

PERPUSTAKAAN FTSP UII  
HADIAH/BELI  
28 03 2003  
TGL. TERIMA : 000385  
NO. JUDUL : 512.0000385001  
NO. SV.

# TUGAS AKHIR REDESIGN GEDUNG KAMPUS FISIPOL BLOK B UPN " VETERAN " YOGYAKARTA



FILIK PERPUSTAKAAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Oleh :

**N a m a** : Rian Muryono  
**No. Mhs.** : 97 511 020  
**N a m a** : Heriyanto Pamungkas  
**No. Mhs.** : 97 511 168

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

2003



**TUGAS AKHIR**  
***REDESIGN* GEDUNG KAMPUS**  
**FISIPOL BLOK B UPN “ VETERAN “**  
**YOGYAKARTA**

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia**  
**Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh**  
**Derajat Sarjana Teknik Sipil**

**Oleh :**

**N a m a : Rian Muryono**

**No. Mhs. : 97 511 020**

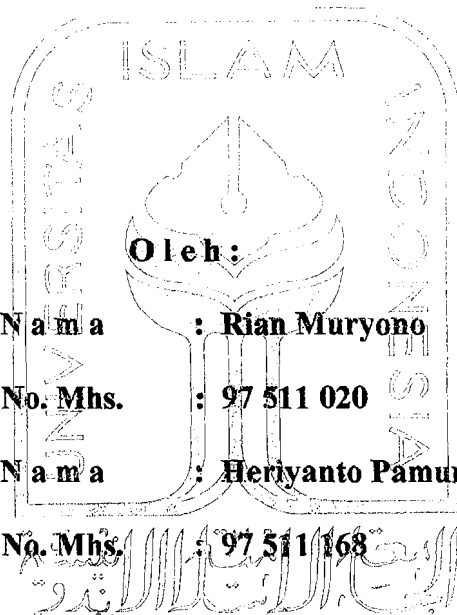
**N a m a : Heriyanto Pamungkas**

**No. Mhs. : 97 511 168**

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

**2003**

**TUGAS AKHIR**  
**REDESIGN GEDUNG KAMPUS**  
**FISIPOL BLOK B UPN “ VETERAN “**  
**YOGYAKARTA**



Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Ilman Noor, MSCE.

Dosen Pembimbing I

Tanggal : 24/03-003

Ir. Helmy Akbar Bale, MT.

Dosen Pembimbing II

Tanggal : 24/3

**Motto**

***Pengetahuan Adalah Kekuatan***

***Tidakah Ada Fakta Lain yang Membesarkan Hati Selain Kemampuan  
Manusia yang Tidak Diragukan Untuk Dapat Meningkatkan  
Kehidupannya  
Melalui Upaya yang Disadarinya***

***Rasa Percaya Diri yang Kuat Akan Membuat Kita Berani Memandang  
Sesamanya (Goethe)***

***Tidak Ada Sesuatupun yang Hebat Dapat Diraih Tanpa Antusiasme***

---

***If You Have Dream About Something and You Believe In It,  
It Can Come True and Nothing Is Impossible***

## PERSEMBAHAN

*Karya sederhana ini kupersembahkan untuk :*

*Bapak Sujana dan Ibu Tri Mulyani orangtua ku tercinta.....yang tiada hentinya curahkan kasih sayang, doa dan air mata demi keberhasilanku serta penuh kesabaran menantikan saat-saat ini*

*My little brother.....*

*" Yudha Ariyono ".....Tetaplah semangat raih cita-cita!*

*Dan.....lekaslah menyusul!*

*Dan ...Satu Kerlip Asa yang kupunya..."Asih Megawati, S.Sos"*

*" Pa, Ma.....Rian berangkat sekolah ".....Kini*

*" Pa, Ma.....Rian sudah SARJANA "*

*SEBUAH KARYA KECIL HERRY "GOGON" PERSEMBAHKAN  
UNTUK SESEORANG YANG TELAH MEMBERI MAKNA DALAM  
MENAPAKI HIDUP*

*Seseorang yang dengan tulus melepaskan untuk menjadi yang  
terbaik dimasa datang, Bpk. Wirad Suhadi dan Ibu Titi Khasanah*

*Seseorang yang dengan setampuk asa telah memberi rambu  
kehidupan dan dengan gumam kata kepada sang pencipta untukku  
meniti hari menjadi orang yang sebenar-benarnya, Bpk. S. Parto  
dan Ibu Farichah*

*Untuk sebetuk wajah yang telah mengisi kumpulan cerita, telah  
menyuguhkan begitu banyak indahny senyuman, bahkan pula  
menghadirkan segunung harapan dalam gersangnya hati saat  
semua terasa begitu berat, Triasih Wahyuningtiyas, SE*

## KATA PENGANTAR



*Assalamu' alaikum Wr. Wb*

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat, petunjuk, bimbingan dan karunia-Nya, serta shalawat dan salam tetaplah atas Rosulallah SAW. Sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Semoga Allah selalu memberikan hamba-Nya petunjuk jalan kemudahan.

Untuk menyelesaikan laporan ini dibutuhkan pemikiran dan kerja keras dalam waktu yang panjang dan selama proses panjang itu banyak pihak yang ikut membantu dalam penyusunan dan penyempurnaan laporan ini. Sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Phd, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. Ilman Noor, MSCE, selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan masukan, bimbingan dan pengetahuan yang banyak dalam penulisan Tugas Akhir ini.

4. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, MT, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan masukan dan bimbingan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ir.H. Moch. Samsudin, MT, selaku dosen tamu yang telah memberikan koreksi membangun bagi kesempurnaan Tugas Akhir ini.
6. Segenap staf dan karyawan FTSP UII yang telah membantu kelancaran penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Semua teman, konco dolan, konco kenal yang tak sempat teringat maupun terkenang dan telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Pada akhirnya segala daya upaya serta kemampuan telah penulis curahkan sepenuhnya demi terselesaikannya Tugas Akhir ini, namun semua ini tidak terlepas dari segala kekurangan yang ada. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga semua amal sholeh kita diterima oleh Allah SWT dan Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, amin.

***Wabillahittaufig wal hidayah***

***Wassalaamu'alaikum Wr. Wb***

Yogyakarta, Februari 2003

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xx</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xxi</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Maksud dan Tujuan.....	3
1.3. Batasan Perencanaan.....	3
1.4. Lokasi Proyek.....	5
1.5. Metode Perencanaan.....	6
1.6. Bagan Alir Perencanaan.....	7

<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1. Pendahuluan.....	8
2.2. Struktur Bawah.....	9
Pondasi.....	10
2.3. Struktur Atas.....	10
2.3.1. Atap.....	11
2.3.2. Pelat.....	11
2.3.2.1. Pelat Satu (1) Arah.....	12
2.3.2.2. Pelat Dua (2) Arah.....	12
2.3.3. Kolom.....	12
2.3.4. Balok.....	13
2.3.5. Portal.....	14
2.3.6. Tangga.....	15
2.4. Pembebanan.....	15
2.4.1. Macam-macam Pembebanan.....	15
2.4.2. Kombinasi Pembebanan.....	17
2.4.3. Faktor Reduksi Pembebanan ( $\phi$ ).....	18
2.5. Dasar-dasar Perencanaan.....	18
 <b>BAB III. LANDASAN TEORI.....</b>	 <b>20</b>
3.1. Perencanaan Atap.....	20
3.1.1. Perencanaan Gording.....	20
3.1.2. Perencanaan Sagrod.....	22

3.1.3. Perencanaan Tierod.....	22
3.1.4. Perencanaan Batang Tarik.....	23
3.1.5. Perencanaan Batang Desak.....	25
3.1.6. Perencanaan Sambungan.....	27
3.2. Perencanaan Pelat Dua (2) Arah.....	29
3.3. Perencanaan Balok.....	32
3.3.1. Perencanaan Balok Tulangan Sebelah.....	36
3.3.2. Perencanaan Balok Tulangan Rangkap.....	37
3.3.3. Perencanaan Geser Balok.....	40
3.3.4. Perencanaan Geser dan Torsi Balok.....	43
3.4. Perencanaan Kolom Tunggal.....	47
3.4.1. Perencanaan Kolom Pendek.....	47
3.4.2. Perencanaan Kolom Langsing.....	52
3.5. Pembebanan Portal.....	56
3.5.1. Beban Mati.....	56
3.5.2. Beban Hidup.....	56
3.5.3. Distribusi Beban Hidup dan Mati pada Lantai.....	57
3.5.4. Beban Gempa Statik Ekuivalen.....	58
3.5.4.1. Waktu Getar Alami Struktur.....	59
3.5.4.2. Koefisien Gempa Dasar (C) .....	59
3.5.4.3. Faktor Keutamaan Gedung (I) .....	60
3.5.4.4. Faktor Jenis Bangunan (K) .....	60
3.5.4.5. Berat Total Bangunan (Wt) .....	61

3.6. Perencanaan Balok dan Kolom Portal.....	61
3.6.1. Perencanaan Balok Portal terhadap Beban Lentur.....	61
3.6.2. Perencanaan Balok Portal terhadap Bcbn Geser.....	62
3.6.3. Perencanaan Kolom Portal terhadap Beban Lentur dan Aksial.	64
3.6.4. Perencanaan Kolom Portal terhadap Beban Geser.....	65
3.6.5. Perencanaan Panel Pertemuan Balok dan Kolom.....	66
3.7. Pondasi.....	70
3.7.1. Perencanaan Dimensi Penampang Pondasi.....	70
3.7.2. Perencanaan Geser Pondasi.....	75
3.7.2.1. Perencanaan Geser Satu (1) Arah.....	75
3.7.2.1. Perencanaan Geser Dua (2) Arah.....	76
3.7.3. Perencanaan Tulangan Lentur Pondasi.....	77
3.8. Perencanaan Tangga.....	79
3.8.1. Perencanaan Dimensi Tangga.....	79
3.8.2. Perencanaan Tulangan Tangga.....	82

---

**BAB IV. PERENCANAAN STRUKTUR..... 84**

4.1. Rangka Atap Kuda-kuda Baja.....	84
4.1.1. Data-data.....	85
4.1.2. Perencanaan Gording.....	87
4.1.3. Perencanaan Sagrod dan Tierod.....	90
4.1.4. Perencanaan Kuda-kuda.....	91
4.1.5. Perencanaan Pelat Kuda-kuda.....	100

4.1.6. Perencanaan Dukungan Arah Lateral.....	100
4.1.7. Perencanaan Sambungan.....	101
4.2. Perencanaan Pelat Lantai, Pelat Atap dan Pelat Talang.....	104
4.2.1. Pembebanan Pelat Lantai.....	104
Perencanaan Pelat Lantai Tipe I.....	105
4.2.2. Pembebanan Pelat Atap.....	113
Perencanaan Pelat Atap.....	114
4.2.3. Pembebanan Pelat Talang.....	121
Perencanaan Pelat Talang Tipe I.....	122
4.3. Perencanaan Balok Anak.....	130
4.3.1. Perhitungan Balok Anak B-3.....	130
4.3.1.1 Data Material.....	130
4.3.1.2. Perhitungan.....	131
4.3.2. Perhitungan Penulangan Geser Balok Anak.....	141
Perhitungan Tulangan Geser Balok B-3.....	141
4.4. Perencanaan Struktur Portal Dengan Daktilitas Penuh.....	145
4.4.1. Perhitungan Beban Akibat Gravitasi.....	146
4.4.1.1 Portal As-1.....	146
4.4.1.2 Portal As-2.....	148
4.4.1.3 Portal As-7.....	150
4.4.1.4 Portal As-8.....	152
4.4.1.5 Portal As-9.....	154
4.4.1.6 Portal As-I'.....	155

4.4.1.7 Portal As-G'	156
4.4.1.8 Portal As-F'	157
4.4.1.9 Portal As-B	158
4.4.1.10 Portal As-A	160
4.4.2. Perhitungan Gaya Geser Dasar Horizontal Akibat Gempa	161
4.4.3. Disain Balok	164
Disain Tulangan Lentur Balok	164
4.4.4. Perencanaan Kolom	175
4.4.5. Pertemuan Balok Kolom	197
4.5. Perencanaan Pondasi	214
4.5.1. Perencanaan Dimensi Pondasi	214
4.5.2. Perencanaan Geser Satu Arah	216
4.5.3. Perencanaan Geser Dua Arah	219
4.5.4. Kuat Tumpuan Pondasi	221
4.6. Perencanaan Tangga	229
4.6.1. Spesifikasi Struktur Tangga Lantai Dasar	230
4.6.2. Pembebanan	231
4.6.2.1. Pembebanan Bordes	231
4.6.2.2. Pembebanan Tangga	231
4.6.3. Penulangan Tangga	232
4.6.3.1. Perhitungan Pelat Bordes	232
4.6.3.2. Perhitungan Pelat Tangga	234
4.6.3.3. Perhitungan Balok Bordes	236

4.6.3.4. Perhitungan Balok Tangga.....	241
4.6.4. Perencanaan Pondasi Tangga.....	247
<b>BAB V. PEMBAHASAN.....</b>	<b>249</b>
5.1. Umum.....	249
5.2. Atap.....	250
5.3. Pelat.....	250
5.4. Balok anak.....	250
5.5. Balok induk.....	251
5.6. Kolom.....	251
5.7. Pondasi.....	251
5.8. Tangga.....	252
<b>BAB VI. PENUTUP.....</b>	<b>255</b>
6.1. Kesimpulan.....	255
6.2. Saran.....	256

---

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN-LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

		<b>Hal</b>
<b>Tabel 4.1</b>	Dimensi batang kuda-kuda 1	87
<b>Tabel 4.2</b>	Beban rencana kuda-kuda 1	93
<b>Tabel 4.3</b>	Perencanaan dimensi batang kuda-kuda 1	97
<b>Tabel 4.4</b>	Profil terpakai dan berat profil terpakai	99
<b>Tabel 4.5</b>	Jumlah baut tiap elemen/batang	103
<b>Tabel 4.6</b>	Perencanaan pelat lantai tipe 1 (selasar)	112
<b>Tabel 4.7</b>	Perencanaan pelat atap	120
<b>Tabel 4.8</b>	Perencanaan pelat talang	129
<b>Tabel 4.9</b>	Gaya aksial portal as 1	201
<b>Tabel 4.10</b>	Gaya aksial portal as 2	202
<b>Tabel 4.11</b>	Gaya aksial portal as 3	203
<b>Tabel 4.12</b>	Gaya aksial portal as 4	204
<b>Tabel 4.13</b>	Gaya aksial portal as 5	205
<b>Tabel 4.14</b>	Gaya aksial portal as 6	206
<b>Tabel 4.15</b>	Gaya aksial portal as 7	207
<b>Tabel 4.16</b>	Gaya aksial portal as I'	208
<b>Tabel 4.17</b>	Kolom 700 x 700 mm dengan Ast 1%	209
<b>Tabel 4.18</b>	Kolom 700 x 700 mm dengan Ast 2%	210
<b>Tabel 4.19</b>	Kolom 700 x 700 mm dengan Ast 3%	211



<b>Tabel 4.20</b>	Kolom 700 x 700 mm dengan Ast 4%	212
<b>Tabel 4.21</b>	Perencanaan Pondasi bujur sangkar	225

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Hal</b>
<b>Gambar 1.1</b> Denah lokasi proyek	6
<b>Gambar 3.1</b> Tinggi manfaat beton	31
<b>Gambar 3.2</b> Diagram regangan beton untuk berbagai ragam keruntuhan	34
<b>Gambar 3.3</b> Tulangan tarik satu lapis dan dua lapis	35
<b>Gambar 3.4</b> Diagram tegangan-regangan beton bertulang sebelah	37
<b>Gambar 3.5</b> Distribusi tulangan rangkap tarik	39
<b>Gambar 3.6</b> Diagram tegangan-regangan beton bertulang rangkap	40
<b>Gambar 3.7</b> Diagram gaya geser balok	41
<b>Gambar 3.8</b> Diagram tegangan-regangan kolom	50
<b>Gambar 3.9</b> Diagram Pn-Mn kolom	52
<b>Gambar 3.10</b> Bentuk distribusi beban dari pelat ke balok	58
<b>Gambar 3.11</b> Distribusi gaya geser gempa	58
<b>Gambar 3.12</b> Respon spektrum wilayah tiga Indonesia	60
<b>Gambar 3.13</b> Balok portal dengan sendi plastis pada kedua ujungnya	63
<b>Gambar 3.14</b> Pertemuan balok kolom dengan sendi plastis di kedua ujungnya	64
<b>Gambar 3.15</b> Kolom dengan $M_{u,k}$ berdasarkan kapasitas sendi plastis balok	66
<b>Gambar 3.16</b> Panel pertemuan balok dan kolom portal	67
<b>Gambar 3.17</b> Diagram tegangan pondasi	72
<b>Gambar 3.18</b> Daerah geser satu arah pada penampang pondasi	75
<b>Gambar 3.19</b> Daerah geser dua arah pada penampang pondasi	76
<b>Gambar 3.20</b> Tegangan lentur pondasi	78

<b>Gambar 3.21</b>	Dimensi tangga	81
<b>Gambar 4.1</b>	Rencana rangka kuda-kuda 1	84
<b>Gambar 4.2</b>	Rencana rangka kuda-kuda 2	85
<b>Gambar 4.3</b>	Pembebanan atap	86
<b>Gambar 4.4</b>	Tipe pembebanan	130
<b>Gambar 4.5</b>	Koefisien momen	132
<b>Gambar 4.6</b>	Penampang melintang balok anak tumpuan ujung	135
<b>Gambar 4.7</b>	Penampang melintang balok anak lapangan ujung	136
<b>Gambar 4.8</b>	Penampang melintang balok anak tumpuan kedua	138
<b>Gambar 4.9</b>	Penampang melintang balok anak lapangan berikutnya	139
<b>Gambar 4.10</b>	Penampang melintang balok anak tumpuan berikutnya	140
<b>Gambar 4.11</b>	Gaya geser pada penampang kritis	142
<b>Gambar 4.12</b>	Portal As-1	146
<b>Gambar 4.13</b>	Portal As-2	148
<b>Gambar 4.14</b>	Portal As-7	150
<b>Gambar 4.15</b>	Portal As-8	152
<b>Gambar 4.16</b>	Portal As-9	154
<b>Gambar 4.17</b>	Portal As-I'	155
<b>Gambar 4.18</b>	Portal As-G'	156
<b>Gambar 4.19</b>	Portal As-F'	157
<b>Gambar 4.20</b>	Portal As-B	158
<b>Gambar 4.21</b>	Portal As-A	160
<b>Gambar 4.22</b>	Distribusi beban gempa	163

<b>Gambar 4.23</b>	Momen pada portal As-2 bentang G'-I'	164
<b>Gambar 4.24</b>	Tulangan pokok balok tumpuan	166
<b>Gambar 4.25</b>	Tulangan pokok balok lapangan	168
<b>Gambar 4.26</b>	Tulangan pokok balok tumpuan	170
<b>Gambar 4.27</b>	Tegangan geser balok induk	172
<b>Gambar 4.28</b>	Diagram Pn-Mn kolom	191
<b>Gambar 4.29</b>	Rencana pondasi	214
<b>Gambar 4.30</b>	Pondasi dengan geser satu arah	217
<b>Gambar 4.31</b>	Pondasi dengan geser dua arah	220
<b>Gambar 4.32</b>	Rencana tangga	229
<b>Gambar 4.33</b>	Pondasi tangga	247

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Perhitungan batang atas KK 2	Lamp 1.1
2. Perhitungan batang bawah KK 2	Lamp 1.2
3. Perhitungan batang vertikal KK 2	Lamp 1.3
4. Perhitungan batang diagonal KK 2	Lamp 1.4
5. Jumlah baut tiap elemen pada KK 2	Lamp 1.5
6. Perhitungan pelat lantai tipe II	Lamp 2.1
7. Perhitungan balok anak BT untuk momen positif tumpuan ujung	Lamp 3.1
8. Perhitungan balok anak BT untuk momen negatif lapangan ujung	Lamp 3.2
9. Perhitungan balok anak BT untuk momen negatif tumpuan kedua	Lamp 3.3
10. Perhitungan balok anak BT untuk momen positif lapangan berikutnya	Lamp 3.4
11. Perhitungan balok anak BT untuk momen negatif tumpuan berikutnya	Lamp 3.5
12. Perhitungan balok induk 2	Lamp 4.1
13. Analisa SAP 2000 balok portal	Lamp 4.5
14. Analisa SAP 2000 kolom portal	Lamp 5
15. Analisa SAP 2000 pondasi	Lamp 6
16. Model beban SAP 2000 tangga	Lamp 7
17. Analisa SAPSTL dan SAPCON	Lamp 8
18. Laporan hasil pengujian tanah	Lamp 9
19. Gambar rencana	Lamp 10

## DAFTAR NOTASI

### 1. Perencanaan Atap

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

$F_u$	: Kuat tarik baja
$f_y$	: Tegangan leleh baja
$I_x$	: Inersia arah X
$I_y$	: Inersia arah Y
$K$	: Koefisien kelangsingan
$l$	: Panjang bentang yang di tinjau
$L$	: Panjang pelat kuda-kuda
$L_b$	: Jarak antar gording
$M_L$	: Momen tegak lurus sumbu batang
$M//$	: Momen sejajar sumbu batang
$n$	: Jumlah baut
$P$	: Gaya tekan yang bekerja
$P//$	: Gaya tekan sejajar sumbu batang
$q_L$	: 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 arah sumbu y
$T$	: Gaya tarik yang bekerja
$t_w$	: Tebal badan profil
$t_p$	: Tebal pelat
$W$	: Berat profil

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

## 2. Perencanaan Pelat

- As : Luas tulangan
- a : Lengan momen
- 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 lapangan arah y
- d : Tinggi efektif pelat
- $f_c'$  : Kuat desak beton
- 
- $f_y$  : Kuat tarik baja
- h : Tinggi pelat
- $l_y$  : Panjang bentang terpanjang
- $l_x$  : Panjang bentang terpendek
- m : Perbandingan isi dari tulangan memanjang dari bentuk tertutup
- $M_{lx}$  : Momen rencana arah lapangan x
- $M_{tx}$  : Momen rencana arah tumpuan x
- $M_{ly}$  : Momen rencana arah lapangan y



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

### 3. Perencanaan Balok

$A_s$	: Luas tulangan tarik
$A_s'$	: Luas tulangan desak
$b$	: Lebar balok
$d$	: Tinggi efektif tulangan tarik
$d'$	: Tinggi efektif tulangan tekan
$E$	: Modulus elastisitas beton
$f_c'$	: Kuat tekan beton
$f_y$	: kuat tarik baja
$h$	: Tinggi balok
$I$	: Momen inersia balok
$L$	: Panjang penampang
$m$	: Perbandingan isi dari tulangan memanjang dari bentuk tertutup

$M_n$	: Momen nominal balok
$M_u$	: Momen rencana balok
$P_D$	: Beban mati terpusat
$P_L$	: Beban hidup terpusat
$P_U$	: Beban ultimit terpusat
$R_A$	: Reaksi dukungan
$R_n$	: Koefisien tahanan untuk perencanaan kuat
$V_u$	: Gaya geser rencana
$V_c$	: Kuat geser beton
$V_s$	: Tegangan geser nominal yang disebabkan oleh tulangan
$x$	: Reaksi perlawanan P
$X$	: Jarak daerah geser ditinjau dari tengah bentang
$\beta_1$	: Konstanta yang berdasarkan mutu beton
$\rho$	: Rasio tulangan tarik
$\rho'$	: Rasio tulangan dtekan
$\phi$	: Faktor reduksi kekuatan

#### 4. Perencanaan Kolom

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

$C_c$	: Gaya tekan pada kolom
$C_s$	: Gaya pada tulangan tekan
$C_m$	: Fator untuk pembesaran momen
$d$	: Jarak dari sisi tekan terluar ke pusat tulangan tarik
$d'$	: Jarak dari sisi tekan terluar ke pusat tulangan tekan
$e$	: Eksentrisitas aktual
$e_b$	: 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 disyaratkan
$h$	: Tinggi penampang kolom
$I_c$	: Momen inersia kolom
$I_{cr}$	: Momen inersia balok
$I_g$	: Momen inersia dari penampang bruto balok
$k$	: Faktor panjang efektif
$l_n$	: Panjang bentang bersih
$l_u$	: Panjang tak tertumpu
$L_c$	: Panjang bersih kolom
$L_g$	: Panjang bersih balok

$m$	: Perbandingan isi dari tulangan memanjang dari bentuk tertutup
$M_b$	: Momen akibat beban tetap
$M_{1b}$	: Momen faktor terbesar pada ujung komponen akibat beban tetap
$M_{2b}$	: Momen faktor 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 sumbu x
$M_{ny}$	: Momen nominal yang bekerja pada sumbu y
$M_{ox}$	: Momen uniaksial ekuivalen perlu pada arah sumbu x
$M_{oxn}$	: Momen tahanan nominal aktual pada arah sumbu x
$M_{oy}$	: Momen uniaksial ekuivalen perlu pada arah sumbu y
$M_{oyn}$	: Momen tahanan nominal aktual pada arah sumbu y
$M_s$	: Momen akibat beban sementara
$M_u$	: Momen rencana kolom
$P_c$	: 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
$P_o$	: Kapasitas beban sentris minimum

$P_{no}$	: Kapasitas beban sentris nominal
$P_u$	: Gaya tekan rencana kolom
$r$	: Jari-jari girasi penampang
$T$	: tegangan tarik
$\delta_b$	: Faktor pembesaran momen untuk rangka yang ditahan terhadap goyangan kesamping
$\delta_s$	: Faktor pembesaran momen untuk rangka yang tidak ditahan terhadap goyangan
$\rho$	: Rasio tulangan kolom
$\beta_1$	: Faktor tinggi blok tekanan ekivalen
$\beta_d$	: Nilai perbandingan momen beban mati rencana terhadap momen total rencana yang besarnya kurang atau sama dengan satu
$\Psi$	: Faktor kekangan ujung
$\phi$	: Faktor reduksi kekuatan
$\Sigma P_c$	: Penjumlahan beban tekuk euler pada kolom satu tingkat/lantai
$\Sigma P_u$	: Penjumlahan beban tekan ultimit pada kolom satu tingkat /lantai
$\bar{y}$	: Jarak titik berat penampang dari sisi penampang terluar

## 5. Perencanaan Portal

$A_g$	: Luas bruto penampang
$A_{jh}$	: Luas tulangan total efektif tulangan geser horisontal
$A_{jv}$	: Luas tulangan geser joint vertikal
$A_s$	: Luas tulangan tarik
$A_s'$	: Luas tulangan tekan

Asc	: Luas tulangan longitudinal tarik
Asc'	: Luas tulangan longitudinal tekan
bj	: Lebar efektif joint
C	: Koefisien gempa dasar
Cki	: Gaya tekan tulangan arah kiri
Fx	: Beban horisontal tiap lantai pada arah x
fy	: Tegangan leleh baja
fc'	: Kuat tekan beton
Fy	: Beban horisontal tiap lantai pada arah y
hx	: Tinggi gedung arah x
hy	: Tinggi gedung arah y
hk	: Tinggi kolom bruto
h'k	: Tinggi kolom netto
hc	: Tinggi total penampang kolom dalam arah geser yang ditinjau
hw	: Tinggi bangunan
I	: Faktor keutamaan gedung
K	: Faktor jenis struktur
Lb	: Panjang balok
Lki	: Panjang balok bruto sebelah kiri kolom yang ditinjau
Lki'	: Panjang balok netto sebelah kiri kolom yang ditinjau
Lka	: Panjang balok bruto sebelah kanan kolom yang ditinjau
Lka'	: Panjang balok netto sebelah kanan kolom yang ditinjau
Ln	: Bentang bersih balok

$L_w$	: Lebar bangunan
$M_{D,b}$	: Momen lentur balok portal akibat beban mati tak berfaktor
$M_{D,k}$	: Momen lentur kolom portal akibat beban mati tak berfaktor
$M_{E,b}$	: Momen lentur balok portal akibat beban gempa tak berfaktor
$M_{E,k}$	: Momen lentur kolom portal akibat beban gempa tak berfaktor
$M_{L,b}$	: Momen lentur balok portal akibat beban hidup tak berfaktor
$M_{L,k}$	: Momen lentur kolom portal akibat beban hidup tak berfaktor
$M_{kap,b}$	: Momen kapasitas balok
$M_{nak,b}$	: Kuat momen lentur nominal aktual 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 diatas kolom yang di tinjau
$N_{E,k}$	: Gaya akibat beban gempa pada pusat kolom
$N_{g,k}$	: Gaya aksial akibat beban gravitasi terfaktor pada pusat join
$N_{u,k}$	: 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 join arah horisontal
- $V_{cv}$  : Gaya geser strat beton diagonal yang melewati daerah tekan ujung join arah vertikal
- $V_D$  : 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 horisontal
- $V_{jv}$  : Geser joint vertikal
- $V_L$  : 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 join dengan mekanisme panel rangka arah horisontal
- $V_{sv}$  : Gaya geser pada daerah tarik join dengan mekanisme panel rangka arah vertikal
- $V_{u,b}$  : Gaya geser rencana balok
- $V_{u,k}$  : Gaya geser rencana kolom



$W_t$	: Berat total keeluruhan gedung
$W_x$	: Berat tiap lantai pada arah x
$W_y$	: Berat tiap lantai pada arah y
$Z_{ka}$	: Lengan momen kanan
$Z_{ki}$	: Lengan momen kiri
$\rho$	: Rasio tulangan tarik
$\rho'$	: Rasio tulangan tckan
$\rho_b$	: Rasio tulangan pada keadaan seimbang
$\phi_o$	: Faktor penambahan kekuatan
$\omega_d$	: Koefisien pembesaran dinamis
$\alpha_k$	: Faktor distribusi momen dari kolom yang ditinjau

## 6. Perencanaan pondasi

$a$	: Lengan momen
$b_o$	: Keliling penampang kritis pada pelat dan pondasi
$d$	: Jarak pusat tulangan tarik ke serat tekan beton
$e_x$	: Eksentrisitas gaya terhadap sumbu x
$e_y$	: Eksentrisitas gaya terhadap sumbu y
$f_c'$	: Kuat tekan beton
$f_y$	: Tegangan luluh pondasi
$h$	: Tebal pondasi
$h_k$	: Panjang penampang kolom
$L_p$	: Lebar pondasi telapak
$M_x$	: 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
$P_p$	: Panjang pondasi telapak
$Q_u$	: Tegangan kontak yang terjadi di dasar pondasi
$R_n$	: Koefisien tahanan untuk perencanaan kuat
$V_c$	: Kuat beton menahan geser
$V_u$	: Gaya geser rencana
$t_k$	: Lebar penampang kolom
$x$	: Panjang bidang geser kritis
$y$	: Lebar bidang geser kritis
$\rho$	: Rasio tulangan
$\rho_b$	: Rasio tulangan pada keadaan seimbang
$\phi$	: Koefisien reduksi kekuatan
$\beta_1$	: Rasio antara sisi panjang terhadap sisi pendek pondasi
$\beta_c$	: Rasio sisi panjang terhadap sisi pendek dari beban terpusat

## 7. Perencanaan Tangga

- $h$  : Tinggi bersih antar lantai
- $L_b$  : Lebar bordes
- $h_o$  : Tinggi *optrede*
- $h'o$  : Tinggi *optrede* sebenarnya
- $L_a$  : Lebar *antrede*
- $P_t$  : Panjang bentang tangga
- $h'$  : Tebal sisi miring pelat tangga
- $\alpha$  : Sudut kemiringan tangga
- $\alpha'$  : Sudut tangga sebenarnya
- $d$  : Jarak antar as-as kolom
- $d'$  : Jarak bersih antar as-as kolom

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Universitas Pembangunan Nasional (UPN) “VETERAN” adalah salah satu perguruan tinggi di Indonesia, yang juga merupakan lembaga pendidikan dan pengajaran tingkat tinggi yang didirikan atas usaha dari lembaga veteran dibawah naungan Departemen Pertahanan dan Keamanan, serta dibina oleh badan pengelola UPN “VETERAN”.

