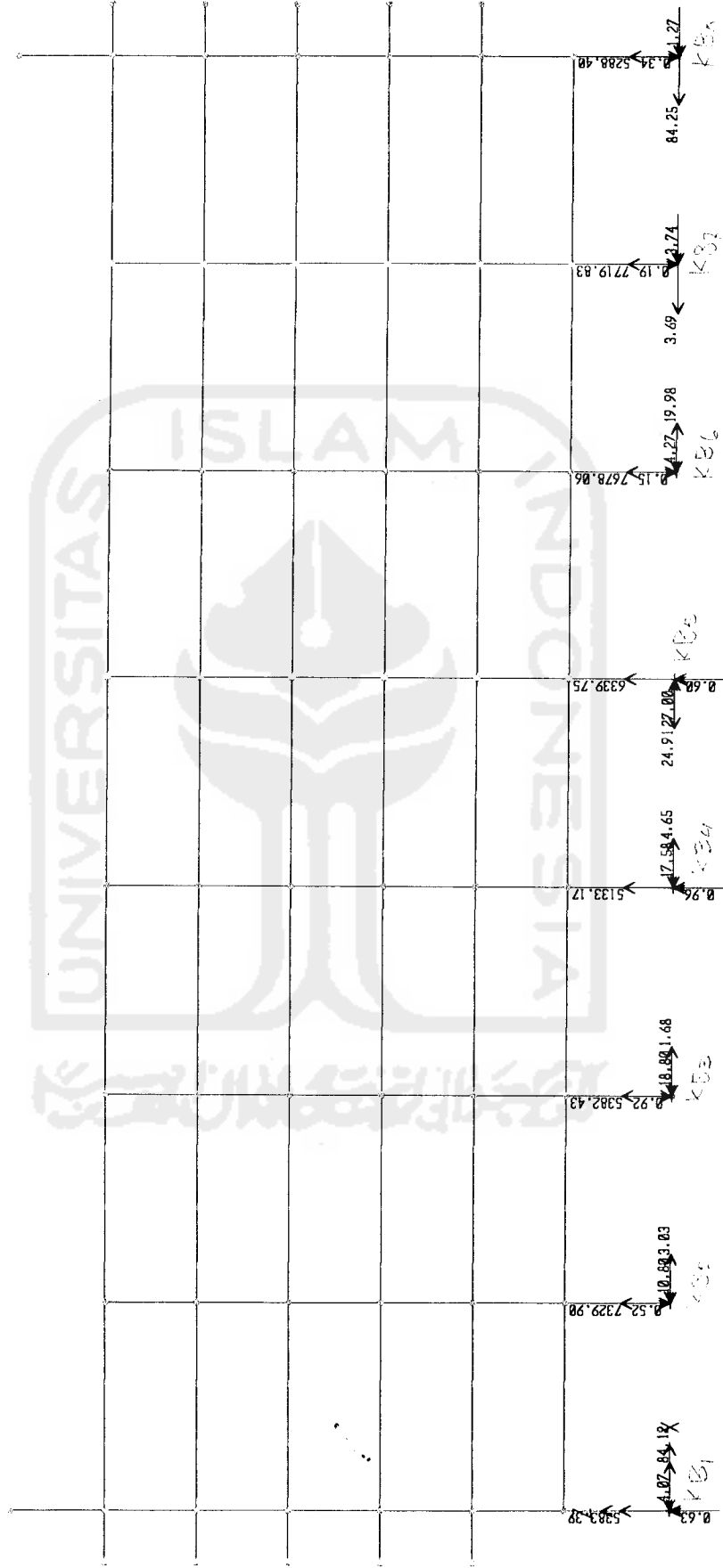


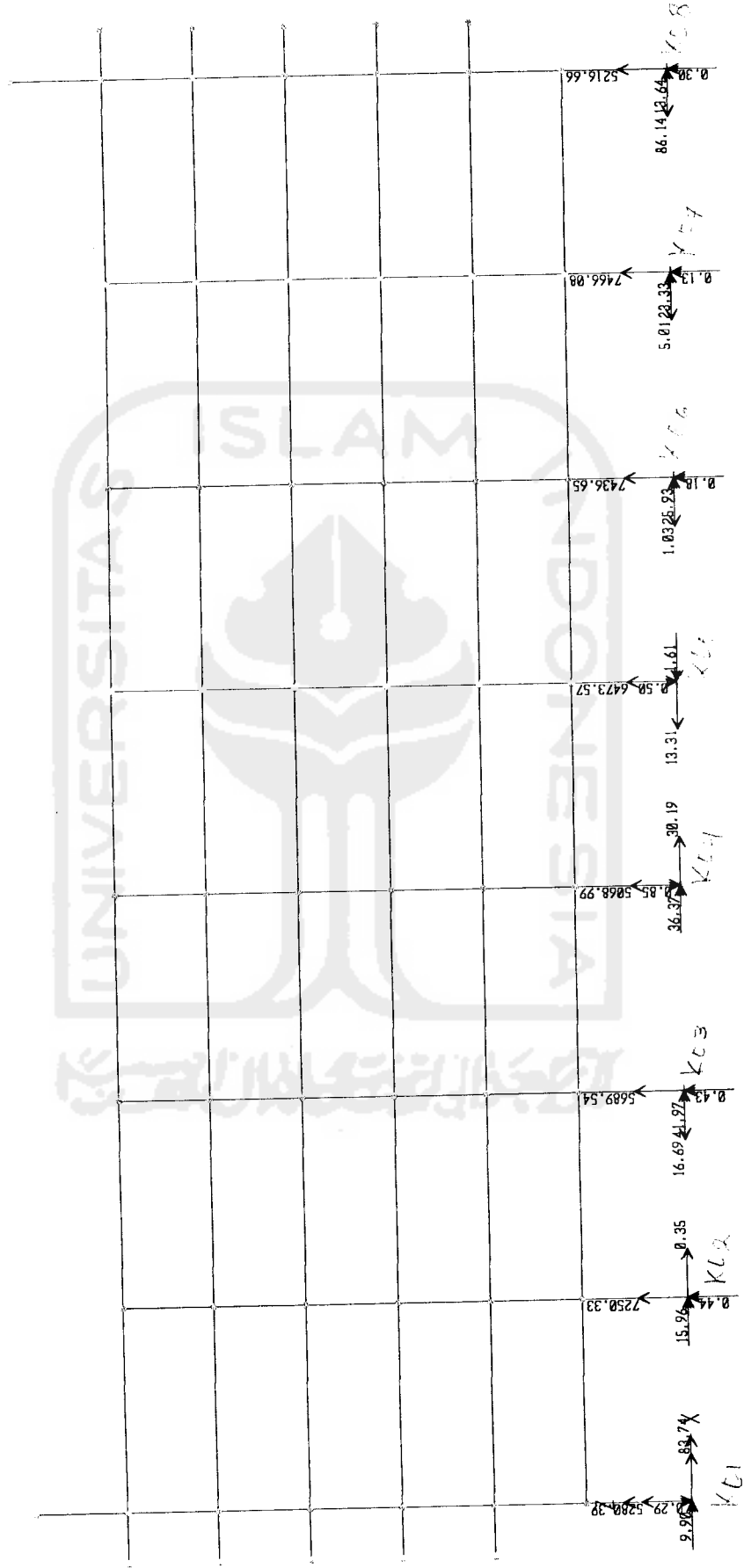












Tabel 4. 6 Kombinasi momen hasil perhitungan SAP 2000

No	Balok	Daerah	MDL (kNm)	MLL (kNm)	Eiki (kNm)	Eika (kNm)	Kombinasi			Mu pakai
							1,2MDL+1,6MLL (kNm)	1,05(MD+0,63 ML+Eiki) (kNm)	1,05(MD+0,63ML+Eika) (kNm)	
1	BA1	Tump. Ki.	-241.79	-28.5534	60.32415	-55.009	-335.8372	-209.4305435	-330.5300465	-335.837
	BA1		19.823	3.91501	31.32043	-28.42	30.0518832	56.29061294	-6.436586562	30.05188
	BA1	Lap.	179.72	15.0514	2.316695	-1.8308	239.747152	201.095851	196.7409634	239.7472
	BA1		26.6	4.85574	-26.68703	24.7581	39.6886736	3.120246864	57.13766486	39.68867
	BA1	Tump. Ka	-228.24	-26.6719	-55.69077	51.3471	-316.56364	-315.7712954	-203.3815634	-316.564
2	BA2	Tump. Ki.	-232.99	-28.5992	5.573844	-5.2689	-325.349088	-257.7074214	-269.0922637	-325.349
	BA2		21.065	3.4634	2.796114	-2.6322	30.8191568	27.34495878	21.64520913	30.81916
	BA2	Lap.	173.4	14.194	0.018383	0.00442	230.793624	191.4814618	191.4668045	230.7936
	BA2		12.722	3.59258	-2.759347	2.64107	21.0141768	12.8369715	18.5074062	21.01418
	BA2		13.722	4.59258	-1.759347	3.64107	23.8141768	15.5984715	21.2689062	23.81418
3	BA3	Tump. Ki.	-232.99	-27.3191	52.90117	-49.608	-323.300912	-207.1669363	-314.8014913	-323.301
	BA3		21.065	4.11288	26.19584	-24.513	31.858312	52.34429681	-0.900394688	31.85831
	BA3	Lap.	173.4	14.2128	-0.509502	0.58115	230.823752	190.939638	192.0848271	230.8238
	BA3		12.722	2.98077	-27.21484	25.6757	20.0352776	-13.24600979	42.28905721	20.03528
	BA3	Tump. Ka	-249.68	-29.5833	-53.92018	50.7702	-346.946984	-338.3475403	-228.4225993	-346.947
4	BA4	Tump. Ki.	-213.45	-25.3342	59.4264	-59.335	-296.67832	-178.4865033	-303.1854483	-296.678
	BA4		34.431	5.54376	30.62499	-30.465	50.1868288	71.97564942	7.831285917	50.18683
	BA4	Lap.	180.6	15.0897	1.823586	-1.5952	240.858272	201.5219951	197.9322183	240.8583
	BA4		13.742	3.30368	-26.97782	27.2744	21.7757888	-11.7126657	45.2521443	21.77579
	BA4	Tump. Ka	-254.83	-29.8144	-55.77922	56.144	-353.500416	-345.8631401	-228.3437591	-353.5
5	BA5	Tump. Ki.	-241	-28.3778	52.36304	-53.504	-334.603088	-216.8394825	-327.999801	-334.603
	BA5		16.871	3.56733	26.20768	-26.688	25.953024	47.5924868	-7.948113705	25.95302
	BA5	Lap.	173.02	14.1805	5.23E-02	0.12767	230.315304	191.1085238	191.1876488	230.3153
	BA5		16.154	3.46166	-26.10306	26.9435	24.9238576	-8.156270556	47.54257544	24.92386
	BA5	Tump. Ka	-242.43	-28.5892	-52.25842	53.7593	-336.661448	-328.3369986	-217.0184346	-336.661

Tabel 4.8 Kombinasi momen hasil perhitungan SAP 2000 (lanjutan)

No	Balok	Station	MDL (kNm)	MLL (kNm)	EIKI (kNm)	EIKa (kNm)	Kombinasi			Mu pakai
							1,2MDL+1,6MLL (kNm)	1,05(MD+0,63ML+EIKi) (kNm)	1,05(MD+0,63ML+EIKa) (kNm)	
11	BB2	Tump. Ki.	-334.46	-54.5784	52.83325	-49.6026	-488.681552	-331.8152823	-439.3729143	-488.682
	BB2		22.558	8.28097	26.46345	-24.7551	40.3192544	56.9504708	3.170961801	40.31925
	BB2	Lap.	278.58	28.4604	9.37E-02	9.23E-02	379.833432	311.4346093	311.4332165	379.8334
	BB2		11.004	5.95976	-26.2761	24.93979	22.7409936	-12.0928611	41.6838654	22.74099
12	BB2	Tump. Ka.	-357.57	-59.2209	-52.6459	49.78725	-523.83808	-469.9019593	-362.3471098	-523.838
	BB3	Tump. Ki.	-345.01	-56.5201	52.22749	-50.0931	-504.44344	-344.8090517	-452.2456817	-504.443
	BB3		17.24	7.27111	26.16876	-25.0069	32.3215088	50.38880494	-3.345680058	32.32151
	BB3	Lap.	278.49	28.3823	0.110032	7.92E-02	379.599832	311.3050432	311.2726975	379.5998
13	BB3		16.142	6.81353	-25.9487	25.16539	30.2716536	-5.790230744	47.87956376	30.27165
	BB3	Tump. Ka.	-347.21	-57.4353	-52.0074	50.25156	-508.543256	-457.167211	-349.7952715	-508.543
	BB4	Tump. Ki.	-360.9	-59.6424	51.61011	-50.5757	-528.5028	-364.2034221	-471.4985646	-528.503
	BB4		11.184	6.18119	25.85458	-25.2438	23.3105496	42.97923035	-10.67408965	23.31055
14	BB4	Lap.	282.26	29.3248	9.91E-02	8.81E-02	385.637304	315.8802883	315.8687881	385.6373
	BB4		29.747	9.78838	-25.6565	25.42002	51.35752	10.76980737	64.40013237	51.35752
	BB4	Tump. Ka.	-323.77	-52.428	-51.412	50.75194	-472.408952	-428.6223402	-321.3502032	-472.409
	BB5	Tump. Ki.	-255.52	-32.0115	51.05103	-51.0981	-357.839344	-235.8653222	-343.1219192	-357.839
15	BB5		-1.2204	0.92454	25.56916	-25.5017	0.01482496	26.17781808	-27.44662692	0.014825
	BB5	Lap.	167.08	12.5406	0.087285	9.46E-02	220.558352	183.8189589	183.8266743	220.5584
	BB5		38.077	2.83669	-25.3946	25.691	50.2312392	15.19311776	68.83298726	50.23124
	BB5	Tump. Ka.	-276.57	-28.1872	-50.8765	51.28738	-376.980448	-362.4619056	-255.1898736	-376.98
15	BB6	Tump. Ki.	-340.16	-53.8546	50.55379	-51.6492	-494.356088	-339.7084902	-447.0216192	-494.356
	BB6		20.678	9.07112	25.32349	-25.7849	39.3269904	54.30175603	0.637904526	39.32699
	BB6	Lap.	280.51	29.3168	9.32E-02	7.93E-02	383.523472	314.0304212	314.0158362	383.5235
	BB6		16.751	6.88253	-25.1371	25.94355	31.113324	-4.252541213	49.38214129	31.11332
	BB6	Tump. Ka.	-348.01	-58.2318	-50.3674	51.8078	-510.783432	-456.8171109	-349.5331509	-510.783

No	Balok	Daerah	MDL (kNm)	MLL (kNm)	EIKI (kNm)	EIKa (kNm)	Kombinasi			Mu pakai
							1,2MDL+1,6MLL (kNm)	1,05(MD+0,63 ML+EIKI) (kNm)	1,05(MD+0,63ML+Elka) (kNm)	
1	BC1	Tump. Ki.	-321.2801	-53.5714	56.61795	-52.90155	-471.25036	-313.3327386	-428.3282136	-471.2504
	BC1		34.14066	9.612239	29.0497	-27.05619	56.3483744	72.7083741	13.7971896	56.34837
	BC1	Lap.	288.5626	30.11588	1.481443	-1.210835	394.460528	324.4678998	321.6410079	394.4605
	BC1		19.38562	7.939518	-26.08681	24.63453	35.9659728	-1.784258343	51.47314866	35.96597
	BC1	Tump. Ka	-350.7902	-56.91684	-53.65506	50.47989	-512.015184	-462.3180127	-352.9763152	-512.0152
2	BC9	Tump. Ki.	-360.443	-55.20081	50.20535	-49.82136	-520.852896	-362.2648683	-467.2929138	-520.8529
	BC9		17.11506	8.408521	25.14658	-24.86683	33.9917056	49.93695864	-2.577121859	33.99171
	BC9	Lap.	293.6743	29.33785	8.78E-02	8.77E-02	399.34972	327.8572163	327.8570807	399.3497
	BC9		46.63462	7.587172	-24.97094	25.04222	68.1010192	27.76577828	80.27959628	68.10102
	BC9		-401.0489	-56.8435	-50.0297	49.99675	-572.20828	-511.2345053	-406.2067328	-572.2083
3	BD1	Tump. Ki.	-241.4558	-24.92434	56.51794	-52.83232	-329.625904	-210.6722039	-325.4899769	-329.6259
	BD1		21.5668	4.178022	28.9975	-27.02077	32.5649952	55.85627655	-2.962906947	32.565
	BD1	Lap.	202.1105	13.72039	1.477057	-1.209235	264.485224	222.8429728	220.0223662	264.4852
	BD1		18.23537	3.702749	-26.04338	24.6023	27.8068424	-5.749042037	47.42892196	27.80684
	BD1	Tump. Ka.	-248.1186	-25.87489	-53.56382	50.41385	-339.142144	-333.8827807	-224.7062272	-339.1421
4	BD9	Tump. Ki.	-253.1864	-26.10673	59.39299	-56.47826	-345.594448	-220.7526824	-342.4174949	-345.5944
	BD9		15.00924	3.509336	30.32976	-28.78932	23.6260256	49.92737576	-12.14765824	23.62603
	BD9	Lap.	200.726	13.5654	1.266533	-1.100386	262.57584	221.0656718	218.5804068	262.5758
	BD9		22.0239	4.061474	-27.79669	26.58855	32.9270384	-3.374764449	53.72973755	32.92704
	BD9	Tump. Ka.	-239.157	-25.00246	-56.85992	54.27748	-326.992336	-327.3568933	-210.6626233	-326.9923
5	BH1	Tump. Ki.	-305.7846	-51.66851	-4.24E-02	3.70E-02	-449.611136	-355.2970767	-355.2137438	-449.6111
	BH1		43.00889	10.73279	-2.17E-02	1.90E-02	68.783132	52.23634075	52.27900641	68.78313
	BH1	Lap.	290.8036	30.45408	-8.97E-04	1.01E-03	397.690848	325.4882125	325.490211	397.6908
	BH1		14.19937	7.495383	1.99E-02	-1.70E-02	29.0318568	19.88838594	19.84971719	29.03186
	BH1	Tump. Ka.	-363.4037	-58.14332	4.06E-02	-0.034944	-529.113752	-419.9930466	-420.0723826	-529.1138

Tabel 4. 6 Kombinasi momen hasil perhitungan SAP 2000 (lanjutan)