UPN “Veteran” Yogyakarta adalah lembaga pendidikan tempat untuk membina manusia agar berkualitas dan mampu menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi. Untuk mewujudkan tujuan yang diinginkan, maka UPN “VETERAN” Yogyakarta harus memiliki fasilitas penunjang pendidikan. Seiring dengan perkembangannya, UPN “VETERAN” Yogyakarta membutuhkan fasilitas yang semakin meningkat untuk mengembangkan dan mendukung proses belajar mengajar, diantaranya yang sangat dibutuhkan adalah gedung dan perlengkapan yang memadai sebagai sarana mahasiswa untuk mendapatkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang dibutuhkan.

Kurangnya sarana dan prasarana penunjang pendidikan di perguruan tinggi negeri maupun swasta mendorong pihak perguruan tinggi melengkapi fasilitas

pendidikan untuk menghasilkan tenaga terdidik yang akan membangun bangsa Indonesia. Kebutuhan sarana gedung perkuliahan untuk mengimbangi bertambahnya jumlah mahasiswa yang semakin besar adalah sangat penting, agar proses aktivitas mahasiswa di dalam menguasai dan mengembangkan ilmu pengetahuan menjadi lancar. Dengan semakin banyaknya peran perguruan tinggi tersebut mencetak lulusan yang memiliki kualitas yang baik, maka minat masyarakat untuk memasukkan anaknya kejenjang perguruan tinggi akan semakin besar.

Kampus UPN "VETERAN" Yogyakarta sekarang ini berada di tiga lokasi yaitu jalan Ketandan, di Babarsari dan terakhir di Condong Catur. Lokasi pertama sudah tidak mampu lagi memenuhi syarat untuk kegiatan sebuah kampus karena terletak didaerah pusat kota yang ramai dan padat. Selain bertambahnya mahasiswa belajar, laju perkembangan teknologi yang pesat juga menuntut adanya wadah yang memadai sekaligus meningkatkan daya tampung mahasiswa yang kini sudah mencapai titik kejenuhan dengan jumlah mahasiswa kurang lebih 12400 orang.

Sesuai dengan program yang telah digariskan dibawah Departemen Pertahanan dan Keamanan, maka direncanakan suatu Rencana Induk (*Master Plan*) kampus UPN "VETERAN" baru di Desa Tambakbayan Babarsari yang dinilai sebagai lokasi yang baik dilihat dari sisi lingkungannya dan keadaan alamnya.

Dari latar belakang tersebut perlu kiranya direncanakan suatu kampus yang memenuhi kebutuhan, persyaratan serta tujuan akhir dari UPN

“VETERAN”. Salah satu dasar pemikiran seperti yang tertuang dalam *master plan* adalah pembangunan gedung kuliah Fakultas Ilmu Sosial dan Politik (FISIPOL) yang berlokasi di daerah Tambakbayan, Babarsari Yogyakarta.

## **1.2 Maksud Dan Tujuan**

Perencanaan ulang / *redesign* Pembangunan Gedung Kampus FISIPOL Blok B UPN “VETERAN” Yogyakarta ini dimaksudkan untuk mendapatkan alternatif lain desain yang juga efektif dan efisien dengan tingkat keamanan sesuai dengan yang telah disyaratkan, sedangkan tujuan dari Perencanaan ulang / *redesign* ini adalah untuk mengaplikasikan ilmu ketekniksipilan yang telah diperoleh di bangku kuliah dengan cara menentukan beban dari hasil analisis struktur dan mengplotkannya kedalam persamaan yang telah ditentukan. Sehubungan dengan maksud dan tujuan yang telah disebutkan di atas maka penulis bermaksud untuk mengambil perencanaan ulang / *redesign* Pembangunan Gedung Kampus FISIPOL Blok B UPN “VETERAN” Yogyakarta sebagai topik dalam penyusunan tugas akhir ini.

## **1.3 Batasan Perencanaan**

Sebagai batasan ruang lingkup dalam *redesign*/perencanaan ulang Pembangunan Gedung Kampus FISIPOL Blok B UPN “VETERAN” Yogyakarta pada penyusunan Tugas Akhir ini, adalah sebagai berikut :

1. Obyek perencanaan ulang adalah Gedung Kampus FISIPOL Blok B UPN “VETERAN” Yogyakarta, meliputi :

- Perencanaan atap
  - Perencanaan pelat
  - Perencanaan balok
  - Perencanaan kolom
  - Perencanaan tangga
  - Perencanaan pondasi
2. Perencanaan ulang/*redisgn* ini meliputi perhitungan struktur bangunan dari atas sampai bawah, tidak termasuk Rencana Anggaran Biaya (RAB).
  3. Perencanaan atap menggunakan mutu baja profil, pelat buhul, dan baut BJ 37 dengan tegangan leleh ( $f_y$ ) = 250 MPa.
  4. Perencanaan pelat lantai, pelat atap, kolom, tangga, dan balok menggunakan mutu beton dengan kuat desak rencana ( $f'_c$ ) = 25 MPa dengan kombinasi pembebanan disesuaikan dengan fungsi struktur.
  5. Perencanaan pelat lantai, pelat atap, balok, tangga, dan kolom menggunakan baja tulangan polos (BJTP) untuk  $\varnothing \leq 12$  mm dengan tegangan leleh ( $f_y$ ) = 240 MPa sedangkan baja tulangan ulir (BJTD) untuk  $\varnothing > 12$  mm dengan tegangan leleh ( $f_y$ ) = 400 MPa.
  6. Perencanaan pondasi diperhitungkan berdasarkan data karakteristik tanah yang ada dengan menggunakan jenis pondasi telapak beton bertulang. Baja tulangan polos (BJTP)  $\varnothing \leq 12$  mm dengan tegangan leleh ( $f_y$ ) = 240 MPa sedangkan baja tulangan ulir (BJTD)  $\varnothing > 12$  mm dengan

tegangan leleh ( $f_y$ ) = 400 MPa. Mutu beton dengan kuat desak rencana ( $f'_c$ ) = 25 MPa.

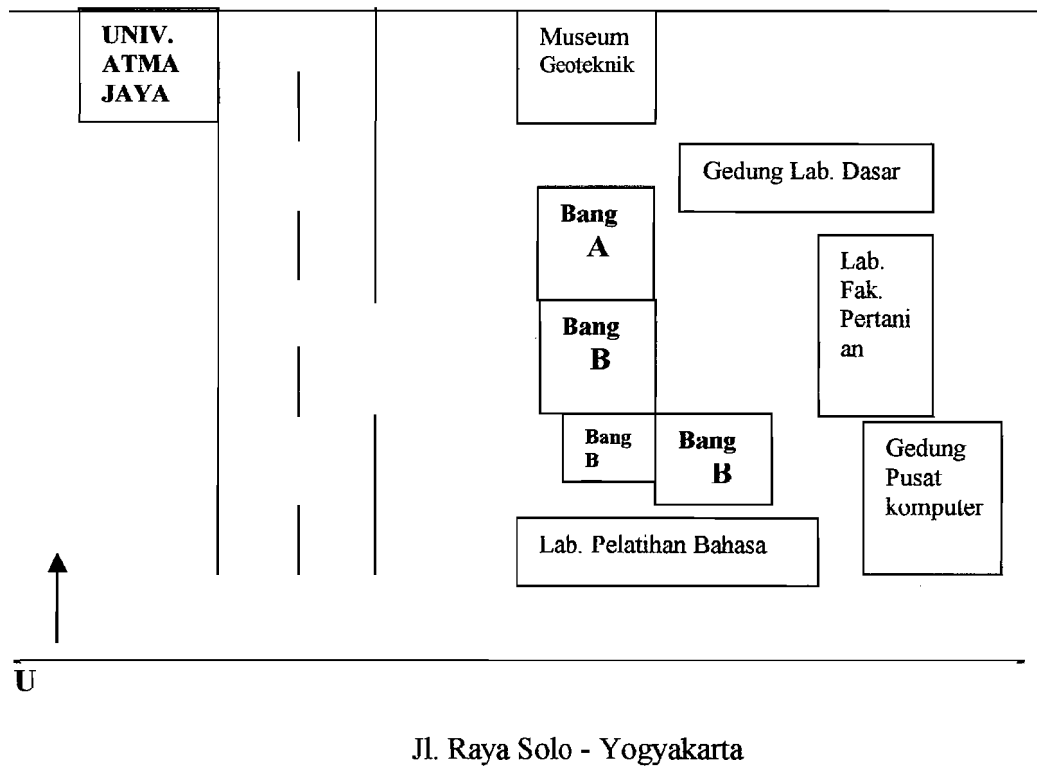
7. Analisa mekanika struktur dengan program SAP2000 3 dimensi versi 7.42.
8. Kombinasi beban yang diperhitungkan adalah beban mati, hidup, dan beban horizontal gempa mengambil daerah gempa wilayah 3 (DIY dan sekitarnya).
9. Perencanaan konstruksi baja berdasarkan metode *allowable stress design* (perencanaan elastis) dari AISC.
10. Secara keseluruhan struktur beton direncanakan menggunakan daktilitas penuh (tingkat 3) dengan nilai  $K=1$ .

#### 1.4 Lokasi Proyek

Proyek Pembangunan Gedung Kampus Fisipol Blok B UPN "VETERAN" Yogyakarta terletak dilingkungan Tambakbayan Babarsari Yogyakarta, secara geografis proyek ini berbatasan dengan (lihat gambar 1.1) :

- 1) Sebelah utara : Museum Geoteknik UPN, Gedung Laboratorium Dasar UPN "VETERAN" Yogyakarta.
- 2) Sebelah timur : Gedung Pusat Komputer dan Laboratorium Fakultas Pertanian UPN "VETERAN" Yogyakarta.
- 3) Sebelah selatan : Gedung Laboratorium Pelatihan Bahasa UPN "VETERAN" Yogyakarta.
- 4) Sebelah barat : Jl Raya Babarsari, Tambakbayan Yogyakarta





**Gambar 1.1 Denah Lokasi Proyek**

## 1.5 Metode Perencanaan

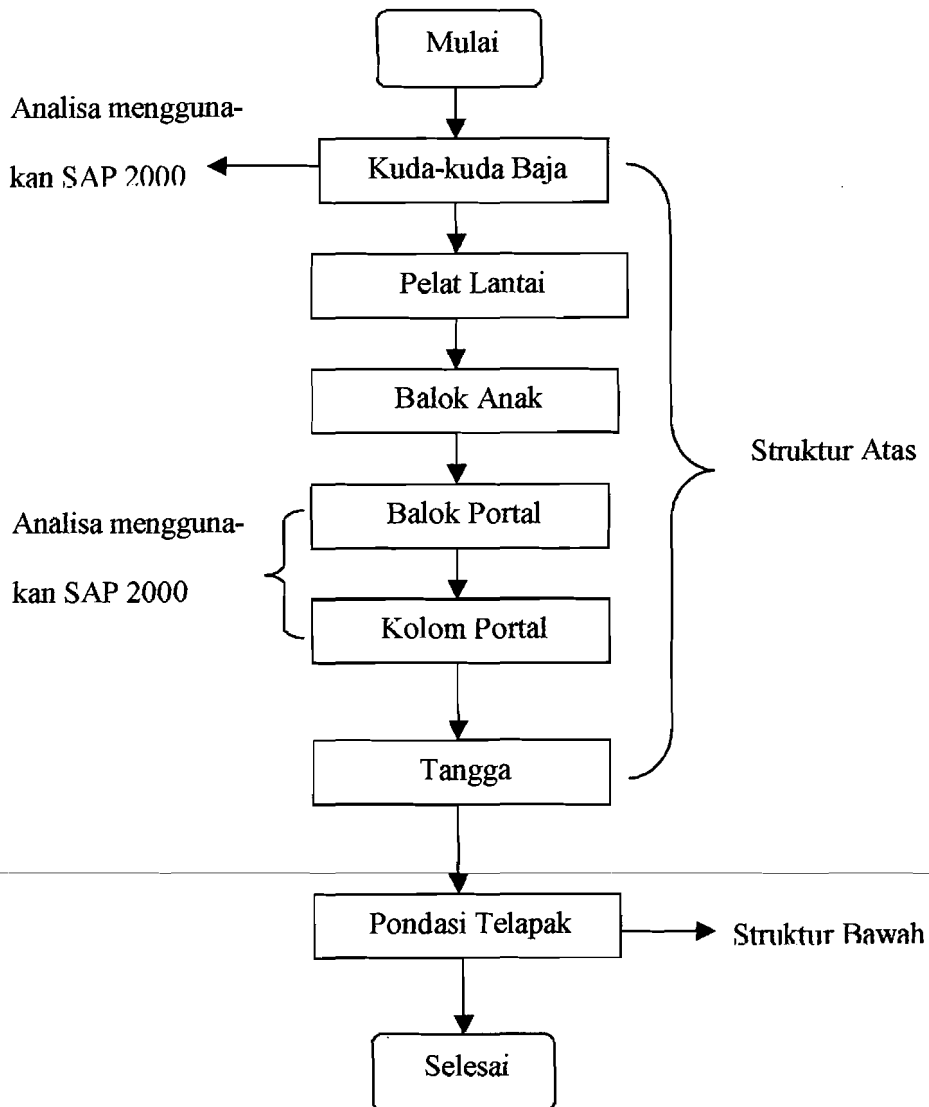
Dalam perencanaan Gedung Kampus Fisipol Blok B UPN "VETERAN"

Yogyakarta dibagi menjadi beberapa langkah, yaitu :

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

## 1.6 Bagan Alir Perencanaan

Analisis perencanaan suatu struktur bangunan gedung dapat disederhanakan dengan bagan alir sebagai berikut:



## **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 disain (*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 butuh 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 (*I. Wahyudi dan Syuhril, 1997*).

## 2.2 Struktur Bawah

Struktur bawah (*sub structure*) adalah bagian bangunan yang berada dibawah permukaan. Dalam proses perencanaan ulang (*redesign*) Gedung Kampus Fisipol Blok B UPN "VETERAN" Yogyakarta ini adalah pondasi.

### **2.2.1. Pondasi**

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

Pondasi ialah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh pondasi dan beratnya sendiri kepada dan ke dalam tanah dan batuan yang terletak dibawahnya (*Bowles, 1991*)

Pondasi adalah suatu bangunan yang berfungsi untuk memindahkan beban-beban pada struktur atas ke tanah. Fungsi ini dapat berlaku secara baik bila kestabilan pondasi terhadap efek guling, geser, penurunan dan daya dukung tanah terpenuhi (*L. Wahyudi dan Syahril, 1997*)

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

### **2.3. Struktur Atas**

Struktur atas (*upper-structure*) adalah elemen bangunan yang berada diatas permukaan tanah. Dalam proses perencanaan ulang (*redesign*) Gedung

Kampus Fisipol Blok B UPN "VETERAN" Yogyakarta ini meliputi : atap, pelat, kolom, balok, portal dan tangga.

### **2.3.1 Atap**

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

### **2.3.2. Pelat**

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

Pelat merupakan struktur bidang permukaan yang lurus (datar dan tidak melengkung) yang mendukung beban mati dan beban hidup. Tebalnya jauh lebih kecil dibanding 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 (*Szilard, 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-balok dan diteruskan de dalam kolom. Dengan demikian, sistem pelat secara keseluruhan menjadi satu kesatuan membentuk rangka struktur bangunan kaku statis tak tentu yang sangat kompleks,

sehingga mengakibatkan timbulnya momen, gaya geser, dan lendutan (*Istimawan, 1994*).

Berdasarkan perbandingan antara bentang panjang dan bentang pendek, pelat dibedakan menjadi dua, yaitu : pelat satu arah dan pelat dua arah.

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

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

#### **2.3.2.2. Pelat dua arah**

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

### **2.3.3 Kolom**

Definisi kolom menurut SNI-T15-1992-03 adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial desak vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil.

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (*frame*) struktur yang memikul beban dari balok induk, maupun balok anak. Kolom meneruskan beban

dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi (*Sudarmoko, 1996*).

Kolom merupakan elemen vertikal yang memikul sistem lantai struktural. Elemen ini merupakan elemen yang mengalami tekan dan pada umumnya disertai dengan momen lentur (*Edward G. Nawy, 1985*).

Keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur. Kolom adalah struktur yang mendukung beban dari atap, balok dan berat sendiri yang diteruskan ke pondasi. Secara struktur kolom menerima beban vertikal yang besar, selain itu harus mampu menahan beban horizontal, 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, beban rencana yang digunakan, mutu beton dan baja yang digunakan, dan 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 diatasnya. Sedangkan beban horisontal berupa beban angin dan gempa.

Balok merupakan bagian struktural bangunan yang penting bertujuan untuk memikul beban transversal yang dapat berupa beban lentur, geser, maupun



torsi. Oleh karena itu perencanaan balok yang efisien, ekonomis, cepat, dan aman sangat penting (*Sudarmoko, 1996*)

Balok adalah batang struktural yang hanya menerima beban-beban tegak saja, dan biasanya bisa dianalisa dengan lengkap bila diagram geser dan diagram momennya telah didapatkan (*Istimawan, 1994*).

Dari beberapa definisi diatas, balok dibagi menjadi balok induk dan balok anak. Balok induk adalah balok yang menumpu pada kolom, sedangkan balok anak adalah balok yang menumpu pada balok induk.

### **2.3.5 Portal**

Portal adalah suatu rangka struktur pada bangunan yang harus mampu menahan beban-beban yang bekerja, baik beban mati, beban hidup, maupun beban sementara. Portal merupakan suatu sistem struktur kerangka yang terdiri dari rakitan elemen struktur yang berupa beton bertulang, elemen balok, kolom, atau dinding geser.

#### **a. Portal tak bergoyang ( unbraced frame )**

Portal tak bergoyang didefinisikan sebagai portal dimana tekuk goyangan dicegah oleh elemen-elemen topangan struktur tersebut dan bukan oleh portal itu sendiri (*Salmon & Jhonson, 1996*)

Portal tak bergoyang mempunyai sifat :

1. Portal tersebut simetris dan bekerja beban simetris
2. Portal yang mempunyai kaitan dengan konstruksi lain yang tidak dapat bergoyang

**b. Portal bergoyang ( braced frame )**

Suatu portal dikatakan bergoyang , jika :

1. Beban yang tidak simetris yang bekerja pada portal yang simetris atau tidak simetris
2. Beban simetris yang bekerja pada portal yang tidak simetris.

**2.3.6 Tangga**

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

Tangga merupakan elemen bangunan sebagai sarana untuk naik ke lantai ruangan yang lebih tinggi didalam gedung bertingkat. Tangga dapat dibuat dari kayu pasangan bata, besi, baja, beton. Penempatan tangga harus sedemikian rupa agar mudah dicapai dari ruangan bawah dan cepat mencapai ruangan di atasnya. Perencanaan tangga diupayakan memenuhi syarat-syarat sebagai berikut : kemiringan tangga, tinggi satu tanjakan, lebar tangga, tinggi bebas, keseragaman anak tangga.

**2.4 Pembebanan****2.4.1 Macam-macam pembebanan**

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

### **1. Beban mati**

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

### **2. Beban hidup**

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

### **3 Beban angin**

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

### **4. Beban gempa**

Beban gempa ialah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang 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 ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan pondasi, susut, gaya-gaya tambahan yang berasal dari beban hidup seperti gaya rem yang berasal dari kren (*crane*), gaya sentrifugal dan gaya dinamis yang berasal dari mesin-mesin serta pengaruh-pengaruh khusus lainnya.

### 2.4.2 Kombinasi pembebanan

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

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

$$U = 1,2D + 1,6L \dots\dots\dots(2.1)$$

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

$$U = 0,75 ( 1,2D + 1,6L + 1,6W ) \dots\dots\dots(2.2)$$

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

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

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

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

### 2.5 Dasar-dasar Perencanaan

Peraturan-peraturan/standarisasi yang digunakan dalam perencanaan ulang Gedung Kampus Fisipol Blok B UPN "VETERAN" Yogyakarta, adalah :

- Peraturan Perencanaan Tahan Gempa Indonesia Untuk Gedung (PPTGIUG), 1983.
- Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PBIUG), 1987.
- SK SNI T-15-1991-03.

- 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 atap baja dalam perencanaan Gedung Kampus Fisipol Blok B UPN “VETERAN” 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 ijin 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 :**

$$\frac{f_{bx}}{0,66 F_y} + \frac{f_{by}}{0,75 F_y} \leq 1,0 \quad \dots\dots\dots(3.1)$$

$$f_{bx} = \frac{M_{\perp} \cdot \max}{S_x} \quad \dots\dots\dots(3.2)$$

$$f_{by} = \frac{M_{//} \cdot \max}{S_y} \dots\dots\dots(3.3)$$

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 ( $\text{in}^3$ )

$S_y$  = modulus elastis tampang arah sumbu y ( $\text{in}^3$ )

$M_{\perp}$  = momen tegak lurus sumbu batang (kin)

$M_{//}$  = momen sejajar sumbu batang (kin)

• **Lendutan :**

$$\delta_{\perp} = \frac{5}{384} \frac{q_{\perp} \cdot L^4}{EI_x} \leq \frac{L}{360} \dots\dots\dots(3.4)$$

$$\delta_{//} = \frac{5}{384} \frac{q_{//} \cdot \left(\frac{L}{(a+1)}\right)^4}{EI_y} \leq \frac{L}{360} \dots\dots\dots(3.5)$$

$$\delta = \sqrt{\delta_{\perp}^2 + \delta_{//}^2} \dots\dots\dots(3.6)$$

dimana :  $\delta$  = resultan lendutan (mm)

$\delta_{\perp}$  = lendutan tegak lurus sumbu batang (mm)

$\delta_{//}$  = lendutan searah sumbu batang (mm)

$E$  = modulus elastis baja (29000 ksi)

$I_x$  = Inersia arah sumbu x ( $\text{mm}^4$ )

$I_y$  = Inersia arah sumbu y ( $\text{mm}^4$ )



### 3.1.2 Perencanaan sagrod

Perencanaan sagrod ini menentukan diameter kabel yang akan dipakai

$$P = 0.33 \cdot Fu \cdot A_{sagrod} \quad \dots\dots\dots(3.7)$$

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

$$P_{//} = P \cdot \sin \alpha \cdot Ss \quad \dots\dots\dots(3.8)$$

Sehingga luas tampang sagrod :

$$A_{sagrod} = \frac{P_{//}}{0.33 \cdot Fu} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{sagrod}^2 \quad \dots\dots\dots(3.9)$$

$$D_{sagrod} = \sqrt{\frac{P_{//} \cdot 4}{0.33 \cdot Fu \cdot \pi}} \quad \dots\dots\dots(3.10)$$

$$D_{pakai} = D_{sagrod} + 3 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots(3.11)$$

- dimana :
- P = gaya yang bekerja (kips)
  - $P_{//}$  = gaya sejajar sumbu batang (kips)
  - Fu = kuat tarik baja (ksi)
  - Ss = jarak beban sagrod (in)
  - D = diameter baja (in)
  - A = luas penampang ( $\text{in}^2$ )

### 3.1.3 Perencanaan Tierod

Gaya batang :  $T = \frac{P}{\cos \alpha} \quad \dots\dots\dots(3.12)$

$$T = 0.33 \cdot Fu \cdot A_{tierod} \quad \dots\dots\dots(3.13)$$

Sehingga :

$$A_{tierod} = \frac{T}{0.33 \cdot Fu} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{tierod}^2 \quad \dots\dots\dots(3.14)$$

$$D_{\text{tierod}} = \sqrt{\frac{4 \cdot T}{0,33 \cdot F_u \cdot \pi}} \quad \dots\dots\dots(3.15)$$

$$D_{\text{pakai}} = D_{\text{tierod}} + 3 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots(3.16)$$

dimana : T = tegangan yang bekerja (kips)

F<sub>u</sub> = kuat tarik baja (ksi)

D = diameter baja (in)

A = luas penampang baja (in<sup>2</sup>)

### 3.1.4 Perencanaan Batang Tarik

Perencanaan batang tarik merupakan salah satu masalah teknik yang paling sederhana dan bersifat langsung. Karena stabilitas bukan merupakan hal 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 direduksir (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 didekat lubang akan sekitar tiga kali (3x) tegangan tarik pada luas netto. Namun ketika setiap serat mencapai tegangan leleh (F<sub>y</sub>) tegangannya menjadi konstan, tetapi deformasi berlanjut terus bila beban meningkat hingga akhirnya semua serat mencapai atau melampaui regangan leleh (*Salmon dan Johnson, 1986*).

**Langkah – langkah perencanaan batang tarik :**

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

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

Untuk elemen/batang utama	$\lambda = L/r \leq 240$
Untuk elemen/batang sekunder/ <i>bracing</i>	$\lambda = L/r \leq 300$

Sehingga untuk elemen/batang utama, diperoleh :

$$r_{\min} = \frac{L}{240} \dots\dots\dots(3.17)$$

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

$$A_{g1 \text{ perlu}} = \frac{T}{0,6.F_y} \dots\dots\dots(3.18)$$

$$A_{g2 \text{ perlu}} = \frac{T}{0,50.F_u.\mu} + A_{\text{lubang}} \dots\dots\dots(3.19)$$

$$A_{\text{lubang}} = \left( \frac{1}{8} + \phi_{\text{baut}} \right) . tp . n \dots\dots\dots(3.20)$$

Dipakai profil yang luasannya (A) lebih besar dari nilai  $A_{g \text{ perlu}}$  terpakai

$$A_{\text{netto}} = A_{\text{bruto}} - A_{\text{lubang}} \dots\dots\dots(3.21)$$

$$A_{\text{efektif}} = A_{\text{netto}} . \mu \dots\dots\dots(3.22)$$

- dimana :
- L = panjang batang (in)
  - T = gaya tarik (kips)
  - r = jari – jari inersia terkecil profil (in)
  - $A_{\text{netto}}$  = luas bersih penampang (mm)
  - $A_g$  = luas kotor penampang (mm)
  - n = jumlah batang

$\varnothing$  = diameter (in)

$\mu$  = faktor reduksi luas netto, dengan kriteria :

❖ lebar sayap  $\geq 2/3$  X kedalaman, sambungan pada sayap-sayap minimal 3 ikatan pergaris dalam garis tekanan

$$\mu = 0,90$$

❖ minimum 3 ikatan perbaris tekanan yang tidak sama dengan kriteria diatas  $\mu = 0,85$

❖ 2 ikatan pergaris tekanan  $\mu = 0,75$

( tabel AISC 1.14.2.2 dan 1.14.2.3 ).

### 3. Kontrol kelangsingan

$$\lambda_{ada} = \frac{k.L}{r_{ada}} \leq 240 \quad \dots\dots\dots(3.23)$$

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

### 4. Kontrol Tegangan Tarik yang terjadi

$$\circ \text{ Tampang tanpa lubang : } f_a = \frac{T}{A_{profil}} \leq 0,6.F_y \quad \dots\dots\dots(3.24)$$

$$\circ \text{ Tampang ada lubang : } f_a = \frac{T}{A_{efektif}} \leq 0,5.F_u \quad \dots\dots\dots(3.25)$$

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 ditata sedemikian rupa hingga pengeangan rotasi ujung dapat

diabaikan atau beban dari batang-batang yang bertemu diujung 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 langsing.

**Langkah – langkah perencanaan batang desak :**

### 1. Menentukan Profil

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

### 2. Kontrol Terhadap Tekuk dan Kelangsingan

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

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

dan kontrol kelangsingan :

$$\frac{kL}{r} \leq C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} = \frac{755}{\sqrt{F_y}} \quad (\text{Fy dalam Ksi}) \quad \dots\dots(3.27)$$

$$\leq C_c = \frac{6400}{\sqrt{F_y}} \quad (\text{Fy dalam Kg/cm}^2) \quad \dots\dots(3.28)$$

$$\leq C_c = \frac{1987}{\sqrt{F_y}} \quad (\text{Fy dalam Mpa}) \quad \dots\dots(3.29)$$

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \cdot \frac{kL/r}{Cc} - \frac{1}{8} \frac{(kL/r)^3}{Cc^3} \dots\dots\dots(3.30)$$

$$F_a = \frac{F_y}{FS} \left( 1 - 0,5 \left( \frac{Kl/r}{C_c} \right)^2 \right) \dots\dots\dots(3.31)$$

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

$$F_a = \frac{12}{23} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{(Kl/r)^2} \dots\dots\dots(3.32)$$

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

$Kl/r$  = angka kelangsingan elemen desak

$FS$  = faktor keamanan  $\downarrow$

### 3. Kontrol Beban

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

$$T = F_a \cdot A \geq P_{batang} \dots\dots\dots(3.33)$$

dimana :  $T$  = beban ijin

$P$  = beban yang terjadi

### 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 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 pengekangan rotasiya 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 pengekangan rotasinya berkisar antara 20 dan 90 persen 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 yang dipakai pada analisis elastis portal kaku.