No	Balok	Daerah	MDL (kNm)	MLL (kNm)	Eiki (kNm)	Elka (kNm)	Kombinasi			Mu pakai
							1,2MDL+1,6MLL (kNm)	1,05(MD+0,63 ML+Eiki) (kNm)	1,05(MD+0,63ML+Elka) (kNm)	
1	BC42	Tump. Ki.	-346.759	-35.98753	23.07239	-24.55195	-473.690848	-363.6766916	-413.6822486	-473.6908
	BC42		13.72567	4.401334	11.54876	-12.20505	23.5129384	29.44963394	4.508133441	23.51294
	BC42	Lap.	276.9814	18.1102	2.51E-02	0.141859	361.354	302.8367515	302.9593188	361.354
	BC42		20.40809	5.139061	-11.4985	12.48876	32.7122056	12.75455835	37.94118135	32.71221
2	BC42	Tump. Ka	-333.3942	-34.51207	-23.02213	24.83567	-455.292352	-397.0668808	-346.8161908	-455.2924
	BC43	Tump. Ki.	-334.7049	-29.56766	22.74633	-24.85633	-448.954136	-347.1155056	-397.0982986	-448.9541
	BC43		21.5675	7.552726	11.1526	-12.17888	37.9653616	39.35223325	14.85417925	37.96536
	BC43	Lap.	280.6109	17.99312	-0.441123	0.498575	365.522072	306.0807145	307.0673981	365.5221
3	BC43		19.82524	1.753507	-12.03485	13.17603	26.5958992	9.339854381	35.81127838	26.5959
	BC43		-338.1894	-41.1661	-23.62857	25.85348	-471.69304	-407.1402437	-355.1840912	-471.693
	BC44	Tump. Ki.	-108.9994	-5.34	-1.42E-14	1.42E-14	-139.34328	-117.98178	-117.98178	-139.3433
	BC44		-74.55717	-3.00375	-1.42E-14	7.11E-15	-94.274604	-80.27200913	-80.27200913	-94.2746
4	BC44	Lap.	-44.90985	-1.335	-1.42E-14	0	-56.02782	-48.038445	-48.038445	-56.02782
	BC44		-20.05746	-0.33375	-1.42E-14	-7.11E-15	-24.602952	-21.28110863	-21.28110863	-24.60295
	BC44	Tump. Ka.	6.82E-13	3.18E-14	-1.42E-14	-1.42E-14	8.68683E-13	7.21727E-13	7.21727E-13	8.69E-13
	BC45	Tump. Ki.	-108.9994	-5.34	0	0	-139.34328	-117.98178	-117.98178	-139.3433
5	BC45		-74.55717	-3.00375	7.11E-15	-3.55E-15	-94.274604	-80.27200913	-80.27200913	-94.2746
	BC45	Lap.	-44.90985	-1.335	1.42E-14	-7.11E-15	-56.02782	-48.038445	-48.038445	-56.02782
	BC45		-20.05746	-0.33375	2.13E-14	-1.07E-14	-24.602952	-21.28110863	-21.28110863	-24.60295
	BC45	Tump. Ka.	2.27E-13	1.75E-14	2.84E-14	-1.42E-14	3.00249E-13	2.79606E-13	2.34842E-13	3E-13
6	BC46	Tump. Ki.	-356.6357	-52.824	14.2345	-12.74631	-512.48124	-394.464336	-422.7941865	-512.4812
	BC46		20.75293	9.894567	7.148353	-6.36801	40.7348232	35.84160322	21.64942207	40.73482
	BC46	Lap.	313.1125	29.93313	6.22E-02	0.010287	423.628008	348.6342009	348.5796916	423.628
	BC46		42.22813	7.291699	-7.023952	6.388583	62.3404744	41.78784579	55.87100754	62.34047
	BC46	Tump. Ka.	-413.3303	-58.02974	-14.1101	12.76688	-588.843944	-487.199093	-458.978264	-588.8439

Tabel 4.6 Kombinasi momen hasil perhitungan SAP 2000 (lanjutan)

No	Balok	Daerah	MDL (kNm)	MLL (kNm)	Elki (kNm)	Eika (kNm)	Kombinasi			Mu pakai
							1,2MDL+1,6MLL (kNm)	1,05(MD+0,63 ML+Elki (kNm)	1,05(MD+0,63MLL+Elka) (kNm)	
1	BI1	Tump. Ki.	-200.0191	-27.81436	-0.322825	0.287531	-284.525896	-228.7582204	-228.1173464	-284.5259
	BI1		20.02436	4.23548	-0.165546	0.147138	30.806	23.65352441	23.98184324	30.806
	BI1	Lap.	162.8289	14.96532	-8.27E-03	6.75E-03	219.339192	180.8612232	180.8769869	219.3392
	BI1		17.09464	4.375161	0.149011	-0.133647	27.5138256	21.00000266	20.70321123	27.51383
	BI1	Tump. Ka	-205.8785	-27.535	0.30629	-0.27404	-291.1102	-234.0652232	-234.6745698	-291.1102
2	BJ1	Tump. Ki.	-49.2031	-6.19E-03	1.24E-02	-431.3015	-59.05361822	-51.6543157	-504.5339223	-59.05362
	BJ1		11.68646	-2.96E-03	6.27E-03	74.37399	14.01901934	12.27541109	90.36151584	14.01902
	BJ1	Lap.	29.89602	2.71E-04	1.31E-04	390.5628	35.875656689	31.39113789	441.48194	35.87566
	BJ1		5.425579	3.50E-03	-6.01E-03	10.14505	6.516293248	5.692863629	16.35147506	6.516293
	BJ1		-61.72486	6.73E-03	-1.21E-02	-559.7593	-74.059068	-64.81940852	-652.5539178	-74.05907
3	BK1	Tump. Ki.	-296.1743	-49.01799	9.23E-02	-0.100483	-433.837944	-343.3114948	-343.5139226	-433.8379
	BK1		49.16545	11.77677	4.57E-02	-4.98E-02	77.841372	59.46206676	59.36177886	77.84137
	BK1	Lap.	288.9064	29.90754	-8.56E-04	9.08E-04	394.539744	323.1346589	323.136511	394.5397
	BK1		0.448445	5.3743	-4.74E-02	5.16E-02	9.13701364	3.976157903	4.080149997	9.137014
	BK1	Tump. Ka.	-393.6083	-61.82293	-9.40E-02	0.102299	-571.246648	-454.2833014	-454.0771692	-571.2466
4	BL1	Tump. Ki.	-319.1878	-52.42952	-0.141027	0.128142	-466.912592	-369.9773953	-369.6947683	-466.9126
	BL1		36.34822	10.11913	-7.06E-02	6.41E-02	59.808472	44.78535675	44.92676697	59.80847
	BL1	Lap.	290.8854	29.98777	-7.59E-05	1.08E-04	397.042912	325.2665002	325.2666936	397.0429
	BL1		21.82366	7.176412	7.04E-02	-6.39E-02	37.6706512	27.73595888	27.59493554	37.67065
	BL1	Tump. Ka.	-348.2369	-58.31495	0.140875	-0.127926	-511.1882	-404.076166	-404.3584062	-511.1882
5	BC41	Tump. Ki.	-350.8522	-39.68206	23.28882	-23.88725	-484.513936	-370.1912317	-419.7261052	-484.5139
	BC41		11.95542	2.516763	11.66969	-11.90001	18.3733248	26.47120422	1.723019225	18.37332
	BC41	Lap.	277.5341	18.03558	0.050558	8.72E-02	361.897848	303.3944267	303.43292	361.8978
	BC41		23.28376	6.8744	-11.56857	12.07445	38.939552	16.8483651	41.6735361	38.93955
	BC41	Tump. Ka.	-328.1956	-30.96678	-23.1877	24.06168	-443.381568	-389.43699	-339.825141	-443.3816

Kolom	Beban	Letak	Gaya aksial P (kN)	Gaya geser portal		Momen Portal	
				arah y (kNm)	arah x (kNm)	arah -y (kNm)	arah -x (kNm)
KA1 pojok	DL	Bawah	-2242.645	-45.71331	-36.08004	-48.25877	-67.12614
	DL		-2212.486	-45.71331	-36.08004	23.9013	24.30047
	DL	Atas	-2182.327	-45.71331	-36.08004	96.06137	115.7271
	LL	Bawah	-249.4844	-5.417595	-4.914681	-6.756256	-7.630443
	LL		-249.4844	-5.417595	-4.914681	3.073106	3.204748
	LL	Atas	-249.4844	-5.417595	-4.914681	12.90247	14.03994
	EKI	Bawah	61.45879	36.63565	-0.1801105	-0.610217	118.1226
	EKI		61.45879	36.63565	-0.1801105	-0.249996	44.85128
	EKI	Atas	61.45879	36.63565	-0.1801105	0.110225	-28.42004
	EKA	Bawah	-60.24255	-30.12424	0.147017	0.494876	-100.8046
	EKA		-60.24255	-30.12424	0.147017	0.200842	-40.55608
	EKA	Atas	-60.24255	-30.12424	0.147017	-0.093192	19.69241
	COMB1	Bawah	-3090.349	-63.52412	-51.15953	-68.72053	-92.76007
	COMB1		-3054.158	-63.52412	-51.15953	33.59853	34.28817
	COMB1	Atas	-3017.968	-63.52412	-51.15953	135.9176	161.3364
	COMB2	Bawah	-2439.936	-12.78209	-41.02196	-55.36618	48.96801
	COMB2		-2408.269	-12.78209	-41.02196	26.67774	74.53219
	COMB2	Atas	-2376.602	-12.78209	-41.02196	108.7217	100.0964
	COMB3	Bawah	-2567.722	-82.87998	-40.67848	-54.20584	-180.9055
	COMB3		-2536.055	-82.87998	-40.67848	27.15112	-15.14553
COMB3	Atas	-2504.389	-82.87998	-40.67848	108.5081	150.6144	
KA2 tepi	DL	Bawah	-3604.096	-5.014676	-44.38664	-62.29716	-10.45876
	DL		-3581.006	-5.014676	-44.38664	26.47612	-0.42941
	DL	Atas	-3557.916	-5.014676	-44.38664	115.2494	9.599941
	LL	Bawah	-442.5052	-0.4244868	-7.486764	-10.29938	-0.916628
	LL		-442.5052	-0.4244868	-7.486764	4.674148	-0.067654
	LL	Atas	-442.5052	-0.4244868	-7.486764	19.64768	0.7813192
	EKI	Bawah	-2.617224	28.9802	-0.00913837	-0.034132	78.81937
	EKI		-2.617224	28.9802	-0.00913837	-0.015855	20.85898
	EKI	Atas	-2.617224	28.9802	-0.00913837	0.002422	-37.10142
	EKA	Bawah	2.284926	-24.92205	0.01089624	0.040989	-69.32456
	EKA		2.284926	-24.92205	0.01089624	0.019196	-19.48046
	EKA	Atas	2.284926	-24.92205	0.01089624	-0.002596	30.36364
	COMB1	Bawah	-5032.924	-6.69679	-65.24279	-91.2356	-14.01712
	COMB1		-5005.216	-6.69679	-65.24279	39.24998	-0.623539
	COMB1	Atas	-4977.507	-6.69679	-65.24279	169.7356	12.77004
	COMB2	Bawah	-4052.552	24.90911	-51.10762	-71.62748	71.22867
	COMB2		-4028.308	24.90911	-51.10762	30.58777	21.41045
	COMB2	Atas	-4004.063	24.90911	-51.10762	132.803	-28.40776
	COMB3	Bawah	-4047.405	-31.68826	-51.08659	-71.54861	-84.32246
	COMB3		-4023.16	-31.68826	-51.08659	30.62457	-20.94596
COMB3	Atas	-3998.916	-31.68826	-51.08659	132.7978	42.43055	
KA3 tepi	DL	Bawah	-3757.147	-5.772361	-55.6187	-66.63672	-12.03764
	DL		-3726.989	-5.772361	-55.6187	44.60067	-0.492921
	DL	Atas	-3696.83	-5.772361	-55.6187	155.8381	11.0518
	LL	Bawah	-446.7361	-0.5396455	-9.708317	-11.32351	-1.160656
	LL		-446.7361	-0.5396455	-9.708317	8.093125	-0.081365
	LL	Atas	-446.7361	-0.5396455	-9.708317	27.50976	0.9979256
	EKI	Bawah	0.9448314	43.27705	0.00384209	0.016103	124.1766
	EKI		0.9448314	43.27705	0.00384209	0.008419	37.62251

	EKI	Atas	0.9448314	43.27705	0.00384209	0.000735	-48.93159
	EKA	Bawah	-1.199359	-38.07056	-7.0446E-05	0.002891	-111.6986
	EKA		-1.199359	-38.07056	-7.0446E-05	0.003032	-35.55743
	EKA	Atas	-1.199359	-38.07056	-7.0446E-05	0.003173	40.58371
	COMB1	Bawah	-5223.354	-7.790267	-82.27574	-98.08168	-16.30222
	COMB1		-5187.164	-7.790267	-82.27574	66.46981	-0.72169
	COMB1	Atas	-5150.973	-7.790267	-82.27574	231.0213	14.85884
	COMB2	Bawah	-4212.054	39.05614	-64.22059	-76.74575	117.0495
	COMB2		-4180.388	39.05614	-64.22059	51.69542	38.93724
	COMB2	Atas	-4148.721	39.05614	-64.22059	180.1366	-39.17502
	COMB3	Bawah	-4214.306	-46.35886	-64.22469	-76.75962	-130.6194
	COMB3		-4182.639	-46.35886	-64.22469	51.68977	-37.90168
	COMB3	Atas	-4150.972	-46.35886	-64.22469	180.1391	54.81604
KA4 tepi	DL	Bawah	-3899.643	33.49097	-56.16606	-66.76425	38.63102
	DL		-3869.484	33.49097	-56.16606	45.56787	-28.35092
	DL	Atas	-3839.325	33.49097	-56.16606	157.9	-95.33286
	LL	Bawah	-424.3145	4.143608	-9.778371	-11.4797	4.784228
	LL		-424.3145	4.143608	-9.778371	8.077044	-3.502988
	LL	Atas	-424.3145	4.143608	-9.778371	27.63379	-11.7902
	EKI	Bawah	-14.25779	33.80476	0.02963091	0.031725	111.467
	EKI		-14.25779	33.80476	0.02963091	-0.027537	43.85749
	EKI	Atas	-14.25779	33.80476	0.02963091	-0.086799	-23.75202
	EKA	Bawah	13.82692	-28.76429	-0.02412315	-0.02096	-100.0148
	EKA		13.82692	-28.76429	-0.02412315	0.027286	-42.48621
	EKA	Atas	13.82692	-28.76429	-0.02412315	0.075532	15.04236
	COMB1	Bawah	-5358.475	46.81894	-83.04467	-98.48462	54.01199
	COMB1		-5322.284	46.81894	-83.04467	67.60471	-39.62589
	COMB1	Atas	-5286.094	46.81894	-83.04467	233.694	-133.2638
	COMB2	Bawah	-4364.185	73.14668	-64.81027	-76.95697	160.4735
	COMB2		-4332.518	73.14668	-64.81027	52.66357	14.18011
	COMB2	Atas	-4300.851	73.14668	-64.81027	182.2841	-132.1133
	COMB3	Bawah	-4334.696	7.449183	-64.86671	-77.01229	-61.58241
	COMB3		-4303.029	7.449183	-64.86671	52.72114	-76.48078
COMB3	Atas	-4271.362	7.449183	-64.86671	182.4546	-91.37914	
KA5 tepi	DL	Bawah	-3866.727	-34.09609	-55.1029	-72.2487	-40.58741
	DL		-3836.568	-34.09609	-55.1029	37.9571	27.60477
	DL	Atas	-3806.409	-34.09609	-55.1029	148.1629	95.79696
	LL	Bawah	-427.8937	-4.140596	-9.0048	-11.31024	-4.845807
	LL		-427.8937	-4.140596	-9.0048	6.699356	3.435385
	LL	Atas	-427.8937	-4.140596	-9.0048	24.70896	11.71658
	EKI	Bawah	14.20823	27.55206	-0.03802379	-0.07575	98.35963
	EKI		14.20823	27.55206	-0.03802379	0.000298	43.25552
	EKI	Atas	14.20823	27.55206	-0.03802379	0.076345	-11.8486
	EKA	Bawah	-14.07045	-30.87168	0.0382776	0.076559	-104.6323
	EKA		-14.07045	-30.87168	0.0382776	4E-06	-42.88889
	EKA	Atas	-14.07045	-30.87168	0.0382776	-0.076551	18.85447
	COMB1	Bawah	-5324.702	-47.54026	-80.53116	-104.7948	-56.45819
	COMB1		-5288.512	-47.54026	-80.53116	56.26749	38.62234
	COMB1	Atas	-5252.321	-47.54026	-80.53116	217.3298	133.7029

	COMB2	Bawah	-4301.881	-9.355595	-63.30085	-82.72681	57.75335
	COMB2		-4270.214	-9.355595	-63.30085	43.87488	76.46453
	COMB2	Atas	-4238.547	-9.355595	-63.30085	170.4766	95.17573
	COMB3	Bawah	-4331.573	-70.70052	-63.22073	-82.56689	-155.3881
	COMB3		-4299.907	-70.70052	-63.22073	43.87457	-13.98709
	COMB3	Atas	-4268.24	-70.70052	-63.22073	170.316	127.4139
KA6 tepi	DL	Bawah	-3739.052	6.060141	-56.64428	-75.52311	11.1931
	DL		-3708.894	6.060141	-56.64428	37.76545	-0.927178
	DL	Atas	-3678.735	6.060141	-56.64428	151.054	-13.04746
	LL	Bawah	-452.2266	0.6239305	-9.52248	-12.38133	1.209699
	LL		-452.2266	0.6239305	-9.52248	6.66363	-0.038162
	LL	Atas	-452.2266	0.6239305	-9.52248	25.70859	-1.286023
	EKI	Bawah	-0.8684416	36.85098	0.0059456	0.019494	109.6631
	EKI		-0.8684416	36.85098	0.0059456	0.007603	35.96118
	EKI	Atas	-0.8684416	36.85098	0.0059456	-0.004288	-37.74079
	EKA	Bawah	0.4763916	-39.93697	-0.00641247	-0.017322	-116.3818
	EKA		0.4763916	-39.93697	-0.00641247	-0.004497	-36.5079
	EKA	Atas	0.4763916	-39.93697	-0.00641247	0.008328	43.36604
	COMB1	Bawah	-5210.425	8.270457	-83.20911	-110.4379	15.36724
	COMB1		-5174.235	8.270457	-83.20911	55.98035	-1.173673
	COMB1	Atas	-5138.044	8.270457	-83.20911	222.3985	-17.71459
	COMB2	Bawah	-4198.252	45.43104	-65.18374	-86.7076	127.6249
	COMB2		-4166.586	45.43104	-65.18374	43.65989	36.7628
	COMB2	Atas	-4134.919	45.43104	-65.18374	174.0274	-54.09927
	COMB3	Bawah	-4196.841	-35.19631	-65.19672	-86.74625	-109.7224
	COMB3		-4165.174	-35.19631	-65.19672	43.64718	-39.32973
	COMB3	Atas	-4133.507	-35.19631	-65.19672	174.0406	31.06289
KA7 tepi	DL	Bawah	-3658.367	6.284055	-56.44174	-74.98425	13.40266
	DL		-3628.208	6.284055	-56.44174	37.89923	0.8345466
	DL	Atas	-3598.049	6.284055	-56.44174	150.7827	-11.73356
	LL	Bawah	-447.8827	0.5938081	-9.53518	-12.37131	1.312817
	LL		-447.8827	0.5938081	-9.53518	6.699049	0.1252004
	LL	Atas	-447.8827	0.5938081	-9.53518	25.76941	-1.062416
	EKI	Bawah	2.374668	36.37944	0.02953012	0.108515	108.5108
	EKI		2.374668	36.37944	0.02953012	0.049455	35.75194
	EKI	Atas	2.374668	36.37944	0.02953012	-0.009605	-37.00694
	EKA	Bawah	-2.65568	-40.21277	-0.02630201	-0.092436	-117.4441
	EKA		-2.65568	-40.21277	-0.02630201	-0.039832	-37.01856
	EKA	Atas	-2.65568	-40.21277	-0.02630201	0.012772	43.40698
	COMB1	Bawah	-5106.652	8.490959	-82.98637	-109.7752	18.18369
	COMB1		-5070.462	8.490959	-82.98637	56.19755	1.201777
	COMB1	Atas	-5034.271	8.490959	-82.98637	222.1703	-15.78014
	COMB2	Bawah	-4107.521	45.15295	-64.95393	-86.04231	128.7968
	COMB2		-4075.854	45.15295	-64.95393	43.86555	38.49093
	COMB2	Atas	-4044.188	45.15295	-64.95393	173.7734	-51.81498
	COMB3	Bawah	-4112.803	-35.26887	-65.01255	-86.25331	-108.4558
	COMB3		-4081.136	-35.26887	-65.01255	43.77179	-37.91809
	COMB3	Atas	-4049.469	-35.26887	-65.01255	173.7969	32.61964
KA8 pojok	DL	Bawah	-2194.811	43.39025	-35.75886	-46.77129	62.7548
	DL		-2164.652	43.39025	-35.75886	24.74642	-24.02569
	DL	Atas	-2134.493	43.39025	-35.75886	96.26414	-110.8062
	LL	Bawah	-231.4684	5.205822	-4.858247	-6.195723	7.28511
	LL		-231.4684	5.205822	-4.858247	3.520772	-3.126533