- **Menghitung Kekuatan 1 Baut**

$$P_{\text{tumpuan}} = t_p \cdot D_{\text{baut}} \cdot 1,2 \cdot F_u \cdot N \quad \dots\dots\dots(3.35)$$

$$D_{\text{baut}} = \frac{P_{\text{tumpuan}}}{1,2 \cdot F_u \cdot N} \quad \dots\dots\dots(3.36)$$

$$P_{\text{geser}} = A_{\text{baut}} \cdot F_v \cdot 2N = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{baut}}^2 \cdot F_v \cdot 2N \quad \dots\dots\dots(3.37)$$

$$D_{\text{baut}} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{\text{geser}}}{2 \cdot \pi \cdot F_v \cdot N}} \quad \dots\dots\dots(3.38)$$

$F_v = 0,22.Fu_{\text{ baut }}$  , untuk baut Non Full Draat

$F_v = 0,17.Fu_{\text{ baut }}$  , untuk baut Full Draat

• **Menghitung Jumlah Baut**

$$N = \frac{P_{\text{ yang terjadi }}}{P_{\text{ 1baut }}} \dots\dots\dots(3.39)$$

### 3.2 PERENCANAAN PELAT 2 ARAH

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

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

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

$$h \geq \frac{Ln.(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 5\beta. \left[ \alpha_m - 0,12. \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right) \right]} \dots\dots\dots(3.40)$$

tetapi tidak boleh kurang dari :  $h \geq \frac{Ln.(0,8 + f_y/1500)}{36 + 9\beta} \dots\dots\dots(3.41)$

dan tidak perlu lebih dari :  $h \leq \frac{Ln.(0,8 + f_y/1500)}{36} \dots\dots\dots(3.42)$

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

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

dimana : Ln = bentang bersih terkecil pada pelat dihitung dari muka kolom (mm)

$\alpha_m$  = rasio kekakuan balok terhadap pelat

$\beta$  = rasio panjang terhadap lebar bentang pelat



## 2. Menentukan Momen Lentur terjadi

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

$$M_{tx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot c_{tx} \dots\dots\dots(3.43)$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot c_{lx} \dots\dots\dots(3.44)$$

$$M_{ty} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot c_{ty} \dots\dots\dots(3.45)$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot c_{ly} \dots\dots\dots(3.46)$$

dimana :  $q_u$  = beban merata

$L_x$  = panjang bentang pendek

$c_{tx}$  = koefisien momen tumpuan arah x

$c_{lx}$  = koefisien momen lapangan arah x

$c_{ty}$  = koefisien momen tumpuan arah y

$c_{ly}$  = koefisien momen lapangan arah y

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

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

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \dots\dots\dots(3.47)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b \dots\dots\dots(3.48)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots(3.49)$$

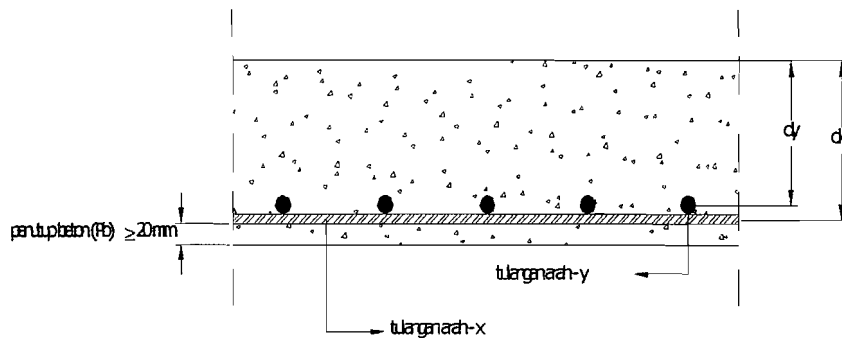
Pada pelat dua arah, tulangan momen positif untuk kedua arah dipasang saling tegak lurus. Karena momen positif arah bentang pendek (x) lebih besar dari

bentang panjang (y), maka tulangan bentang pendek diletakkan pada lapis bawah agar memberikan d (tinggi manfaat) yang besar.

$$dx = h - Pb - \frac{1}{2} \cdot \phi_{tul. x} \dots\dots\dots(3.50)$$

$$dy = h - Pb - \phi_{tul. x} - \frac{1}{2} \cdot \phi_{tul. y} \dots\dots\dots(3.51)$$

dy untuk tulangan tumpuan arah y (ty) sama dengan dx



Gambar 3.1 Tinggi Manfaat Beton

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

$$Rn = \frac{Mu / \phi}{b \cdot d^2} \dots\dots\dots(3.52)$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} \dots\dots\dots(3.53)$$

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right) \dots\dots\dots(3.54)$$

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

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

$$A_{s_{perlu}} = \rho_{perlu} \cdot b \cdot d \geq A_{s_{tul \text{ bagi/susut}}} = 0,002 \cdot b \cdot h \quad \dots\dots\dots(3.55)$$

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

$$\text{Jarak antar tulangan : } s \leq \frac{A_1 \cdot b}{A_{s_{perlu}}} \quad \dots\dots\dots(3.56)$$

$$s \leq 2h \quad \dots\dots\dots(3.57)$$

$$s \leq 250 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots(3.58)$$

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

$$A_{s_{ada}} : \quad A_{s_{ada}} = \frac{A_1 \cdot b}{s} \quad \dots\dots\dots(3.59)$$

### 5. Kontrol kapasitas lentur pelat yang terjadi

$$a = \frac{A_{s_{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \quad \dots\dots\dots(3.60)$$

$$M_n = A_{s_{ada}} \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2}) \geq \frac{M_u}{\phi} \quad \dots\dots\dots(3.61)$$

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

$$M_n = A_{s_{ada}} \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2}) \geq 1,33 \frac{M_u}{\phi} \quad \dots\dots\dots(3.62)$$

## 3.3 PERENCANAAN BALOK

Pada perencanaan ini digunakan metode kekuatan batas (*ultimit*) dimana beban kerja dikalikan suatu faktor beban yang disebut beban terfaktor. Dari beban terfaktor ini, dimensi struktur direncanakan sedemikian rupa sehingga didapat kuat penampang yang pada saat runtuh besarnya kira-kira lebih kecil sedikit dari kuat batas runtuh sesungguhnya. 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 elemen balok adalah sebagai berikut :**

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

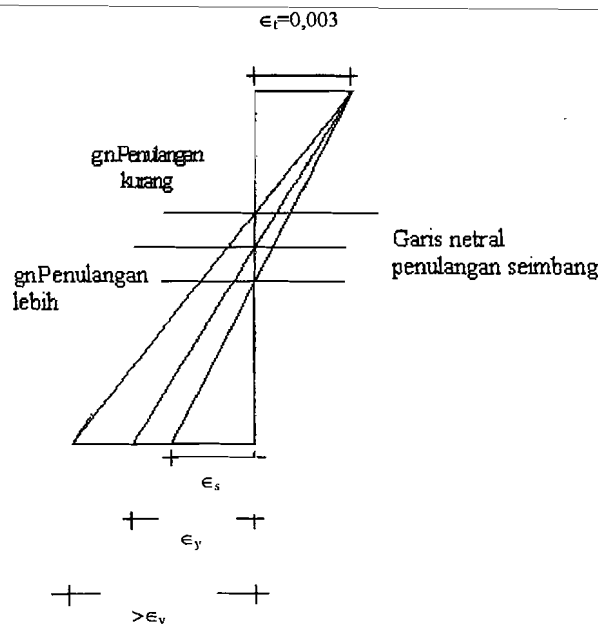
- Tegangan leleh baja ( $f_y$ ) : dalam satuan Mpa
- Kuat desak rencana beton ( $f'_c$ ) : dalam satuan Mpa, didapatkan nilai faktor blok tegangan beton ( $\beta_1$ ), sama dengan : (SK SNI T-15-1991-03 Pasal 3.3.2 butir 7.3)

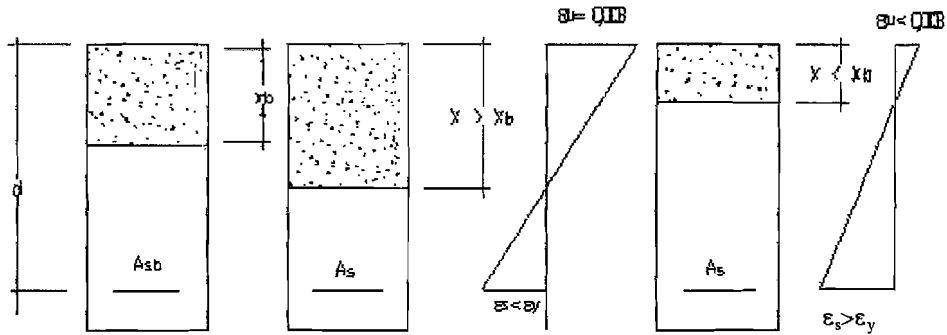
$$f'_c \leq 30 \text{ MPa} \longrightarrow \beta_1 = 0,85$$

$$f'_c > 30 \text{ MPa} \longrightarrow \beta_1 = 0,85 - 0,008.(f'_c - 30) \geq 0,65 \dots\dots(3.63)$$

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

Dalam menentukan nilai  $\rho$ , beton dalam keadaan regangan seimbang, yaitu pada saat regangan beton mencapai maksimum  $\epsilon'_{cu} = 0,003$  bersamaan dengan regangan baja mencapai leleh  $\epsilon_s = \epsilon_y = f_y/E_s$ .





**Gambar 3.2** Diagram Regangan Beton Untuk Berbagai Ragam Keruntuhan Lentur

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \dots\dots\dots(3.64)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b \dots\dots\dots(3.65)$$

dalam perencanaan dipakai nilai  $\rho$  :  $\rho_{pakai} = 0,5 \cdot \rho_{maks} > \rho_{min} \dots\dots\dots(3.66)$

dimana :

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

$\rho_{maks}$  = rasio tulangan maksimum

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

$\rho_{min}$  = rasio tulangan minimum

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

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} \dots\dots\dots(3.67)$$

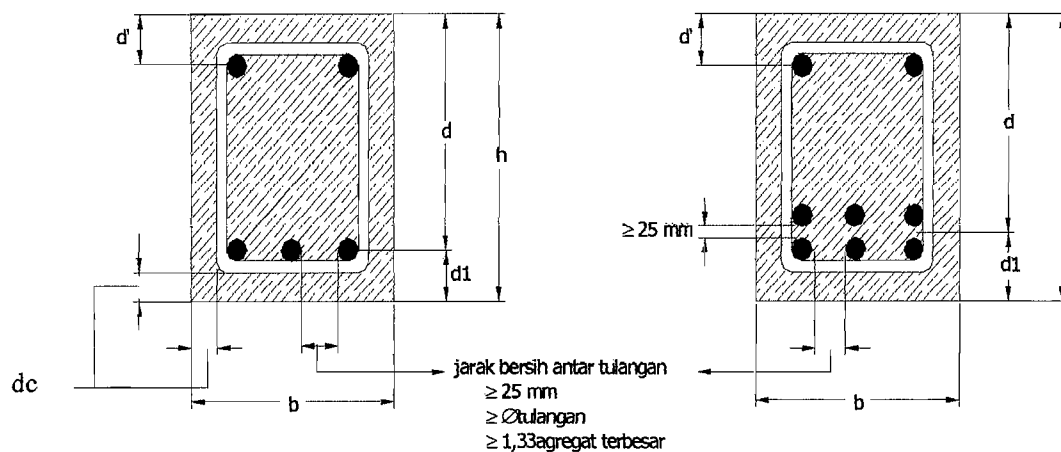
$$R_n = \rho \cdot f_y \cdot (1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m) \dots\dots\dots(3.68)$$

$$b \cdot d^2 = \frac{M_u / \theta}{R_n} \dots\dots\dots(3.69)$$

Karena nilai  $\frac{M_u/\theta}{R_n}$  diketahui, maka  $d_{\text{perlu}}$  dan  $b$  penampang beton dapat dicari dengan cara coba-coba (*trial and errors*). Untuk mendapatkan nilai  $d_{\text{perlu}}$  dan  $b$  penampang beton yang proposional digunakan perbandingan  $b/d_{\text{perlu}} = 1,2 - 3,0$ .

Pada beton tulangan sebelah digunakan nilai  $d_1$  :

- $d_1 = 50 - 70 \text{ mm}$   $\longrightarrow$  untuk tulangan tarik 1 lapis
- $d_1 = 71 - 100 \text{ mm}$   $\longrightarrow$  untuk tulangan tarik 2 lapis,



**Gambar 3.3** Tulangan Tarik Satu lapis dan Dua Lapis

dimana :

$m$  = perbandingan isi dari tulangan memanjang dari bentuk yang tertutup

$R_n$  = koefisien tahanan untuk perencanaan kuat

$d$  = tinggi efektif penampang, diukur dari serat atas ke pusat tul. tarik (mm)

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

$M_u$  = momen lentur ultimit akibat beban luar (Nmm)

$\phi$  = faktor reduksi kekuatan, diambil nilai 0,80 (lentur tanpa aksial)

$h$  = tinggi total penampang beton (mm)

Setelah nilai  $d_{perlu}$  didapat, maka :

$$h = d_{ada} + d_c \quad \dots\dots\dots(3.70)$$

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

*Jika nilai  $d_{ada} \geq d_{perlu}$  maka digunakan tulangan sebelah.*

*Jika nilai  $d_{ada} < d_{perlu}$  maka digunakan tulangan rangkap.*

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

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

Langkah – langkah perencanaannya sebagai berikut :

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

$$Rn_{ada} = \frac{Mu/\phi}{b.d_{ada}^2} \quad \dots\dots\dots(3.71)$$

$$\rho_{ada} = \frac{Rn_{ada}}{Rn} \cdot \rho > \rho_{min} \quad \dots\dots\dots(3.72)$$

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

$$A_s = \rho_{ada} \cdot b \cdot d_{ada} \quad \dots\dots\dots(3.73)$$

$$n = \frac{A_s}{A_{1\phi}} \quad ; n \text{ bilangan bulat} \quad \dots\dots\dots(3.74)$$

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

$$A_{sada} = n \cdot A_{1\phi} > A_s \quad \dots\dots\dots(3.75)$$

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

$n$  = jumlah tulangan yang dipakai (buah)

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

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

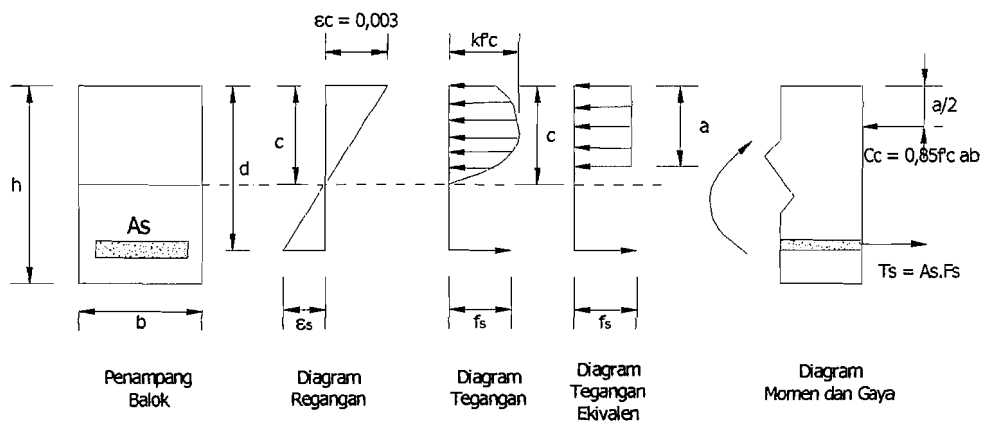
$\rho_{ada}$  = rasio tulangan berdasarkan perhitungan luas penampang beton

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

**3. Kontrol kapasitas Lentur yang terjadi**

$$a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot f'c \cdot b} \dots\dots\dots(3.76)$$

$$Mn = As \cdot fy \cdot (d - \frac{a}{2}) > \frac{Mu}{\phi} \dots\dots\dots(3.77)$$



**Gambar 3.4** Diagram Tegangan-Regangan Beton Tulangan Sebelah

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

Mn = kapasitas lentur nominal yang terjadi (Nmm)

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

Balok lentur tulangan rangkap direncanakan, *jika nilai  $d_{diketahui} < d_{perlu}$* .

Langkah – langkah perencanaannya sebagai berikut :

**1. Menentukan  $As_1$  dan  $Mn_1$**

$$As_1 = \rho_1 \cdot b \cdot d_{diketahui} \dots\dots\dots(3.78)$$

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



$$a = \frac{A_{s1} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} \dots\dots\dots(3.79)$$

$$Mn_1 = A_{s1} \cdot f_y \cdot (d_{diketahui} - \frac{a}{2}) < \frac{Mu}{\phi} \dots\dots\dots(3.80)$$

## 2. Menentukan $Mn_2$

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

$$Mn_2 = \frac{Mu}{\phi} - Mn_1 \dots\dots\dots(3.81)$$

dimana:

$Mn_1$  = kuat momen pas. kopel gaya beton tekan dan tul. baja tarik (Nmm)

$Mn_2$  = kuat momen pas.kopel tul.baja tekan dan baja tarik tambahan (Nmm)

## 3. Menentukan $As' = As_2$ dan $As$

Tegangan baja desak;

$$fs' = 600 \cdot \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1}{(\rho - \rho') \cdot f_y} \cdot \frac{d'}{d_{diketahui}} \right\} \dots\dots\dots(3.82)$$

*jika  $fs' \geq fy$ , maka baja desak sudah leleh, sehingga dipakai :  $fs' = fy$*

*jika  $fs' < fy$ , maka baja desak belum leleh, sehingga dipakai :  $fs' = fs'$*

$$As' = \frac{Mn_2}{fs' \cdot (d_{diketahui} - d')} \dots\dots\dots(3.83)$$

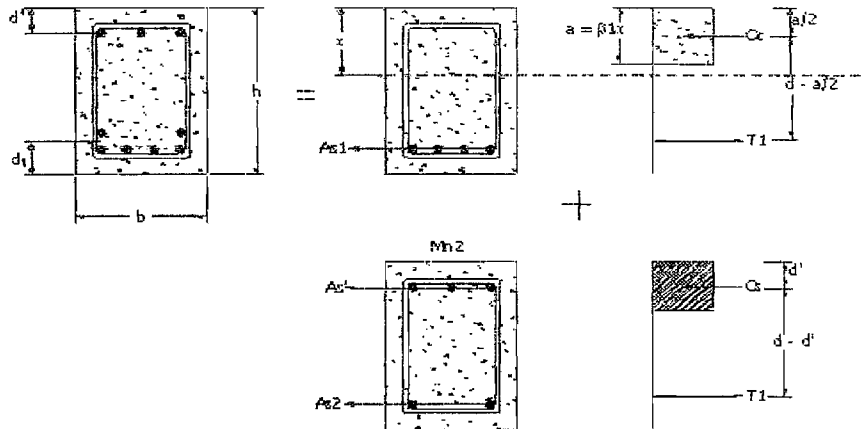
$$n = \frac{As'}{A_1} ; \quad n \text{ bilangan bulat}$$

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

$$As = As_1 + As', \quad As' = As_2 \dots\dots\dots(3.84)$$

$$n \geq \frac{As}{A_{1\phi}} ; \quad n \text{ bilangan bulat}$$

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



**Gambar 3.5** Distribusi Tulangan Rangkap Tarik

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

$As_1$  = luas penampang tulangan baja tarik ( $mm^2$ )

$As_2$  = luas penampang tulangan baja tarik tambahan ( $mm^2$ )

$As'$  = luas penampang tulangan baja tekan ( $mm^2$ )

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

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

#### 4. Kontrol kapasitas Lentur yang terjadi

$$\rho = \frac{As}{b \cdot d_{diketahui}} \dots\dots\dots(3.85)$$

$$\rho' = \frac{As'}{b \cdot d_{diketahui}} \dots\dots\dots(3.86)$$

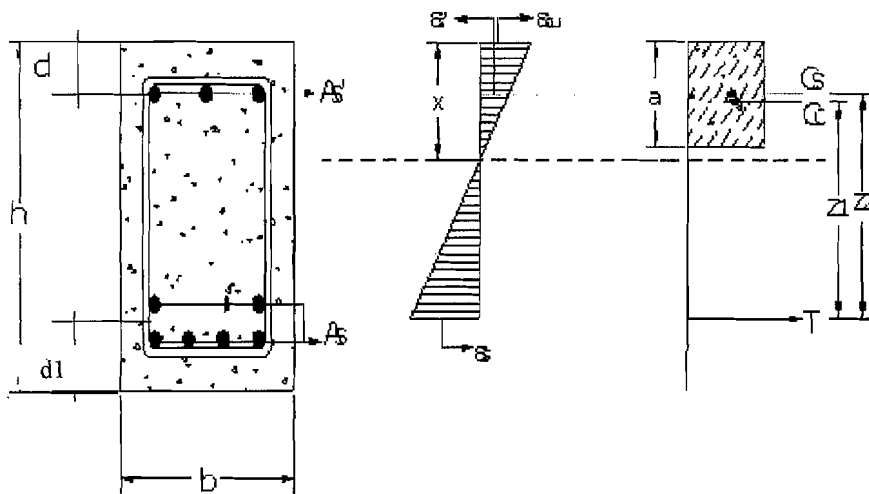
Tegangan baja desak

$$f_s' = 600. \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1}{(\rho - \rho') \cdot f_y} \cdot \frac{d'}{d_{diketahui}} \right\} \leq f_y$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y - A_s' \cdot f_s'}{0,85 \cdot f'c \cdot b} \dots\dots\dots(3.87)$$

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

$$= (A_s \cdot f_y - A_s' \cdot f_s') \cdot (d - \frac{a}{2}) + (A_s' \cdot f_s') \cdot (d - d') \dots\dots\dots(3.88)$$



**Gambar 3.6** Diagram Tegangan – Regangan Beton Tulangan Rangkap

### 3.3.3 PERENCANAAN GESER BALOK

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

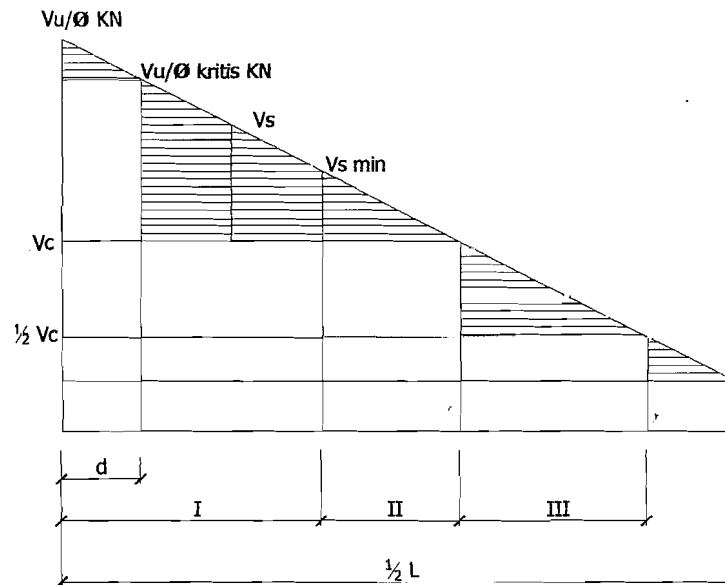
#### 1. Menentukan tegangan geser beton ( $V_c$ )

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

$$V_c = \left( \frac{1}{6} \sqrt{f'c} \right) \cdot b \cdot d \text{ (Newton) .....(3.89)}$$

Sedangkan kekuatan minimal tulangan geser vertikal menahan geser,

dinyatakan dalam :  $V_{s_{min}} = \frac{1}{3} \cdot b \cdot d \text{ (Newton) .....(3.90)}$



**Gambar 3.7** Diagram Gaya Geser Balok

## 2. Menentukan jarak sengkang

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

- Bila  $V_u \leq 0,5 \phi V_c$  .....(3.91)

Geser tidak diperhitungkan

- Bila  $0,5 \cdot V_c < \frac{V_u}{\phi} \leq V_c$  .....(3.92)

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

Tulangan geser dengan jarak :

$$s \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_{s_{min}}} \dots\dots\dots(3.93)$$

$$\leq d/2 \dots\dots\dots(3.94)$$

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

- Bila  $V_c < V_u/\phi \leq (V_c + V_{s_{min}})$  .....(3.95)

Maka perlu tulangan geser, dengan jarak sengkang :

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

$$\leq d/2$$

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

- Bila  $(V_c + V_{s_{min}}) < V_u/\phi \leq 3 \cdot V_c$  .....(3.96)

Maka perlu tulangan geser, dengan jarak sengkang :

$$s \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{(V_u/\phi - V_c)} \dots\dots\dots(3.97)$$

$$\leq d/2$$

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

- Bila  $3 \cdot V_c < V_u/\phi \leq 5 \cdot V_c$  .....(3.98)

Maka perlu tulangan geser, dengan jarak sengkang :

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

$$\leq d/4$$

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

- Bila  $V_u/\phi > 5V_c$

Maka ukuran balok diperbesar .....(3.99)

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

$V_c$  = tegangan ijin geser beton (MPa)

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

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

$A_v$  = luas penampang tulangan geser (mm)

### 3.3.4 PERENCANAAN GESER DAN TORSI BALOK

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

#### 1. Identifikasi jenis torsi

- Untuk struktur statis tertentu : torsi keseimbangan

Pengaruh torsi diperhitungkan apabila momen torsi terfaktor :

$$T_u \geq \phi \left( \frac{1}{20} \sqrt{f'_c} \cdot \Sigma x^2 \cdot y \right) \dots\dots\dots(3.100)$$

- Untuk struktur statis tak tentu : torsi kompatibilitas

Pengaruh torsi diperhitungkan apabila momen torsi terfaktor :

$$T_u \geq \phi \left( \frac{1}{9} \sqrt{f'_c} \cdot \Sigma x^2 \cdot y \right) \dots\dots\dots(3.101)$$

#### 2. Menentukan kuat momen torsi nominal ( $T_n$ )

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

$$T_n = T_c + T_s \dots\dots\dots(3.102)$$

• **Bila Puntir Murni :**

$$T_c = \left( \frac{1}{15} \sqrt{f'c} \right) \cdot \Sigma x^2 \cdot y \quad \dots\dots\dots(3.103)$$

• **Bila Puntir Murni + Geser :**

$$T_c = \frac{\left( \frac{1}{15} \sqrt{f'c} \cdot \Sigma x^2 y \right)}{\sqrt{1 + \left( \frac{0,4 \cdot Vu}{Ct \cdot Tu} \right)^2}} \quad \dots\dots\dots(3.104)$$

$$Ct = \frac{bw \cdot d}{\Sigma x^2 y} \quad \dots\dots\dots(3.105)$$

$$V_c = \left( \frac{\frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d}{\sqrt{1 + (2,5 \cdot Ct \cdot Tu / Vu)^2}} \right) \quad \dots\dots\dots(3.106)$$

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

$$T_c = \frac{\left( \frac{1}{15} \sqrt{f'c} \cdot \Sigma x^2 y \right)}{\sqrt{1 + \left( \frac{0,4 \cdot Vu}{Ct \cdot Tu} \right)^2}} \cdot \left( 1 + 0,3 \cdot \frac{Nu}{Ag} \right) \quad \dots\dots\dots(3.107)$$

$$V_c = \left( \frac{\frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d}{\sqrt{1 + (2,5 \cdot Ct \cdot Tu / Vu)^2}} \right) \cdot \left( 1 + 0,3 \cdot \frac{Nu}{Ag} \right) \quad \dots\dots\dots(3.108)$$

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 :  $T_s = \frac{T_u}{\phi} - T_c \quad \dots\dots\dots(3.109)$

Untuk torsi kompatibilitas :  $T_s = \frac{1}{9} \sqrt{f'c} \cdot \Sigma x^2 \cdot y \cdot \frac{1}{3} - T_c \quad \dots\dots\dots(3.110)$

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

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

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

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

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

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

$A_g$  = luas tampang beton ( $mm^2$ )

3. Menghitung perbandingan luas tulangan torsi dan jarak sengkang

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_s}{\alpha \cdot x_1 \cdot y_1 \cdot f_y} \dots\dots\dots(3.111)$$

$$\alpha_t = \frac{1}{3} \cdot \left( 2 + \frac{y_1}{x_1} \right) \leq 1,5 \dots\dots\dots(3.112)$$

4. Menentukan tulangan geser + torsi

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

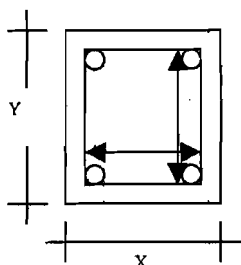
$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \dots\dots\dots(3.113)$$

Perbandingan antara luas tulangan geser dan jarak :

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_y \cdot d} \dots\dots\dots(3.114)$$

Luas total sengkang ( tulangan torsi + geser )

$$\frac{A_{vt}}{s} = \frac{2 \cdot A_t}{s} + \frac{A_v}{s} \geq \frac{b_w \cdot s}{3 f_y} \dots\dots\dots(3.115)$$



$x_1 = x - 2 \times$  Penutup beton  $- 2 \times \frac{1}{2}$  diameter sengkang

$y_1 = y - 2 \times$  Penutup beton  $- 2 \times \frac{1}{2}$  diameter sengkang





### 5. Menentukan tulangan torsi memanjang

$$A_{l1} = 2 \cdot A_t \cdot \left( \frac{x_1 + y_1}{s} \right) \text{ atau ; } \dots\dots\dots(3.116)$$

$$A_{l1} = \left[ \frac{2,8 \cdot x \cdot s}{f_y} \left( \frac{T_u}{T_u + V_u/3C_t} \right) - 2 \cdot 2t \right] \cdot \left( \frac{x_1 + y_1}{s} \right) \dots\dots(3.117)$$

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

$$A_{l2} = \left[ \frac{2,8 \cdot x \cdot s}{f_y} \left( \frac{T_u}{T_u + V_u/3C_t} \right) - \frac{b_w \cdot s}{3 \cdot f_y} \right] \cdot \left( \frac{x_1 + y_1}{s} \right) \dots\dots\dots(3.118)$$

dimana :  $A_v$  = luas sengkang menahan geser ( $\text{mm}^2$ )

$A_t$  = luas sengkang menahan torsi ( $\text{mm}^2$ )

$A_l$  = luas tulangan memanjang tambahan pada torsi ( $\text{mm}^2$ )

### 6. Kriteria tulangan geser dan torsi

- Jarak tulangan sengkang :  $s \leq \frac{x_1 + y_1}{4} \dots\dots\dots(3.119)$

$< 300 \text{ mm}$

- Tulangan memanjang disbar merata ke semua sisi dengan jarak tulangan memanjang  $\leq 300 \text{ mm}$
- $\phi$  tulangan memanjang  $\geq 12 \text{ mm}$
- $f_y$  tulangan torsi  $\leq 400 \text{ Mpa}$
- Tulangan torsi harus ada paling tidak sejauh  $(b + d)$  dari titik ujung teoritis torsi yang diperlukan.

### 3.4 PERENCANAAN KOLOM TUNGGAL

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 runtuh total dari keseluruhan struktur bangunan. Pada umumnya kegagalan/keruntuhan kolom tidak diawali dengan suatu gejala, melainkan bersifat mendadak. Sehingga dalam perencanaan kolom harus diperhitungkan lebih cermat dengan memberi cadangan kekuatan lebih tinggi dari komponen struktur lainnya.

#### 3.4.1 Perencanaan Kolom Pendek

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

##### 1. Menentukan properties penampang kolom

- Tegangan leleh baja ( $f_y$ ) : dalam satuan Mpa
- Kuat desak beton rencana ( $f'_c$ ) : dalam satuan Mpa
- Panjang ( $h$ ) 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 pengikat spiral. Karena rasio tulangan  $0,01 \leq \rho_g \leq 0,08$ , maka persamaan kuat desak aksial digunakan untuk perencanaan.

$$P_n = 0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y \dots\dots\dots(3.120)$$

- Untuk sengkang biasa :

$$\phi P_{no} = 0,8 \cdot \phi P_o = 0,8 \cdot \phi (0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y) \dots\dots\dots(3.121)$$

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

$$A_{g_{perlu}} = \frac{P_u}{0,8 \cdot \phi \cdot (0,85 \cdot f'_c \cdot (1 - \rho_g) + f_y \cdot \rho_g)} \dots\dots\dots(3.122)$$

- Untuk sengkang spiral :

$$\phi P_{no} = 0,85 \cdot \phi P_o = 0,85 \cdot \phi (0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y) \dots\dots\dots(3.123)$$

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

$$A_{g_{perlu}} = \frac{P_u}{0,85 \cdot \phi \cdot (0,85 \cdot f'_c \cdot (1 - \rho_g) + f_y \cdot \rho_g)} \dots\dots\dots(3.124)$$

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

$$A_g = b \cdot h = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \dots\dots\dots(3.125)$$

$$A_{st} = n\% \cdot A_g = A_s + A_{s'} \dots\dots\dots(3.126)$$

$$A_{s'} = A_s = \frac{A_{st}}{2} \dots\dots\dots(3.127)$$

$$P_o = 0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y \dots\dots\dots(3.128)$$

$$P_{no} = 0,8 \cdot P_o \quad ; \text{ untuk sengkang biasa} \dots\dots\dots(3.129)$$

$$P_{no} = 0,85 \cdot P_o \quad ; \text{ untuk sengkang spiral} \dots\dots\dots(3.130)$$

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

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

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

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

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

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

### 3. Kapasitas kolom dengan beban eksentris

$$x_b = \frac{600}{600 + f_y} \cdot d \quad \dots\dots\dots(3.131)$$

$$f_s' = \frac{x - d'}{x} \quad \dots\dots\dots(3.132)$$

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

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot b (x_b \cdot \beta_1) \quad \dots\dots\dots(3.133)$$

$$C_s = A_s' \cdot (f_s' - 0,85 \cdot f_c') \quad \dots\dots\dots(3.134)$$

dengan nilai  $f_s'$  sebagai berikut :

$$f_s' = \frac{x_b \cdot d'}{x_b} \cdot 600 \quad \dots\dots\dots(3.135)$$

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

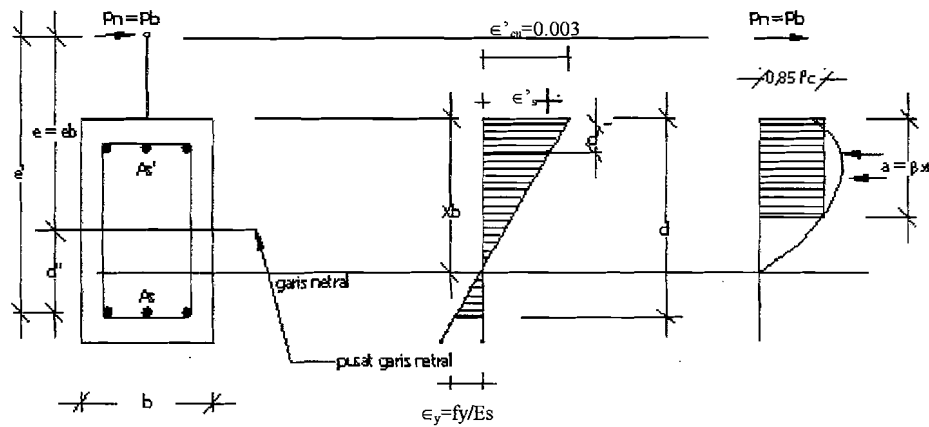
$$< f_y \quad \longrightarrow \quad f_s' = f_s'$$

$$T_b = A_s \cdot f_y \quad \dots\dots\dots(3.136)$$

$$P_{nb} = C_{cb} + C_{sb} - T_b \quad \dots\dots\dots(3.137)$$

$$M_{nb} = C_{cb} \left( \frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right) + C_{sb} \left( \frac{h}{2} - d' \right) + T_b \left( d - \frac{h}{2} \right) \quad \dots\dots(3.138)$$

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \quad \dots\dots\dots(3.139)$$



Gambar 3.8 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*

dengan  $x_b = \frac{600}{600 + f_y} d$

syarat kegagalan :

a. runtuh seimbang

$x = x_b$

b. runtuh desak

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

c. runtuh tarik

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

kemudian dihitung

$a = \beta_1 \cdot x$  .....(3.140)

$f_s' = \frac{x - d'}{x} \cdot 600$  .....(3.141)

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

$$C_{cb} = 0,85 \cdot f_c' \cdot b (x_b \cdot \beta_1) \dots\dots\dots(3.142)$$

$$C_{sb} = A_s' \cdot (f_s' - 0,85 \cdot f_c') \dots\dots\dots(3.143)$$

$$T_b = A_s \cdot f_y \dots\dots\dots(3.144)$$

$$P_{nb} = C_{cb} + C_{sb} - T_b \dots\dots\dots(3.145)$$

$$M_{nb} = C_{cb} \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2}\right) + C_{sb} \left(\frac{h}{2} - d'\right) + T_b \left(d - \frac{h}{2}\right) \dots\dots\dots(3.146)$$

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \dots\dots\dots(3.147)$$

dimana :  $M_{nb}$  = kapasitas lentur kolom dalam keadaan seimbang (Nmm)

$P_{nb}$  = kuat Desak aksial kolom dalam keadaan seimbang (N)

$e_b$  = eksentrisitas gaya pada kolom dalam keadaan seimbang (mm)

$f_s'$  = tegangan leleh baja tulangan yang terjadi (MPa)

$x_b$  = jarak serat terluar beton ketitik ditinjau keadaan seimbang (mm)

$x$  = jarak serat terluar beton ketitik ditinjau (mm)

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

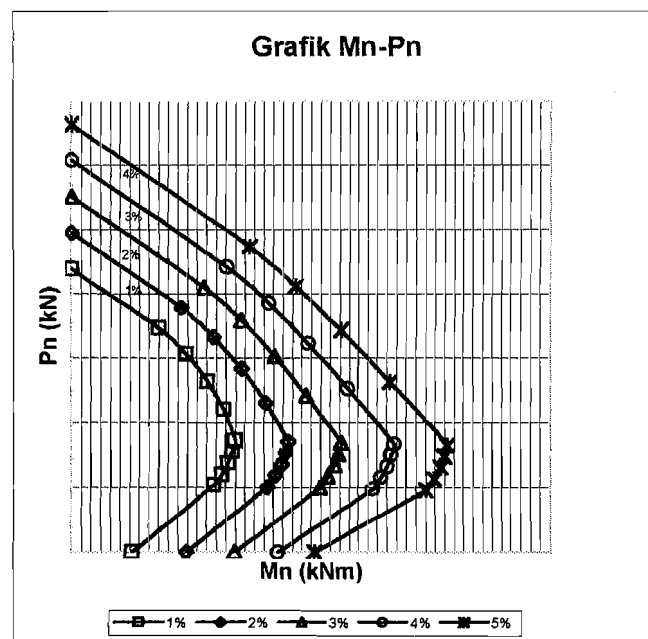
$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \dots\dots\dots(3.148)$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) \dots\dots\dots(3.149)$$

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

Gambar dibawah adalah Diagram Interaksi Kolom, dimana kuat desak aksial diungkapkan sebagai  $\phi P_n$  pada sumbu tegak dan kuat momen diungkapkan

sabagai  $\phi P_n$  pada sumbu datar. Diagram hanya berlaku untuk kolom yang dianalisis 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 (*overdesigned*). Dan titik-titik yang diluar diagram akan memberikan pasangan beban dan momen yang menghasilkn penulangan yang kurang (*underdesigned*).



**Gambar 3.9** Diagram Momen Nominal-Kuat Desak Aksial Nominal (Mn-Pn)

### 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

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

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

$$= 0,25 D \text{ (untuk kolom tampang bulat)}$$

dimana :

k = faktor panjang efektif

$l_u$  = panjang bersih kolom

r = radius girasi

I = inersia tampang

A = luas tampang

Nilai  $k$  ditentukan dengan memperhatikan kondisi kolom :

- Untuk kolom lepas

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

Kedua ujung sendi  $k = 0,5$

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

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

- Untuk kolom yang merupakan bagian portal

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

$$\Psi = \frac{\sum (EI/l)_{kolom}}{\sum (EI/l)_{balok}} \dots\dots\dots(3.150)$$



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

Batasan-batasan kolom disebut langsing, adalah :

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

$$\geq 22 \quad \text{untuk rangka/portal bergoyang}$$

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

## 2. Momen rencana

$$M_{rencana} = \delta_b \cdot M_{2b} + \delta_s \cdot M_{2s} \quad \dots\dots\dots(3.152)$$

$$\delta_b = \frac{Cm}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \geq 1,0 \quad \dots\dots\dots(3.153)$$

$$Cm = 0,6 + 0,4 \frac{M_{1b}}{M_{2b}} \geq 0,4 \quad \dots\dots\dots(3.154)$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\Sigma P_u}{\phi \Sigma P_c}} \quad \dots\dots\dots(3.155)$$

$$P_c = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(kl)^2} \quad (\text{rumus Euler}) \quad \dots\dots\dots(3.156)$$

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

$$EI = \frac{\frac{1}{5}(E_c \cdot I_g) + E_s \cdot I_{se}}{1 + \beta d} \quad \dots\dots\dots(3.157)$$

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

$$EI = \frac{E_c I_g}{2,5(1 + \beta d)} \dots\dots\dots(3.158)$$

dimana :

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

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

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

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

$P_u$  = beban aksial kolom akibat gaya luar

$\phi$  = 0,65 = faktor reduksi

$P_c$  = 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

$$\beta_d = \frac{\text{momen.akibat.beban.mati.rencana}}{\text{momen.akibat.beban.total}} \dots\dots\dots(3.159)$$

### 3. Mencari Mn dan Pn

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} \dots\dots\dots(3.160)$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} \dots\dots\dots(3.161)$$

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

### **3.5 PEMBEBANAN PORTAL**

#### **3.5.1 Beban mati**

Pembebanan mati yang bekerja pada balok lantai terdiri dari

- **Berat balok sendiri**

Pada Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1987 (PBI 1987) 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 PBI 1987 (pasal 2.1 ayat 1 PBI 1987).
- (2) Faktor reduksi beban mati diambil 0,9 sesuai dengan PBI 1987 pasal 2.2.

- **Komponen-komponen gedung lainnya**

Beban-beban mati komponen gedung di luar berat sendiri ditentukan dalam PBI 1987 tabel 2.13. Beban yang bekerja pada lantai dapat didistribusikan menurut 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 PBI 1987 pasal 3.1 memuat ketentuan-ketentuan tentang beban hidup pada lantai.

- Beban hidup pada lantai gedung harus diambil menurut Tabel 3.1. Ke 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  $100 \text{ kg/m}^2$ . Gedung digunakan sebagai ruang kuliah dan kantor dengan beban hidup sebesar  $250 \text{ kg/cm}^2$ .
- 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 PBI 1987 Tabel 3.3

### 3.5.3 Distribusi beban hidup dan mati pada lantai

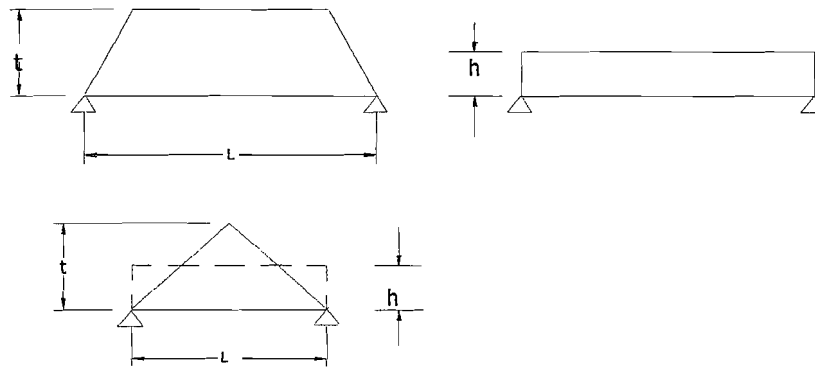
Pendistribusian beban yang ditransferkan ke balok menggunakan metode amplop sesuai dengan denah bangunan. Untuk memudahkan perhitungan maka beban segitiga dan trapesium pada metode amplop tersebut disederhanakan menjadi beban merata linier dengan rumus :

- Untuk beban trapezium amplop, menjadi :

$$Q_{\text{ekuivalen}} = t - \frac{4}{3} \cdot \frac{t^3}{L^2} \dots\dots\dots(3.162)$$

- Untuk beban segitiga amplop, menjadi :

$$Q_{\text{ekuivalen}} = \frac{2}{3} \cdot T \dots\dots\dots (3.163)$$



**Gambar 3.10** Bentuk Distribusi Beban dari Pelat ke Balok

### 3.5.4 Beban gempa statik ekuivalen

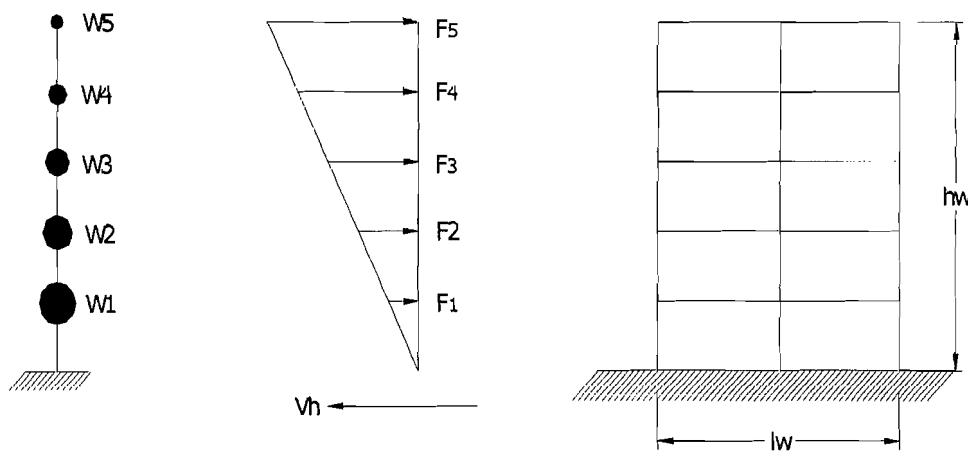
Besarnya gaya geser dasar horisontal akibat beban gempa menurut Pedoman Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung 1987, dinyatakan dalam :

$$V = C.I.K.W_t \dots\dots\dots(3.166)$$

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

dengan rumus :

$$F_i = \frac{W_i.H_i}{\sum W_i.H_i} \cdot V \dots\dots\dots (3.167)$$



**Gambar 3.11** Distribusi Gaya Geser Gempa

- dimana :
- V = gaya geser dasar horizontal total akibat gempa (Ton)
  - C = koefisien gempa dasar
  - I = factor keutamaan struktur
  - K = factor jenis struktur
  - $W_t$  = berat total bangunan (Ton)
  - H = Tinggi bangunan (m)
  - $F_i$  = Gaya geser tiap tingkat (Ton)

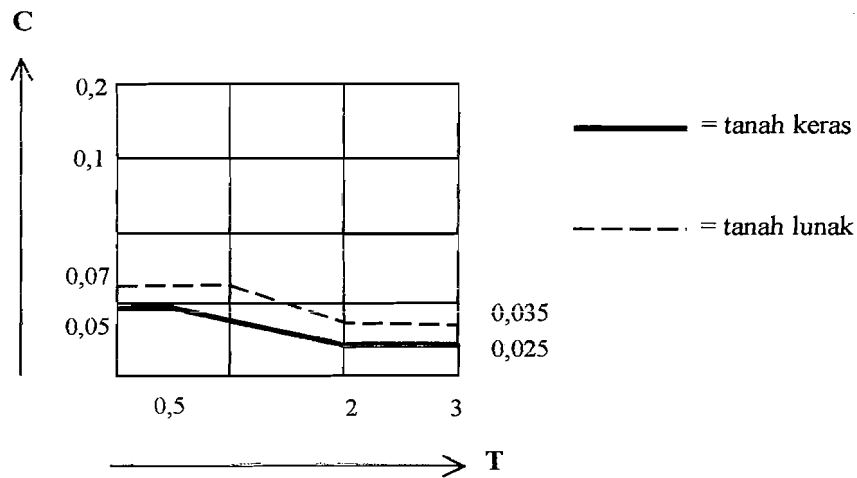
#### 3.5.4.1 Waktu getar alami struktur ( T )

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 :

$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} \dots\dots\dots(3.168)$$

#### 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 lunak. Selain keadaan tanah, penentuan nilai koefisien gempa dasar (C), tergantung juga dari waktu getar alami struktur. Dalam perencanaan ulang ini, bangunan berada dalam wilayah gempa tiga (3) daerah Yogyakarta, pada kondisi tanah keras.



*Gambar 3.12* Respon Spektrum Wilayah Tiga (3) Indonesia

#### 3.5.4.3 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 yang penting bila dilanda gempa besar atau sedang akan menghadapi bahaya kerusakan yang kecil. Nilai I diambil dari tabel 2.4 Buku Beton Seri 3 Gideon Kusuma. Dalam perencanaan ulang ini digunakan nilai  $I=1$ .

#### 3.5.4.4 Faktor jenis bangunan ( K )

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

### 3.5.4.5 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 beban gempa.

### 3.6.1 Perencanaan Balok Portal terhadap Beban Lentur

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

$$M_{u,b} = 1,2.M_{d,b} + 1,6.M_{L,bR} \dots\dots\dots(3.169)$$

$$M_{u,b} = 1,05. (M_{D,b} + M_{E,bR} + M_{E,b}) \dots\dots\dots(3.170)$$

$$M_{u,b} = 0,9.M_{D,b} + M_{E,b} \dots\dots\dots(3.171)$$

dimana ;

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

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

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

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

$$q = 30. \left\{ 1 - \frac{4}{3} \cdot \frac{\rho - \rho'}{\rho_b} \right\} \% \dots\dots\dots(3.172)$$



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

$$M_{kap,b} = \phi_o \cdot M_{nak,b} \quad \dots\dots\dots(3.173)$$

dimana :

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

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

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

### 3.6.2 Perencanaan Balok Portal terhadap Beban Geser

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

$$V_{u,b} = 0,7 \cdot \left( \frac{M_{kap} + M'_{kap}}{l_n} \right) + 1,05 \cdot V_g \quad \dots\dots\dots(3.174)$$

tetapi tidak perlu lebih besar dari

$$V_{u,b} = 1,07 \cdot \left( V_{B,b} + V_{L,b} + \frac{4}{K} \cdot V_{E,b} \right) \quad \dots\dots\dots(3.175)$$

dimana :

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

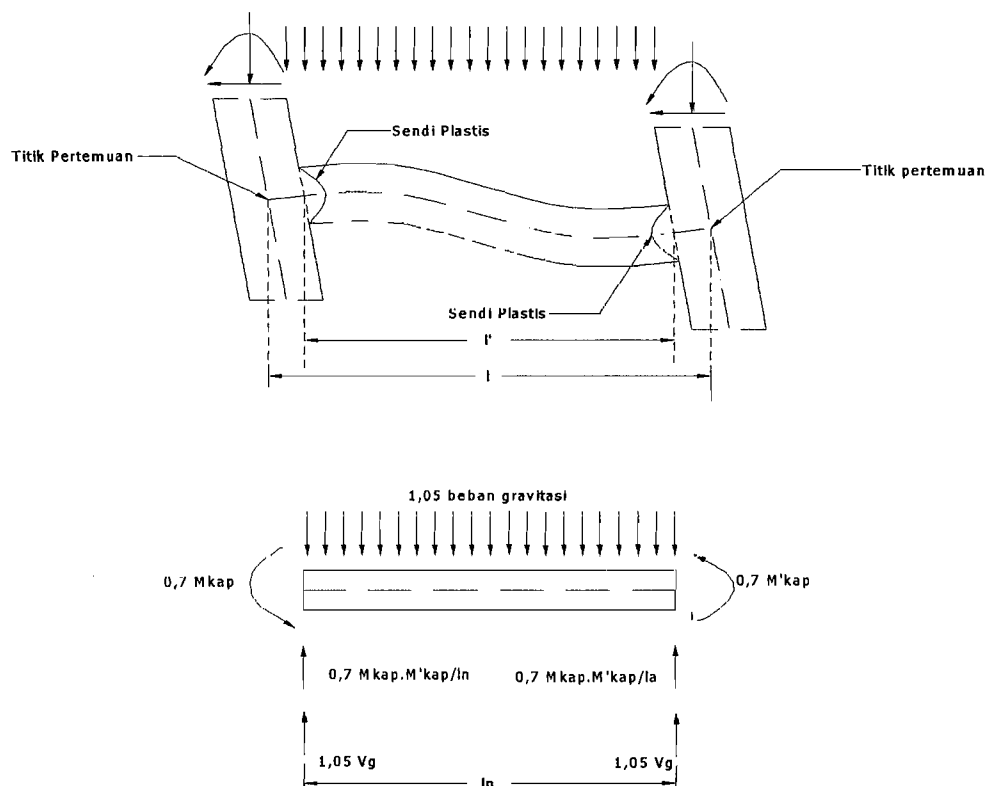
$M'_{kap}$  = momen kapasitas balok berdasarkan tulangan yang sebenarnya terpasang pada ujung balok atau bidang muka loncat yang lain

$V_{D,b}$  = 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 3.13** 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 :

$$\sum M_{u,k} = 0,7 \cdot \omega_d \cdot \sum M_{kap,b} \quad \dots\dots\dots(3.176)$$

atau 
$$M_{u,k} = 0,7 \cdot \omega_d \cdot \alpha_k \cdot (M_{kap, ki} + M_{kap, ka}) \quad \dots\dots\dots (3.177)$$

tetapi dalam segala hal tidak perlu lebih besar dari :

$$M_{u,b} = 1,05 \cdot (M_{D,k} + M_{L,k} + \frac{4}{K} \cdot M_{E,k}) \quad \dots\dots\dots(3.178)$$

Sehingga : 
$$\sum M_{kap,b} = M_{kap, ki} + M_{kap, ka} \quad \dots\dots\dots(3.179)$$

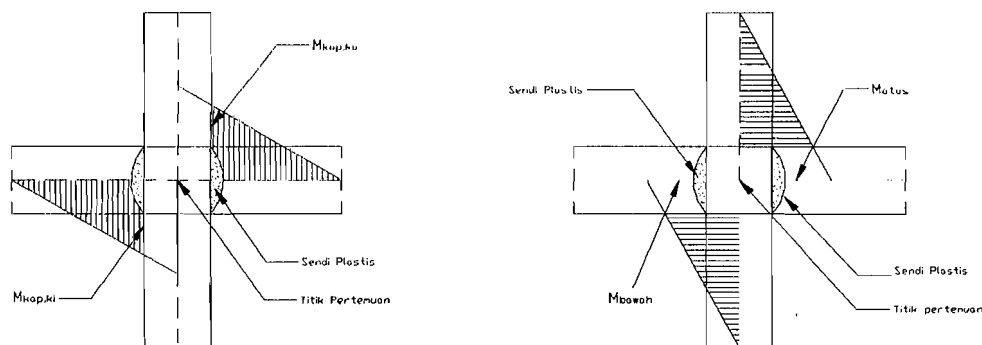
dimana :

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

$\alpha_k$  = 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 lentur balok di sebelah kanan bidang muka kolom



**Gambar 3.14** 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 :

$$N_{u,k} = \frac{0,7 \cdot R_n \cdot \sum M_{kap,b}}{l_b} + 1,05 \cdot N_{g,k} \quad \dots\dots\dots(6.180)$$

tetapi dalam segala hal tidak perlu lebih besar dari :

$$N_{u,k} = 1,05 \cdot \left( N_{g,k} + \frac{4}{K} \cdot N_{E,k} \right) \quad \dots\dots\dots(3.181)$$

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

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

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

$l_b$  = bentang balok dari as ke as kolom

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

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

### 3.6.4 Perencanaan Kolom Portal terhadap Beban Geser

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

Untuk kolom lantai atas dan lantai dasar :

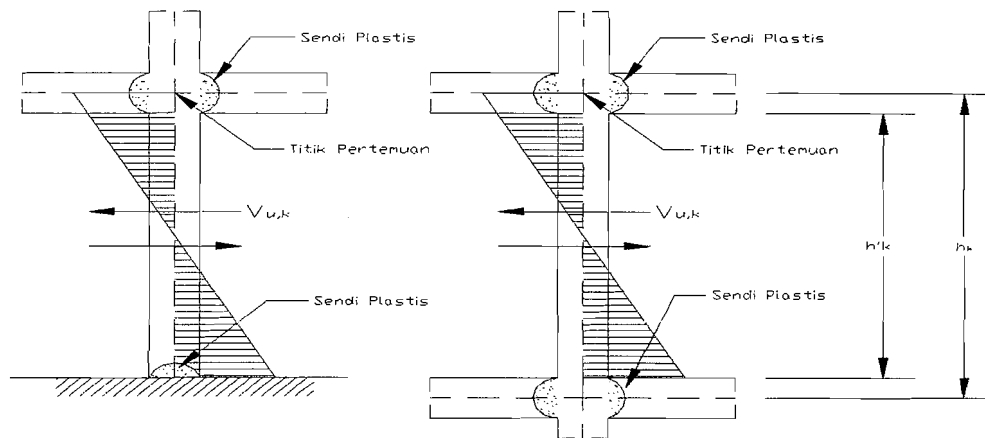
$$V_{u,k} = \frac{M_{u,katas} + M_{u,kbawah}}{h'_k} \quad \dots\dots\dots(3.182)$$

Dan dalam segala hal tidak perlu lebih besar dari :

$$V_{u,k} = 1,05 \cdot \left( V_{D,k} + V_{L,k} + \frac{4}{K} \cdot V_{E,k} \right) \quad \dots\dots\dots(3.183)$$

Kapasitas lentur sendi plastis kolom dapat dihitung :

$$M_{\text{kap, k bawah}} = \phi_o \cdot M_{\text{nak, k bawah}} \dots\dots\dots(3.184)$$



**Gambar 3.15** Kolom dengan  $M_{u,k}$  Berdasarkan Kapasitas Sendi Plastis Balok

dimana :

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

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

$h'_k$  = tinggi bersih kolom

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

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

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

$M_{\text{kap, k bawah}}$  = kapasitas lentur ujung dasar kolom lantai dasar

$M_{\text{nak, k bawah}}$  = kuat lentur nominal actual ujung dasar kolom lantai dasar

### 3.6.5 Perencanaan Panel Pertemuan Balok Kolom

Panel pertemuan balok kolom portal harus diproporsikan sedemikian rupa, sehingga memenuhi persyaratan kuat geser horizontal perlu ( $V_{u,h}$ ) dan kuat geser vertical perlu ( $V_{u,v}$ ) yang berkaitan dengan terjadinya momen kapasitas pada sendi

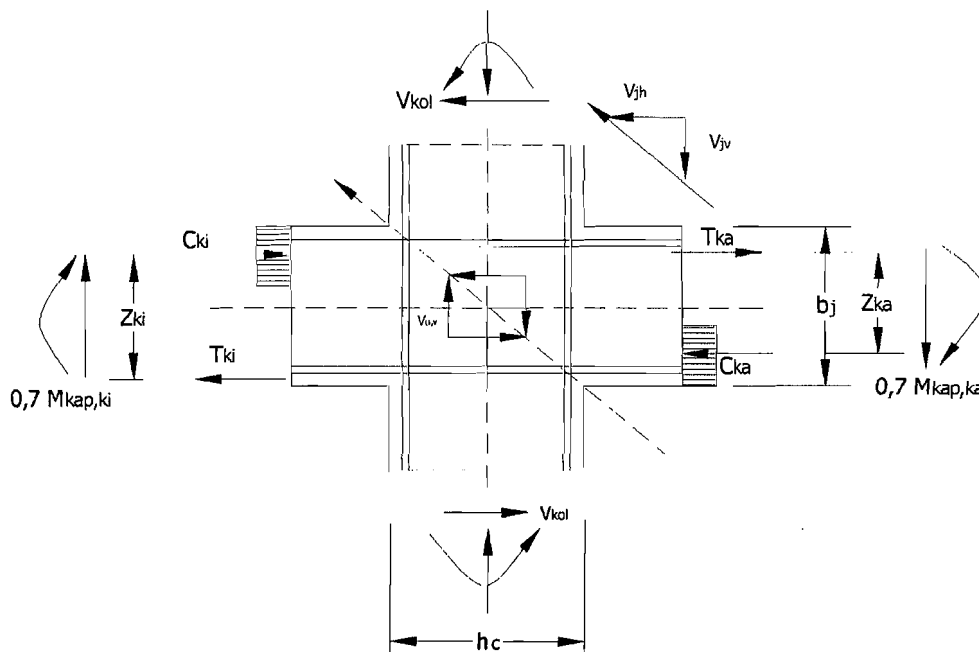
plastis pada kedua ujung balok yang bertemu pada kolom itu. Gaya-gaya yang membentuk keseimbangan pada join rangka adalah seperti yang seperti yang terlihat pada gambar 3.14, dimana gaya geser horizontal :

$$V_{jh} = C_{ki} + T_{ka} - V_{kol} \quad \dots\dots\dots(3.185)$$

$$C_k = T_{ki} = 0,7 \cdot \left( \frac{M_{kap,ki}}{Z_i} \right) \quad \dots\dots\dots(3.186)$$

$$T_k = C_{ka} = 0,7 \cdot \left( \frac{M_{kap,ka}}{Z_{ka}} \right) \quad \dots\dots\dots(3.187)$$

$$V_{kol} = \frac{0,7 \cdot \left( \frac{l_{ki}}{l_{ki}} \cdot M_{kap,ki} + \frac{l_{ka}}{l_{ka}} \cdot M_{kap,ka} \right)}{\frac{1}{2}(h_{k,a} + h_{k,b})} \quad \dots\dots\dots(3.188)$$



**Gambar 3.16** Panel Pertemuan Balok dan Kolom Portal

Tegangan geser horizontal nominal dalam join adalah :

$$V_{jh \text{ aktual}} = \frac{V_{jh}}{b_j \cdot h_c} < 1,5 \sqrt{f'c} \text{ (MPa)} \quad \dots\dots\dots(3.189)$$

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

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

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

- strat beton diagonal yang melewati daerah tekan ujung 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  $V_{sh}$

sehingga :  $V_{sh} + V_{ch} = V_{jh} \quad \dots\dots\dots(3.190)$

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

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

maka :  $V_{ch} = \frac{2}{3} \sqrt{\left( \frac{N_{u,k}}{A_g} \right) - 0,1 \cdot f'c} \cdot b_j \cdot h_j \quad \dots\dots\dots(3.191)$

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

$$V_{ch} = 0,7 \cdot P_{cs} \quad \dots\dots\dots(3.192)$$

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 :

$$V_{ch} = 0,5 \cdot \frac{A_s'}{A_s} \cdot V_{jh} \cdot \left( 1 + \frac{N_{u,k}}{0,4 \cdot A_g \cdot f'c} \right) \dots\dots\dots(3.193)$$

Dimana rasio  $A_s'/A_s$  tidak boleh lebih besar dari satu (1).