	LL	Atas	-231.4684	5.205822	-4.858247	13.23727	-13.53818
	EKI	Bawah	-61.24739	28.54098	0.1662331	0.562855	97.94118
	EKI		-61.24739	28.54098	0.1662331	0.230388	40.85922
	EKI	Atas	-61.24739	28.54098	0.1662331	-0.102078	-16.22274
	EKA	Bawah	61.61995	-33.40512	-0.1472512	-0.506469	-109.9641
	EKA		61.61995	-33.40512	-0.1472512	-0.211967	-43.15382
	EKA	Atas	61.61995	-33.40512	-0.1472512	0.082536	23.65642
	COMB1	Bawah	-3004.122	60.39761	-50.68383	-66.0387	86.96194
	COMB1		-2967.932	60.39761	-50.68383	35.32895	-33.83328
	COMB1	Atas	-2931.741	60.39761	-50.68383	136.6966	-154.6285
	COMB2	Bawah	-2507.742	78.65128	-40.2872	-52.23629	173.1019
	COMB2		-2476.075	78.65128	-40.2872	28.33812	15.79928
	COMB2	Atas	-2444.409	78.65128	-40.2872	108.9125	-141.5033
	COMB3	Bawah	-2378.731	13.60788	-40.61636	-53.35908	-45.19865
	COMB3		-2347.065	13.60788	-40.61636	27.87364	-72.41441
	COMB3	Atas	-2315.398	13.60788	-40.61636	109.1064	-99.63016
KA9 tepi	DL	Bawah	-1896.758	-71.50126	-61.29363	-105.4787	-127.01
	DL		-1870.369	-71.50126	-61.29363	1.785134	-1.882835
	DL	Atas	-1843.98	-71.50126	-61.29363	109.049	123.2444
	LL	Bawah	-206.5623	-7.123378	-8.495296	-15.26242	-14.74964
	LL		-206.5623	-7.123378	-8.495296	-0.395653	-2.283729
	LL	Atas	-206.5623	-7.123378	-8.495296	14.47112	10.18218
	EKI	Bawah	47.03556	19.11527	-0.123699	-0.228546	32.06382
	EKI		47.03556	19.11527	-0.123699	-0.012073	-1.387902
	EKI	Atas	47.03556	19.11527	-0.123699	0.2044	-34.83962
	EKA	Bawah	-47.01827	-19.63819	0.1108064	0.206362	-35.44083
	EKA		-47.01827	-19.63819	0.1108064	0.012451	-1.07401
	EKA	Atas	-47.01827	-19.63819	0.1108064	-0.181461	33.29281
	COMB1	Bawah	-2606.609	-97.19891	-87.14483	-150.9943	-176.0115
	COMB1		-2574.942	-97.19891	-87.14483	1.509116	-5.913369
	COMB1	Atas	-2543.275	-97.19891	-87.14483	154.0126	164.1847
	COMB2	Bawah	-2066.146	-59.27932	-69.58537	-120.1501	-108.5433
	COMB2		-2038.437	-59.27932	-69.58537	1.624322	-4.804512
	COMB2	Atas	-2010.729	-59.27932	-69.58537	123.3987	98.9343
	COMB3	Bawah	-2164.902	-99.97044	-69.33914	-119.6934	-179.4232
	COMB3		-2137.194	-99.97044	-69.33914	1.650072	-4.474926
COMB3	Atas	-2109.485	-99.97044	-69.33914	122.9936	170.4733	
KB2 tengah	DL	Bawah	-4987.238	-2.263014	-2.554126	-7.025095	-5.240535
	DL		-4957.079	-2.263014	-2.554126	-1.916843	-0.714507
	DL	Atas	-4926.92	-2.263014	-2.554126	3.191409	3.811521
	LL	Bawah	-840.7601	-0.1961267	-0.7272134	-1.483542	-0.499344
	LL		-840.7601	-0.1961267	-0.7272134	-0.029115	-0.10709
	LL	Atas	-840.7601	-0.1961267	-0.7272134	1.425312	0.2851634
	EKI	Bawah	-3.900799	38.57621	-0.01977559	-0.063013	113.4921
	EKI		-3.900799	38.57621	-0.01977559	-0.023462	36.33963
	EKI	Atas	-3.900799	38.57621	-0.01977559	0.01609	-40.81278
	EKA	Bawah	2.072799	-34.6624	0.02399632	0.076714	-103.2081
	EKA		2.072799	-34.6624	0.02399632	0.028721	-33.88326
	EKA	Atas	2.072799	-34.6624	0.02399632	-0.019271	35.44153
	COMB1	Bawah	-7329.901	-3.029419	-4.228493	-10.80378	-7.087591

	COMB1		-7293.711	-3.029419	-4.228493	-2.346796	-1.028752
	COMB1	Atas	-7257.52	-3.029419	-4.228493	6.110189	5.030087
	COMB2	Bawah	-5745.151	38.01118	-3.138925	-8.332639	113.3645
	COMB2		-5713.485	38.01118	-3.138925	-2.054789	37.34213
	COMB2	Atas	-5681.818	38.01118	-3.138925	4.22306	-38.68023
	COMB3	Bawah	-5738.879	-38.88935	-3.092964	-8.185925	-114.1706
	COMB3		-5707.213	-38.88935	-3.092964	-1.999997	-36.39191
	COMB3	Atas	-5675.545	-38.88935	-3.092964	4.185931	41.3868
KB3	DL	Bawah	-3706.985	-1.464481	-15.14018	-13.58009	-3.436029
tengah	DL		-3676.826	-1.464481	-15.14018	16.70028	-0.507066
	DL	Atas	-3646.667	-1.464481	-15.14018	46.98064	2.421896
	LL	Bawah	-583.7798	0.04538193	-1.942287	-1.562191	-0.044463
	LL		-583.7798	0.04538193	-1.942287	2.322382	-0.135227
	LL	Atas	-583.7798	0.04538193	-1.942287	6.206955	-0.225991
	EKI	Bawah	-0.9011723	37.5518	0.00606907	0.019475	111.0686
	EKI		-0.9011723	37.5518	0.00606907	0.007337	35.96501
	EKI	Atas	-0.9011723	37.5518	0.00606907	-0.004801	-39.13858
	EKA	Bawah	-0.3514752	-35.0378	0.00033118	0.003169	-104.3282
	EKA		-0.3514752	-35.0378	0.00033118	0.002507	-34.25258
	EKA	Atas	-0.3514752	-35.0378	0.00033118	0.001845	35.82303
	COMB1	Bawah	-5382.43	-1.684767	-21.27588	-18.79561	-4.194376
	COMB1		-5346.239	-1.684767	-21.27588	23.75614	-0.824843
	COMB1	Atas	-5310.048	-1.684767	-21.27588	66.3079	2.54469
	COMB2	Bawah	-4243.548	37.91891	-17.05619	-15.17596	112.9875
	COMB2		-4211.881	37.91891	-17.05619	18.93642	37.1497
	COMB2	Atas	-4180.215	37.91891	-17.05619	53.04881	-38.68811
	COMB3	Bawah	-4242.971	-38.30017	-17.06222	-15.19308	-113.1791
	COMB3		-4211.304	-38.30017	-17.06222	18.93135	-36.57876
	COMB3	Atas	-4179.638	-38.30017	-17.06222	53.05579	40.02158
KB4	DL	Bawah	-3560.677	-3.291481	-14.59605	-12.45279	-6.520352
tengah	DL		-3530.519	-3.291481	-14.59605	16.73932	0.0626107
	DL	Atas	-3500.36	-3.291481	-14.59605	45.93142	6.645573
	LL	Bawah	-537.7244	-0.4350697	-1.933762	-1.649956	-0.721312
	LL		-537.7244	-0.4350697	-1.933762	2.217568	0.1488273
	LL	Atas	-537.7244	-0.4350697	-1.933762	6.085092	1.018967
	EKI	Bawah	-0.7996377	36.8327	0.02205469	0.019997	109.1903
	EKI		-0.7996377	36.8327	0.02205469	-0.024113	35.52488
	EKI	Atas	-0.7996377	36.8327	0.02205469	-0.068222	-38.14051
	EKA	Bawah	-0.4247031	-35.52397	-0.01630859	-0.008963	-105.6174
	EKA		-0.4247031	-35.52397	-0.01630859	0.023654	-34.56948
	EKA	Atas	-0.4247031	-35.52397	-0.01630859	0.056271	36.47845
	COMB1	Bawah	-5133.172	-4.645889	-20.60928	-17.58328	-8.978521
	COMB1		-5096.981	-4.645889	-20.60928	23.63529	0.3132564
	COMB1	Atas	-5060.791	-4.645889	-20.60928	64.85385	9.605035
	COMB2	Bawah	-4062.186	34.95724	-16.46296	-14.04441	107.3706
	COMB2		-4030.519	34.95724	-16.46296	18.8815	37.45616
	COMB2	Atas	-3998.852	34.95724	-16.46296	51.80742	-32.45831
	COMB3	Bawah	-4061.792	-41.01727	-16.50324	-14.07482	-118.1775
	COMB3		-4030.125	-41.01727	-16.50324	18.93166	-36.14292
	COMB3	Atas	-3998.458	-41.01727	-16.50324	51.93813	45.89161
KB5	DL	Bawah	-4390.166	15.19524	16.65048	22.24686	15.9244

tengah	DL		-4360.007	15.19524	16.65048	-11.05409	-14.46609
	DL	Atas	-4329.848	15.19524	16.65048	-44.35505	-44.85658
	LL	Bawah	-669.7203	4.172626	-0.1864517	0.188711	5.008271
	LL		-669.7203	4.172626	-0.1864517	0.561615	-3.336981
	LL	Atas	-669.7203	4.172626	-0.1864517	0.934518	-11.68223
	EKI	Bawah	-0.3601778	36.23028	-0.03578081	-0.07096	107.5892
	EKI		-0.3601778	36.23028	-0.03578081	0.000601	35.12867
	EKI	Atas	-0.3601778	36.23028	-0.03578081	0.072163	-37.33189
	EKA	Bawah	-0.8664362	-36.07539	0.03595375	0.071478	-107.0727
	EKA		-0.8664362	-36.07539	0.03595375	-0.000429	-34.92188
	EKA	Atas	-0.8664362	-36.07539	0.03595375	-0.072337	37.22889
	COMB1	Bawah	-6339.751	24.91049	19.68225	26.99817	27.12251
	COMB1		-6303.561	24.91049	19.68225	-12.36633	-22.69847
	COMB1	Atas	-6267.37	24.91049	19.68225	-51.73083	-72.51946
	COMB2	Bawah	-5011.885	56.50038	17.33356	23.39793	132.6943
	COMB2		-4980.218	56.50038	17.33356	-11.2692	19.69352
	COMB2	Atas	-4948.551	56.50038	17.33356	-45.93633	-93.30724
	COMB3	Bawah	-5012.416	-19.42058	17.40888	23.54749	-92.70071
	COMB3		-4980.75	-19.42058	17.40888	-11.27028	-53.85956
	COMB3	Atas	-4949.083	-19.42058	17.40888	-46.08805	-15.01841
KB6	DL	Bawah	-5241.433	-10.74001	-2.394151	-3.057571	-14.96016
tengah	DL		-5211.274	-10.74001	-2.394151	1.730731	6.519863
	DL	Atas	-5181.115	-10.74001	-2.394151	6.519033	27.99988
	LL	Bawah	-867.7107	-4.430135	-0.3137217	-0.375001	-5.50638
	LL		-867.7107	-4.430135	-0.3137217	0.252443	3.35389
	LL	Atas	-867.7107	-4.430135	-0.3137217	0.879886	12.21416
	EKI	Bawah	-0.3266525	35.70347	0.00732205	0.021217	106.1865
	EKI		-0.3266525	35.70347	0.00732205	0.006573	34.77953
	EKI	Atas	-0.3266525	35.70347	0.00732205	-0.008071	-36.62741
	EKA	Bawah	-0.901983	-36.75219	-0.00691704	-0.017548	-108.8048
	EKA		-0.901983	-36.75219	-0.00691704	-0.003714	-35.30042
	EKA	Atas	-0.901983	-36.75219	-0.00691704	0.01012	38.20397
	COMB1	Bawah	-7678.056	-19.97623	-3.374936	-4.269086	-26.76239
	COMB1		-7641.866	-19.97623	-3.374936	2.480786	13.19006
	COMB1	Atas	-7605.675	-19.97623	-3.374936	9.230659	53.14251
	COMB2	Bawah	-6024.474	23.55355	-2.694404	-3.413172	92.48381
	COMB2		-5992.807	23.55355	-2.694404	1.975635	45.3767
	COMB2	Atas	-5961.14	23.55355	-2.694404	7.364442	-1.730414
	COMB3	Bawah	-6025.078	-52.52489	-2.709355	-3.453876	-133.257
	COMB3		-5993.411	-52.52489	-2.709355	1.964833	-28.20724
	COMB3	Atas	-5961.744	-52.52489	-2.709355	7.383543	76.84254
KB7	DL	Bawah	-5251.078	2.161036	-2.367736	-2.725457	3.317047
tengah	DL		-5220.918	2.161036	-2.367736	2.010014	-1.005025
	DL	Atas	-5190.76	2.161036	-2.367736	6.745486	-5.327096
	LL	Bawah	-886.5839	0.6858292	-0.2654453	-0.291418	1.271585
	LL		-886.5839	0.6858292	-0.2654453	0.239473	-0.100074
	LL	Atas	-886.5839	0.6858292	-0.2654453	0.770363	-1.471732
	EKI	Bawah	2.086336	35.27417	0.03913162	0.121457	104.9551
	EKI		2.086336	35.27417	0.03913162	0.043194	34.40675
	EKI	Atas	2.086336	35.27417	0.03913162	-0.035069	-36.14159
	EKA	Bawah	-3.874647	-37.72602	-0.03386421	-0.102337	-111.0697

	EKA		-3.874647	-37.72602	-0.03386421	-0.034608	-35.61763	
	EKA	Atas	-3.874647	-37.72602	-0.03386421	0.03312	39.83441	
	COMB1	Bawah	-7719.828	3.69057	-3.265996	-3.736818	6.014992	
	COMB1		-7683.636	3.69057	-3.265996	2.795173	-1.366148	
	COMB1	Atas	-7647.446	3.69057	-3.265996	9.327164	-8.747287	
	COMB2	Bawah	-6043.391	39.71847	-2.604302	-2.909051	114.4487	
	COMB2		-6011.724	39.71847	-2.604302	2.299552	35.01177	
	COMB2	Atas	-5980.058	39.71847	-2.604302	7.508155	-44.42516	
	COMB3	Bawah	-6049.65	-36.93174	-2.680947	-3.144034	-112.3773	
	COMB3		-6017.983	-36.93174	-2.680947	2.21786	-38.51384	
	COMB3	Atas	-5986.316	-36.93174	-2.680947	7.579754	35.34964	
KB8 tepi	DL	Bawah	-3783.143	57.19156	-1.323002	-0.957055	75.17648	
	DL		-3752.984	57.19156	-1.323002	1.688948	-39.20665	
	DL	Atas	-3722.825	57.19156	-1.323002	4.334951	-153.5898	
	LL	Bawah	-467.8927	9.765077	-0.1576225	-0.077907	13.03492	
	LL		-467.8927	9.765077	-0.1576225	0.237338	-6.495231	
	LL	Atas	-467.8927	9.765077	-0.1576225	0.552583	-26.02538	
	EKI	Bawah	-59.88699	27.55714	0.209815	0.619355	94.50333	
	EKI		-59.88699	27.55714	0.209815	0.199725	39.38906	
	EKI	Atas	-59.88699	27.55714	0.209815	-0.219905	-15.72521	
	EKA	Bawah	63.73325	-31.35085	-0.1872036	-0.558495	-104.2891	
	EKA		63.73325	-31.35085	-0.1872036	-0.184088	-41.58741	
	EKA	Atas	63.73325	-31.35085	-0.1872036	0.19032	21.11428	
KC2 tengah	COMB1	Bawah	-5288.399	84.254	-1.839798	-1.273117	111.0677	
	COMB1		-5252.209	84.254	-1.839798	2.406479	-57.44035	
	COMB1	Atas	-5216.019	84.254	-1.839798	6.086074	-225.9483	
	COMB2	Bawah	-4315.917	94.84518	-1.263419	-0.401329	185.9848	
	COMB2		-4284.25	94.84518	-1.263419	2.12551	-3.705603	
	COMB2	Atas	-4252.583	94.84518	-1.263419	4.652348	-193.396	
	COMB3	Bawah	-4186.116	32.9918	-1.680289	-1.638071	-22.7473	
	COMB3		-4154.449	32.9918	-1.680289	1.722506	-88.7309	
	COMB3	Atas	-4122.782	32.9918	-1.680289	5.083084	-154.7145	
	KB9 tepi	DL	Bawah	-3820.524	-57.35022	-1.847022	-2.538165	-77.20331
		DL		-3790.365	-57.35022	-1.847022	1.155879	37.49712
		DL	Atas	-3760.207	-57.35022	-1.847022	4.849924	152.1976
LL		Bawah	-499.2245	-9.561521	-0.351889	-0.63862	-12.61556	
LL			-499.2245	-9.561521	-0.351889	0.065158	6.507482	
LL		Atas	-499.2245	-9.561521	-0.351889	0.768936	25.63052	
EKI		Bawah	64.11623	31.88007	-0.2269888	-0.670903	106.3786	
EKI			64.11623	31.88007	-0.2269888	-0.216925	42.6185	
EKI		Atas	64.11623	31.88007	-0.2269888	0.237052	-21.14164	
EKA		Bawah	-59.45791	-27.04811	0.1840791	0.542018	-92.91111	
EKA			-59.45791	-27.04811	0.1840791	0.17386	-38.8149	
EKA		Atas	-59.45791	-27.04811	0.1840791	-0.194299	15.28132	
KC3 tengah	COMB1	Bawah	-5383.388	-84.11869	-2.779449	-4.067591	-112.8289	
	COMB1		-5347.198	-84.11869	-2.779449	1.491308	55.40852	
	COMB1	Atas	-5311.007	-84.11869	-2.779449	7.050206	223.6459	
	COMB2	Bawah	-4243.763	-32.48056	-2.388845	-3.752694	23.06476	
	COMB2		-4212.096	-32.48056	-2.388845	1.024996	88.02589	
	COMB2	Atas	-4180.43	-32.48056	-2.388845	5.802686	152.987	
	COMB3	Bawah	-4373.516	-94.35516	-1.957224	-2.479127	-186.1895	
	COMB3		-4341.849	-94.35516	-1.957224	1.43532	2.520824	
	COMB3	Atas	-4310.182	-94.35516	-1.957224	5.349768	191.2311	
	KC1 tepi	DL	Bawah	-3734.646	-57.09281	4.483135	8.474201	-75.91796
		DL		-3704.487	-57.09281	4.483135	-0.492068	38.26766
		DL	Atas	-3674.328	-57.09281	4.483135	-9.458338	152.4533