Dengan memindahkan lokasi sendi plastis agak jauh dari muka kolom, maka kemampuan mekanisme strat tekan tidak berkurang akibat beban bolak-balik dimana sebagian besar tegangan tekan dipindahkan ke tulangan tekan. Pelelehan tulangan dapat juga mengakibatkan penetrasi kerusakan ikatan yang masuk ke inti join, sehingga ikatan antara tulangan dan strat tekan berkurang. Akibat kedua fenomena ini serta tekanan pada join, sendi plastisnya terletak bersebelahan kolom, tidak bekerja sehingga seluruh gaya geser  $V_{jh}$  dipikul oleh  $V_{sh}$ .

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

$$V_{sh} = V_{jh} - \frac{2}{3} \sqrt{\left( \frac{N_{u,k}}{A_g} \right) - 0,1 \cdot f'c \cdot b_j \cdot h_j} \dots\dots\dots(3.194)$$

Pada join rangka dengan melakukan relokasi sendi plastis :

$$V_{sh} = V_{jh} - 0,5 \cdot \frac{A_s'}{A_s} \cdot V_{jh} \cdot \left( 1 + \frac{N_{u,k}}{0,4 \cdot A_g \cdot f'c} \right) \dots\dots\dots(3.195)$$

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

kurang dari :  $A_{jh} = \frac{V_{jg}}{f_y} \dots\dots\dots(3.196)$

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



Geser joint vertikal ( $V_{jv}$ ) dapat dihitung dengan rumus :

$$V_{jv} = V_{jh} \cdot \frac{h_c}{b_j} \dots\dots\dots(3.197)$$

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

menjadi : 
$$V_{cv} = A_{sc}' \frac{V_{sh}}{V_{sc}} \left( 0,6 + \frac{N_{u,k}}{A_g \cdot f'c} \right) \dots\dots\dots(3.198)$$

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

$A_{sc}$  = luas tulangan longitudinal tarik

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

### 3.7 PONDASI

Pada Gedung Kampus Fisipol Blok B UPN "VETERAN" Yogyakarta ini, perencanaan ulang pondasinya menggunakan pondasi dangkal, yaitu pondasi telapak. Hal ini dikarenakan kondisi tanah dilokasi proyek termasuk tanah keras. Perencanaan pondasi meliputi perencanaan dimensi, luas penampang tapak dan juga penulangannya.

#### 3.7.1 Perencanaan Dimensi Penampang Pondasi

Dalam Perencanaan dimensi penampang pondasi ini disinergiskan antara cara perencanaan dari '*atas*' (tinjauan beban dibagi luas penampang) dengan cara perencanaan dari '*bawah*' (tinjauan daya dukung tanah berdasarkan sondir atau rumus Meyerhorf) sehingga akan didapatkan desain penampang pondasi yang efektif. Selain itu kedua cara tersebut dapat saling mengontrol hasil perencanaan.

**Langkah – langkah perencanaan pondasi, adalah sebagai berikut :**

**1. Menentukan data mutu beton, baja tulangan, ukuran kolom dan 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 ( $\phi$ ), kohesi ( $c$ ), dan berat volume tanah tersebut ( $\gamma'$ ).
- Pada proses perancangan pondasi ini digunakan pola keruntuhan geser umum (*General Shear Failure*) dengan asumsi bentuk bujur sangkar.

**2. Menentukan dimensi luas tapak pondasi (A)**

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

$$q_{all} = \frac{q_{ultimeto}}{SF} \dots\dots\dots(3.199)$$

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

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

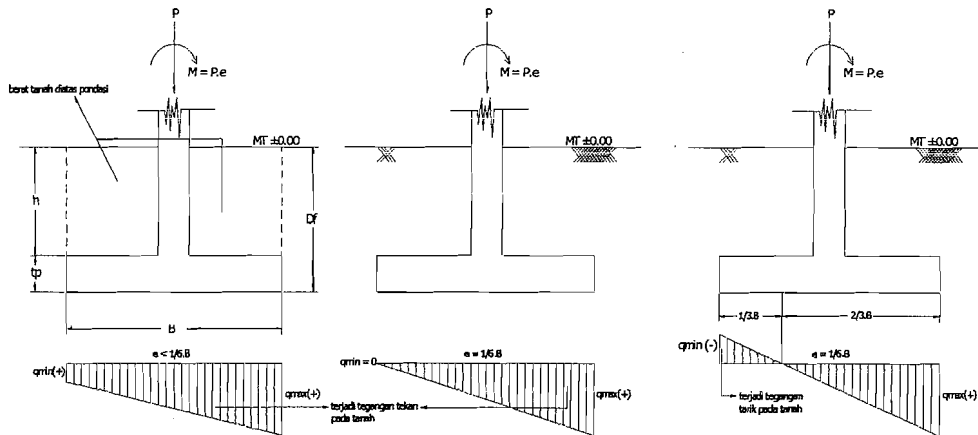
**1. Untuk beban aksial sentries ( $e = 0$ )**

Jika resultan beban berhimpit dengan pusat berat luas pondasi, maka nilai eksentrisitas sama dengan nol dan tekanan pada dasar pondasi dapat dianggap disebar merata ke seluruh luasan pondasi. Sehingga besar penampang tapak :

$$A_{perlu} = \frac{P + Berat\ tan\ ah\ diatas\ pondasi + Berat\ pondasi}{q_{all}} \dots\dots\dots(3.200)$$

## 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 pondasi.



**Gambar 3.17** Diagram Tegangan Pondasi

$$q_{\text{all max}} = \frac{P}{A} \cdot \left( 1 + \frac{6.e}{b} \right) \dots\dots\dots(3.201)$$

$$q_{\text{all min}} = \frac{P}{A} \cdot \left( 1 - \frac{6.e}{b} \right) \dots\dots\dots(3.202)$$

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

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

$$Q_{\text{all rata-rata}} = \frac{1}{2} (q_{\text{all max}} + q_{\text{all min}}) \dots\dots\dots(3.203)$$

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

$$A_{perlu} = \frac{P}{q_{all \max}} \left( 1 + \frac{6.e}{b} \right) \dots\dots\dots(3.204)$$

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

pondasi, adalah :

$$q_u = \frac{P}{A_{ada}} \dots\dots\dots(3.205)$$

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

Kapasitas daya dukung tanah yang terjadi di dasar pondasi adalah :

$$q_{ult \text{ netto}} = q_{ult \text{ bruto}} - q \dots\dots\dots (3.206)$$

dimana :

$$q = h \cdot \gamma' \dots\dots\dots(3.207)$$

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

$$q_{ult \text{ bruto}} = C \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \dots\dots(3.208)$$

Dengan mensubstitusikan pers.....maka diperoleh  $q_{ult \text{ netto}}$  :

$$q_{ult \text{ netto}} = C \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot (N_q - 1) \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \dots(3.209)$$

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

$$q_{all} = \frac{q_{ult \text{ netto}}^{\text{meyerhorf}}}{SF} = \frac{C \cdot N_c \cdot S_c \cdot d_c \cdot i_c + q \cdot (N_q - 1) \cdot S_q \cdot d_q \cdot i_q + 0,5 \cdot \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma}{SF} \dots\dots(3.210)$$

dengan :

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \phi} \cdot \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots(3.211)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi \quad \dots\dots\dots(3.212)$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \cdot \tan (1,4 \cdot \varphi) \quad \dots\dots\dots(3.213)$$

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

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

dimana :

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

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

$b$  = lebar efektif pondasi (m)

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

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

$h$  = kedalaman tanah diatas pondasi (m)

$D_f$  = kedalaman pondasi (m)

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

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

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

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

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

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

$$K_p = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \dots\dots\dots(3.214)$$

Kontrol tegangan ijin yang terjadi :

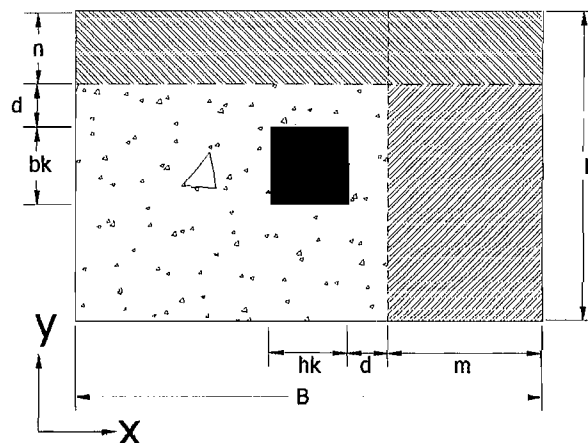
$$q_u \leq q_{all} \text{ Meyerhorf} \dots\dots\dots(3.215)$$

### 3.7.2 Perencanaan Geser Pondasi

#### 3.7.2.1 Geser satu (1) arah

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

$$d = h - \text{Penutup beton(Pb)} - \frac{1}{2} \cdot \phi_{\text{tulangan}} \dots\dots\dots(3.216)$$



**Gambar 3.18** Daerah Geser Satu (1) Arah pada Penampang Pondasi

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

$$V_u = m \cdot L \cdot q_u \longrightarrow \text{pada arah - x} \dots\dots(3.217)$$

dimana :

$$m = \frac{P - h_k - 2 \cdot d}{2} \dots\dots\dots(3.218)$$

$$V_u = n \cdot P \cdot q_u \longrightarrow \text{pada arah - y} \dots\dots(3.219)$$

dimana :

$$n = \frac{L - b_k - 2 \cdot d}{2} \dots\dots\dots(3.220)$$

Kekuatan beton menahan gaya geser ( $V_c$ ):

▪ Arah - x :  $V_{c_x} = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot L \cdot d \geq \frac{V_{u_x}}{\phi}$  .....(3.221)

▪ Arah - y :  $V_{c_y} = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot P \cdot d \geq \frac{V_{u_y}}{\phi}$  .....(3.222)

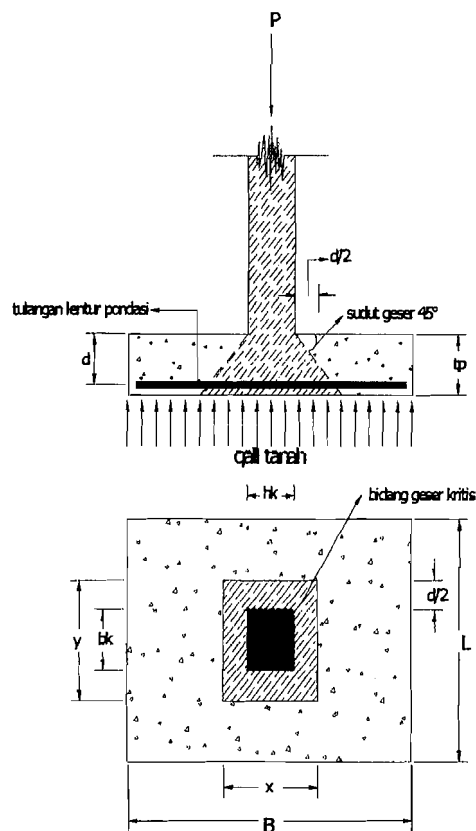
### 3.7.2.2 Geser dua (2) arah/ Pons

Gaya geser akibat beban luar yang bekerja pada penampang kritis :

$V_u = q_u \cdot ((P.L) - (x.y))$  .....(3.223)

$x = h_k + d$  .....(3.224)

$y = b_k + d$  .....(3.225)



**Gambar 3.19** Gaya Geser Dua (2) Arah pada Penampang Pondasi

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

$$V_c = 4 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot D \quad \dots\dots\dots(3.226)$$

atau 
$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \cdot (2\sqrt{f'_c}) \cdot b_o \cdot D \quad \dots\dots\dots(3.227)$$

$$b_o = 2 \cdot (x + y) = 2 \cdot ((h_k + d) + (b_k + d)) \quad \dots\dots(3.228)$$

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

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

$\beta_c$  = rasio sisi panjang dengan sisi pendek

**Kontrol gaya geser 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 Pondasi

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

• Tulangan arah x :  $l_1 = \frac{1}{2} (P - h_k) \quad \dots\dots\dots(3.229)$

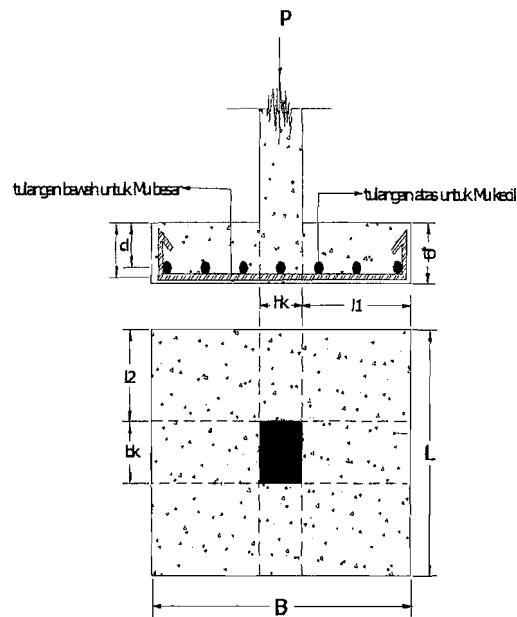
$$M_{u1} = \frac{1}{2} \cdot q_u \cdot l_1^2 \quad \dots\dots\dots(3.230)$$

• Tulangan arah y :  $l_2 = \frac{1}{2} (P - b_k) \quad \dots\dots\dots(3.231)$

$$M_{u2} = \frac{1}{2} \cdot q_u \cdot l_2^2 \quad \dots\dots\dots(3.232)$$

Diambil nilai  $M_{u1}$  atau  $M_{u2}$  yang terbesar. Untuk  $M_u$  yang besar letak tulangan dibawah sedangkan  $M_u$  yang kecil letak tulangan diatas. Untuk pondasi diambil nilai penutup beton ( $P_b$ )  $\geq 70$  mm.





**Gambar 3.20** Tegangan Lentur Pondasi

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

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

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} \dots\dots\dots(3.233)$$

$$Rn_{\text{ada}} = \frac{Mu/\phi}{b \cdot d_{\text{ada}}^2} \dots\dots\dots(3.234)$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{\frac{2 \cdot Rn \cdot m}{f_y}} \right) \dots\dots\dots(3.235)$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} \dots\dots\dots(3.236)$$

persyaratan : 1. bila  $\rho > \rho_{\text{min}}$ , digunakan :  $\longrightarrow \rho_{\text{perlu}} = \rho$

2. bila  $\rho < \rho_{\text{min}}$ ,  $1,33 \cdot \rho < \rho_{\text{min}}$  digunakan :  $\longrightarrow \rho_{\text{perlu}} = 1,33 \cdot \rho$

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

$$\text{Luas tulangan perlu : } A_{s_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \quad \dots\dots\dots(3.237)$$

$$\text{Luas tulangan susut : } A_{s_{\text{tul. Susut}}} = 0,002 \cdot b \cdot h \quad \dots\dots\dots(3.238)$$

Dipilih diameter ( $\phi$ ) tulangan, didapatkan  $A_{1\phi}$ , jarak antar tulangan :

$$s \leq \frac{A_{1\phi} \cdot 1000}{A_{s_{\text{perlu}}}} \quad \dots\dots\dots(3.239)$$

$$\text{Sehingga nilai } A_{s_{\text{ada}}} \text{ dapat dihitung : } A_{s_{\text{ada}}} = \frac{A_{1\phi} \cdot 1000}{s} \quad \dots\dots\dots(3.240)$$

**Kontrol kapasitas lentur yang terjadi :**

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} \quad \dots\dots\dots(3.241)$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2) \geq M_u / \phi \quad \dots\dots\dots(3.242)$$

### 3.8 PERENCANAAN TANGGA

Tangga merupakan bagian 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 (*space*) terlalu banyak.

#### 3.8.1 PERENCANAAN DIMENSI TANGGA

Perencanaan ulang (*redisgn*) dimensi tangga pada Gedung Kampus Fisipol Blok B UPN "VETERAN" ini meliputi : lebar dan jumlah *opterde* 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 tenaga 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 *optrede* dan *antrede*.**

- Tinggi bersih antar lantai ( $h$ ) dalam meter dapat diketahui.
- Lebar bordes ( $L_b$ ) dalam meter dapat ditentukan, diambil  $\geq 1,20$  meter.
- Sandaran tangga dapat ditentukan bahannya, tebal, dan tinggi jadinya.
- Tinggi *optrede* ideal  $\leq 20$  cm (15 – 18 cm), misal diambil nilai perkiraan awal tinggi *optrede* ( $h_o$ ) = 18 cm, maka jumlah *optrede* (buah) :

$$\text{Jumlah } optrede = \frac{h}{h_o} \text{ (dibulatkan keatas) } \dots\dots\dots(3.243)$$

$$\text{sehingga tinggi } optrede \text{ sebenarnya : } h'_o = \frac{h}{\text{jumlah } optrede} \dots\dots\dots (3.244)$$

- Lebar *antrede* ideal  $\geq 30$  cm, diambil nilai lebar *antrede* ( $L_a$ ) = 30 cm

$$\text{Jumlah } antrede = \text{Jumlah } optrede - 2 \dots\dots\dots(3.245)$$

Tangga dibagi menjadi dua (2) bagian, sehingga panjang bentang tangga ( $P_t$ ) :

$$P_t = (L_a \times \text{Jumlah } tangga/2) + L_b \leq 4,50 \text{ meter } \dots(3.246)$$

**2. Menentukan tebal pelat tangga ( $h_1$ ) dan lebar tangga ( $L_t$ )**

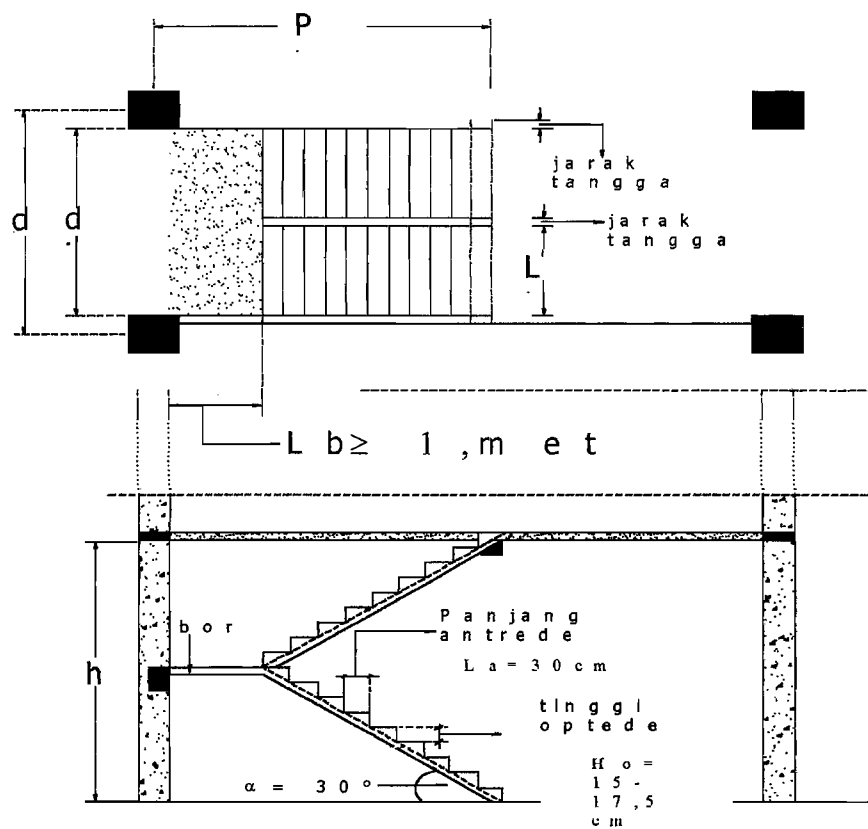
Untuk panjang bentang tangga  $\pm 4,50$  meter.

- Diambil nilai tebal pelat ( $h$ ) : 15 cm

- Sudut kemiringan ideal tangga antara  $30^\circ - 35^\circ$  misal diambil sudut perkiraan awal ( $\alpha$ ) =  $30^\circ$ , maka tebal pelat sisi miring ( $h'$ ) :

$$h' = \frac{h}{\cos \alpha} \quad \dots\dots\dots (3.247)$$

Sehingga sudut tangga sebenarnya ( $\alpha'$ ) :  $\alpha' = \frac{h'}{L_\alpha}$  ..... (3.248)



**Gambar 3.21.** Dimensi Tangga

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

$$d' = d - 2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot \text{lebar balok induk}) \quad \dots\dots\dots (3.249)$$

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

$$L_t = \frac{1}{2} \cdot (d' - (3 \times 0,1)) \geq 1,20 \text{ meter} \quad \dots\dots\dots (3.250)$$

### 3.8.2 PERENCANAAN TULANGAN TANGGA

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

Digunakan penutup beton (Pb) 20 cm, sehingga :

$$dx = h - Pb - \frac{1}{2} \cdot \varnothing_{tul. x} \quad \dots\dots\dots (3.251)$$

$$dy = h - Pb - \varnothing_{tul. x} - \frac{1}{2} \cdot \varnothing_{tul. y} \quad \dots\dots\dots (3.252)$$

Menghitung rasio tulangan perlu ( $\rho$ ) :

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \quad \dots\dots\dots (3.253)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b \quad \dots\dots\dots (3.254)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \quad \dots\dots\dots (3.255)$$

$$Rn = \frac{Mu/\phi}{b \cdot d^2} \quad \dots\dots\dots (3.256)$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} \quad \dots\dots\dots (3.257)$$

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right) \quad \dots\dots\dots (3.258)$$

- Jika  $\rho_{ada} > \rho_{maks}$   $\longrightarrow$  tebal minimum (h) harus perbesar
- Jika  $\rho_{min} < \rho_{ada} < \rho_{maks}$   $\longrightarrow$  dipakai nilai :  $\rho_{pakai} = \rho_{ada}$

- Jika  $\rho_{ada} < \rho_{maks}$ , dan juga  $\rho_{ada} < \rho_{min}$ , maka :

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

$$2. 0,002 < 1,33 \cdot \rho_{ada} < \rho_{min} \longrightarrow \text{dipakai nilai : } \rho_{perlu} = 1,33 \cdot \rho_{ada}$$

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

$$A_{s_{perlu}} = \rho_{perlu} \cdot b \cdot d \quad \dots\dots\dots(3.259)$$

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

$$\text{Jarak antar tulangan :} \quad s \leq \frac{A_1 \cdot b}{A_{s_{perlu}}} \quad \dots\dots\dots(3.260)$$

$$\text{sehingga didapatkan nilai } A_{s_{ada}} : A_{s_{ada}} = \frac{A_1 \cdot b}{s} \quad \dots\dots\dots (3.261)$$

#### Kontrol kapasitas lentur pelat yang terjadi

$$a = \frac{A_{s_{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_{c} \cdot b} \quad \dots\dots\dots(3.262)$$

$$M_n = A_{s_{ada}} \cdot f_y \cdot (d - a/2) \geq \frac{M_u}{\phi} \quad \dots\dots\dots(3.263)$$

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

$$M_n = A_{s_{ada}} \cdot f_y \cdot (d - a/2) \geq 1,33 \frac{M_u}{\phi} \quad \dots\dots\dots(3.264)$$

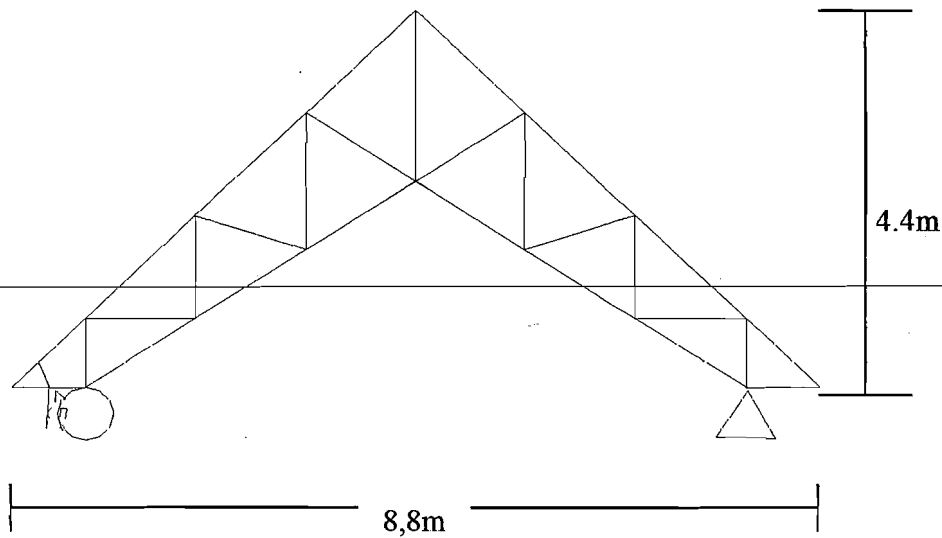
## BAB IV

### PERENCANAAN STRUKTUR

#### 4.1 Rangka Atap Kuda-kuda Baja

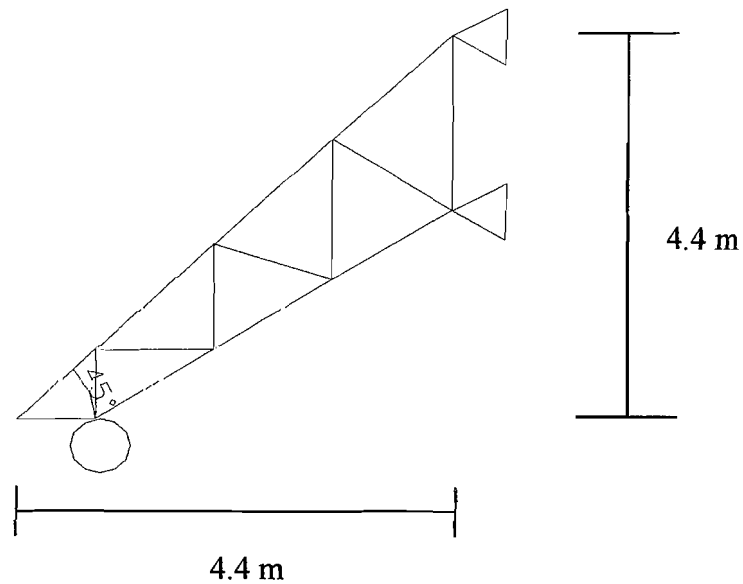
Pada perencanaan Gedung Kampus FISIPOL Blok B UPN "VETERAN" Yogyakarta ini direncanakan 2 macam rangka atap dengan menggunakan profil baja. Di bawah ini di gambarkan macam-macam rangka yang di rencanakan.