	COMB2	Atas	-4503.343	49.49226	26.01742	-73.74949	-69.72031
	COMB3	Bawah	-4566.047	-25.00375	26.01048	30.30046	-92.95354
	COMB3		-4534.38	-25.00375	26.01048	-21.72049	-42.94604
	COMB3	Atas	-4502.713	-25.00375	26.01048	-73.74144	7.061448
KC4 tengah	DL	Bawah	-3569.424	-19.1193	21.84698	25.27836	-23.2251
	DL		-3539.265	-19.1193	21.84698	-18.41559	15.0135
	DL	Atas	-3509.107	-19.1193	21.84698	-62.10954	53.2521
	LL	Bawah	-491.05	-4.52767	3.317495	3.774956	-5.787117
	LL		-491.05	-4.52767	3.317495	-2.860034	3.268224
	LL	Atas	-491.05	-4.52767	3.317495	-9.495023	12.32356
	EKI	Bawah	-0.7262964	35.79769	-0.00295931	-0.012956	106.1436
	EKI		-0.7262964	35.79769	-0.00295931	-0.007038	34.5482
	EKI	Atas	-0.7262964	35.79769	-0.00295931	-0.001119	-37.04718
	EKA	Bawah	-0.4933952	-35.09755	0.00571967	0.020815	-104.2492
	EKA		-0.4933952	-35.09755	0.00571967	0.009376	-34.05414
	EKA	Atas	-0.4933952	-35.09755	0.00571967	-0.002063	36.14096
	COMB1	Bawah	-5068.989	-30.18743	31.52436	36.37396	-37.1295
	COMB1		-5032.798	-30.18743	31.52436	-26.67476	23.24536
	COMB1	Atas	-4996.608	-30.18743	31.52436	-89.72348	83.62022
	COMB2	Bawah	-4043.288	14.79571	24.92671	28.79365	83.59215
	COMB2		-4011.621	14.79571	24.92671	-21.05978	54.00072
	COMB2	Atas	-3979.955	14.79571	24.92671	-70.91321	24.4093
	COMB3	Bawah	-4043.044	-59.6443	24.93583	28.82911	-137.3203
	COMB3		-4011.377	-59.6443	24.93583	-21.04254	-18.03174
COMB3	Atas	-3979.71	-59.6443	24.93583	-70.9142	101.2569	
KC5 tengah	DL	Bawah	-4552.74	10.93801	-9.204486	-8.766867	14.08961
	DL		-4522.581	10.93801	-9.204486	9.642105	-7.78641
	DL	Atas	-4492.422	10.93801	-9.204486	28.05107	-29.66243
	LL	Bawah	-631.4295	0.1134616	3.94971	5.571032	-0.042903
	LL		-631.4295	0.1134616	3.94971	-2.328388	-0.269826
	LL	Atas	-631.4295	0.1134616	3.94971	-10.22781	-0.49675
	EKI	Bawah	-0.5204355	35.24557	-0.01624295	-0.044488	104.6881
	EKI		-0.5204355	35.24557	-0.01624295	-0.012002	34.19691
	EKI	Atas	-0.5204355	35.24557	-0.01624295	0.020484	-36.29424
	EKA	Bawah	-0.706341	-35.64999	0.01843906	0.047277	-105.7049
	EKA		-0.706341	-35.64999	0.01843906	0.010399	-34.40491
	EKA	Atas	-0.706341	-35.64999	0.01843906	-0.026479	36.89506
	COMB1	Bawah	-6473.575	13.30715	-4.725847	-1.606589	16.83889
	COMB1		-6437.384	13.30715	-4.725847	7.845105	-9.775414
	COMB1	Atas	-6401.193	13.30715	-4.725847	17.29679	-36.38971
	COMB2	Bawah	-5159.781	48.56084	-7.311939	-5.909303	124.6908
	COMB2		-5128.114	48.56084	-7.311939	8.714576	27.56913
	COMB2	Atas	-5096.447	48.56084	-7.311939	23.33845	-69.55255
	COMB3	Bawah	-5159.976	-25.8795	-7.275523	-5.81295	-96.22179
	COMB3		-5128.309	-25.8795	-7.275523	8.738096	-44.46279
COMB3	Atas	-5096.642	-25.8795	-7.275523	23.28914	7.296209	
KC6 tengah	DL	Bawah	-5057.288	1.11276	9.610521	15.63515	2.676161
	DL		-5027.129	1.11276	9.610521	-3.585887	0.4506407
	DL	Atas	-4996.97	1.11276	9.610521	-22.80693	-1.77488
	LL	Bawah	-854.9404	-0.1934242	3.181371	4.481538	-0.189249
	LL		-854.9404	-0.1934242	3.181371	-1.881205	0.1975998
	LL	Atas	-854.9404	-0.1934242	3.181371	-8.243948	0.5844481
	EKI	Bawah	-0.3151297	34.69093	0.007094	0.0209	103.3142
	EKI		-0.3151297	34.69093	0.007094	0.006712	33.93231
	EKI	Atas	-0.3151297	34.69093	0.007094	-0.007476	-35.44954
	EKA	Bawah	-0.8997135	-36.25782	-0.00408509	-0.013315	-107.3546

	EKA		-0.8997135	-36.25782	-0.00408509	-0.005145	-34.83897
	EKA	Atas	-0.8997135	-36.25782	-0.00408509	0.003025	37.67667
	COMB1	Bawah	-7436.65	1.025834	16.62282	25.93265	2.908596
	COMB1		-7400.459	1.025834	16.62282	-7.312993	0.8569285
	COMB1	Atas	-7364.269	1.025834	16.62282	-40.55863	-1.194739
	COMB2	Bawah	-5823.447	37.47782	12.00732	19.12778	111.1763
	COMB2		-5791.78	37.47782	12.00732	-4.886857	36.22066
	COMB2	Atas	-5760.113	37.47782	12.00732	-28.90149	-38.73497
	COMB3	Bawah	-5824.061	-37.01837	11.99558	19.09185	-110.0259
	COMB3		-5792.395	-37.01837	11.99558	-4.899306	-35.98919
	COMB3	Atas	-5760.727	-37.01837	11.99558	-28.89047	38.04755
KC7 tengah	DL	Bawah	-5072.344	3.570397	9.435842	15.77681	7.312977
	DL		-5042.186	3.570397	9.435842	-3.094872	0.1721832
	DL	Atas	-5012.026	3.570397	9.435842	-21.96655	-6.968611
	LL	Bawah	-862.0449	0.4536183	1.790241	2.749383	0.9400535
	LL		-862.0449	0.4536183	1.790241	-0.831098	0.0328168
	LL	Atas	-862.0449	0.4536183	1.790241	-4.411579	-0.87442
	EKI	Bawah	2.055152	34.29612	0.04032752	0.123477	102.1716
	EKI		2.055152	34.29612	0.04032752	0.042822	33.5794
	EKI	Atas	2.055152	34.29612	0.04032752	-0.037833	-35.01284
	EKA	Bawah	-3.799353	-37.24004	-0.03097677	-0.098354	-109.6363
	EKA		-3.799353	-37.24004	-0.03097677	-0.036401	-35.15619
	EKA	Atas	-3.799353	-37.24004	-0.03097677	0.025553	39.3239
	COMB1	Bawah	-7466.085	5.010266	14.1874	23.33119	10.27966
	COMB1		-7429.895	5.010266	14.1874	-5.043603	0.2591267
	COMB1	Atas	-7393.704	5.010266	14.1874	-33.41839	-9.761405
	COMB2	Bawah	-5841.03	40.03202	11.02412	18.34493	115.5229
	COMB2		-5809.364	40.03202	11.02412	-3.70331	35.45885
	COMB2	Atas	-5777.697	40.03202	11.02412	-25.75155	-44.60518
	COMB3	Bawah	-5847.178	-35.08096	10.94925	18.11201	-106.8754
	COMB3		-5815.511	-35.08096	10.94925	-3.786495	-36.71352
COMB3	Atas	-5783.844	-35.08096	10.94925	-25.685	33.4484	
KC8 tepi	DL	Bawah	-3731.811	58.79141	4.590295	9.471847	79.12098
	DL		-3701.652	58.79141	4.590295	0.291256	-38.46184
	DL	Atas	-3671.494	58.79141	4.590295	-8.889334	-156.0447
	LL	Bawah	-461.5518	9.746221	0.8657493	1.421952	12.94418
	LL		-461.5518	9.746221	0.8657493	-0.309547	-6.54826
	LL	Atas	-461.5518	9.746221	0.8657493	-2.041045	-26.0407
	EKI	Bawah	-58.92069	26.77762	0.2082362	0.614921	91.99964
	EKI		-58.92069	26.77762	0.2082362	0.198448	38.4444
	EKI	Atas	-58.92069	26.77762	0.2082362	-0.218024	-15.11083
	EKA	Bawah	62.89085	-30.96904	-0.1937125	-0.565551	-102.9951
	EKA		62.89085	-30.96904	-0.1937125	-0.178126	-41.05698
	EKA	Atas	62.89085	-30.96904	-0.1937125	0.209299	20.8811
	COMB1	Bawah	-5216.656	86.14365	6.893553	13.64134	115.6559
	COMB1		-5180.466	86.14365	6.893553	-0.145767	-56.63142
	COMB1	Atas	-5144.275	86.14365	6.893553	-13.93287	-228.9187
	COMB2	Bawah	-4257.2	95.69521	5.557907	11.44428	187.4432
	COMB2		-4225.533	95.69521	5.557907	0.328462	-3.947265
	COMB2	Atas	-4193.866	95.69521	5.557907	-10.78735	-195.3377
	COMB3	Bawah	-4129.297	35.06122	5.135861	10.20478	-17.30128
	COMB3		-4097.631	35.06122	5.135861	-0.066941	-87.42372
COMB3	Atas	-4065.964	35.06122	5.135861	-10.33866	-157.5462	
KC9 tepi	DL	Bawah	-3225.833	-81.71059	21.25924	33.39682	-167.6751
	DL		-3199.444	-81.71059	21.25924	-3.806843	-24.6816
	DL	Atas	-3173.055	-81.71059	21.25924	-41.01051	118.3119

	LL	Bawah	-409.3637	-12.5825	0.1606069	-0.516092	-27.77118	
	LL		-409.3637	-12.5825	0.1606069	-0.797155	-5.751811	
	LL	Atas	-409.3637	-12.5825	0.1606069	-1.078217	16.26756	
	EKI	Bawah	49.3461	19.07156	-0.2452154	-0.444013	35.59452	
	EKI		49.3461	19.07156	-0.2452154	-0.014886	2.21929	
	EKI	Atas	49.3461	19.07156	-0.2452154	0.414241	-31.15594	
	EKA	Bawah	-45.78818	-19.88781	0.1885504	0.348252	-37.81894	
	EKA		-45.78818	-19.88781	0.1885504	0.018289	-3.015276	
	EKA	Atas	-45.78818	-19.88781	0.1885504	-0.311674	31.78839	
	COMB1	Bawah	-4525.981	-118.1847	25.76805	39.25043	-245.644	
	COMB1		-4494.314	-118.1847	25.76805	-5.843658	-38.82082	
	COMB1	Atas	-4462.647	-118.1847	25.76805	-50.93775	168.0024	
	COMB2	Bawah	-3580.929	-73.32047	22.16109	34.29079	-155.3474	
	COMB2		-3553.221	-73.32047	22.16109	-4.491108	-27.03651	
	COMB2	Atas	-3525.512	-73.32047	22.16109	-43.27301	101.2743	
	COMB3	Bawah	-3680.82	-114.2278	22.61654	35.12267	-232.4315	
	COMB3		-3653.112	-114.2278	22.61654	-4.456275	-32.53281	
	COMB3	Atas	-3625.403	-114.2278	22.61654	-44.03522	167.3659	
KD1 pojok	DL	Bawah	-2607.521	-44.73141	31.64025	43.75317	-65.08904	
	DL		-2577.362	-44.73141	31.64025	-19.52734	24.37379	
	DL	Atas	-2547.203	-44.73141	31.64025	-82.80785	113.8366	
	LL	Bawah	-272.2117	-4.617245	5.338675	7.179	-6.649482	
	LL		-272.2117	-4.617245	5.338675	-3.49835	2.585008	
	LL	Atas	-272.2117	-4.617245	5.338675	-14.1757	11.8195	
	EKI	Bawah	61.68819	31.02214	-0.1860918	-0.613105	103.175	
	EKI		61.68819	31.02214	-0.1860918	-0.240921	41.13068	
	EKI	Atas	61.68819	31.02214	-0.1860918	0.131262	-20.91359	
	EKA	Bawah	-60.25285	-26.6358	0.1434342	0.48416	-91.51068	
	EKA		-60.25285	-26.6358	0.1434342	0.197291	-38.23907	
	EKA	Atas	-60.25285	-26.6358	0.1434342	-0.089577	15.03253	
	COMB1	Bawah	-3564.564	-61.06529	46.51019	63.9902	-88.74603	
	COMB1		-3528.374	-61.06529	46.51019	-29.03016	33.38456	
	COMB1	Atas	-3492.183	-61.06529	46.51019	-122.0505	155.5151	
	COMB2	Bawah	-2836.452	-17.16509	36.23008	49.60447	36.00052	
	COMB2		-2804.785	-17.16509	36.23008	-22.85568	70.3307	
	COMB2	Atas	-2773.118	-17.16509	36.23008	-95.31583	104.6609	
	COMB3	Bawah	-2964.49	-77.70592	36.57608	50.7566	-168.4194	
	COMB3		-2932.823	-77.70592	36.57608	-22.39556	-13.00755	
	COMB3	Atas	-2901.156	-77.70592	36.57608	-95.54771	142.4043	
	KD2 tepi	DL	Bawah	-4074.47	-7.748166	46.16155	60.79934	-15.74096
		DL		-4044.312	-7.748166	46.16155	-31.52375	-0.244632
		DL	Atas	-4014.153	-7.748166	46.16155	-123.8469	15.2517
		LL	Bawah	-406.9511	-0.5509223	4.785703	6.378281	-1.238379
		LL		-406.9511	-0.5509223	4.785703	-3.193125	-0.136534
		LL	Atas	-406.9511	-0.5509223	4.785703	-12.76453	0.9653105
EKI		Bawah	-2.193127	37.3055	-0.01226552	-0.053065	109.8334	
EKI			-2.193127	37.3055	-0.01226552	-0.028534	35.22245	
EKI		Atas	-2.193127	37.3055	-0.01226552	-0.004003	-39.38853	
EKA		Bawah	1.85664	-34.11259	0.01959792	0.071501	-101.6273	
EKA			1.85664	-34.11259	0.01959792	0.032305	-33.40213	
EKA		Atas	1.85664	-34.11259	0.01959792	-0.006891	34.82304	
COMB1		Bawah	-5540.486	-10.17927	63.05098	83.16446	-20.87056	
COMB1			-5504.296	-10.17927	63.05098	-42.9375	-0.512013	
COMB1		Atas	-5468.105	-10.17927	63.05098	-169.0395	19.84653	
COMB2		Bawah	-4524.667	30.70464	51.32817	67.61056	98.05408	
COMB2			-4493	30.70464	51.32817	-35.04578	36.64479	

	COMB2	Atas	-4461.333	30.70464	51.32817	-137.7021	-24.76449
	COMB3	Bawah	-4520.415	-44.28435	51.36163	67.74136	-123.9797
	COMB3		-4488.749	-44.28435	51.36163	-34.9819	-35.41103
	COMB3	Atas	-4457.082	-44.28435	51.36163	-137.7052	53.15767
KD3 tepi	DL	Bawah	-4327.005	-3.688926	48.17461	58.76347	-8.338688
	DL		-4296.847	-3.688926	48.17461	-37.58575	-0.960836
	DL	Atas	-4266.688	-3.688926	48.17461	-133.935	6.417015
	LL	Bawah	-393.7881	-0.3479997	4.803477	5.736569	-0.76683
	LL		-393.7881	-0.3479997	4.803477	-3.870385	-0.07083
	LL	Atas	-393.7881	-0.3479997	4.803477	-13.47734	0.6251692
	EKI	Bawah	-0.2630055	36.32051	0.00750701	0.02244	107.5498
	EKI		-0.2630055	36.32051	0.00750701	0.007426	34.90874
	EKI	Atas	-0.2630055	36.32051	0.00750701	-0.007588	-37.73227
	EKA	Bawah	-0.09105259	-34.50785	0.00128264	0.003829	-102.7692
	EKA		-0.09105259	-34.50785	0.00128264	0.001263	-33.75346
	EKA	Atas	-0.09105259	-34.50785	0.00128264	-0.001302	35.26223
	COMB1	Bawah	-5822.467	-4.98351	65.49509	79.69467	-11.23335
	COMB1		-5786.277	-4.98351	65.49509	-51.29551	-1.266332
	COMB1	Atas	-5750.086	-4.98351	65.49509	-182.2857	8.700689
	COMB2	Bawah	-4779.905	34.05436	53.4733	65.16714	103.7115
	COMB2		-4748.238	34.05436	53.4733	-41.77947	35.60281
	COMB2	Atas	-4716.571	34.05436	53.4733	-148.7261	-32.50592
	COMB3	Bawah	-4779.724	-40.31541	53.46677	65.14761	-117.1233
	COMB3		-4748.058	-40.31541	53.46677	-41.78594	-36.49251
	COMB3	Atas	-4716.39	-40.31541	53.46677	-148.7195	44.13831
KD4 tepi	DL	Bawah	-4319.715	-1.657244	47.41397	57.59549	-3.952943
	DL		-4289.557	-1.657244	47.41397	-37.23245	-0.638454
	DL	Atas	-4259.398	-1.657244	47.41397	-132.0604	2.676034
	LL	Bawah	-456.1764	-0.1864441	7.906479	9.415939	-0.388187
	LL		-456.1764	-0.1864441	7.906479	-6.397019	-0.015299
	LL	Atas	-456.1764	-0.1864441	7.906479	-22.20998	0.3575889
	EKI	Bawah	-0.2134008	35.71458	-0.00071336	-0.010566	105.9035
	EKI		-0.2134008	35.71458	-0.00071336	-0.009139	34.47429
	EKI	Atas	-0.2134008	35.71458	-0.00071336	-0.007712	-36.95487
	EKA	Bawah	-0.2031415	-35.0616	0.00342419	0.018703	-104.141
	EKA		-0.2031415	-35.0616	0.00342419	0.011855	-34.0178
	EKA	Atas	-0.2031415	-35.0616	0.00342419	0.005007	36.10539
	COMB1	Bawah	-5913.541	-2.287004	69.54713	84.18009	-5.364631
	COMB1		-5877.35	-2.287004	69.54713	-54.91417	-0.790624
	COMB1	Atas	-5841.16	-2.287004	69.54713	-194.0084	3.783384
	COMB2	Bawah	-4809.631	35.64834	54.52781	66.11374	106.8151
	COMB2		-4777.964	35.64834	54.52781	-42.94188	35.51845
	COMB2	Atas	-4746.298	35.64834	54.52781	-151.9975	-35.77822
	COMB3	Bawah	-4809.62	-38.66665	54.53215	66.14447	-113.7316
	COMB3		-4777.954	-38.66665	54.53215	-42.91983	-36.39825
	COMB3	Atas	-4746.287	-38.66665	54.53215	-151.9841	40.93505
KD5 tepi	DL	Bawah	-4310.816	0.4547345	48.41798	65.93111	0.3805106
	DL		-4280.657	0.4547345	48.41798	-30.90485	-0.528959
	DL	Atas	-4250.499	0.4547345	48.41798	-127.7408	-1.438428
	LL	Bawah	-407.714	0.04463875	5.900061	8.358273	0.0661162
	LL		-407.714	0.04463875	5.900061	-3.441849	-0.023161
	LL	Atas	-407.714	0.04463875	5.900061	-15.24197	-0.112439
	EKI	Bawah	-0.1639446	35.16227	-0.01322784	-0.039685	104.448
	EKI		-0.1639446	35.16227	-0.01322784	-0.013229	34.12346
	EKI	Atas	-0.1639446	35.16227	-0.01322784	0.013226	-36.20109
	EKA	Bawah	-0.2420863	-35.61367	0.015462	0.042529	-105.5957