##### 1. Atap Kuda-kuda 1



**Gambar 4.1** Rencana rangka kuda-kuda 1

## 2. Atap Kuda-kuda 2

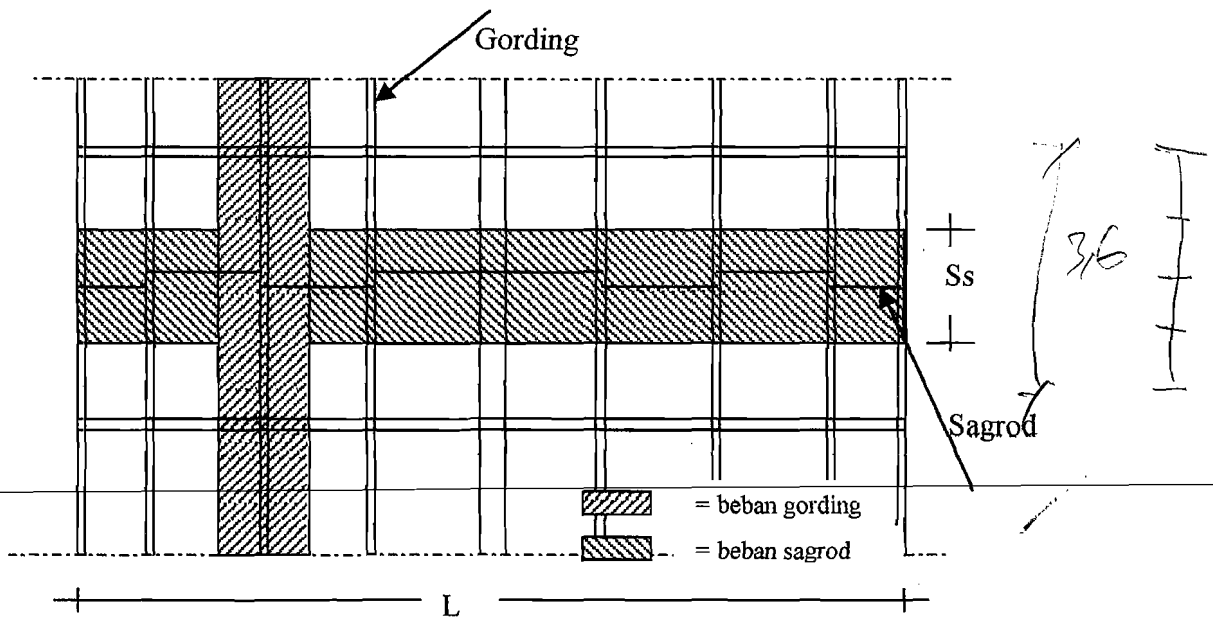
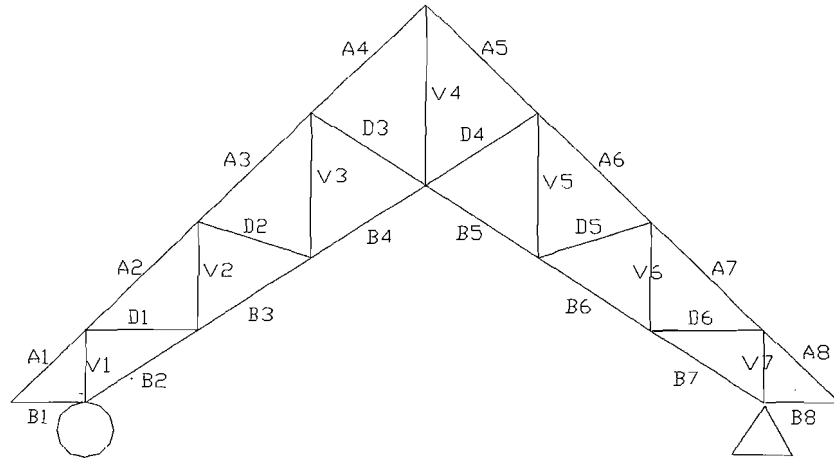


Gambar 4.2 Rencana rangka kuda-kuda 2

### 4.1.1 Data-data

- Jarak antar kuda-kuda = 3,6 m
- Mutu baja profil  $f_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$
- Kuat tarik  $f_u = 3700 \text{ kg/cm}^2$
- Mutu baut non full drat dari AISC  $A_{325x}$ 
  - $F_u = 8250 \text{ kg/cm}^2$
  - $F_v = 2050 \text{ kg/cm}^2$
- Direncanakan terhadap bangunan di darat.
- Panjang batang, diberikan contoh perencanaan Kuda-kuda 1





Gambar 4.3 Pembebanan atap

Tabel 4.1 Dimensi Batang kuda-kuda 1

Batang	Panjang	Batang	Panjang	Batang	Panjang
A1	1,131	V3	1,600	D6	1,200
A2	1,697	V4	2,000	B1	0,800
A3	1,697	V5	1,600	B2	1,442
A4	1,697	V6	1,200	B3	1,442
A5	1,697	V7	0,800	B4	1,442
A6	1,697	D1	1,200	B5	1,442
A7	1,697	D2	1,265	B6	1,442
A8	1,131	D3	1,442	B7	1,442
V1	0,800	D4	1,442	B8	0,800
V2	1,200	D5	1,265		

#### 4.1.2 Perencanaan Gording

##### a. Pembebanan Gording

##### 1. Beban Tetap

- Berat penutup atap =  $50 \text{ kg/m}^2 \times 1.70 \text{ m} = 85 \text{ kg/m}$
  - Beban hidup =  $(40 - 0,8 \alpha) \times l$   
 $= (40 - 0,8 \cdot 45) \times 1,70 = 6,80 \text{ kg/m}$
  - Berat gording sendiri (perkiraan) =  $10 \text{ kg/m}$
- 
- $q = 101,80 \text{ kg/m}$

$$q_{\perp} = q \cdot \cos \alpha$$

$$= 101,80 \cdot \cos 45 = 72,125 \text{ kg/m}$$

$$q_{//} = 101,80 \cdot \sin 45 = 72,125 \text{ kg/m}$$

##### 2. Beban Angin

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

- Angin Tekan ( $W_t$ )

$$C_1 = 0,02 \alpha - 0,4$$

$$= 0,02 \cdot 45 - 0,4 = -0,5$$

$$W_t = C_1 \times W \times \text{jarak gording}$$

$$= 0,5 \times 25 \times 170$$

$$= 21,25 \text{ kg/m}$$

- Angin hisap ( $W_h$ )

$$C_2 = -0,4$$

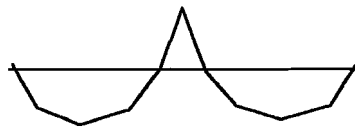
$$W_h = -0,4 \times 25 \times 1,70 \\ = -17 \text{ kg/m}$$

### b. Momen Yang Terjadi

- Akibat beban tetap



$$M_{\max} = 1/8 \cdot 72,125 \cdot 3,6^2 \\ = 116,842 \text{ kgm}$$



$$M_{l,\max} = 1/32 \cdot 72,125 \cdot 3,6^2 \\ = 29,211 \text{ kgm}$$

- Akibat beban angin



$$M_{l,\max} = 1/8 \cdot W_t \cdot L^2 \\ = 1/8 \cdot 21,25 \cdot 3,6^2 \\ = 34,425 \text{ kgm}$$

### c. Penentuan Profil Baja :

Dicoba profil 150 x 50 x 20 x 2,3

$$S_x = 1,709 \text{ in}^3 = 28 \text{ cm}^3$$

$$S_y = 0,513 \text{ in}^3 = 6,33 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 5,045 \text{ in}^4 = 210 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 0,526 \text{ in}^4 = 21,9 \text{ cm}^4$$

$$W = 3,33 \text{ lb/ft} = 4,96 \text{ kg/m}^2$$

### d. Kontrol Tegangan

$$f_{bx} = \frac{M_{l,\max}}{S_x} \\ = \frac{(116,842 + 34,425) \cdot 100}{28} \\ = 540,241 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 f_{by} &= \frac{M_{//\max}}{S_y} \\
 &= \frac{29,211.100}{6,33} \\
 &= 461,469 \text{ kg/cm}^2 \\
 \frac{f_{bx}}{0,66.F_y} + \frac{f_{by}}{0,75.F_y} &\leq 1,0 \\
 \frac{540,241}{0,66.2400} + \frac{461,469}{0,75.2400} &\leq 1,0 \\
 0,597 &\leq 1,0
 \end{aligned}$$

**e. Kontrol Lendutan**

$$\begin{aligned}
 \delta_{\perp} &= \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{\perp} L^4}{E.I_x} \leq \frac{L}{360} \\
 &= \frac{5}{384} \cdot \frac{72,125 \times 10^{-2} \cdot 360^4}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 210} \leq \frac{360}{360} \\
 &= 0,358 < 1 \quad \dots \text{OK}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \delta_{//} &= \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{//} \left( \frac{L}{(a+1)} \right)^4}{E.I_y} \leq \frac{L}{360} \\
 &= \frac{5}{384} \cdot \frac{72,125 \cdot 10^{-2} \left( \frac{360}{(1+1)} \right)^4}{2,1 \cdot 10^6 \cdot 21,9} \leq \frac{360}{360}
 \end{aligned}$$

$$= 0,214 < 1 \quad \dots \text{OK}$$

$$\delta = \sqrt{\delta_{\perp} + \delta_{//}}$$

$$\delta = \sqrt{0,358^2 + 0,214^2}$$

$$= 0,417 < 1 \quad \dots \text{OK}$$

Profil *Light Lip Chanel* 150 x 50 x 20 x 2,3 dapat digunakan

### 4.1.3 Perencanaan Sagrod dan Tierod

#### a. Perencanaan Sagrod

Beban Sagrod dan Tierod :

- Berat penutup atap

Berat penutup atap yang berupa genting dalam PPIUG 1983 tabel 2.1 hal 11 adalah sama dengan  $50 \text{ kg/m}^2$

$$\text{Berat penutup atap} = 50 \times (1/2 \cdot 3,6/\cos 45) = 127,279 \text{ kg/m}$$

- Beban hidup

Beban hidup yang bekerja pada atap berupa beban air hujan. Menurut PPIUG 1983 pada pasal 3.2.2 besar beban air hujan =  $(40 - 0,8\alpha)$ , dimana  $\alpha$  adalah sudut kemiringan atap.

$$\text{Beban hidup} = (40 - 0,8 \cdot 45) \times (1/2 \cdot 3,6/\cos \alpha) = 10,182 \text{ kg/m}$$

- Beban gording =  $5 \times 4,96 \text{ kg/m}$  ✓

$$P = 162,262 \text{ kg/m}$$

$$P_{//} = P \cdot \sin \alpha \cdot S_s$$

$$= 162,262 \cdot \sin 45 \cdot 1,8 = 206,526 \text{ kg/m}$$

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

$$D = \sqrt{\frac{P_{//} \cdot 4}{0,33 \cdot Fu \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{206,526 \times 4}{0,33 \cdot 3700 \cdot \pi}} = 0,464 \text{ cm}$$

$$\text{Sagrod} = D + 3 = 4,64 + 3 = 7,64 \text{ mm, Dipakai} = 8 \text{ mm}$$

#### b. Perencanaan Tierod

$$\text{Beban tierod} = T = P_{//} \cdot \cos \alpha \cdot 2$$

$$= 206,526 \cdot \cos 45 \cdot 2 = 292,072 \text{ kg/cm}$$

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

$$D = \sqrt{\frac{T \cdot 4}{0,33 \cdot Fu \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{292,072 \times 4}{0,33 \cdot 3700 \cdot \pi}} = 0,552 \text{ cm}$$

$$\text{Tierod} = 5,52 + 3 = 8,52 \text{ mm, Dipakai} = 10 \text{ mm}$$

#### 4.1.4 Perencanaan Kuda-Kuda

##### 1. Pembebanan dan Gaya Batang Rencana Kuda-kuda

###### a. Kuda-kuda I

###### 1. Beban tetap

- Berat gording = 4,96 kg/m
- Berat eternit = 11 kg/m<sup>2</sup>
- Berat penutup atap = 50 kg/m<sup>2</sup>
- Beban hidup (PPIUG '83) = (40 - 0,8 . 45) = 4 kg/m<sup>2</sup>
- Berat kuda-kuda (taksiran) :

$$\begin{aligned}
 W &= \left( 10 \pm \left( \frac{L-12}{3} \right) . 5 \right) . \text{Jarak kuda-kuda} \\
 &= \left( 10 \pm \left( \frac{8,8-12}{3} \right) . 5 \right) . 3,6 \\
 &= 55,200 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

Beban-beban pada joint :

###### a) P<sub>1</sub> = P<sub>9</sub>

Berat gording	= 4,96 x 3,6	= 17,856 kg
Berat penutup atap	= 50 x 3,6 x ½ 1,131	= 101,79 kg
Beban hidup	= 4 x 3,6 x ½ 1,131	= 8,143 kg
		= 127,789 kg

###### b) P<sub>2</sub> = P<sub>8</sub>

Berat gording	= 4,96 x 3,6	= 17,856 kg
Berat penutup atap	= 50 x 3,6 x ½ (1,131+1,697)	= 254,52 kg
Beban hidup	= 4 x 3,6 x ½ (1,131+1,697)	= 20,362 kg
		= 292,738 kg

###### c) P<sub>3</sub> = P<sub>7</sub> = P<sub>4</sub> = P<sub>6</sub>

Berat gording	= 4,96 x 3,6	= 17,856 kg
Berat penutup atap	= 50 x 3,6 x ½ 1,697	= 305,46 kg
Beban hidup	= 4 x 3,6 x ½ 1,697	= 24,437 kg
		= 347,753 kg

d)  $P_5$ 

Berat gording	$= 2 (4,96 \times 3,6)$	$= 35,712 \text{ kg}$
Berat penutup atap	$= 50 \times 3,6 \times 1,697$	$= 305,46 \text{ kg}$
Beban hidup	$= 4 \times 3,6 \times 1,697$	$= 24,437 \text{ kg}$
		$= 365,609 \text{ kg}$

e)  $P'_1 = P'_9$ 

Berat eternit	$= 11 \times 3,6 \times \frac{1}{2} 0,8$	$= 15,84 \text{ kg}$
Berat kuda-kuda	$= 55,2 \times \frac{1}{2} 0,8$	$= 22,08 \text{ kg}$
		$= 37,921 \text{ kg}$

f)  $P'_2 = P'_8$ 

Berat eternit	$= 11 \times 3,6 \times \frac{1}{2} (0,8+1,442)$	$= 44,392 \text{ kg}$
Berat kuda-kuda	$= 55,2 \times \frac{1}{2} 1,36 \frac{1}{2} (0,8+1,442)$	$= 33,368 \text{ kg}$
		$= 106,271 \text{ kg}$

g)  $P'_3 = P'_4 = P'_5 = P'_6 = P'_7$ 

Berat eternit	$= 11 \times 3,6 \times 1,442$	$= 57,103 \text{ kg}$
Berat kuda-kuda	$= 55,2 \times 1,442$	$= 79,598 \text{ kg}$
		$= 136,701 \text{ kg}$

## 2. Beban Angin

Muatan angin minimum ditetapkan dalam PPIUG 1983 pasal 4.2.1 sama dengan  $25 \text{ kg/m}^2$

Koefisien angin :

- Angin Tekan (Wt)

$$C_1 = 0,02 \alpha - 0,4$$

$$= 0,02 \cdot 45 - 0,4 = 0,5$$

- Angin hisap (Wh)

$$C_2 = -0,4$$

Beban-beban angin

- Angin tekan (Wt)  $= 0,3 \times 25 = 12,5 \text{ kg/m}^2$
- Angin hisap (Wh)  $= -0,4 \times 25 = -10 \text{ kg/m}^2$

a) Angin kiri

$$Wt_1 = 12,5 \times 3,6 \times \frac{1}{2} \times 1,13 = 25,448 \text{ kg}$$

$$Wt_2 = 12,5 \times 3,6 \times \frac{1}{2} (1,131 + 1,697) = 63,63 \text{ kg}$$

$$Wt_3 = Wt_4 = 12,5 \times 3,6 \times \frac{1}{2} \times 1,697 = 76,365 \text{ kg}$$

$$Wt_5 = 12,5 \times 3,6 \times \frac{1}{2} \times 1,697 = 38,183 \text{ kg}$$

$$Wh_1 = -10 \times 3,6 \times \frac{1}{2} \times 1,131 = -20,358 \text{ kg}$$

$$Wh_2 = -10 \times 3,6 \times \frac{1}{2} (1,131 + 1,697) = -50,904 \text{ kg}$$

$$Wh_3 = Wh_4 = -10 \times 3,6 \times 1,697 = -61,092 \text{ kg}$$

$$Wh_5 = -10 \times 3,6 \times \frac{1}{2} \times 1,697 = -30,546 \text{ kg}$$

b) Angin kanan

besar angin kanan sama dengan besar angin kiri.

Analisa rangka menggunakan SAP 2000 dan gambar beban rencana Kuda-kuda dapat dilihat dalam lampiran.

**Tabel 4.2 Beban Rencana Kuda-kuda 1**

No	Letak	Batang	Gaya Batang ( Kg )			Gaya Batang ( Kg )			
			Beban Tetap	B. Angin Kiri	B. Angin Kanan	1.3 B.Tetap	B Tetap+ B A. Kiri	B Tetap + BA Kanan	B Rencana
1	Bawah	9	-165.71	28.8	-35.98	-215.423	-136.91	-201.69	-165.71
2	Bawah	10	-199.16	-393.69	385.06	-258.908	-592.85	185.9	-199.16
3	Bawah	11	1333.56	-545.83	557.4	1733.628	787.73	1890.96	1333.56
4	Bawah	12	1663.24	-544.03	546.22	2162.212	1119.21	2209.46	1663.24
5	Bawah	13	1663.24	-310.39	312.58	2162.212	1352.85	1975.82	1663.24
6	Bawah	14	1333.56	-156.44	168.01	1733.628	1177.12	1501.57	1333.56
7	Bawah	15	-166.16	-43.24	34.61	-216.008	-209.4	-131.55	-166.16
8	Bawah	16	-165.71	-35.98	28.8	-215.423	-201.69	-136.91	-165.71
9	Atas	1	234.35	25.44	-20.36	304.655	259.79	213.99	234.35
10	Atas	2	-1569.2	95.01	-126.43	-2039.96	-1474.19	-1695.63	-1569.2
11	Atas	3	-1957.13	199.8	-235.46	-2544.269	-1757.33	-2192.59	-1957.13
12	Atas	4	-1778.82	323.76	-349.76	-2312.466	-1455.06	-2128.58	-1778.82
13	Atas	5	-1778.82	255.03	-281.02	-2312.466	-1523.79	-2059.84	-1778.82
14	Atas	6	-1957.13	268.53	-304.19	-2544.269	-1688.6	-2261.32	-1957.13
15	Atas	7	-1569.2	209.56	-240.97	-2039.96	-1359.64	-1810.17	-1569.2
16	Atas	8	234.35	-20.36	25.44	304.655	213.99	259.79	234.35
17	Vertikal	17	-1568.04	4.21	-39.01	-2038.452	-1563.83	-1607.05	-1568.04
18	Vertikal	19	-713.5	62.79	-73.99	-927.55	-650.71	-787.49	-713.5
19	Vertikal	21	-137.61	128.09	-120.29	-178.893	-9.52	-257.9	-257.9
20	Vertikal	23	2150.01	-414.67	440.62	2795.013	1735.34	2590.63	2150.01
21	Vertikal	25	-137.61	-1.5	9.3	-178.893	-139.11	-128.31	-139.11
22	Vertikal	27	-713.5	84.39	-95.6	-927.55	-629.11	-809.1	-713.5
23	Vertikal	29	-1568.04	198.57	-233.37	-2038.452	-1369.47	-1801.41	-1568.04



Lanjutan Tabel 4.2

24	Diagonal	18	1275.3	-94.19	110.99	1657.89	1181.11	1386.29	1275.3
25	Diagonal	20	289.15	-135.02	126.8	375.895	154.13	415.95	289.15
26	Diagonal	22	-151.54	-170.25	149.05	-197.002	-321.79	-2.49	-151.54
27	Diagonal	24	-151.54	63.39	-84.59	-197.002	-88.15	-236.13	-151.54
28	Diagonal	26	289.15	1.59	-9.81	375.895	290.74	279.34	289.15
29	Diagonal	28	1275.3	-126.59	143.39	1657.89	1148.71	1418.69	1275.3

Syarat :

a. 30 % beban tetap > beban angin (angin kanan + angin kiri)

s→ Beban rencana = beban tetap.

b. 30 % beban tetap < beban angin (angin kanan + angin kiri)

→ Beban rencana = beban tetap + beban angin

## 2. Perencanaan Profil

### a. Kuda-kuda 1

#### 1. Batang Bawah

##### • Batang Tarik

• Gaya tarik (P) maksimal = 1663,24 kg

• Panjang batang (L) = 1,442 m = 144,2 cm

$$F_y = 2500 \text{ Kg/cm}^2 \quad F_u = 3700 \text{ Kg/cm}^2$$

• Syarat batang tarik :

$$\frac{L}{r} \leq 240 \text{ s/d } 300 \quad \Rightarrow \quad r_{\min} = \frac{L}{240} = \frac{144,2}{240} = 0,601 \text{ cm}$$

• Luas tampang perlu :

$$A_{g1} = \frac{T}{0,6 \cdot F_y} = \frac{1663,24}{0,6 \cdot 2500} = 1,1088 \text{ cm}^2$$

$$A_{g2} = \frac{T}{0,5 \cdot F_u \cdot 0,85} + \left( \frac{1''}{8} + \phi_{baut} \right) \cdot t_p \cdot n$$

$$= \frac{1663,24}{0,5 \cdot 3700 \cdot 0,85} + \left( \frac{1''}{8} + \frac{1''}{2} \right) \cdot 3/8'' \cdot 2 = 2,2483 \text{ cm}^2$$

⇒ Profil L 50x50x5

$$A = 4,80 \text{ cm}^2 ; W = 3,77 \text{ Kg/m} ; r = 1,51 \text{ cm}$$

Dicoba Profil 2L 50x50x5

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

$$A_{lubang} = \left( \frac{1''}{8} + \phi_{baut} \right) \cdot t_p \cdot n = \left( \frac{1''}{8} + \frac{1''}{2} \right) \cdot 3/8'' \cdot 2 = 0,469'' = 1,1906 \text{ cm}^2$$

$$A_{netto} = A_{bruto} - A_{lubang} = 9,60 \text{ cm}^2 - 1,1906 \text{ cm}^2$$

$$= 8,4094 \text{ cm}^2$$

$$A_{effektif} = 0,75 \cdot A_{netto} = 0,75 \times 8,4054 = 6,3071 \text{ cm}^2$$

Kontrol tegangan :

$$\circ \frac{T}{A_{profil}} \leq 0,6 \cdot F_y \Rightarrow \frac{1663,24}{9,60} \leq 0,6 \cdot 2500$$

$$173,2542 \text{ Kg/cm}^2 \leq 1500 \text{ Kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{Ok}$$

$$\circ \frac{T}{A_{effektif}} \leq 0,5 \cdot F_u \Rightarrow \frac{1663,24}{6,3071} \leq 0,5 \cdot 3700$$

$$263,7092 \text{ kg/cm}^2 \leq 1850 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{Ok}$$

⇒ Profil yang digunakan 2L 50x50x5

• Batang Tekan

• Gaya tekan (P) maksimal = -199,15 Kg

- Panjang batang ( $L$ ) = 1,442 m = 144,2 cm

$$F_y = 2500 \text{ Kg/cm}^2 \quad F_u = 3700 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E = 2,1 \times 10^6 \text{ Mpa} \quad K = 1 \text{ (sendi - sendi)}$$

- Syarat batang tekan :

$$\frac{KL}{r} \leq 200 \Rightarrow r_{\min} = \frac{KL}{200} = \frac{144,2}{200} = 0,721 \text{ cm}$$

$\Rightarrow$  Profil L 50x50x5

$$A = 4,80 \text{ cm}^2 ; r = 1,51 \text{ cm}$$

$$W = 3,77 \text{ Kg/m}$$

$$I_x = I_y = 11,0 \text{ cm}^4 \quad i_x = i_y = 1,51 \text{ cm} \quad e = 1,40$$

$$x = e + \frac{1}{2} \cdot t_p = 1,40 + \frac{1}{2} \cdot 1 = 1,90 \text{ cm}$$

$$\text{Dicoba Profil 2L 50x50x5 dengan luas} = 2 \times 4,8 = 9,60 \text{ cm}^2$$

$$I_{x.gab} = 2 \times 11,0 = 22 \text{ cm}^4$$

$$I_{y.gab} = I_y + 2 A \cdot x^2 = 22 + 2 \cdot 4,8 \cdot 1,9^2 = 40,24 \text{ cm}^4$$

$$i_{x.gab} = \sqrt{\frac{I_{x.gab}}{2A}} = \sqrt{\frac{22}{9,6}} = 1,51 \text{ cm}$$

$$i_{y.gab} = \sqrt{\frac{I_{y.gab}}{2A}} = \sqrt{\frac{40,24}{9,60}} = 2,05 \text{ cm}$$

$$r = 1,51 \text{ cm} \geq r_{\min} = 0,721 \text{ cm} \rightarrow \text{dipakai } r = i_{x.gab} = 1,51 \text{ cm}$$

Syarat :

$$\frac{KL}{r} \leq C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 \cdot E}{F_y}} = \frac{6400}{\sqrt{F_y}} \Rightarrow \frac{1.144,2}{1,51} \leq \frac{6400}{\sqrt{2500}}$$

$$95,497 \leq 128$$

sehingga digunakan rumus :

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

$$= \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \cdot \frac{95,497}{128} - \frac{1}{8} \cdot \frac{(95,497)^3}{(128)^3} = 1,894$$

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

$$= \frac{2500}{1,894} \left( 1 - \frac{(95,497)^2}{2 \cdot (128)^2} \right) = 952,334 \text{ kg/cm}^2$$

Kontrol kapasitas :

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

$$= 952,334 \cdot 9,60 > 199,15 \text{ kg}$$

$$= 9142,4064 \text{ kg} > 199,15 \text{ kg} \dots \dots \dots \text{Ok}$$

⇒ Profil yang digunakan 2L 50x50x5

**Tabel 4.3 Perencanaan Dimensi Batang kuda-kuda 1**

Batang Tarik	Btg Atas	Btg Bawah	Btg Vertikal	Btg Diagonal
Gaya tarik maksimal (P)	234.35	1663.24	2150.01	1275.3
Panjang Batang Maks	113.1	144.2	200	120
Fy	2500	2500	2500	2500
Fu	3700	3700	3700	3700
r min	0.47125	0.6008333	0.83333333	0.5
Alubang	1.1906	1.1906	1.1906	1.1906
Ag1	0.156232	1.1088	1.43334267	0.8502
Ag2	1.339629	2.2483	2.55785851	2.00160159
Dicoba profil 2L 50x50x5				
A	4.8	4.8	4.8	4.8
r	1.51	1.51	1.51	1.51
W	3.77	3.77	3.77	3.77
Abruto	9.6	9.6	9.6	9.6

Lanjutan Tabel 4.3

Anetto	8.4094	8.4094	8.4094	8.4094
Aeffektif	7.14799	7.14799	7.14799	7.14799
Kontrol Tegangan:				
T/Aprofil	24.41125	230.15198	223.959792	132.84375
0.6 fy	1500	1500	1500	1500
T/Aprofil < 0,6 Fy	Aman	Aman	Aman	Aman
T/Aeffektif	32.78516	309.10214	300.785815	178.4137918
0,5.Fu	1850	1850	1850	1850
T/Aeffektif < 0.5Fu	Aman	Aman	Aman	Aman

Batang Tekan	Btg Atas	Btg Bawah	Btg Vertikal	Btg Diagonal
Gaya tekan maksimal(P)	1957,13	199,16	1568.04	151,54
Panjang Batang Maks	169.7	144.2	80	144.2
Fy	2500	2500	2500	2500
Fu	3700	3700	3700	3700
E	2100000	2100000	2100000	2100000
K (Sendi - Sendi)	1	1	1	1
r min	0.8485	0.721	0.4	0.721
Dicoba Profil 2L 50x50x5				
A	4.8	4.8	4.8	4.8
r	1.51	1.51	1.51	1.51
W	3.77	3.77	3.77	3.77
lx=ly	11	11	11	11
ix=iy	1.51	1.51	1.51	1.51
e	1.4	1.4	1.4	1.4
tp	1	1	1	1
x	1.9	1.9	1.9	1.9
lx gabungan	22	22	22	22
ly gabungan	40.24	40.24	40.24	40.24
ix gabungan	1.513825	1.5138252	1.51382518	1.513825177
iy gabungan	2.047356	2.047356	2.04735602	2.047356019
Dipakai r	1.51	1.51	1.51	1.51
Syarat :				
K.L / r	112.3841	95.496689	52.9801325	95.49668874
Cc	128	128	128	128
	K.L/r < Cc	K.L/r < Cc	K.L/r < Cc	K.L/r > Cc
Fs	1.911312	1.8945328	1.81301811	-
Fa	803.8421	952.33419	1260.79874	1185.757347
Kontrol kapasitas				
P	7716.884	9142.4082	12103.6679	11383.27053
P > P terjadi	Aman	Aman	Aman	Aman

**Kontrol berat kuda-kuda :****Tabel 4.4 Profil terpakai dan berat profil terpakai**

Batang	Profil (mm)	Berat Profil (kg/m)	Panjang (m)	Berat (kg)
Batang Atas	2L 50x50x5	2 x 3,77 = 7,54	12,445	93,835
Batang Bawah	2L 50x50x5	2 x 3,77 = 7,54	10,253	77,308
Batang Vertikal	2L 50x50x5	2 x 3,77 = 7,54	9,200	69,368
Batang Diagonal	2L 50x50x5	2 x 3,77 = 7,54	7,814	58,918
				299,429

- Berat total kuda-kuda = 299,429 kg
- Berat baut, plat sambung  $\varnothing$  baut = (20% . berat total kuda-kuda) = 59,886 kg

Jumlah ( $\Sigma$ ) = B. total kuda-kuda + 20% . B total kuda-kuda

$$= 299,429 \text{ kg} + 59,886 \text{ kg} = \underline{359,315 \text{ kg}}$$

- Panjang rangka kuda-kuda = L = 8,8 m

$$\frac{\Sigma}{L} < \text{Berat taksiran kuda-kuda}$$

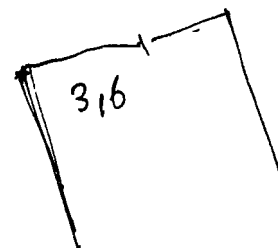
$$\frac{359,315}{8,8} < 55,2 \text{ kg/m}$$

$$40,831 \text{ kg/m} < 55,2 \text{ kg/m} \dots \dots \dots \text{Ok}$$

Perencanaan profil untuk jenis kuda-kuda yang lain di tabelkan.

$$g = \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

40,831



#### 4.1.5 Perencanaan Pelat Kuda-kuda 1

$$P = 1784,78 \text{ kg}; f'_c = 25 \text{ Mpa} = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{\text{perlu}} = \frac{P}{0,33 \cdot f'_c} = \frac{1784,78}{0,33 \cdot 250} = 21,634 \text{ cm}^2$$

Diambil ukuran pelat :  $15 \times 20 = 300 \text{ cm}^2 > A_{\text{perlu}}$

$$q = \frac{P}{B \times L} = \frac{1784,78 \times 1}{15 \times 20} = 5,949 \text{ kg/cm}$$

$$x = \frac{20 - (5 + 1 + 5)}{2} = 4,5 \text{ cm}$$

$$M = \frac{1}{2} \cdot q \cdot x^2 = \frac{1}{2} \cdot 8,622,4,5^2 = 87,298 \text{ kg.cm}$$

Syarat :

$$0,6 F_y = \frac{M}{1/6 \cdot l \cdot t_p^2}$$

$$t_p = \sqrt{\frac{10M}{F_y}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 87,298}{2500}} = 0,591 \text{ cm} \approx 1 \text{ cm}$$

Sehingga dipakai pelat dengan tebal 1 cm

Pelat kuda-kuda berukuran :  $15 \times 20 \times 1$

#### 4.1.6 Perencanaan dukungan arah lateral

Diketahui :

$$L_b = \text{jarak antar gording} = 1,7 \text{ m}$$

$$L_c = \text{jarak antar kuda-kuda} = 3,6 \text{ m}$$

$$L = \sqrt{L_b^2 + L_c^2} = \sqrt{(1,7)^2 + (3,6)^2} = 3,981 \text{ m}$$

Syarat :  $L/r \leq 300$  sehingga :

$$r \text{ min} \geq \frac{L}{300} = \frac{3,981\text{m}}{300} = \frac{398,1\text{cm}}{300} = 1,327 \text{ cm}$$

Keterangan :

1.  $L \leq 3 \text{ m}$  → dipakai baja tulangan  $\varnothing 12 \text{ mm}$
2.  $L \geq 5 \text{ m}$  → dipakai baja tulangan  $\varnothing 19 \text{ mm}$
3.  $3 \text{ m} < L = 3,981 \text{ m} \leq 5 \text{ m}$  → dipakai baja tulangan  $\varnothing 16 \text{ mm}$

⇒ Sehingga dipakai baja tulangan  $\varnothing 16 \text{ mm} > r \text{ min} = 1,327 \text{ cm}$  .....Ok

#### 4.1.7 Perencanaan Sambungan

Dalam perencanaan sambungan pada tiap joint menggunakan baut  $\phi \frac{1}{2}$ " (1,27 cm), dan pelat baja BJ 37 ( $F_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$ ,  $F_u = 3700 \text{ kg/cm}^2$ ) dengan tebal 0,8 cm. Baut yang digunakan adalah A325x ( baut non full drat ), dengan kekuatan ultimit ( $F_u$ ) =  $8250 \text{ kg/cm}^2$ ,  $F_v = 2050 \text{ kg/cm}^2$

Sehingga didapat kekuatan 1 baut untuk menahan gaya adalah :

$$P_{\text{tumpu}} = \text{Tebal pelat} \cdot \phi \text{ baut} \cdot 1,2 F_u \text{ pelat} \cdot n$$

$$= 0,8 \cdot 1,27 \cdot 1,2 \cdot 3700 \cdot 1 = 4511,04 \text{ kg}$$

$$P_{\text{geser}} = \text{Abaut} \cdot 0,22 \cdot F_u \cdot 2n$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 1,27^2 \cdot 0,22 \cdot 8250 \cdot 2 \cdot 1 = 4598,3704 \text{ kg}$$

dipakai P yang kecil yaitu  $P = 4511,04 \text{ kg}$

Jarak penggunaan baut  $1/2$ "

- Jarak baut ke tepi ( min 1,5 D),

$$1,5 D = 1,5 \times 1,27 = 1,905 \sim 3 \text{ cm}$$

- Jarak antar baut ( 3D )

$$3D = 3 \times 1,27 = 3,81 \sim 5 \text{ cm}$$



Perhitungan jumlah baut untuk masing-masing joint adalah sebagai berikut :

Rangka Kuda-kuda I

1. Joint 1

Batang Atas 1 ( tarik )

$$P = 234,35 \text{ kg}$$

$$n = \frac{234,35}{4511,04} = 0,056$$

diambil jumlah minimal baut = 2 buah

Batang Bawah 16 ( tekan )

$$P = 165,71 \text{ kg}$$

$$n = \frac{165,71}{4511,04} = 0,037 \text{ , diambil jumlah minimal baut 2 buah}$$

2. Joint 2

Batang Atas 1 ( tarik )

$$P = 234,35 \text{ kg}$$

$$n = \frac{234,35}{4511,04} = 0,056$$

diambil jumlah minimal baut = 2 buah

Batang Atas 2 ( tekan )

$$P = 1569,2 \text{ kg}$$

$$n = \frac{1569,2}{4511,04} = 0,348 \text{ ; diambil jumlah minimal baut 2 buah}$$

Batang Vertikal 17 (desak)

$$P = 1568,04 \text{ kg}$$

$$n = \frac{1568,04}{4511,04} = 0,347 \text{ ; diambil jumlah minimal baut 2 buah}$$

Batang Diagonal 18 ( tarik )

$$P = 1275,3 \text{ kg}$$

$$n = \frac{1275,3}{4511,04} = 0,283 \text{ , diambil jumlah minimal baut 2 buah}$$

Untuk sambungan pada joint berikutnya, dengan perhitungan yang sama didapat jumlah baut yang sama pula yaitu 2 buah, karena gaya-gaya batang yang terjadi kurang dari kekuatan 1 baut untuk menahan gaya (= 4511,04 kg). Perhitungan baut meliputi setengah bentang rangka kuda-kuda untuk mewakili perhitungan satu bentang.