	EKA		-0.2420863	-35.61367	0.015462	0.011605	-34.36836
	EKA	Atas	-0.2420863	-35.61367	0.015462	-0.019319	36.85897
	COMB1	Bawah	-5825.322	0.6171035	67.54167	92.49056	0.5623986
	COMB1		-5789.131	0.6171035	67.54167	-42.59277	-0.671808
	COMB1	Atas	-5752.94	0.6171035	67.54167	-177.6761	-1.906015
	COMB2	Bawah	-4771.158	37.42464	54.36502	74.20096	110.1096
	COMB2		-4739.491	37.42464	54.36502	-34.52909	35.26033
	COMB2	Atas	-4707.824	37.42464	54.36502	-143.2591	-39.58895
	COMB3	Bawah	-4771.24	-36.8901	54.39515	74.28728	-110.4363
	COMB3		-4739.573	-36.8901	54.39515	-34.50301	-36.65608
	COMB3	Atas	-4707.906	-36.8901	54.39515	-143.2933	37.12411
KD6 tepi	DL	Bawah	-4307.102	2.476769	48.99575	67.32257	4.763956
	DL		-4276.943	2.476769	48.99575	-30.66893	-0.189581
	DL	Atas	-4246.784	2.476769	48.99575	-128.6604	-5.143119
	LL	Bawah	-469.2624	0.1777801	6.46765	8.884702	0.418686
	LL		-469.2624	0.1777801	6.46765	-4.050599	0.0631259
	LL	Atas	-469.2624	0.1777801	6.46765	-16.9859	-0.292434
	EKI	Bawah	-0.09999847	34.60777	0.00559421	0.018845	103.0745
	EKI		-0.09999847	34.60777	0.00559421	0.007657	33.85897
	EKI	Atas	-0.09999847	34.60777	0.00559421	-0.003532	-35.35658
	EKA	Bawah	-0.2639122	-36.22017	-0.00279695	-0.01134	-107.2432
	EKA		-0.2639122	-36.22017	-0.00279695	-0.005746	-34.80284
	EKA	Atas	-0.2639122	-36.22017	-0.00279695	-0.000152	37.6375
	COMB1	Bawah	-5919.342	3.256571	69.14314	95.00261	6.386645
	COMB1		-5883.151	3.256571	69.14314	-43.28367	-0.126496
	COMB1	Atas	-5846.961	3.256571	69.14314	-181.5699	-6.639637
	COMB2	Bawah	-4804.119	39.04544	55.332	76.03931	113.4816
	COMB2		-4772.453	39.04544	55.332	-34.62469	35.39073
	COMB2	Atas	-4740.786	39.04544	55.332	-145.2887	-42.70015
	COMB3	Bawah	-4804.291	-35.3239	55.32319	76.00761	-107.352
	COMB3		-4772.625	-35.3239	55.32319	-34.63877	-36.70417
	COMB3	Atas	-4740.958	-35.3239	55.32319	-145.2851	33.94364
KD7 tepi	DL	Bawah	-4164.557	6.52563	50.35886	69.49593	12.1635
	DL		-4134.398	6.52563	50.35886	-31.2218	-0.887757
	DL	Atas	-4104.239	6.52563	50.35886	-131.9395	-13.93902
	LL	Bawah	-475.4873	0.5918562	7.990133	10.80478	1.189706
	LL		-475.4873	0.5918562	7.990133	-5.175484	0.0059937
	LL	Atas	-475.4873	0.5918562	7.990133	-21.15575	-1.177719
	EKI	Bawah	1.833073	34.2118	0.03126121	0.11183	101.9307
	EKI		1.833073	34.2118	0.03126121	0.049308	33.50708
	EKI	Atas	1.833073	34.2118	0.03126121	-0.013215	-34.91653
	EKA	Bawah	-2.173969	-37.20606	-0.02313627	-0.087896	-109.5294
	EKA		-2.173969	-37.20606	-0.02313627	-0.041623	-35.11731
	EKA	Atas	-2.173969	-37.20606	-0.02313627	0.004649	39.29481
	COMB1	Bawah	-5758.248	8.777726	73.21485	100.6828	16.49973
	COMB1		-5722.057	8.777726	73.21485	-45.74694	-1.055718
	COMB1	Atas	-5685.867	8.777726	73.21485	-192.1766	-18.61117
	COMB2	Bawah	-4656.153	43.12942	57.70371	79.57101	120.5127
	COMB2		-4624.485	43.12942	57.70371	-35.83641	34.25389
	COMB2	Atas	-4592.819	43.12942	57.70371	-151.2438	-52.00496
	COMB3	Bawah	-4660.36	-31.85934	57.6466	79.36131	-101.5204
	COMB3		-4628.693	-31.85934	57.6466	-35.93189	-37.80173
	COMB3	Atas	-4597.026	-31.85934	57.6466	-151.2251	25.91695
KD8 pojok	DL	Bawah	-2681.365	43.87103	31.87878	44.83245	62.00011
	DL		-2651.206	43.87103	31.87878	-18.92512	-25.74194
	DL	Atas	-2621.048	43.87103	31.87878	-82.68269	-113.484

Junior Software

LOAD COMBINATION MULTIPLIERS

COMBO	TYPE	CASE	FACTOR	TYPE	TITLE
COMB1	ADD	DL	1.2000	STATIC (DEAD)	COMB1
		LL	1.6000	STATIC (LIVE)	
COMB2	ADD	DL	1.0500	STATIC (DEAD)	COMB2
		LL	0.6000	STATIC (LIVE)	
		EKI	1.0500	STATIC (QUAKE)	
COMB3	ADD	DL	1.0500	STATIC (DEAD)	COMB3
		LL	0.6000	STATIC (LIVE)	
		EKA	1.0500	STATIC (QUAKE)	

Junior Software

JOINT REACTIONS

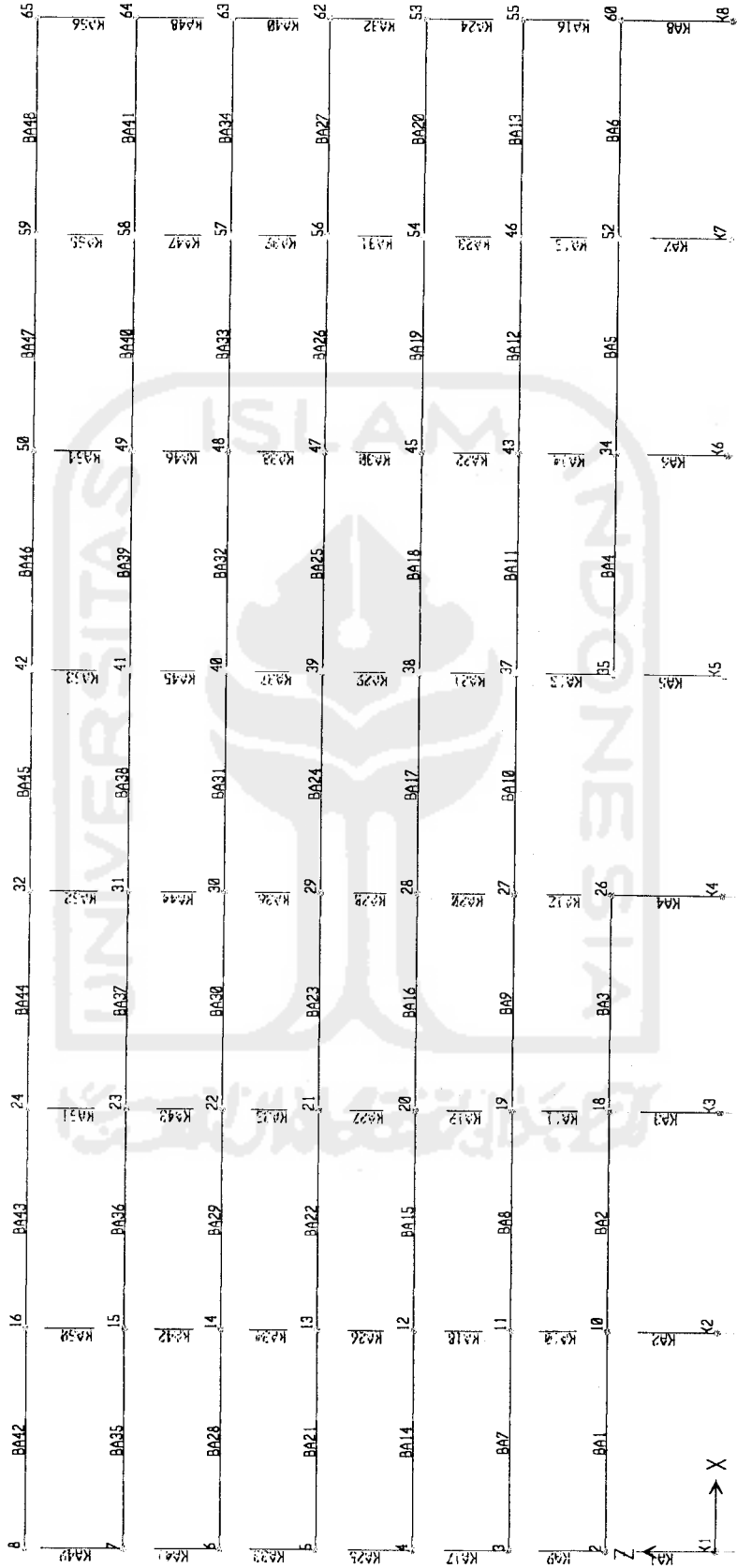
JOINT	LOAD	F1	F2	F3	M1	M2	M3
K1	DL	45.7133	36.0800	2242.6448	-48.2588	67.1261	0.6210
K1	LL	5.4176	4.9147	249.4844	-6.7563	7.6304	0.0803
K1	EKI	-36.6357	0.1801	-61.4588	-0.6102	-118.1226	-0.3846
K1	EKA	30.1242	-0.1470	60.2425	0.4949	100.8046	0.3111
K1	COMB1	63.5241	51.1595	3090.3487	-68.7205	92.7601	0.8736
K1	COMB2	12.7821	41.0220	2439.9359	-55.3662	-48.9680	0.2963
K1	COMB3	82.8800	40.6785	2567.7223	-54.2058	180.9055	1.0269
K2	DL	5.0147	44.3866	3604.0964	-62.2972	10.4588	-0.3010
K2	LL	0.4245	7.4868	442.5052	-10.2994	0.9166	-0.1001
K2	EKI	-28.9802	9.138E-03	2.6172	-0.0341	-78.8194	-0.1980
K2	EKA	24.9221	-0.0109	-2.2849	0.0410	69.3246	0.1456
K2	COMB1	6.6968	65.2428	5032.9241	-91.2356	14.0171	-0.5214
K2	COMB2	-24.9091	51.1076	4052.5525	-71.6275	-71.2287	-0.5840
K2	COMB3	31.6883	51.0866	4047.4052	-71.5486	84.3225	-0.2232
K3	DL	5.7724	55.6187	3757.1472	-66.6367	12.0376	-0.7897
K3	LL	0.5396	9.7083	446.7361	-11.3235	1.1607	-0.1706
K3	EKI	-43.2771	-3.842E-03	-0.9448	0.0161	-124.1766	-0.2483
K3	EKA	38.0706	7.045E-05	1.1994	2.891E-03	111.6986	0.1746
K3	COMB1	7.7903	82.2757	5223.3543	-98.0817	16.3022	-1.2206
K3	COMB2	-39.0561	64.2206	4212.0541	-76.7458	-117.0495	-1.1923
K3	COMB3	46.3589	64.2247	4214.3055	-76.7596	130.6194	-0.7482
K4	DL	-33.4910	56.1661	3899.6431	-66.7643	-38.6310	0.4605
K4	LL	-4.1436	9.7784	424.3145	-11.4797	-4.7842	0.1491
K4	EKI	-33.8048	-0.0296	14.2578	0.0317	-111.4670	-0.3277
K4	EKA	28.7643	0.0241	-13.8269	-0.0210	100.0148	0.2023
K4	COMB1	-46.8189	83.0447	5358.4748	-98.4846	-54.0120	0.7911
K4	COMB2	-73.1467	64.8103	4364.1846	-76.9570	-160.4735	0.2289
K4	COMB3	-7.4492	64.8667	4334.6956	-77.0123	61.5824	0.7853
K5	DL	34.0961	55.1029	3866.7268	-72.2487	40.5874	0.1648
K5	LL	4.1406	9.0048	427.8937	-11.3102	4.8458	0.0991
K5	EKI	-27.5521	0.0380	-14.2082	-0.0757	-98.3596	-0.1632
K5	EKA	30.8717	-0.0383	14.0704	0.0766	104.6323	0.2490
K5	COMB1	47.5403	80.5312	5324.7021	-104.7948	56.4582	0.3563
K5	COMB2	9.3556	63.3008	4301.8807	-82.7268	-57.7533	0.0611
K5	COMB3	70.7005	63.2207	4331.5733	-82.5669	155.3881	0.4940
K6	DL	-6.0601	56.6443	3739.0522	-75.5231	-11.1931	-0.2267
K6	LL	-0.6239	9.5225	452.2266	-12.3813	-1.2097	-0.0197
K6	EKI	-36.8510	-5.946E-03	0.8684	0.0195	-109.6631	-0.1382
K6	EKA	39.9370	6.412E-03	-0.4764	-0.0173	116.3818	0.1784
K6	COMB1	-8.2705	83.2091	5210.4252	-110.4379	-15.3672	-0.3036
K6	COMB2	-45.4310	65.1837	4198.2527	-86.7076	-127.6249	-0.3950

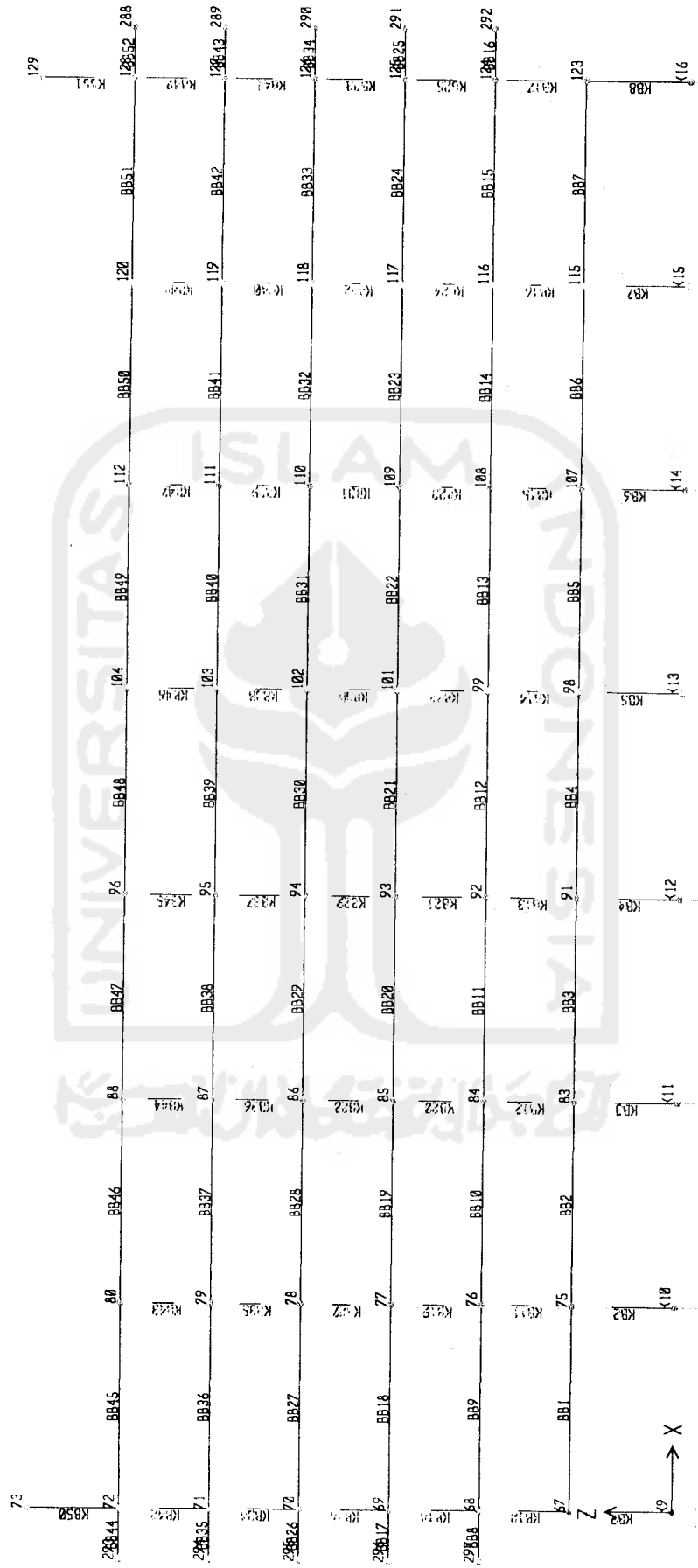
K7	DL	-6.2841	56.4417	3658.3667	-74.9843	-13.4027	-0.3029
K7	LL	-0.5938	9.5352	447.8827	-12.3713	-1.3128	-0.0166
K7	EKI	-36.3794	-0.0295	-2.3747	0.1085	-108.5108	-0.1469
K7	EKA	40.2128	0.0263	2.6557	-0.0924	117.4441	0.1809
K7	COMB1	-8.4910	82.9864	5106.6524	-109.7752	-18.1837	-0.3901
K7	COMB2	-45.1530	64.9539	4107.5213	-86.0423	-128.7968	-0.4823
K7	COMB3	35.2689	65.0126	4112.8031	-86.2533	108.4558	-0.1381
K8	DL	-43.3902	35.7589	2194.8108	-46.7713	-62.7548	-0.4572
K8	LL	-5.2058	4.8582	231.4684	-6.1957	-7.2851	-0.0169
K8	EKI	-28.5410	-0.1662	61.2474	0.5629	-97.9412	-0.2462
K8	EKA	33.4051	0.1473	-61.6200	-0.5065	109.9641	0.2701
K8	COMB1	-60.3976	50.6838	3004.1224	-66.0387	-86.9619	-0.5756
K8	COMB2	-78.6513	40.2872	2507.7421	-52.2363	-173.1018	-0.7486
K8	COMB3	-13.6079	40.6164	2378.7314	-53.3591	45.1987	-0.2066
K9	DL	57.3502	1.8470	3820.5242	-2.5382	77.2033	0.4602
K9	LL	9.5615	0.3519	499.2245	-0.6386	12.6156	0.0457
K9	EKI	-31.8801	0.2270	-64.1162	-0.6709	-106.3786	-0.4407
K9	EKA	27.0481	-0.1841	59.4579	0.5420	92.9111	0.2935
K9	COMB1	84.1187	2.7794	5383.3882	-4.0676	112.8289	0.6254
K9	COMB2	32.4806	2.3888	4243.7630	-3.7527	-23.0648	0.0479
K9	COMB3	94.3552	1.9572	4373.5159	-2.4791	186.1895	0.8188
K10	DL	2.2630	2.5541	4987.2378	-7.0251	5.2405	-0.2978
K10	LL	0.1961	0.7272	840.7601	-1.4835	0.4993	-0.1007
K10	EKI	-38.5762	0.0198	3.9008	-0.0630	-113.4921	-0.3396
K10	EKA	34.6624	-0.0240	-2.0728	0.0767	103.2081	0.2229
K10	COMB1	3.0294	4.2285	7329.9015	-10.8038	7.0876	-0.5184
K10	COMB2	-38.0112	3.1389	5745.1516	-8.3326	-113.3645	-0.7297
K10	COMB3	38.8894	3.0930	5738.8793	-8.1859	114.1706	-0.1391
K11	DL	1.4645	15.1402	3706.9849	-13.5801	3.4360	-0.5708
K11	LL	-0.0454	1.9423	583.7798	-1.5622	0.0445	-0.1453
K11	EKI	-37.5518	-6.069E-03	0.9012	0.0195	-111.0686	-0.2771
K11	EKA	35.0378	-3.312E-04	0.3515	3.169E-03	104.3282	0.1853
K11	COMB1	1.6848	21.2759	5382.4295	-18.7956	4.1944	-0.9173
K11	COMB2	-37.9189	17.0562	4243.5482	-15.1760	-112.9875	-0.9775
K11	COMB3	38.3002	17.0622	4242.9710	-15.1931	113.1791	-0.4919
K12	DL	3.2915	14.5961	3560.6775	-12.4528	6.5204	0.6140
K12	LL	0.4351	1.9338	537.7244	-1.6500	0.7213	0.1372
K12	EKI	-36.8327	-0.0221	0.7996	0.0200	-109.1903	-0.2851
K12	EKA	35.5240	0.0163	0.4247	-8.963E-03	105.6174	0.1662
K12	COMB1	4.6459	20.6093	5133.1720	-17.5833	8.9785	0.9563
K12	COMB2	-34.9572	16.4630	4062.1856	-14.0444	-107.3706	0.4277
K12	COMB3	41.0173	16.5032	4061.7919	-14.0748	118.1775	0.9016
K13	DL	-15.1952	-16.6505	4390.1660	22.2469	-15.9244	0.3960
K13	LL	-4.1726	0.1865	669.7203	0.1887	-5.0083	0.0773
K13	EKI	-36.2303	0.0358	0:3602	-0.0710	-107.5892	-0.1922
K13	EKA	36.0754	-0.0360	0.8664	0.0715	107.0727	0.2164
K13	COMB1	-24.9105	-19.6823	6339.7517	26.9982	-27.1225	0.5988
K13	COMB2	-56.5004	-17.3336	5011.8847	23.3979	-132.6943	0.2603
K13	COMB3	19.4206	-17.4089	5012.4162	23.5475	92.7007	0.6894
K14	DL	10.7400	2.3942	5241.4326	-3.0576	14.9602	-0.1098
K14	LL	4.4301	0.3137	867.7107	-0.3750	5.5064	-0.0119
K14	EKI	-35.7035	-7.322E-03	0.3267	0.0212	-106.1865	-0.1989
K14	EKA	36.7522	6.917E-03	0.9020	-0.0175	108.8048	0.1982
K14	COMB1	19.9762	3.3749	7678.0562	-4.2691	26.7624	-0.1508
K14	COMB2	-23.5536	2.6944	6024.4736	-3.4132	-92.4838	-0.3313
K14	COMB3	52.5249	2.7094	6025.0777	-3.4539	133.2570	0.0856
K15	DL	-2.1610	2.3677	5251.0776	-2.7255	-3.3170	-0.1440
K15	LL	-0.6858	0.2654	886.5839	-0.2914	-1.2716	-0.0120
K15	EKI	-35.2742	-0.0391	-2.0863	0.1215	-104.9551	-0.2020
K15	EKA	37.7260	0.0339	3.8746	-0.1023	111.0697	0.1944
K15	COMB1	-3.6906	3.2660	7719.8274	-3.7368	-6.0150	-0.1920
K15	COMB2	-39.7185	2.6043	6043.3912	-2.9091	-114.4487	-0.3705
K15	COMB3	36.9317	2.6809	6049.6503	-3.1440	112.3773	0.0458
K16	DL	-57.1916	1.3230	3783.1428	-0.9571	-75.1765	-0.2640
K16	LL	-9.7651	0.1576	467.8927	-0.0779	-13.0349	-0.0152
K16	EKI	-27.5571	-0.2098	59.8870	0.6194	-94.5033	-0.2878
K16	EKA	31.3508	0.1872	-63.7333	-0.5585	104.2891	0.2592
K16	COMB1	-84.2540	1.8398	5288.3997	-1.2731	-111.0677	-0.3410
K16	COMB2	-94.8452	1.2634	4315.9169	-0.4013	-185.9848	-0.5885
K16	COMB3	-32.9918	1.6803	4186.1156	-1.6381	22.7473	-0.0141
K17	DL	57.0928	-4.4831	3734.6460	8.4742	75.9180	-0.2037
K17	LL	9.5162	0.2740	499.2589	-0.1687	12.5678	-0.0288
K17	EKI	-31.0783	0.2334	-63.1064	-0.6766	-103.3818	-0.1375
K17	EKA	26.6635	-0.1820	58.6993	0.5362	91.6066	0.0550
K17	COMB1	83.7373	-4.9414	5280.3894	9.8992	111.2100	-0.2905
K17	COMB2	33.0250	-4.2979	4154.6719	8.0863	-21.2964	-0.3755

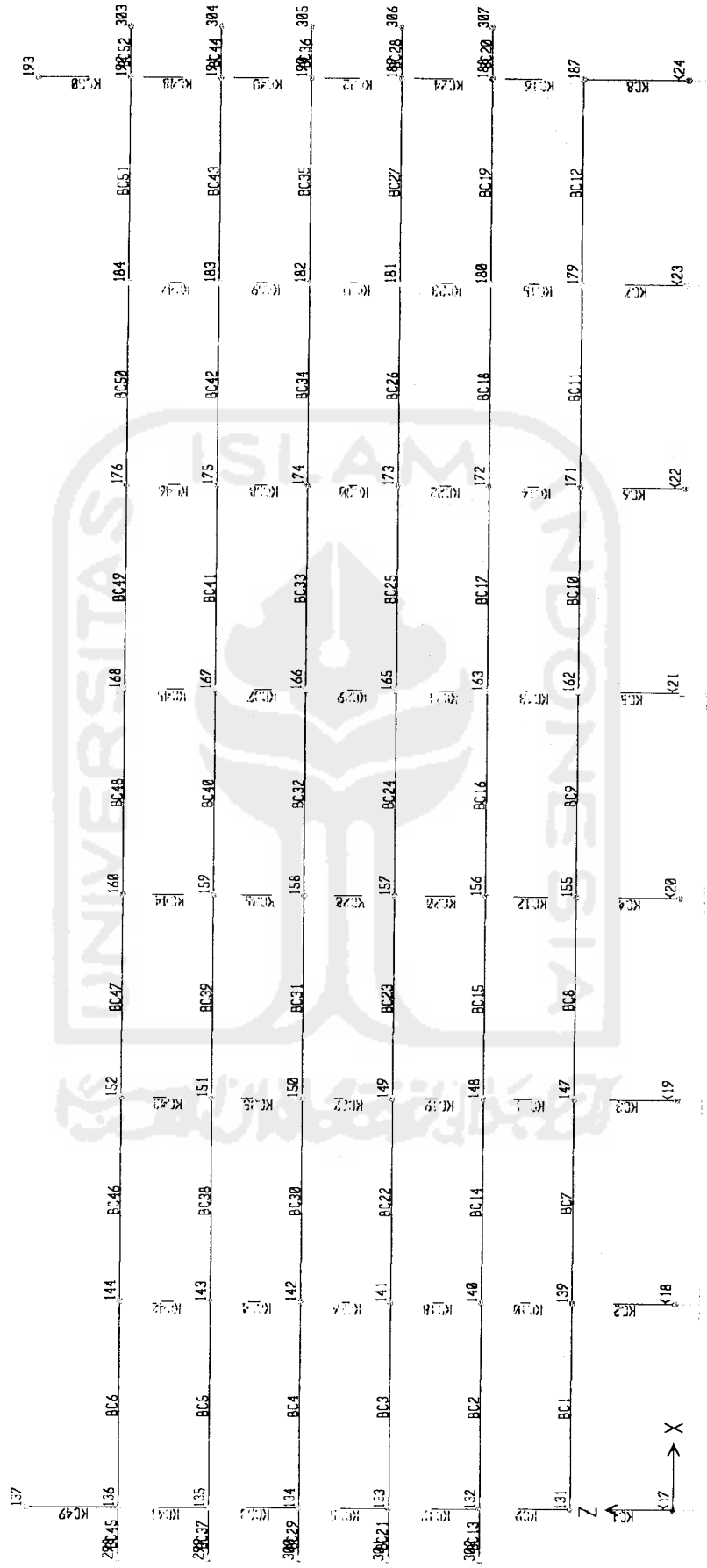
K18	DL	0.1184	-4.9530	4977.7993	6.5290	1.6892	0.2767
K18	LL	0.1313	-4.0107	798.1052	5.0766	0.4482	0.0678
K18	EKI	-37.3856	0.0176	3.8096	-0.0600	-110.0708	-0.1058
K18	EKA	34.1500	-0.0256	-2.0395	0.0792	101.7363	0.0515
K18	COMB1	0.3523	-12.3608	7250.3274	15.9574	2.7441	0.4405
K18	COMB2	-39.0518	-7.5886	5709.5524	9.8385	-113.5317	0.2201
K18	COMB3	36.0607	-7.6340	5703.4109	9.9846	108.8656	0.3853
K19	DL	-8.3479	-21.0140	4053.5669	24.2628	-11.3707	0.2271
K19	LL	-4.1701	-6.5729	515.7899	8.0324	-5.2135	0.0955
K19	EKI	-36.4046	-8.613E-03	0.9121	0.0236	-107.7918	-0.0353
K19	EKA	34.5440	-1.994E-03	0.3120	4.827E-03	102.8770	0.0137
K19	COMB1	-16.6898	-35.7333	5689.5441	41.9673	-21.9864	0.4253
K19	COMB2	-49.4923	-26.0174	4566.6769	30.3202	-128.2487	0.2587
K19	COMB3	25.0037	-26.0105	4566.0467	30.3005	92.9535	0.3101
K20	DL	19.1193	-21.8470	3569.4243	25.2784	23.2251	-0.5403
K20	LL	4.5277	-3.3175	491.0500	3.7750	5.7871	-0.1270
K20	EKI	-35.7977	2.959E-03	0.7263	-0.0130	-106.1436	-0.0299
K20	EKA	35.0976	-5.720E-03	0.4934	0.0208	104.2492	0.0129
K20	COMB1	30.1874	-31.5244	5068.9893	36.3740	37.1295	-0.8515
K20	COMB2	-14.7957	-24.9267	4043.2882	28.7936	-83.5921	-0.6749
K20	COMB3	59.6443	-24.9358	4043.0436	28.8291	137.3203	-0.6299
K21	DL	-10.9380	9.2045	4552.7397	-8.7669	-14.0896	-0.3047
K21	LL	-0.1135	-3.9497	631.4295	5.5710	0.0429	-0.0817
K21	EKI	-35.2456	0.0162	0.5204	-0.0445	-104.6881	-0.0856
K21	EKA	35.6500	-0.0184	0.7063	0.0473	105.7049	0.0373
K21	COMB1	-13.3071	4.7258	6473.5749	-1.6066	-16.8389	-0.4964
K21	COMB2	-48.5608	7.3119	5159.7809	-5.9093	-124.6908	-0.4588
K21	COMB3	25.8795	7.2755	5159.9761	-5.8129	96.2218	-0.3299
K22	DL	-1.1128	-9.6105	5057.2876	15.6352	-2.6762	0.1353
K22	LL	0.1934	-3.1814	854.9404	4.4815	0.1892	0.0125
K22	EKI	-34.6909	-7.094E-03	0.3151	0.0209	-103.3142	-0.0773
K22	EKA	36.2578	4.085E-03	0.8997	-0.0133	107.3546	0.0361
K22	COMB1	-1.0258	-16.6228	7436.6498	25.9326	-2.9086	0.1824
K22	COMB2	-37.4778	-12.0073	5823.4471	19.1278	-111.1763	0.0684
K22	COMB3	37.0184	-11.9956	5824.0609	19.0919	110.0259	0.1875
K23	DL	-3.5704	-9.4358	5072.3442	15.7768	-7.3130	0.1090
K23	LL	-0.4536	-1.7902	862.0449	2.7494	-0.9401	2.781E-04
K23	EKI	-34.2961	-0.0403	-2.0552	0.1235	-102.1716	-0.0882
K23	EKA	37.2400	0.0310	3.7994	-0.0984	109.6363	0.0489
K23	COMB1	-5.0103	-14.1874	7466.0849	23.3312	-10.2797	0.1313
K23	COMB2	-40.0320	-11.0241	5841.0305	18.3449	-115.5229	0.0221
K23	COMB3	35.0810	-10.9493	5847.1777	18.1120	106.8754	0.1661
K24	DL	-58.7914	-4.5903	3731.8113	9.4718	-79.1210	0.2361
K24	LL	-9.7462	-0.8657	461.5518	1.4220	-12.9442	9.423E-03
K24	EKI	-26.7776	-0.2082	58.9207	0.6149	-91.9996	-0.1112
K24	EKA	30.9690	0.1937	-62.8909	-0.5656	102.9951	0.0618
K24	COMB1	-86.1436	-6.8936	5216.6563	13.6413	-115.6559	0.2984
K24	COMB2	-95.6952	-5.5579	4257.1996	11.4443	-187.4432	0.1367
K24	COMB3	-35.0612	-5.1359	4129.2975	10.2048	17.3013	0.3185
K25	DL	44.7314	-31.6403	2607.5212	43.7532	65.0890	-0.2118
K25	LL	4.6172	-5.3387	272.2117	7.1790	6.6495	-0.0366
K25	EKI	-31.0221	0.1861	-61.6882	-0.6131	-103.1750	-0.0444
K25	EKA	26.6358	-0.1434	60.2529	0.4842	91.5107	0.0287
K25	COMB1	61.0653	-46.5102	3564.5642	63.9902	88.7460	-0.3127
K25	COMB2	17.1651	-36.2301	2836.4517	49.6045	-36.0005	-0.2910
K25	COMB3	77.7059	-36.5761	2964.4898	50.7566	168.4194	-0.2142
K26	DL	7.7482	-46.1615	4074.4705	60.7993	15.7410	0.2791
K26	LL	0.5509	-4.7857	406.9511	6.3783	1.2384	0.0939
K26	EKI	-37.3055	0.0123	2.1931	-0.0531	-109.8334	-0.0210
K26	EKA	34.1126	-0.0196	-1.8566	0.0715	101.6273	0.0212
K26	COMB1	10.1793	-63.0510	5540.4864	83.1645	20.8706	0.4852
K26	COMB2	-30.7046	-51.3282	4524.6675	67.6106	-98.0541	0.3274
K26	COMB3	44.2843	-51.3616	4520.4152	67.7414	123.9797	0.3717
K27	DL	3.6889	-48.1746	4327.0054	58.7635	8.3387	0.1553
K27	LL	0.3480	-4.8035	393.7881	5.7366	0.7668	0.1032
K27	EKI	-36.3205	-7.507E-03	0.2630	0.0224	-107.5498	-9.094E-03
K27	EKA	34.5078	-1.283E-03	0.0911	3.829E-03	102.7692	4.726E-03
K27	COMB1	4.9835	-65.4951	5822.4675	79.6947	11.2334	0.3516
K27	COMB2	-34.0544	-53.4733	4779.9047	65.1671	-103.7115	0.2155
K27	COMB3	40.3154	-53.4668	4779.7241	65.1476	117.1233	0.2300
K28	DL	1.6572	-47.4140	4319.7153	57.5955	3.9529	-0.6793
K28	LL	0.1864	-7.9065	456.1764	9.4159	0.3882	-0.1426
K28	EKI	-35.7146	7.134E-04	0.2134	-0.0106	-105.9035	-6.544E-03
K28	EKA	35.0616	-3.424E-03	0.2031	0.0187	104.1410	3.658E-03
K28	COMB1	2.2870	-69.5471	5913.5406	84.1801	5.3646	-1.0433
K28	COMB2	-35.6483	-54.5278	4809.6310	66.1137	-106.8151	-0.8057

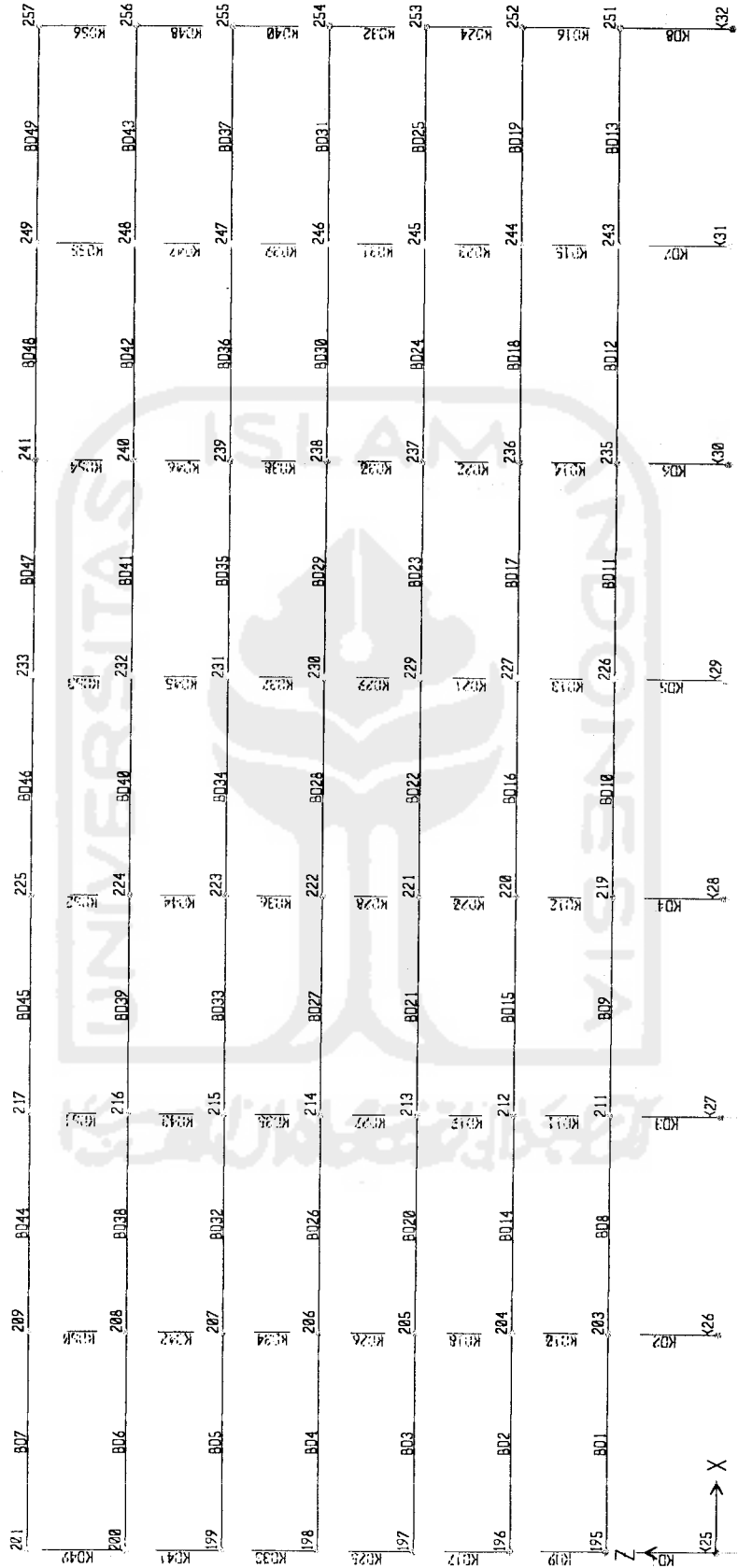
K29	DL	-0.4547	-48.4180	4310.8164	65.9311	-0.3805	-0.5234
K29	LL	-0.0446	-5.9001	407.7140	8.3583	-0.0661	-0.1194
K29	EKI	-35.1623	0.0132	0.1639	-0.0397	-104.4480	5.988E-04
K29	EKA	35.6137	-0.0155	0.2421	0.0425	105.5957	8.955E-04
K29	COMB1	-0.6171	-67.5417	5825.3221	92.4906	-0.5624	-0.8192
K29	COMB2	-37.4246	-54.3650	4771.1578	74.2010	-110.1096	-0.6206
K29	COMB3	36.8901	-54.3952	4771.2398	74.2873	110.4363	-0.6203
K30	DL	-2.4768	-48.9957	4307.1016	67.3226	-4.7640	0.0431
K30	LL	-0.1778	-6.4677	469.2624	8.8847	-0.4187	0.0230
K30	EKI	-34.6078	-5.594E-03	0.1000	0.0188	-103.0745	-5.469E-03
K30	EKA	36.2202	2.797E-03	0.2639	-0.0113	107.2432	5.620E-03
K30	COMB1	-3.2566	-69.1431	5919.3417	95.0026	-6.3866	0.0886
K30	COMB2	-39.0454	-55.3320	4804.1191	76.0393	-113.4816	0.0534
K30	COMB3	35.3239	-55.3232	4804.2912	76.0076	107.3520	0.0650
K31	DL	-6.5256	-50.3589	4164.5571	69.4959	-12.1635	0.0275
K31	LL	-0.5919	-7.9901	475.4873	10.8048	-1.1897	2.144E-03
K31	EKI	-34.2118	-0.0313	-1.8331	0.1118	-101.9307	-0.0260
K31	EKA	37.2061	0.0231	2.1740	-0.0879	109.5294	0.0178
K31	COMB1	-8.7777	-73.2148	5758.2482	100.6828	-16.4997	0.0364
K31	COMB2	-43.1294	-57.7037	4656.1526	79.5710	-120.5127	2.827E-03
K31	COMB3	31.8593	-57.6466	4660.3600	79.3613	101.5204	0.0488
K32	DL	-43.8710	-31.8788	2681.3652	44.8325	-62.0001	0.1821
K32	LL	-4.6826	-4.0808	263.5463	5.5602	-6.6464	0.0152
K32	EKI	-26.7121	-0.1641	60.5679	0.5555	-91.7832	-0.0271
K32	EKA	30.9459	0.1543	-61.3810	-0.5132	102.9022	0.0427
K32	COMB1	-60.1374	-44.7839	3639.3123	62.6952	-85.0343	0.2427
K32	COMB2	-76.9218	-36.0935	3037.1576	50.9935	-165.4603	0.1718
K32	COMB3	-16.3810	-35.7592	2909.1112	49.8713	38.9594	0.2451