**Tabel 4.5 Jumlah baut tiap elemen**

Joint	Elemen/Batang	Jumlah Baut
1	1	2 Buah
	16	2 Buah
2	1	2 Buah
	2	2 Buah
	17	2 Buah
	18	2 Buah
3	2	2 Buah
	3	2 Buah
	19	2 Buah
	20	2 Buah
4	3	2 Buah
	4	2 Buah
	21	2 Buah
	22	2 Buah
5	4	2 Buah
	5	2 Buah
	23	2 Buah
13	12	2 Buah
	13	2 Buah
	22	2 Buah
	23	2 Buah
	23	2 Buah
14	13	2 Buah
	14	2 Buah
	20	2 Buah
	21	2 Buah
15	14	2 Buah
	15	2 Buah
	18	2 Buah
	19	2 Buah
16	15	2 Buah
	16	2 Buah
	17	2 Buah

## 4.2 PERENCANAAN PELAT LANTAI, PELAT ATAP DAN PELAT TALANG = PELAT LOUVRE

### 4.2.1 PEMBEBANAN PELAT LANTAI

- Beban mati pelat lantai :

1. berat sendiri pelat (perkiraan)	: 0,12 x 24 = 2,88 KN/m <sup>2</sup>
2. pasir (tebal 5 cm)	: 0,05 x 16 = 0,80 KN/m <sup>2</sup>
3. spesi (tebal 3 cm)	: 0,03 x 21 = 0,63 KN/m <sup>2</sup>
4. keramik	: 0,01 x 20 = 0,20 KN/m <sup>2</sup> +
<hr/>	
beban mati total (qD)	= 4,51 KN/m <sup>2</sup>

- Beban hidup pelat lantai :

Gedung ini berfungsi sebagai kantor dan ruang kuliah, sehingga beban hidup (qL) sebesar 250 kg/cm<sup>2</sup> atau 2,5 KN/m<sup>2</sup>, sedangkan untuk pelat selasar sebesar 300 kg/cm<sup>2</sup> atau 3 KN/m<sup>2</sup> (PPIUG, 1983 tabel 3.1, halaman 17).

- Kombinasi Pembebanan (SK SNI T-15-1991-03, Pasal 3.2.2)

$$q_{U_{\text{lantai}}} = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL = 1,2 \cdot 4,51 + 1,6 \cdot 2,5 = 9,412 \text{ KNm}$$

$$q_{U_{\text{selasar}}} = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL = 1,2 \cdot 4,51 + 1,6 \cdot 3 = 10,510 \text{ KNm}$$

### TINGGI MANFAAT PELAT

- Digunakan tulangan pokok  $\varnothing$  8 mm
- Penutup beton digunakan : Pb = 20 mm

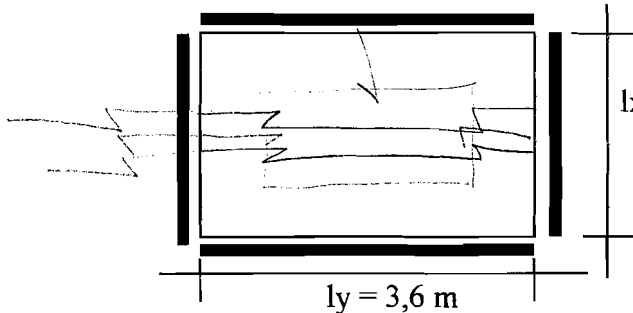
Tinggi manfaat tulangan pelat :

1. Arah lapangan – x :  $dx = h - Pb - \frac{1}{2}\varnothing_{\text{tul.x}}$   
 $= 120 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 8 = 96 \text{ mm}$
2. Arah lapangan – y :  $dy = h - Pb - \varnothing_{\text{tul.x}} - \frac{1}{2}\varnothing_{\text{tul.y}}$   
 $= 120 - 20 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 8 = 88 \text{ mm}$
3. Arah tumpuan – x dan y : 96 mm

$$m \times \frac{10^3 \text{ N}}{m^2} = 10^3 \text{ N}$$

#### 4.2.1.1 PERENCANAAN PELAT LANTAI TIPE I (SELASAR)

- Pelat dianggap terjepit elastis pada keempat sisinya.



$$l_x = 2,5 \text{ m} \quad \frac{l_y}{l_x} = \frac{3,60}{2,50} = 1,44 \quad \longrightarrow$$

dihitung sebagai pelat dua (2) arah

Koefisien momen Tabel 13.3.2, halaman 203 PBBI 1971 NI-2.

KOEF. MOMEN PELAT (C)	1,4	1,44	1,5
$M_{lx} = -M_{tx}$	53	54,2	56
$M_{ly}$	38	37,6	37
$-M_{ty}$	38	37,6	37

Untuk nilai koefisien momen pelat (C) diantara yang tercantum pada tabel, nilainya diperoleh dengan cara interpolasi linier, sebagai berikut ini :

$$x = \frac{53.0,060 + 56.0,040}{0,1} = 54,20$$

$$y = \frac{37.0,040 + 38.0,060}{0,1} = 37,60$$

- Momen-momen yang bekerja pada pelat :

$$M_u = 0,001 \cdot qU \cdot l_x^2 \cdot C$$

$$M_{ulx} = -M_{utx} = 0,001 \cdot 10,510 \cdot 2,5^2 \cdot 54,2 = 3,5603 \text{ KNm}$$

$$M_{uly} = -M_{uty} = 0,001 \cdot 10,510 \cdot 2,5^2 \cdot 37,6 = 2,4699 \text{ KNm}$$

Diperkirakan balok tepi pelat mempunyai lebar,  $b = 300 \text{ mm}$ .

$$\text{maka : } l_{nx} = 2500 - 300 = 2200 \text{ mm}$$

$$l_{ny} = 3600 - 300 = 3300 \text{ mm}$$

perbandingan bentang bersih sisi panjang dan pendek :

$$\beta = \frac{l_{ny}}{l_{nx}} = \frac{3300}{2200} = 1,5$$

sehingga tebal pelat tidak boleh kurang dari :

$$h = \frac{\ln.(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 9.\beta} = \frac{2500.(0,8 + \frac{240}{1500})}{36 + 9.1,5} = 48,4848 \text{ mm}$$

tetapi tidak perlu lebih besar sama dengan dari :

$$h = \frac{\ln.(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36} = \frac{2500.(0,8 + \frac{240}{1500})}{36} = 66,6667 \text{ mm}$$

$48,4848 \text{ mm} \leq h \leq 66,6667 \text{ mm}$ , **dipakai  $h = 120 \text{ mm}$ .**

• **PERENCANAAN TULANGAN ARAH  $Mu_x$  dan  $Mu_y$**

$$M_{u_x} = - M_{u_y} = 3,5603 \text{ KNm}$$

$$\frac{M_u}{\phi} = \frac{3,5603}{0,8} = 4,4504 \text{ KNm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85.f'_c} = \frac{240}{0,85.25} = 11,2941$$

Koefisien ketahanan ( $R_n$ ), diambil nilai  $b$  tiap 1000 mm :

$$R_n = \frac{M_u/\phi}{b.d^2} = \frac{4,4504.10^6}{1000.96^2} = 0,4829 \text{ MPa}$$

Rasio Tulangan :

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$\rho_b = \frac{0,85.f'_c.\beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y} = \frac{0,85.25.0,85 \left( \frac{600}{600 + 240} \right)}{240} = 0,0538$$

$$\rho_{\max} = 0,75. \rho_b = 0,75. 0,0538 = 0,0404$$

$$\rho_{\text{aktual}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m.R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{11,2941} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.11,2941.0,4829}{240}} \right) = 0,0020 < \rho_{\max} = 0,0404$$

$$< \rho_{\min} = 0,00583$$

$$1,33 \cdot \rho_{\text{aktual}} = 1,33 \cdot 0,0020$$

$$= 0,0027 < \rho_{\text{min}} = 0,00583, \text{ sehingga dipakai : } \rho_{\text{pakai}} = 0,0027$$

$$A_{s_{\text{ada}}} = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0027 \cdot 1000 \cdot 96 = 259,2000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{tul susut}}} = 0,002 \cdot b \cdot h$$

$$= 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240,0000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{ada}}} > A_{s_{\text{tul susut}}} \longrightarrow A_{s_{\text{pakai}}} = 259,2000 \text{ mm}^2$$

- Digunakan tulangan  $\varnothing 8$  mm, sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$A_{1\varnothing} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,2400 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antar tulangan : } s \leq \frac{A_{1\varnothing} \cdot b}{A_{s_{\text{ada}}}}$$

$$= \frac{50,2400 \cdot 1000}{259,2000}$$

$$= 193,827 \text{ mm} \approx 180 \text{ mm}$$

$$s \leq 2h = 2 \cdot 120 = 240 \text{ mm}$$

$$s \leq 250 \text{ mm}$$

### **DIPAKAI TULANGAN POKOK : P8 – 180 mm**

$$A_{s_{\text{aktual}}} = \frac{A_{1\varnothing} \cdot 1000}{s} = \frac{50,2400 \cdot 1000}{180} = 279,1111 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{ada}}} = 240,0000 \text{ mm}^2$$

- **Kontrol Kapasitas Lentur Pelat (arah -Mlx dan Mtx) :**

$$a = \frac{A_{s_{\text{aktual}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} = \frac{279,1111 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 3,1523 \text{ mm}$$

$$M_n = A_{s_{\text{aktual}}} \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2}) = 279,1111 \cdot 240 (96 - \frac{3,1523}{2})$$

$$= 6,3251 \text{ KNm} \geq 1,33 \frac{M_u}{\phi} = 5,9192 \text{ KNm...OK!}$$

- **PERENCANAAN TULANGAN ARAH Mu,ly**

$$M_{u,y} = 2,4699 \text{ KNm}$$

$$\frac{M_u}{\phi} = \frac{2,4699}{0,8} = 3,0874 \text{ KNm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2941$$

Koefisien ketahanan (Rn), diambil nilai b tiap 1000 mm :

$$R_n = \frac{Mu/\phi}{b \cdot d^2} = \frac{3,0874 \cdot 10^6}{1000 \cdot 88^2} = 0,3987 \text{ MPa}$$

Rasio Tulangan :

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y} = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 240} \right)}{240} = 0,0538$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0538 = 0,0404$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{aktual}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,2941} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 0,3987}{240}} \right) = 0,0017 < \rho_{\max} = 0,0404 \\ &< \rho_{\min} = 0,00583 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1,33 \cdot \rho_{\text{aktual}} &= 1,33 \cdot 0,0017 \\ &= 0,0023 < \rho_{\min} = 0,00583, \text{ sehingga dipakai : } \rho_{\text{pakai}} = 0,0023 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{s_{\text{ada}}} &= \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0023 \cdot 1000 \cdot 88 = 202,4000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{s_{\text{tul susut}}} &= 0,002 \cdot b \cdot h \\ &= 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240,0000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s_{\text{ada}}} < A_{s_{\text{tul susut}}} \longrightarrow A_{s_{\text{pakai}}} = 240,0000 \text{ mm}^2$$

- Digunakan tulangan  $\varnothing 8$  mm, sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$A_{1\varnothing} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,2400 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar tulangan : } s &\leq \frac{A_{\theta 1} \cdot b}{A_{s_{ada}}} \\ &= \frac{50,2400 \cdot 1000}{240,0000} \\ &= 209,3333 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm} \\ s &\leq 2h = 2 \cdot 120 = 240 \text{ mm} \\ s &\leq 250 \text{ mm} \end{aligned}$$

**DIPAKAI TULANGAN POKOK : P8 – 200 mm**

$$A_{s_{aktual}} = \frac{A_{\theta 1} \cdot 1000}{s} = \frac{50,2400 \cdot 1000}{200} = 251,2000 \text{ mm}^2 > A_{s_{ada}} = 240,0000 \text{ mm}^2$$

• **Kontrol Kapasitas Lentur Pelat (arah-Mly) :**

$$a = \frac{A_{s_{aktual}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{251,2000 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 2,8371 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_{s_{aktual}} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = 251,2000 \cdot 240 \left(88 - \frac{2,8371}{2}\right) \\ &= 5,2198 \text{ KNm} \geq 1,33 \frac{M_u}{\phi} = 4,1062 \text{ KNm...OK!} \end{aligned}$$

• **PERENCANAAN TULANGAN ARAH Mu,ty**

- Muty = 2,4699KNm

$$\frac{M_u}{\phi} = \frac{2,4699}{0,8} = 3,0874 \text{ KNm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2941$$

Koefisien ketahanan (Rn), diambil nilai b tiap 1000 mm :

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{3,0874 \cdot 10^6}{1000 \cdot 96^2} = 0,3350 \text{ MPa}$$

Rasio Tulangan :

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{240} \cdot \left(\frac{600}{600 + 240}\right) = 0,0538$$



$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0538 = 0,0538$$

$$\rho_{\text{aktual}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{11,2941} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 0,3350}{240}} \right) = 0,0014 < \rho_{\text{maks}} = 0,0452$$

$$< \rho_{\text{min}} = 0,00583$$

$$1,33 \cdot \rho_{\text{aktual}} = 1,33 \cdot 0,0014$$

$$= 0,0019 < \rho_{\text{min}} = 0,00583, \text{ sehingga dipakai : } \rho_{\text{pakai}} = 0,0019$$

$$A_{s_{\text{ada}}} = \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0019 \cdot 1000 \cdot 96 = 182,4000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{tul susut}}} = 0,002 \cdot b \cdot h$$

$$= 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240,0000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{ada}}} < A_{s_{\text{tul susut}}} \longrightarrow A_{s_{\text{pakai}}} = 240,0000 \text{ mm}^2$$

- Digunakan tulangan  $\varnothing 8$  mm, sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$A_{1\varnothing} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,2400 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antar tulangan : } s \leq \frac{A_{\varnothing 1} \cdot b}{A_{s_{\text{ada}}}}$$

$$= \frac{50,2400 \cdot 1000}{240,0000}$$

$$= 209,3333 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm}$$

$$s \leq 2h = 2 \cdot 120 = 240 \text{ mm}$$

$$s \leq 250 \text{ mm}$$

#### **DIPAKAI TULANGAN POKOK : P8 – 200 mm**

$$A_{s_{\text{aktual}}} = \frac{A_{1\varnothing} \cdot 1000}{s} = \frac{50,2400 \cdot 1000}{200} = 251,2000 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{ada}}} = 240,0000 \text{ mm}^2$$

- **Kontrol Kapasitas Lentur Pelat (arah -Mlx dan Mtx) :**

$$a = \frac{A_{s_{\text{aktual}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f \cdot c \cdot b} = \frac{251,2000 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 2,8371 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= A_{s_{\text{aktual}}} \cdot f_y \cdot (d - a/2) = 251,2000 \cdot 240 (96 - 2,8371/2) \\
 &= 5,7021 \text{KNm} \geq 1,33 \frac{M_u}{\phi} = 3,6772 \text{KNm} \dots \text{OK!}
 \end{aligned}$$

• **PERENCANAAN TULANGAN BAGI PELAT LANTAI**

$$\begin{aligned}
 A_{s_{\text{bagi}}} &= 0,002 \cdot b \cdot h \\
 &= 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Digunakan tulangan bagi  $\varnothing 8$  mm, sehingga luas tampang 1 tulangan polos :

$$A_{1\varnothing} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,24 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak antar tulangan pokok : } s &\leq \frac{A_{\varnothing 1} \cdot b}{A_{s_{\text{bagi}}}} \\
 &= \frac{50,24 \cdot 1000}{240} = 209,3333 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

**DIPAKAI TULANGAN BAGI : P8 – 200 mm**

**TABEL 4.6 PERENCANAAN PELAT LANTAI TIPE I**  
**(SELASAR)**

	Mulx	Mutx	Muly	Muty
Mu (KNm)	3.5603	3.5603	2.4699	2.4699
Mu/φ (KNm)	4.4504	4.4504	3.0874	3.0874
d (mm)	96	96	88	96
m	11.2941	11.2941	11.2941	11.2941
Rn (MPa)	0.4829	0.4829	0.3987	0.3350
ρ <sub>min</sub>	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583
ρ <sub>b</sub>	0.0538	0.0538	0.0538	0.0538
ρ <sub>maks</sub>	0.0404	0.0404	0.0404	0.0404
ρ <sub>aktual</sub>	0.00204	0.00204	0.00168	0.00141
1.33 ρ <sub>aktual</sub>	0.00271	0.00271	0.00223	0.00187
ρ <sub>pakai</sub>	0.0027	0.0027	0.0022	0.0019
As ada (mm <sup>2</sup> )	259.2000	259.2000	193.6000	182.4000
Aspakai (mm <sup>2</sup> )	259.2000	259.2000	240.0000	240.0000
dtul.pokok (mm)	8	8	8	8
A1d.pokok (mm <sup>2</sup> )	50.2400	50.2400	50.2400	50.2400
s (mm)	193.8272	193.8272	209.3333	209.3333
s pakai (mm)	180	180	200	200
As aktual (mm <sup>2</sup> )	279.1111	279.1111	392.6990	392.6990
a (mm)	2.8146	2.8146	3.9600	3.9600
Mn (KNm)	6.3365	6.3365	8.1072	8.8612
1.33Mu/φ (KNm)	5.9190	5.9190	4.1062	4.1062
Kontrol	AMAN	AMAN	AMAN	AMAN
Tul. Pokok	P8-180	P8-180	P8-200	P8-200
As bagi (mm <sup>2</sup> )		240		240
dtul.bagi (mm)		8		8
A1d.bagi (mm <sup>2</sup> )		50.24		50.24
x (mm)		209.3333		209.3333
xpakai (mm)		200		200
Tul. Bagi		P8-200		P8-200

#### 4.2.2 PEMBEBANAN PELAT ATAP

- Beban mati pelat atap :

$$1. \text{ berat sendiri pelat (perkiraan) : } 0,10 \times 24 = 2,40 \text{ KN/m}^2$$

$$2. \text{ lapisan kedap air/aspal (tebal 3 cm) : } 0,03 \times 22 = 0,66 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{beban mati total (qD) } = 3,06 \text{ KN/m}^2$$

- Beban hidup pelat :

Pada pelat atap terdapat beban berupa hidup pekerja atau air hujan (qL) sebesar  $100 \text{ kg/cm}^2$  atau  $1 \text{ KN/m}^2$  (PPIUG, 1983 tabel 3.1, halaman 17).

- Kombinasi Pembebanan (SK SNI T-15-1991-03, Pasal 3.2.2)

$$qU = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL = 1,2 \cdot 3,06 + 1,6 \cdot 1,0 = 5,272 \text{ KN/m}^2$$

#### TINGGI MANFAAT PELAT

- Digunakan tulangan pokok  $\varnothing 8 \text{ mm}$
- Penutup beton digunakan :  $P_b = 30 \text{ mm}$

Tinggi manfaat tulangan pelat :

$$1. \text{ Arah lapangan - x : } dx = h - P_b - \frac{1}{2}\varnothing_{tul.x}$$

$$= 100 - 30 - \frac{1}{2} \cdot 8 = 66 \text{ mm}$$

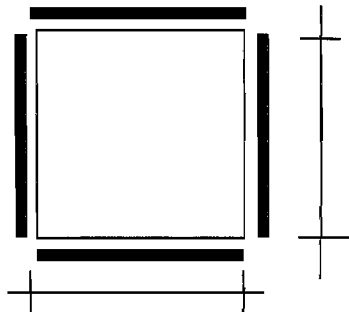
$$2. \text{ Arah lapangan - y : } dy = h - P_b - \varnothing_{tul.x} - \frac{1}{2}\varnothing_{tul.y}$$

$$= 100 - 30 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 8 = 58 \text{ mm}$$

$$3. \text{ Arah tumpuan - x dan y : } 66 \text{ mm}$$

### 4.2.2.1 PERENCANAAN PELAT ATAP

- Pelat dianggap terjepit elastis pada keempat sisinya.



$$l_x = 3,6 \text{ m} \quad \frac{l_y}{l_x} = \frac{3,60}{3,60} = 1,0 \quad \longrightarrow$$

dihitung sebagai pelat dua (2) arah

$$l_y = 3,6 \text{ m}$$

Koefisien momen Tabel 13.3.2, halaman 203 PBB1 1971 NI-2.

KOEF. MOMEN PELAT (C)	1,0
$M_{lx} = -M_{tx}$	36
$M_{ly}$	36
$-M_{ty}$	36

- Momen-momen yang bekerja pada pelat :

$$M_u = 0,001 \cdot qU \cdot l_x^2 \cdot C$$

$$M_{ulx} = -M_{ultx} = 0,001 \cdot 5,272 \cdot 1,8^2 \cdot 36 = 0,6149 \text{ KNm}$$

$$M_{uly} = -M_{ulty} = 0,001 \cdot 5,272 \cdot 1,8^2 \cdot 36 = 0,6149 \text{ KNm}$$

Diperkirakan balok tepi pelat mempunyai lebar,  $b = 200 \text{ mm}$ .

maka :  $l_{nx} = 1800 - 200 = 1500 \text{ mm}$

$$l_{ny} = 3600 - 200 = 3400 \text{ mm}$$

perbandingan bentang bersih sisi panjang dan pendek :

$$\beta = \frac{l_{ny}}{l_{nx}} = \frac{3400}{1500} = 2,2667$$

sehingga tebal pelat tidak boleh kurang dari :

$$h = \frac{l_n \cdot (0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 9 \cdot \beta} = \frac{1800 \cdot (0,8 + \frac{240}{1500})}{36 + 9 \cdot 2,2667} = 30,6381 \text{ mm}$$

tetapi tidak boleh lebih besar sama dengan dari :

$$h = \frac{\ln.(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36} = \frac{1800.(0,8 + \frac{240}{1500})}{36} = 48,0000 \text{ mm}$$

30,6381 mm  $\leq$  h  $\leq$  48,0000 mm, **dipakai h = 100 mm.**

• **PERENCANAAN TULANGAN ARAH Mu,lx dan Mu,tx**

Mulx = - Mutx = 0,6149 KNm

$$\frac{Mu}{\phi} = \frac{0,6149}{0,8} = 0,7686 \text{ KNm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2941$$

Koefisien ketahanan (Rn), diambil nilai b tiap 1000 mm :

$$R_n = \frac{\frac{Mu}{\phi}}{b \cdot d^2} = \frac{0,7686 \cdot 10^6}{1000 \cdot 66^2} = 0,1764 \text{ MPa}$$

Rasio Tulangan :

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{240} \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,0538$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0538 = 0,0404$$

$$\rho_{\text{aktual}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{11,2941} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 0,1764}{240}} \right) = 0,0007 < \rho_{\max} = 0,0404$$

$$< \rho_{\min} = 0,00583$$

$$1,33 \cdot \rho_{\text{aktual}} = 1,33 \cdot 0,0013$$

$$= 0,0009 < \rho_{\min} = 0,00583$$

—————> **sehingga dipakai  $\rho_{\text{pakai}} = 0,0009$**

$$A_{S_{\text{ada}}} = \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0009 \cdot 1000 \cdot 66 = 56,400 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{susut}} = 0,002 \cdot b \cdot h$$

$$= 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240,0 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{ada}} < A_{s_{susut}} \longrightarrow \text{sehingga dipakai } A_{s_{ada}} = 240,0 \text{ mm}^2$$

- Digunakan tulangan  $\varnothing 8$  mm, sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$A_{1\varnothing} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,2400 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antar tulangan : } s \leq \frac{A_{\varnothing 1} \cdot b}{A_{s_{ada}}}$$

$$= \frac{50,2400 \cdot 1000}{240}$$

$$= 209,3333 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm}$$

$$s \leq 2h = 2 \cdot 120 = 240 \text{ mm}$$

$$s \leq 250 \text{ mm}$$

#### **DIPAKAI TULANGAN POKOK : P8 – 200 mm**

$$A_{s_{aktual}} = \frac{A_{\varnothing 1} \cdot 1000}{s} = \frac{50,24 \cdot 1000}{200} = 251,2000 \text{ mm}^2 > A_{s_{ada}} = 240 \text{ mm}^2$$

- **Kontrol Kapasitas Lentur Pelat (arah-Mlx dan Mtx) :**

$$a = \frac{A_{s_{aktual}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{251,2000 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 2,8371 \text{ mm}$$

$$M_n = A_{s_{aktual}} \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2}) = 251,2000 \cdot 240 (66 - \frac{2,8371}{2})$$

$$= 3,8935 \text{ KNm} \geq 1,33 \frac{M_u}{\phi} = 1,7607 \text{ KNm} \dots \dots \text{OK!}$$

- **PERENCANAAN TULANGAN ARAH Mu,ly**

$$M_{uly} = 0,6149 \text{ KNm}$$

$$\frac{M_u}{\phi} = \frac{0,6149}{0,8} = 0,7686 \text{ KNm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2941$$

Koefisien ketahanan ( $R_n$ ), diambil nilai b tiap 1000 mm :

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{0,7686 \cdot 10^6}{1000 \cdot 58^2} = 0,2285 \text{ MPa}$$

rasio tulangan :

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{240} \cdot \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,0538$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0538 = 0,0404$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{aktual}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,2941} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 0,2285}{240}} \right) = 0,0010 < \rho_{\max} = 0,0452 \\ & < \rho_{\min} = 0,00583 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1,33 \cdot \rho_{\text{aktual}} &= 1,33 \cdot 0,0010 \\ &= 0,0013 < \rho_{\min} = 0,00583 \end{aligned}$$

—————> **sehingga dipakai  $\rho_{\text{pakai}} = 0,0013$**

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{ada}}} &= \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0013 \cdot 1000 \cdot 56 = 72,8 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{susut}}} &= 0,002 \cdot b \cdot h \\ &= 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240,0 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{S_{\text{ada}}} < A_{S_{\text{susut}}} \text{ —————> **sehingga dipakai } A_{S_{\text{ada}}} = 240,0000 \text{ mm}^2**}$$

- Digunakan tulangan  $\varnothing 8$  mm, sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$A_{1\varnothing} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 50,2400 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar tulangan pokok : } s &\leq \frac{A_{\varnothing 1} \cdot b}{A_{S_{\text{ada}}}} \\ &= \frac{50,2400 \cdot 1000}{240,0000} \\ &= 209,3333 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm} \\ s &\leq 2h = 2 \cdot 120 = 240 \text{ mm} \\ s &\leq 250 \text{ mm} \end{aligned}$$

**DIPAKAI TULANGAN POKOK : P8 – 200 mm**



$$A_{s_{aktual}} = \frac{A_{10} \cdot 1000}{s} = \frac{50,2400 \cdot 1000}{200} = 251,2000 \text{ mm}^2 > A_{s_{ada}} = 240,0000 \text{ mm}^2$$

• **Kontrol Kapasitas Lentur Pelat (arah-Mly) :**

$$a = \frac{A_{s_{aktual}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{251,2000 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 2,8371 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_{s_{aktual}} \cdot f_y \cdot (d - a/2) = 251,2000 \cdot 240 (58 - 2,8371/2) \\ &= 3,4111 \text{ KNm} \geq 1,33 \frac{M_u}{\phi} = 0,9939 \text{ KNm} \dots \dots \dots \text{OK!} \end{aligned}$$

• **PERENCANAAN TULANGAN ARAH Mu,ty**

$$M_{uly} = - M_{uty} = 0,6149 \text{ KNm}$$

$$\frac{M_u}{\phi} = \frac{0,6149}{0,8} = 0,7686 \text{ KNm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2941$$