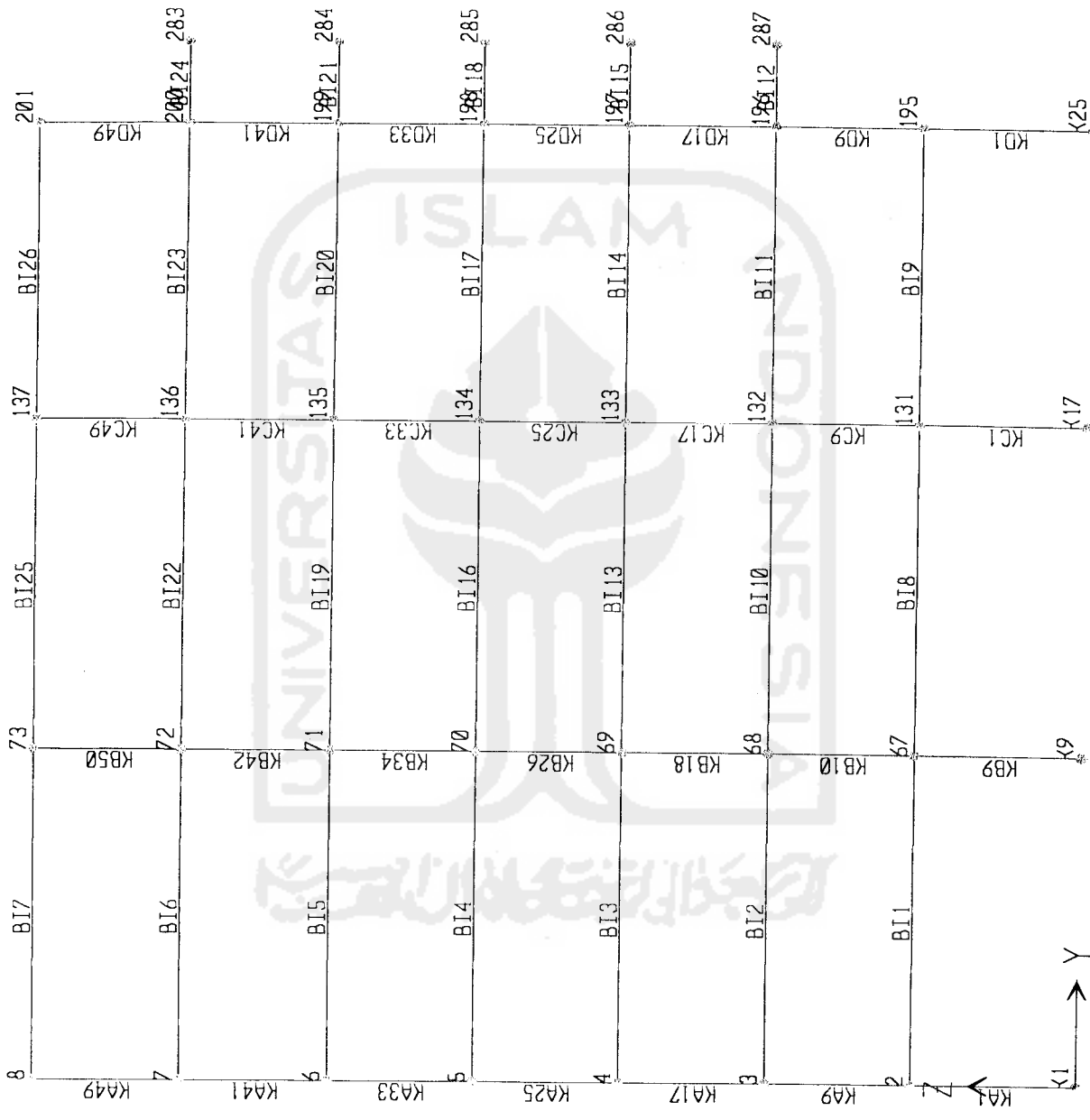


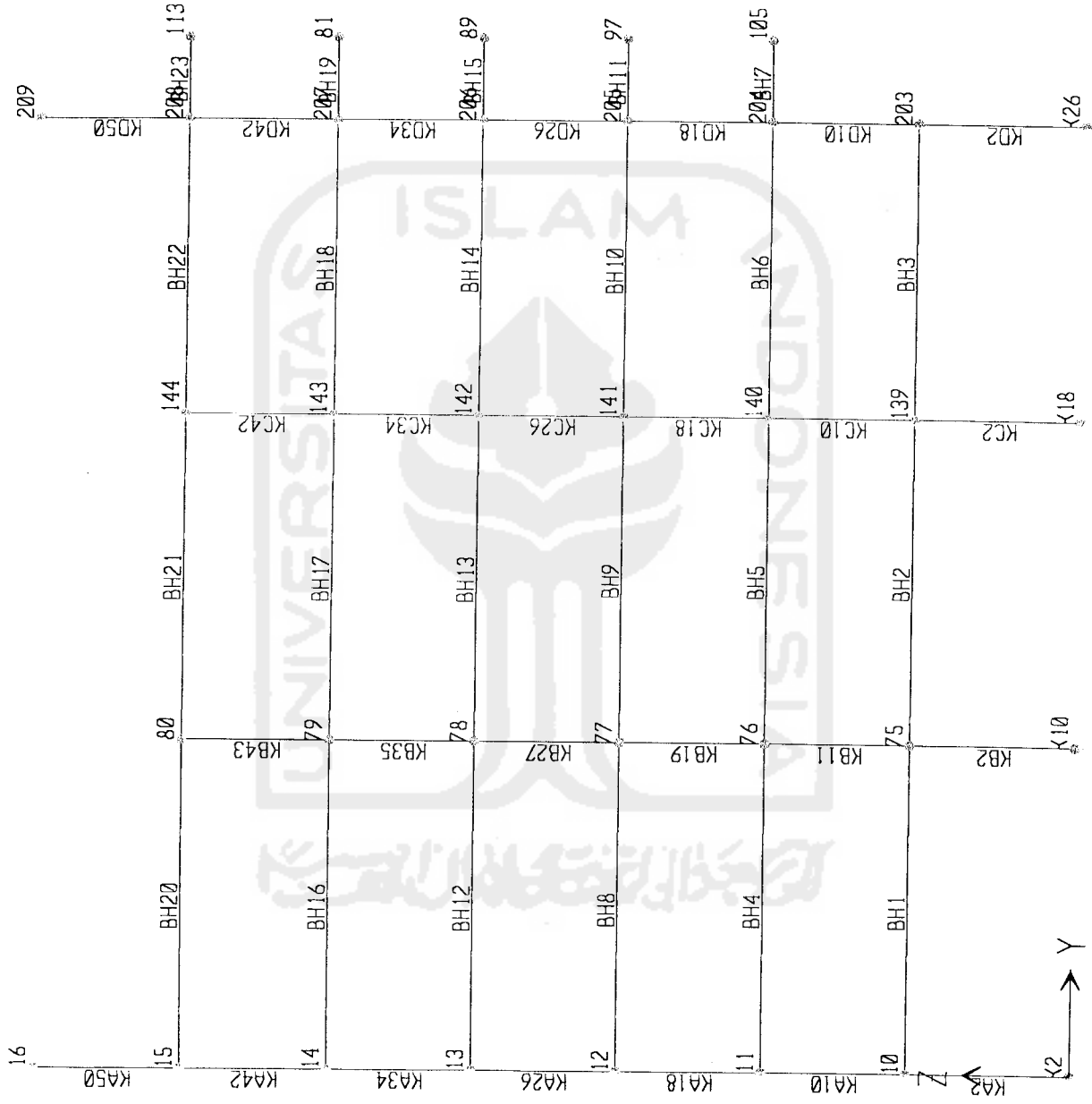


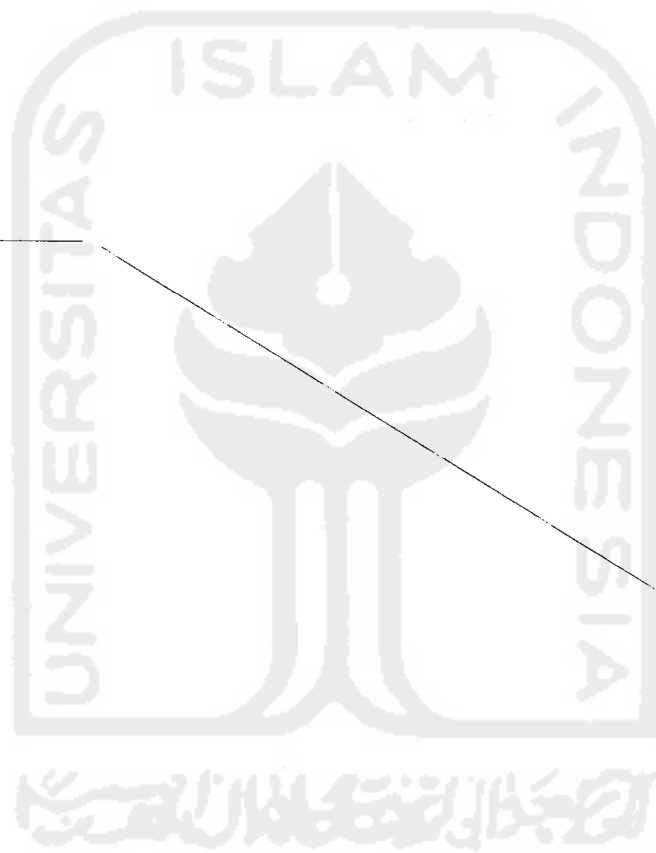


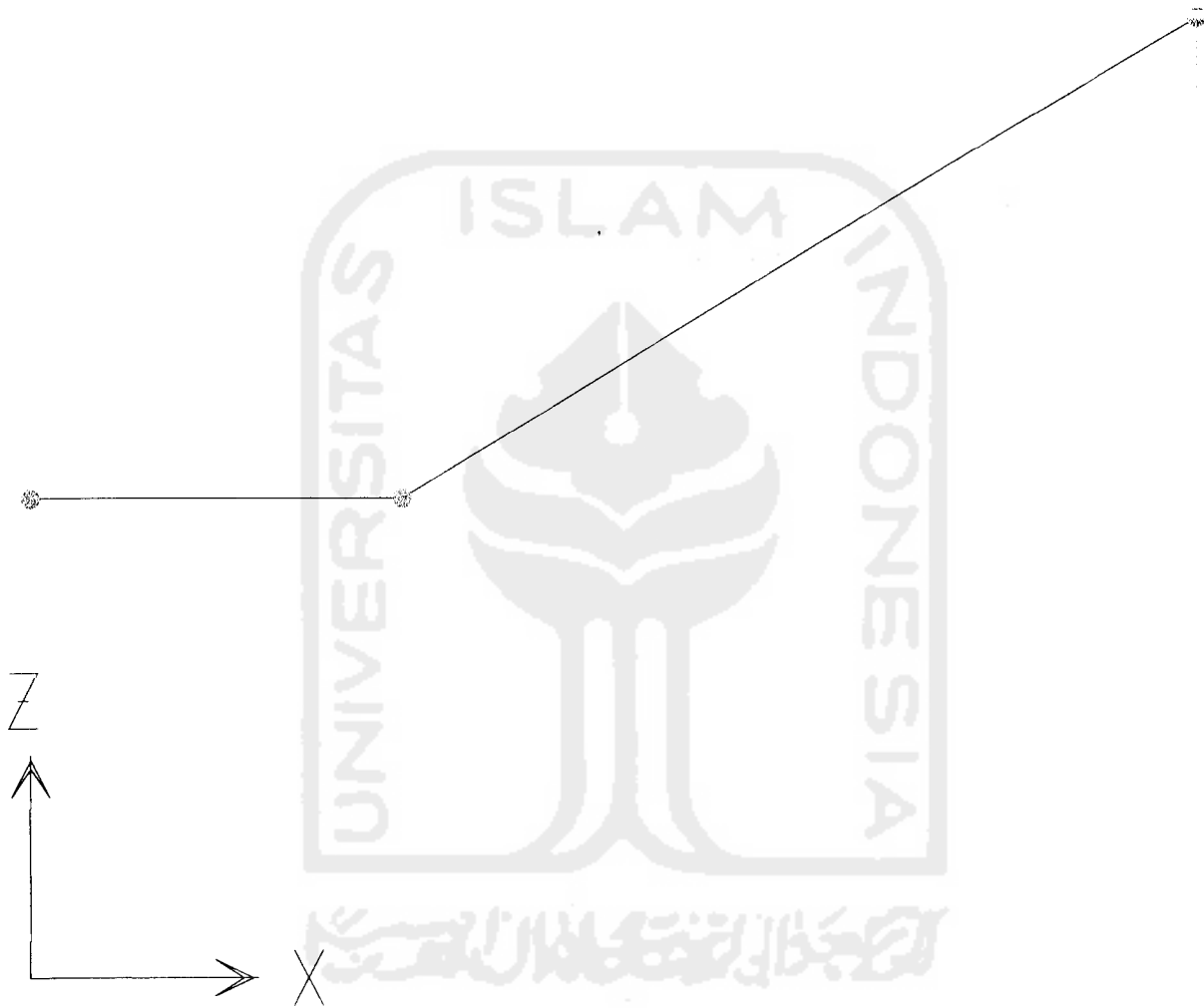


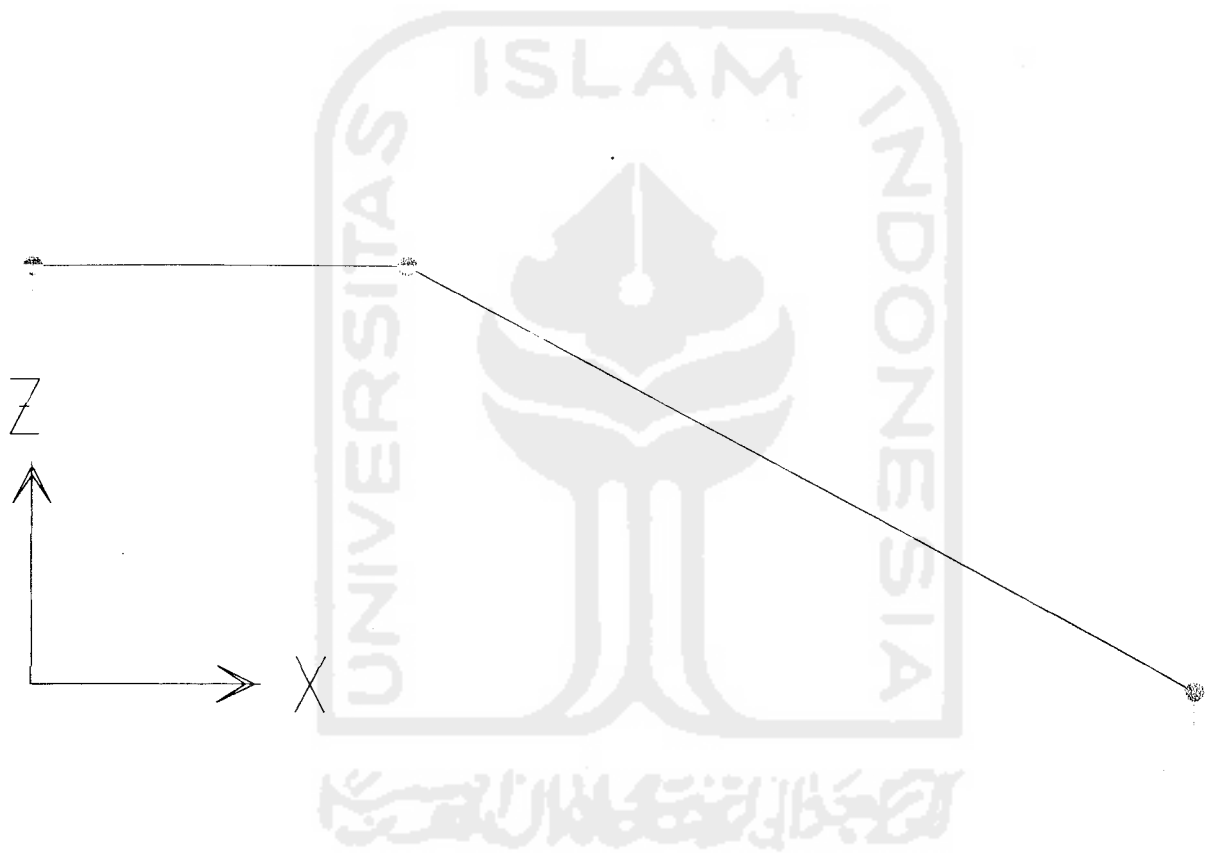


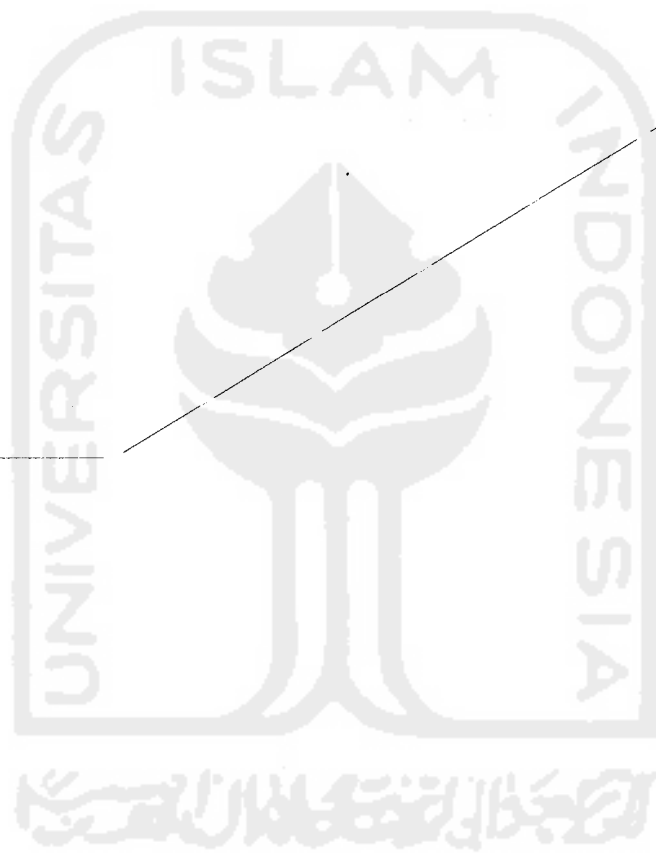


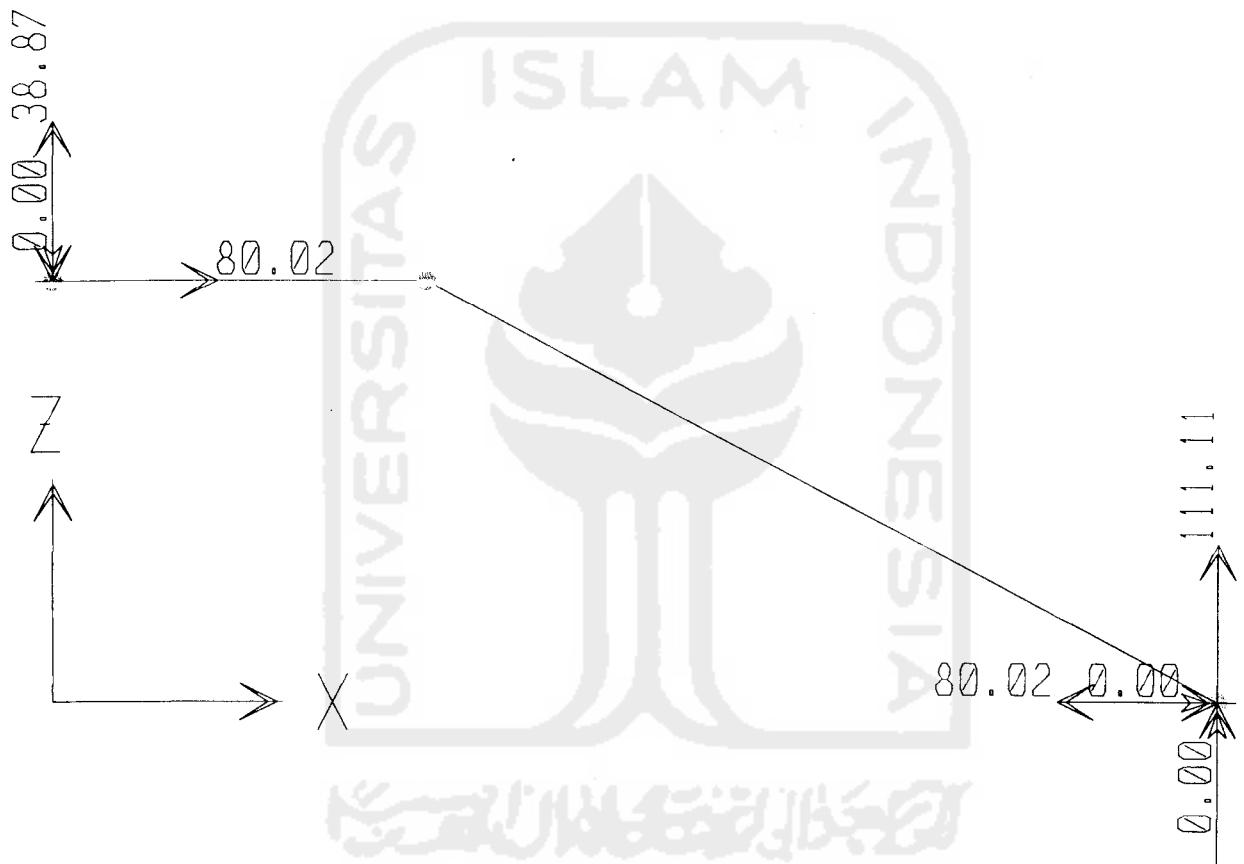












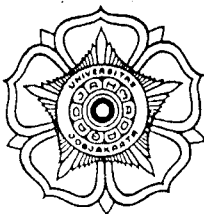
	LL	Bawah	-499.2589	-9.516211	-0.2739563	-0.168665	-12.56776
	LL		-499.2589	-9.516211	-0.2739563	0.379247	6.464661
	LL	Atas	-499.2589	-9.516211	-0.2739563	0.92716	25.49708
	EKI	Bawah	63.10643	31.07826	-0.2333604	-0.676556	103.3818
	EKI		63.10643	31.07826	-0.2333604	-0.209835	41.22527
	EKI	Atas	63.10643	31.07826	-0.2333604	0.256886	-20.93124
	EKA	Bawah	-58.69931	-26.66352	0.1819595	0.536178	-91.60656
	EKA		-58.69931	-26.66352	0.1819595	0.172259	-38.27953
	EKA	Atas	-58.69931	-26.66352	0.1819595	-0.19166	15.04751
	COMB1	Bawah	-5280.39	-83.73731	4.941432	9.899177	-111.21
	COMB1		-5244.199	-83.73731	4.941432	0.016314	56.26465
	COMB1	Atas	-5208.008	-83.73731	4.941432	-9.866549	223.7393
	COMB2	Bawah	-4154.672	-33.02501	4.297889	8.086329	21.29636
	COMB2		-4123.005	-33.02501	4.297889	-0.50945	87.34637
	COMB2	Atas	-4091.338	-33.02501	4.297889	-9.105228	153.3964
	COMB3	Bawah	-4282.568	-93.65387	4.733975	9.359699	-183.4414
	COMB3		-4250.901	-93.65387	4.733975	-0.108251	3.866339
	COMB3	Atas	-4219.234	-93.65387	4.733975	-9.576201	191.1741
KC2 tengah	DL	Bawah	-4977.799	-0.1184291	4.952996	6.529036	-1.689173
	DL		-4947.64	-0.1184291	4.952996	-3.376956	-1.452314
	DL	Atas	-4917.481	-0.1184291	4.952996	-13.28295	-1.215456
	LL	Bawah	-798.1052	-0.1313418	4.01075	5.076621	-0.448201
	LL		-798.1052	-0.1313418	4.01075	-2.944879	-0.185518
	LL	Atas	-798.1052	-0.1313418	4.01075	-10.96638	0.0771659
	EKI	Bawah	-3.809561	37.38563	-0.01760139	-0.059981	110.0708
	EKI		-3.809561	37.38563	-0.01760139	-0.024778	35.2995
	EKI	Atas	-3.809561	37.38563	-0.01760139	0.010424	-39.47175
	EKA	Bawah	2.039543	-34.15004	0.02560927	0.079156	-101.7363
	EKA		2.039543	-34.15004	0.02560927	0.027938	-33.43619
	EKA	Atas	2.039543	-34.15004	0.02560927	-0.023281	34.8639
	COMB1	Bawah	-7250.328	-0.3522618	12.3608	15.95744	-2.744129
	COMB1		-7214.136	-0.3522618	12.3608	-8.764153	-2.039606
	COMB1	Atas	-7177.946	-0.3522618	12.3608	-33.48574	-1.335082
	COMB2	Bawah	-5709.552	39.05175	7.588614	9.83848	113.5317
	COMB2		-5677.885	39.05175	7.588614	-5.338749	35.42824
	COMB2	Atas	-5646.219	39.05175	7.588614	-20.51598	-42.67527
	COMB3	Bawah	-5703.411	-36.0607	7.633986	9.984574	-108.8656
	COMB3		-5671.744	-36.0607	7.633986	-5.283397	-36.74424
	COMB3	Atas	-5640.077	-36.0607	7.633986	-20.55137	35.37716
KC3 tengah	DL	Bawah	-4053.567	8.347934	21.01396	24.26279	11.37067
	DL		-4023.408	8.347934	21.01396	-17.76514	-5.325203
	DL	Atas	-3993.249	8.347934	21.01396	-59.79307	-22.02107
	LL	Bawah	-515.7899	4.170149	6.572864	8.032449	5.213505
	LL		-515.7899	4.170149	6.572864	-5.113279	-3.126792
	LL	Atas	-515.7899	4.170149	6.572864	-18.25901	-11.46709
	EKI	Bawah	-0.912136	36.40461	0.00861267	0.023633	107.7918
	EKI		-0.912136	36.40461	0.00861267	0.006407	34.9826
	EKI	Atas	-0.912136	36.40461	0.00861267	-0.010818	-37.82661
	EKA	Bawah	-0.3119547	-34.54397	0.00199439	0.004827	-102.877
	EKA		-0.3119547	-34.54397	0.00199439	0.000838	-33.78905
	EKA	Atas	-0.3119547	-34.54397	0.00199439	-0.003151	35.29888
	COMB1	Bawah	-5689.544	16.68976	35.73334	41.96726	21.98641
	COMB1		-5653.354	16.68976	35.73334	-29.49942	-11.39311
	COMB1	Atas	-5617.163	16.68976	35.73334	-100.9661	-44.77263
COMB2	Bawah	-4566.677	49.49226	26.01742	30.32021	128.2487	
COMB2		-4535.01	49.49226	26.01742	-21.71464	29.2642	

8745036

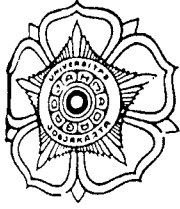
LAPORAN
PENYELIDIKAN TANAH

UNTUK :

PEMBANGUNAN GEDUNG
BOOKSTORE - UGM
JL. PERSATUAN BULAKSUMUR
KAMPUS UGM YOGYAKARTA



DILAKSANAKAN OLEH :
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS GADJAH MADA
YOGYAKARTA



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS GADJAH MADA

Jl. Grafika No. 2 Kampus UGM, Yogyakarta 55281 Tel. (0274) : 562232, 902245
Fax : (0274) 562232

PRAKATA

Guna melengkapi data perancangan fondasi Gedung Bookstore UGM, serangkaian penyelidikan tanah telah dilaksanakan oleh Laboratorium Mekanika Tanah JTS FT UGM di lokasi rencana pembangunan yang terletak di Bulaksumur (Jl. Persatuan) Kampus UGM Yogyakarta atas permintaan PT. Neocelindo Intibeton.


Buku ini merupakan laporan hasil penyelidikan tanah yang telah dilaksanakan, yang diharapkan dapat digunakan untuk data perancangan fondasi gedung tersebut. Tidak menutup kemungkinan adanya kelainan-kelainan yang terlepas dari pengamatan penyelidikan, untuk itu jika selama pelaksanaan ada hal-hal tidak sesuai dengan hasil penyelidikan ini, perlu menghubungi pihak Laboratorium.

Atas kepercayaan yang diberikan kepada Laboratorium Mekanika Tanah JTS FT UGM untuk melaksanakan pekerjaan tersebut, dengan ini disampaikan terima kasih. Kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya pekerjaan penyelidikan secara langsung ataupun tidak langsung disampaikan pula terima kasih.

Yogyakarta, Oktober 2003

Laboratorium Mekanika Tanah

LABORATORIUM JTS FT UGM
MEKANIKA TANAH
FT UGM


Ir. Agus Darmawan Adi, M.Sc., Ph.D.

DAFTAR ISI

PRAKATA	ii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Umum	1
1.2. Lokasi rencana dan rencana bangunan	2
1.3. Lingkup Pekerjaan	2
1.4. Elevasi dasar	3
II. HASIL PENYELIDIKAN	3
2.1. Lapisan-lapisan Tanah	4
2.2. Muka Air Tanah	4
2.3. Hasil Uji Laboratorium	4
III. ALTERNATIF FONDASI	4
4.1. Fondasi Menerus	5
4.2. Fondasi Sumuran	5
IV. PENUTUP	
LAMPIRAN :	
1. Gambar Situasi Titik-Titik Penyelidikan	
2. Hasil Pengeboran	
3. Rangkuman Hasil Uji Laboratorium	
4. Data Hasil Pengujian Laboratorium	

I. PENDAHULUAN

1.1. Umum

Serangkaian penyelidikan tanah telah dilaksanakan oleh Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UGM di lokasi rencana pembangunan Bookstore di Kampus UGM, Bulaksumur Yogyakarta.

Penyelidikan tanah yang dilaksanakan mempunyai tujuan untuk mengetahui keadaan, jenis, sifat indeks, dan parameter-parameter teknis tanah dasar bangunan. Data yang didapatkan akan digunakan untuk analisis penentuan kedalaman dan daya dukung fondasi serta perkiraan penurunan yang mungkin terjadi.

Pekerjaan penyelidikan tanah yang terdiri atas pekerjaan lapangan dan laboratorium dilaksanakan dalam bulan September-Oktober 2003.

1.2. Lokasi Rencana dan rencana bangunan

Pada saat penyelidikan, lahan telah dipersiapkan untuk pompa penjualan bahan bakar besin/solar (SPBU). Bangunan penunjang, bangunan layanan pompa BBM dan tanki bawah tanah telah disiapkan. Tampaknya rencana pembangunan SPBU telah agak lama ditinggalkan sehingga semak-semak cukup lebat tumbuh di lahan ini. Bangunan rencana SPBU ini mungkin akan dibongkar total, sehingga pada rencana tanki bawah tanah akan meninggalkan lubang yang cukup dalam.

Muka tanah relatif mendatar dan posisinya lebih tinggi dibandingkan jalan aspal di utara lahan yang diselidiki. Tampaknya sebagian tanah permukaan adalah timbunan dari galian untuk tanki bawah tanah. Pagar keliling dari seng sudah ada mengelilingi lahan. Lahan rencana bookstore ini dikelilingi jalan di sebelah utara, barat (Jl. Persatuan) dan selatan, sedangkan disisi timur berbatasan dengan perkantoran dan perumahan dosen UGM.

Bangunan Gedung untuk Bookstore ini direncanakan berlantai 5-6 dengan satu basement. Bangunan utama tidak berbentuk empat persegi panjang, namun denah pokoknya sekitar 56 m x 23.25 m memanjang arah utara-selatan. Pada saat penyelidikan berlangsung, perencanaan masih dalam proses penyelesaian.

1.3. Lingkup Pekerjaan

Pekerjaan penyelidikan tanah yang telah dilaksanakan berupa pekerjaan lapangan dan laboratorium, meliputi :

1. 2 (dua) titik pemboran dengan alat bor mesin sampai kedalaman 25 dan 29 meter.
2. Uji SPT pada setiap interval kedalaman 1.5 meter
3. Sampling dilakukan pada interval tertentu. Namun karena kondisi tanah berupa pasir, maka kualitas sampel kurang sempurna.
4. Pengujian laboratorium atas sampel yang diambil, meliputi sifat umum/klasifikasi dan sifat mekanis tanah.

Denah lokasi dan situasi titik-titik penyelidikan lapangan dapat dilihat pada denah situasi titik penyelidikan yang terlampir di laporan ini.

1.4. Elevasi Dasar

Pada penyelidikan ini, telah digunakan permukaan as jalan di utara lahan yang diselidiki sebagai dasar elevasi + 0.00 m. Elevasi permukaan tanah yang tercantum pada gambar-gambar hasil penyelidikan dikaitkan dengan elevasi dasar tersebut, sedangkan kedalaman lapisan-lapisan tanah diukur terhadap permukaan tanah di masing-masing titik penyelidikan yang bersangkutan

II. HASIL PENYELIDIKAN

2.1. Lapisan- lapisan Tanah

Kondisi lapisan tanah di lokasi yang diselidiki ini tersusun dari lapisan pasir vulkanik dengan berbagai variasi campuran dan kepadatannya. Di bagian utara (titik bor ke-1), kondisi lapisan tanah bagian atas berupa pasir halus setebal 1.20 m, disusul lapisan sandstone padat (cadas) sampai kedalaman sekitar 5.10 m yang mempunyai nilai N lebih dari 35. Lapisan di bawahnya berupa pasir halus berlanau setebal sekitar 1.90 m dengan nilai N sekitar 12. Dari kedalaman 7.0 m sampai sekitar 14.0 m, tanah berupa pasir halus dengan kepadatan sedang ($N = 20 - 28$); disusul di bawahnya pasir sangat halus dengan nilai N antara 12 sampai 16 setebal sekitar 2.50 m. Lapisan di bawahnya berupa pasir halus dengan kepadatan sedang ($N = 26 - 28$) yang didasari dengan lapisan pasir berlempung hitam setebal sekitar 0.40 m. Di bawahnya lagi terdapat lapisan sandstone padat ($N = 42$) setebal 1.70 m disusul lapisan pasir padat sedang ($N = 25$) sampai kedalaman 25 meter dimana pemboran dihentikan.

Di titik bor ke-2, lapisan atas sampai kedalaman sekitar 5.30 meter kondisinya mirip dengan bor ke-1, yaitu terdapat lapisan sandstone dari kedalaman 1.75 sampai sekitar 5.30 m. Namun lapisan di bawahnya agak berbeda, dengan kondisi kepadatan umumnya kurang dari kepadatan lapisan-lapisan tanah di titik bor ke-1. Deposit tanah di bawah kedalaman 5.0 m, juga tersusun dari perlapisan pasir dengan tebal dan kepadatan yang bervariasi. Kepadatan umumnya sedang dengan nilai N antara 10 sampai 23 namun ada yang $N = 8$ dan juga lebih dari 30. Dari kedalaman 21.50 m mulai dijumpai perlapisan sandstone namun diselingi lapisan pasir, diantaranya lapisan pasir lempung kehitaman. Pada kedalaman 25 meter, lapisan sandstone mulai menerus sampai kedalaman 29 m.

2.2. Muka Air Tanah

Pada saat penyelidikan lapangan (September-Oktober 2003, akhir musim kemarau), muka air tanah dijumpai pada kedalaman sekitar 11.50 m di bawah muka tanah setempat.

2.3. Hasil Uji Laboratorium

Sebagaimana telah disampaikan dimuka, bahwa sampel tanah yang diambil dengan tabung tidak sempurna dan cenderung hanya tanah dengan fraksi yang halus atau agak halus. Hasil uji laboratorium tanah yang terambil tersebut menunjukkan bahwa sebagian tanah berupa pasir berlanau/berlempung atau lanau berpasir non plastis dengan fraksi halus ada yang lebih dari 50% dengan kelompok simbol SC, SM atau ML. Jika dibandingkan hasil pemboran, maka lapisan yang mengandung kerikil tidak ikut diuji di laboratorium.

Uji geser langsung menunjukkan parameter kuat geser tanah berupa kohesi yang sangat rendah dan sudut gesek internal sekitar 35° - 40° . Untuk perancangan data laboratorium perlu dikoreksi karena sampel yang diambil kualitasnya kurang baik atau telah memadat.

III. ALTERNATIF FONDASI

Dengan kondisi tanah yang cukup bervariasi di bagian bawah dan bagian atas terdapat lapisan padat maka penggunaan fondasi yang relatif dangkal bisa digunakan untuk bangunan gedung yang tidak terlalu tinggi. Menurut informasi, gedung akan dibangun mempunyai basement pada sekitar 1.0 m di bawah muka tanah yang ada sehingga dasar fondasi, atau pur jika menggunakan fondasi tiang, perlu masuk agak dalam. Secara umum jenis fondasi yang dianggap paling cocok untuk bangunan di lokasi tersebut diuraikan di bawah ini.

a. Telapak menerus (continuous footing)

Fondasi jenis ini dapat digunakan untuk Gedung Bookstore UGM ini. Dasar fondasi disarankan diletakkan pada lapisan batu pasir pada kedalaman antara 2.0 sampai 3.0 meter di bawah muka tanah setempat (semakin dangkal semakin baik).

Kapasitas dukung tanah yang diijinkan (q_a) untuk jenis fondasi dan kedalaman sebagaimana diuraikan di atas dapat diambil :

$$q_a = 15 \text{ ton/m}^2$$

Masalah yang ada yaitu sebagian lahan telah digali untuk rencana tanki bawah tanah. Apabila bagian yang telah digali lebih dalam dari dasar rencana continuous footing, maka bagian tersebut harus dibersihkan kemudian dipadatkan dan diurug dengan pasir kerikil dipadatkan dengan sebaik-baiknya.

b. Fondasi tiang bor (bored pile)

Jenis tiang bor bisa digunakan sebagai fondasi gedung di lokasi ini. Namun karena kondisi tanah didominasi pasir yang sebagian besar berbutir lepas, maka diperlukan casing saat pemboran untuk mencegah kelongsoran. Pemasangan casing mungkin cukup berat, perlu alat pancang atau penggetar yang mungkin bisa mengganggu aktivitas sekitar (perumahan, kantor Bank dan kantor unit-unit UGM).

Untuk penggunaan tiang bor digunakan analisis berdasarkan nilai N rata-rata baik diujung maupun disekeliling tiang bor. Rangkuman analisis dan asumsi yang digunakan disajikan pada Tabel berikut.

Kapasitas tiang bor

<i>Uraian</i>	<i>Alternatif-1</i>	<i>Alternatif-2</i>
Kedalaman tiang (m)	10.50	16.50
Perkiraan panjang efektif (m)	8.0	14.0
N rerata di ujung	14	18
N rerata di keliling	14	14
Kapasitas dukung ijin tiang dengan diameter 0.60 m (ton)	45	60
Kapasitas dukung ijin tiang dengan diameter 0.80 m (ton)	75	100

Dengan bervariasinya kondisi tanah dan kemungkinan sebagian tiang bor ada di bawah muka air tanah, maka adanya loading test untuk tiang bor ini perlu dilakukan.

IV. PENUTUP

Hasil analisis diatas sesuai dengan hasil pemboran yang dilakukan. Dengan kondisi yang ada, tidak menutup kemungkinan adanya perbedaan yang sangat berarti dari satu posisi ke posisi lain. Untuk itu, jika dalam pelaksanaan nantinya terdapat hal-hal yang menyimpang atau tak terduga, perlu disesuaikan dengan kondisi yang ada, dan penyelesaiannya hendaknya diputuskan oleh orang yang menguasai permasalahannya.