Koefisien ketahanan (Rn), diambil nilai b tiap 1000 mm :

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{0,7686 \cdot 10^6}{1000 \cdot 66^2} = 0,1764 \text{ MPa}$$

Rasio Tulangan :

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{240} \cdot \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,0538$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0538 = 0,0404$$

$$\rho_{\text{aktual}} = \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{11,2941} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 0,1764}{240}} \right) = 0,0007 < \rho_{\max} = 0,0452$$

$$< \rho_{\min} = 0,00583$$

$$\begin{aligned}
 1,33 \cdot \rho_{\text{aktual}} &= 1,33 \cdot 0,0013 \\
 &= 0,0009 < \rho_{\text{min}} = 0,00583 \\
 &\longrightarrow \text{sehingga dipakai } \rho_{\text{pakai}} = 0,0009
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{s_{\text{ada}}} &= \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d \\
 &= 0,0009 \cdot 1000 \cdot 66 = 56,400 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{s_{\text{susut}}} &= 0,002 \cdot b \cdot h \\
 &= 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240,0 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$A_{s_{\text{ada}}} < A_{s_{\text{susut}}} \longrightarrow \text{sehingga dipakai } A_{s_{\text{ada}}} = 240,0000 \text{ mm}^2$$

- Digunakan tulangan  $\varnothing 8$  mm, sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$A_{1\varnothing} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,2400 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak antar tulangan pokok : } s &\leq \frac{A_{1\varnothing} \cdot b}{A_{s_{\text{ada}}}} \\
 &= \frac{50,2400 \cdot 1000}{240,0000} \\
 &= 209,3333 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm} \\
 s &\leq 2h = 2 \cdot 120 = 240 \text{ mm} \\
 s &\leq 250 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

#### **DIPAKAI TULANGAN POKOK : P8 – 200 mm**

$$A_{s_{\text{aktual}}} = \frac{A_{1\varnothing} \cdot 1000}{s} = \frac{50,2400 \cdot 1000}{200} = 251,2000 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{ada}}} = 240,0 \text{ mm}^2$$

- **Kontrol Kapasitas Lentur Pelat (arah-Mty) :**

$$a = \frac{A_{s_{\text{aktual}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} = \frac{251,2000 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 2,8371 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= A_{s_{\text{aktual}}} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = 251,2000 \cdot 240 \left(66 - \frac{2,8371}{2}\right) \\
 &= 3,8935 \text{ KNm} \geq 1,33 \frac{M_u}{\phi} = 0,9939 \text{ KNm} \dots \dots \dots \text{OK!}
 \end{aligned}$$

- **PERENCANAAN TULANGAN BAGI PELAT ATAP**

$$\begin{aligned}
 A_{s_{\text{bagi}}} &= 0,002 \cdot b \cdot h \\
 &= 0,002 \cdot 1000 \cdot 100 = 200 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Digunakan tulangan polos  $\varnothing$  6 mm, sehingga luas tampang 1 tulangan bagi :

$$A_{1\varnothing} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 6^2 = 28,2743 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antar tulangan pokok : } s \leq \frac{A_{\varnothing 1} \cdot b}{A_{s \text{ bagi}}}$$

$$= \frac{28,2743 \cdot 1000}{200} = 141,3715 \text{ mm} \approx 140 \text{ mm}$$

DIPAKAI TULANGAN BAGI : P6 – 140 mm

**TABEL 4.7 PERENCANAAN PELAT ATAP**

	Mulx	Mutx	Muly	Muty
Mu (KNm)	0.6149	0.6149	0.6149	0.6149
Mu/φ (KNm)	0.7686	0.7686	0.7686	0.7686
d (mm)	66	66	58	66
m	11.2941	11.2941	11.2941	11.2941
Rn (MPa)	0.1765	0.1765	0.2285	0.1765
ρ <sub>min</sub>	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583
ρ <sub>b</sub>	0.0538	0.0538	0.0538	0.0538
ρ <sub>maks</sub>	0.0404	0.0404	0.0404	0.0404
ρ <sub>aktual</sub>	0.00074	0.00074	0.00096	0.00074
1.33 ρ <sub>aktual</sub>	0.00098	0.00098	0.00127	0.00098
ρ <sub>pakai</sub>	0.00098	0.00098	0.00127	0.00098
As ada (mm <sup>2</sup> )	64.6800	64.6800	73.6600	64.6800
Aspakai (mm <sup>2</sup> )	200.0000	200.0000	200.0000	200.0000
dtul.pokok (mm)	8	8	8	8
A1d.pokok (mm <sup>2</sup> )	50.2400	50.2400	50.2400	50.2400
s (mm)	251.2000	251.2000	251.2000	251.2000
s pakai (mm)	240	240	240	240
As aktual (mm <sup>2</sup> )	209.3333	209.3333	209.3333	209.3333
a (mm)	2.1109	2.1109	2.1109	2.1109
Mn (KNm)	3.2628	3.2628	2.8609	3.2628
1.33Mu/φ (KNm)	1.0223	1.0223	1.0223	1.0223
Kontrol	AMAN	AMAN	AMAN	AMAN
Tul. Pokok	P8-240	P8-240	P8-240	P8-240
As bagi (mm <sup>2</sup> )		200		200
dtul.bagi (mm)		6		6
A1d.bagi (mm <sup>2</sup> )		28.26		28.26
x (mm)		141.3000		141.3000
xpakai (mm)		140		140
Tul. Bagi		P6-140		P6-140

### 4.2.3 PEMBEBANAN PELAT TALANG / LOUVRE

- Beban mati pelat talang :

$$1. \text{ berat sendiri pelat (perkiraan) : } 0,10 \times 24 = 2,40 \text{ KN/m}^2$$

$$2. \text{ lapisan kedap air/aspal (tebal 3 cm) : } 0,03 \times 22 = 0,66 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{beban mati total (qD) } = 3,06 \text{ KN/m}^2$$

- Beban hidup pelat :

Pada pelat talang terdapat beban berupa hidup pekerja atau air hujan (qL) sebesar  $100 \text{ kg/cm}^2$  atau  $1 \text{ KN/m}^2$  (PPIUG, 1983 tabel 3.1, halaman 17).

- Kombinasi Pembebanan (SK SNI T-15-1991-03, Pasal 3.2.2)

$$qU = 1,2.qD + 1,6.qL = 1,2. 3,06 + 1,6. 1,0 = 5,272 \text{ KNm}$$

#### TINGGI MANFAAT PELAT

- Digunakan tulangan pokok  $\varnothing 8 \text{ mm}$
- Penutup beton digunakan :  $Pb = 30 \text{ mm}$

Tinggi manfaat tulangan pelat :

$$1. \text{ Arah lapangan - x : } dx = h - Pb - \frac{1}{2}\varnothing_{tul.x}$$

$$= 100 - 30 - \frac{1}{2}.8 = 66 \text{ mm}$$

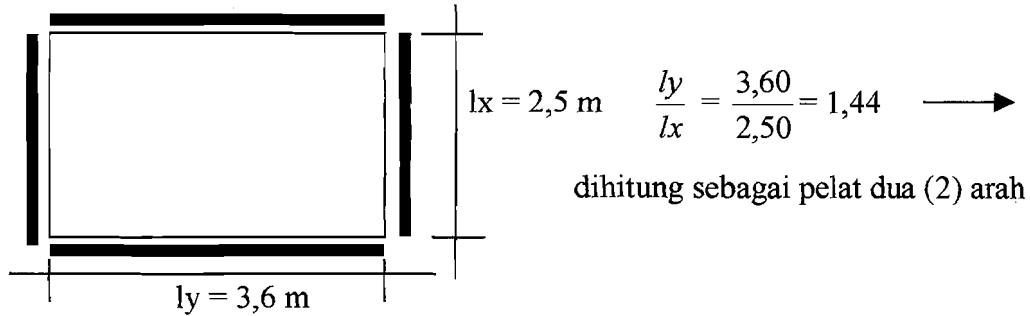
$$6. \text{ Arah lapangan - y : } dy = h - Pb - \varnothing_{tul.x} - \frac{1}{2}\varnothing_{tul.y}$$

$$= 100 - 30 - 8 - \frac{1}{2}.8 = 58 \text{ mm}$$

$$7. \text{ Arah tumpuan - x dan y : } 66 \text{ mm}$$

### 4.2.3.1 PERENCANAAN PELAT TALANG/LOUVRE

- Pelat dianggap terjepit elastis pada keempat sisinya.



Koefisien momen Tabel 13.3.2, halaman 203 PBB1 1971 NI-2.

KOEF. MOMEN PELAT (C)	1,4	1,44	1,5
$M_{lx} = -M_{tx}$	53	54,2	56
$M_{ly}$	38	37,6	37
$-M_{ty}$	38	37,6	37

Untuk nilai koefisien momen pelat (C) diantara yang tercantum pada tabel, nilainya diperoleh dengan cara interpolasi linier, sebagai berikut ini :

$$x = \frac{53.0,060 + 56.0,040}{0,1} = 54,20$$

$$y = \frac{37.0,040 + 38.0,060}{0,1} = 37,60$$

- Momen-momen yang bekerja pada pelat :

$$M_u = 0,001 \cdot qU \cdot l_x^2 \cdot C$$

$$M_{lx} = -M_{tx} = 0,001 \cdot 10,510 \cdot 2,5^2 \cdot 54,2 = 3,5603 \text{ KNm}$$

$$M_{ly} = -M_{ty} = 0,001 \cdot 10,510 \cdot 2,5^2 \cdot 37,6 = 2,4699 \text{ KNm}$$

Diperkirakan balok tepi pelat mempunyai lebar,  $b = 200 \text{ mm}$ .

$$\text{maka : } l_{nx} = 2500 - 200 = 2300 \text{ mm}$$

$$l_{ny} = 3600 - 200 = 3400 \text{ mm}$$

perbandingan bentang bersih sisi panjang dan pendek :

$$\beta = \frac{l_{ny}}{l_{nx}} = \frac{3400}{2300} = 1,5$$

sehingga tebal pelat tidak boleh kurang dari :

$$h = \frac{\ln.(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 9.\beta} = \frac{2500.(0,8 + \frac{240}{1500})}{36 + 9.1,5} = 48,4848 \text{ mm}$$

tetapi tidak perlu lebih besar sama dengan dari :

$$h = \frac{\ln.(0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36} = \frac{2500.(0,8 + \frac{240}{1500})}{36} = 66,6667 \text{ mm}$$

$48,4848 \text{ mm} \leq h \leq 66,6667 \text{ mm}$ , **dipakai  $h = 100 \text{ mm}$ .**

• **PERENCANAAN TULANGAN ARAH  $M_u, lx$  dan  $M_u, tx$**

$M_{ux} = - M_{tx} = 3,5603 \text{ KNm}$

$$\frac{M_u}{\phi} = \frac{3,5603}{0,8} = 4,4504 \text{ KNm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85.f'_c} = \frac{240}{0,85.25} = 11,2941$$

Koefisien ketahanan ( $R_n$ ), diambil nilai  $b$  tiap  $1000 \text{ mm}$  :

$$R_n = \frac{M_u/\phi}{b.d^2} = \frac{4,4504.10^6}{1000.66^2} = 1,01 \text{ MPa}$$

Rasio Tulangan :

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$\rho_b = \frac{0,85.f'_c.\beta_1}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85.25.0,85}{240} \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,0538$$

$$\rho_{\max} = 0,75. \rho_b = 0,75. 0,0538 = 0,0404$$

$$\rho_{\text{aktual}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m.R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{11,2941} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.11,2941.1,01}{240}} \right) = 0,0043 < \rho_{\max} = 0,0404$$

$$< \rho_{\min} = 0,00583$$

$$1,33 \cdot \rho_{\text{aktual}} = 1,33 \cdot 0,0043$$

$$= 0,0057 < \rho_{\text{min}} = 0,00583, \text{ sehingga dipakai : } \rho_{\text{pakai}} = 0,0057$$

$$A_{s_{\text{ada}}} = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0057 \cdot 1000 \cdot 66 = 376,2000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{tul susut}}} = 0,002 \cdot b \cdot h$$

$$= 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240,0000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{ada}}} > A_{s_{\text{tul susut}}} \longrightarrow A_{s_{\text{pakai}}} = 376,2000 \text{ mm}^2$$

- Digunakan tulangan  $\varnothing 8$  mm, sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$A_{1\varnothing} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,2400 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antar tulangan : } s \leq \frac{A_{\varnothing 1} \cdot b}{A_{s_{\text{ada}}}}$$

$$= \frac{50,2400 \cdot 1000}{376,2000}$$

$$= 133,546 \text{ mm} \approx 130 \text{ mm}$$

$$s \leq 2h = 2 \cdot 120 = 240 \text{ mm}$$

$$s \leq 250 \text{ mm}$$

### **DIPAKAI TULANGAN POKOK : P8 – 130 mm**

$$A_{s_{\text{aktual}}} = \frac{A_{1\varnothing} \cdot 1000}{s} = \frac{50,2400 \cdot 1000}{130} = 386,4615 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{ada}}} = 240,0000 \text{ mm}^2$$

- **Kontrol Kapasitas Lentur Pelat (arah -Mlx dan Mtx) :**

$$a = \frac{A_{s_{\text{aktual}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} = \frac{386,4615 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 4,3647 \text{ mm}$$

$$M_n = A_{s_{\text{aktual}}} \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2}) = 386,4615 \cdot 240 \cdot (66 - \frac{4,3647}{2})$$

$$= 5,9192 \text{ KNm} \geq 1,33 \frac{M_u}{\phi} = 5,9192 \text{ KNm...OK!}$$

- **PERENCANAAN TULANGAN ARAH Mu,ly**

$$M_{u,ly} = 2,4699 \text{ KNm}$$

$$\frac{M_u}{\phi} = \frac{2,4699}{0,8} = 3,0874 \text{ KNm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2941$$

Koefisien ketahanan ( $R_n$ ), diambil nilai  $b$  tiap 1000 mm :

$$R_n = \frac{Mu/\phi}{b \cdot d^2} = \frac{3,0874 \cdot 10^6}{1000 \cdot 58^2} = 0,9178 \text{ MPa}$$

Rasio Tulangan :

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y} = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 240} \right)}{240} = 0,0538$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0538 = 0,0404$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{aktual}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,2941} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 0,9178}{240}} \right) = 0,0039 < \rho_{\max} = 0,0404 \\ &< \rho_{\min} = 0,00583 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1,33 \cdot \rho_{\text{aktual}} &= 1,33 \cdot 0,0039 \\ &= 0,0052 < \rho_{\min} = 0,00583, \text{ sehingga dipakai : } \rho_{\text{pakai}} = 0,0052 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{s_{\text{ada}}} &= \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0052 \cdot 1000 \cdot 58 = 301,60000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{s_{\text{tul susut}}} &= 0,002 \cdot b \cdot h \\ &= 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240,0000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s_{\text{ada}}} > A_{s_{\text{tul susut}}} \longrightarrow A_{s_{\text{pakai}}} = 301,6000 \text{ mm}^2$$

- Digunakan tulangan  $\varnothing 8$  mm, sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$A_{1\varnothing} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,2400 \text{ mm}^2$$



$$\begin{aligned} \text{Jarak antar tulangan : } s &\leq \frac{A_{\theta 1} \cdot b}{A_{s_{ada}}} \\ &= \frac{50,2400 \cdot 1000}{301,6000} \\ &= 166,578 \text{ mm} \approx 160 \text{ mm} \\ s &\leq 2h = 2 \cdot 120 = 240 \text{ mm} \\ s &\leq 250 \text{ mm} \end{aligned}$$

**DIPAKAI TULANGAN POKOK : P8 – 160 mm**

$$A_{s_{aktual}} = \frac{A_{\theta} \cdot 1000}{s} = \frac{50,2400 \cdot 1000}{160} = 314,0000 \text{ mm}^2 > A_{s_{ada}} = 240,0000 \text{ mm}^2$$

• **Kontrol Kapasitas Lentur Pelat (arah-Mly) :**

$$a = \frac{A_{s_{aktual}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{314,0000 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 3,5464 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_{s_{aktual}} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = 314,0000 \cdot 240 \left(58 - \frac{3,5464}{2}\right) \\ &= 4,2373 \text{ KNm} \geq 1,33 \frac{M_u}{\phi} = 4,1062 \text{ KNm...OK!} \end{aligned}$$

• **PERENCANAAN TULANGAN ARAH Mu,ty**

- Muty = 2,4699KNm

$$\frac{M_u}{\phi} = \frac{2,4699}{0,8} = 3,0874 \text{ KNm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2941$$

Koefisien ketahanan (Rn), diambil nilai b tiap 1000 mm :

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{3,0874 \cdot 10^6}{1000 \cdot 66^2} = 0,7087 \text{ MPa}$$

Rasio Tulangan :

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{240} \cdot \left(\frac{600}{600 + 240}\right) = 0,0538$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0538 = 0,0538$$

$$\rho_{\text{aktual}} = \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{11,2941} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 0,7088}{240}} \right) = 0,0030 < \rho_{\text{maks}} = 0,0452$$

$$< \rho_{\text{min}} = 0,00583$$

$$1,33 \cdot \rho_{\text{aktual}} = 1,33 \cdot 0,0030$$

$$= 0,0040 < \rho_{\text{min}} = 0,00583, \text{ sehingga dipakai : } \rho_{\text{pakai}} = 0,0040$$

$$A_{s_{\text{ada}}} = \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0040 \cdot 1000 \cdot 66 = 264,0000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{tul susut}}} = 0,002 \cdot b \cdot h$$

$$= 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240,0000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{ada}}} > A_{s_{\text{tul susut}}} \longrightarrow A_{s_{\text{pakai}}} = 264,0000 \text{ mm}^2$$

- Digunakan tulangan  $\varnothing 8$  mm, sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$A_{1\varnothing} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,2400 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antar tulangan : } s \leq \frac{A_{\varnothing 1} \cdot b}{A_{s_{\text{ada}}}}$$

$$= \frac{50,2400 \cdot 1000}{264,0000}$$

$$= 190,3030 \text{ mm} \approx 190 \text{ mm}$$

$$s \leq 2h = 2 \cdot 120 = 240 \text{ mm}$$

$$s \leq 250 \text{ mm}$$

### **DIPAKAI TULANGAN POKOK : P8 – 160 mm**

$$A_{s_{\text{aktual}}} = \frac{A_{1\varnothing} \cdot 1000}{s} = \frac{50,2400 \cdot 1000}{160} = 314,0000 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{ada}}} = 240,0000 \text{ mm}^2$$

- **Kontrol Kapasitas Lentur Pelat (arah -Mlx dan Mtx) :**

$$a = \frac{A_{s_{\text{aktual}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f \cdot c \cdot b} = \frac{314,0000 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 3,5464 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= A_{S_{\text{aktual}}} \cdot f_y \cdot (d - a/2) = 314,0000 \cdot 240 (66 - 3,5464/2) \\
 &= 4,8401 \text{KNm} \geq 1,33 \frac{M_u}{\phi} = 3,6772 \text{KNm} \dots \text{OK!}
 \end{aligned}$$

• **PERENCANAAN TULANGAN BAGI PELAT TALANG**

$$\begin{aligned}
 A_{S_{\text{bagi}}} &= 0,002 \cdot b \cdot h \\
 &= 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 200 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Digunakan tulangan bagi  $\varnothing 6$  mm, sehingga luas tampang 1 tulangan polos :

$$A_{1\varnothing} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 6^2 = 28,2743 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak antar tulangan pokok : } s &\leq \frac{A_{\varnothing 1} \cdot b}{A_{S_{\text{bagi}}}} \\
 &= \frac{28,2743 \cdot 1000}{200} = 141,3715 \text{ mm} \approx 140 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

**DIPAKAI TULANGAN BAGI : P6 – 140 mm**

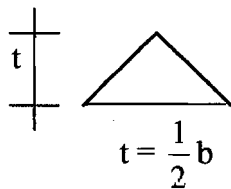
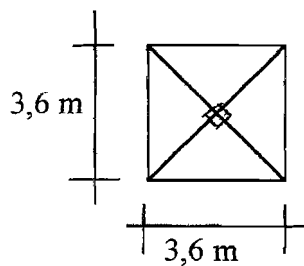
**TABEL 4.8 PERENCANAAN PELAT TALANG/LOVRE**

	Mulx	Mutx	Muly	Muty
Mu (KNm)	3.5603	3.5603	2.4699	2.4699
Mu/φ (KNm)	4.4504	4.4504	3.0874	3.0874
d (mm)	66	66	58	66
m	11.2941	11.2941	11.2941	11.2941
Rn (MPa)	1.0217	1.0217	0.9178	0.7088
$\rho_{min}$	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583
$\rho_b$	0.0538	0.0538	0.0538	0.0538
$\rho_{maks}$	0.0404	0.0404	0.0404	0.0404
$\rho_{aktual}$	0.00436	0.00436	0.00391	0.00300
1.33 $\rho_{aktual}$	0.00580	0.00580	0.00520	0.00400
$\rho_{pakai}$	0.00580	0.00580	0.00520	0.00400
As ada (mm <sup>2</sup> )	382.8000	382.8000	301.6000	264.0000
Aspakai (mm <sup>2</sup> )	382.8000	382.8000	301.6000	264.0000
dtul.pokok (mm)	8	8	8	8
A1d.pokok (mm <sup>2</sup> )	50.2400	50.2400	50.2400	50.2400
s (mm)	131.2435	131.2435	166.5782	190.3030
s pakai (mm)	130	130	160	160
As aktual (mm <sup>2</sup> )	386.4615	386.4615	314.0000	314.0000
a (mm)	3.8971	3.8971	3.1664	3.1664
Mn (KNm)	5.9408	5.9408	4.2516	4.8545
1.33Mu/φ (KNm)	5.9190	5.9190	4.1062	4.1062
Kontrol	AMAN	AMAN	AMAN	AMAN
Tul. Pokok	P8-130	P8-130	P8-160	P8-160
As bagi (mm <sup>2</sup> )		200		200
dtul.bagi (mm)		6		6
A1d.bagi (mm <sup>2</sup> )		28.26		28.26
x (mm)		141.3000		141.3000
xpakai (mm)		140		140
Tul. Bagi		P6-140		P6-140

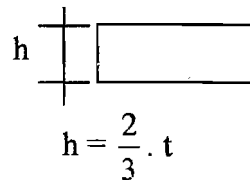
### 4.3 Perencanaan Balok Anak

Perencanaan Analisis balok anak untuk Gedung Kampus Fisipol Blok B UPN "VETERAN" Jogjakarta adalah seperti dibawah ini, sedangkan denah rencana penempatan balok anak dapat dilihat pada lembar lampiran.

#### 4.3.1 Perhitungan Balok Anak B-3



$$t = \frac{1}{2} \cdot 3,6 = 1,8 \text{ m}$$



$$h = \frac{2}{3} \cdot 1,8 = 1,20 \text{ m}$$

2/3 t

Gambar 4.4 Tipe Pembebanan

#### 4.3.1.1 Data material

- berat jenis ( $\gamma_j$ ) beton  $= 24 \text{ KN/m}^3$
- beban mati ( $q_D$ ) pelat  $= 4,51 \text{ KN/m}^2$
- beban hidup ( $q_L$ ) pelat  $= 2,5 \text{ KN/m}^2$
- perkiraan ukuran balok

$$L = 3,6 \text{ m} = 360 \text{ cm}$$

$$h \approx \frac{1}{12} \cdot L$$

$$h \approx \frac{1}{12} \cdot 360 = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$b \approx \frac{1}{2} \cdot h = \frac{1}{2} \cdot 0,3 = 0,15 \text{ m}$$

sehingga asumsi ukuran balok = 0,15 m x 0,3 m

• tinggi tembok (lantai 1) = 4,25 m

#### 4.3.1.2 Perhitungan

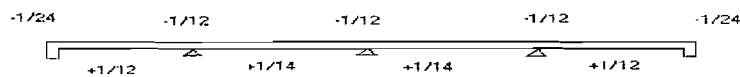
##### a) Pembebanan

• beban pelat	= $h \cdot q_D \cdot n$	
	= $1,20 \cdot 4,51 \cdot 2$	= 10,824 KN/m
• berat balok	= $b_{\text{blk}} \cdot (h_{\text{blk}} - t_{\text{pelat}}) \cdot b_j$	
	= $0,15 \cdot (0,3 - 0,12) \cdot 24$	= 0,648 KN/m
• $q_D$ balok anak	= $10,824 + 0,648$	= 11,472 KN/m
• $q_L$ balok anak	= $h \cdot q_L \cdot n$	
	= $1,20 \cdot 2,5 \cdot 2$	= 6,00 KN/m
<b>∴ <math>q_u</math> balok anak</b>	<b>= <math>1,2 \cdot q_{uD} + 1,6 \cdot q_{uL}</math></b>	
	= $1,2 \cdot 11,472 + 1,6 \cdot 6,00$	= 23,366 KN/m

##### b) Menghitung 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, terjepit elastis atau menerus pada tumpuan-tumpuan tengah dan terjepit elastis pada tumpuan-tumpuan ujung adalah sebagai berikut :

- Momen tumpuan ujung  $-\frac{1}{24} q l_t^2$
- Momen lapangan ujung  $+\frac{1}{12} q l_t^2$
- Momen tumpuan kedua  $-\frac{1}{12} q l_t^2$
- Momen lapangan-lapangan berikutnya  $+\frac{1}{14} q l_t^2$
- Momen tumpuan-tumpuan berikutnya  $-\frac{1}{12} q l_t^2$



**Gambar 4.5** Koefisien Momen (Sumber : PBI 1971 hal 199)

$$Mu_1 = -\frac{1}{24} \cdot q_u \cdot l^2 = -\frac{1}{24} \cdot 23,366 \cdot 3,6^2 = -12,618 \text{ KNm}$$

$$Mu_2 = +\frac{1}{12} \cdot q_u \cdot l^2 = +\frac{1}{12} \cdot 23,366 \cdot 3,6^2 = +25,235 \text{ KNm}$$

$$Mu_3 = -\frac{1}{12} \cdot q_u \cdot l^2 = -\frac{1}{12} \cdot 23,366 \cdot 3,6^2 = -25,235 \text{ KNm}$$

$$Mu_4 = +\frac{1}{14} \cdot q_u \cdot l^2 = +\frac{1}{14} \cdot 23,366 \cdot 3,6^2 = +21,630 \text{ KNm}$$

$$Mu_5 = -\frac{1}{12} \cdot q_u \cdot l^2 = -\frac{1}{12} \cdot 23,366 \cdot 3,6^2 = -25,235 \text{ KNm}$$

### c) penulangan balok

data :

- $f'c = 25 \text{ Mpa}$
- $f_y \text{ ulir} = 400 \text{ Mpa}$
- tul pokok = 16 mm
- tulangan sengkang = 10 mm

—► untuk  $f'c \leq 30 \text{ Mpa} \Rightarrow \beta_1 = 0,85$

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

• perhitungan :

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c}{f_y} \beta \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25}{400} 0,85 \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0271$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0271 = 0,0203$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

diambil  $\rho = 0,5 \rho_{\text{maks}} = 0,01015$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{400}{0,85 \cdot 25} = 18,824$$

$$R_n = \rho \cdot f_y \cdot \left( 1 - 0,5 \cdot \rho \cdot m \right) = 0,01015 \cdot 400 \cdot \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot 0,01015 \cdot 18,824 \right) = 3,672$$

$$\frac{Mu_2}{\phi} = \frac{25,235}{0,8} = 31,544 \text{ KN/m}$$

$$b \cdot d^2 = \frac{Mu / \phi}{R_n} = \frac{31,544 \cdot 10^6}{3,672} = 8590413,943 \text{ mm}^2$$

diambil  $b = 250 \text{ mm}$ , maka



$$d = \sqrt{\frac{8590413,943}{250}} = 185 \text{ mm} \quad \text{diperlu?}$$

$$h = d + 100 = 185 + 100 = 285 \text{ mm} \approx 300 \text{ mm}$$

$$d_{\text{perlu}} = h - 100 = 300 - 100 = 200 \text{ mm} \quad \text{dipakai} \Rightarrow \text{dada}$$

$$d_{\text{pakai}} = h - p_b - \varnothing \text{ sengkang} - \text{jarak pusat tulangan pokok kesisi dalam sengkang}$$

$$= 300 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 242 \text{ mm}$$

$$d_{\text{pakai}} > d_{\text{perlu}} \text{ maka dipakai tulangan sebelah} \quad \Rightarrow 200 > 185$$

Karena ukuran balok yang dipakai adalah 0,25 m x 0,30 m maka momen yang terjadi pada balok adalah :

$$\text{berat balok} = b_{\text{blk}} \cdot (h_{\text{blk}} - t_{\text{pelat}}) \cdot b_j = 0,25 \cdot (0,30 - 0,12) \cdot 24 = 1,080 \text{ KN/m}$$

$$q_D \text{ balok anak} = 10,824 + 1,080 = 11,904 \text{ KN/m}$$

$$\text{Jadi } q_u \text{ balok anak} = 1,2 \cdot 11,904 + 1,6 \cdot 6,00 = 23,885 \text{ KN/m}$$

Sehingga :

$$Mu_1 = -\frac{1}{24} \cdot q_u \cdot l^2 = -\frac{1}{24} \cdot 23,885 \cdot 3,6^2 = -12,898 \text{ KNm}$$

$$Mu_2 = +\frac{1}{12} \cdot q_u \cdot l^2 = +\frac{1}{12} \cdot 23,885 \cdot 3,6^2 = +25,796 \text{ KNm}$$

$$Mu_3 = -\frac{1}{12} \cdot q_u \cdot l^2 = -\frac{1}{12} \cdot 23,885 \cdot 3,6^2 = -25,796 \text{ KNm}$$

$$Mu_4 = +\frac{1}{14} \cdot q_u \cdot l^2 = +\frac{1}{14} \cdot 23,885 \cdot 3,6^2 = +22,111 \text{ KNm}$$

$$Mu_5 = +\frac{1}{14} \cdot q_u \cdot l^2 = +\frac{1}{14} \cdot 23,885 \cdot 3,6^2 = -22,111 \text{ KNm}$$

## 1) Perhitungan untuk momen tumpuan ujung

$$\frac{Mu_1}{\phi} = \frac{-12,898}{0,8} = -16,123 \text{ KN/m}$$

$$Rn_{\text{baru}} = \frac{Mu/\phi}{b.d^2} = \frac{16,123.10^6}{250.242^2} = 1,101$$

$$\rho_{\text{baru}} = \frac{Rn_{\text{baru}}}{Rn} \rho = \frac{1,101}{3,672} \cdot 0,01015 = 0,00304 < \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

$$1,33 \rho_{\text{baru}} = 1,33 \cdot 0,00304 = 0,00404 < \rho_{\text{max}} = 0,0203$$

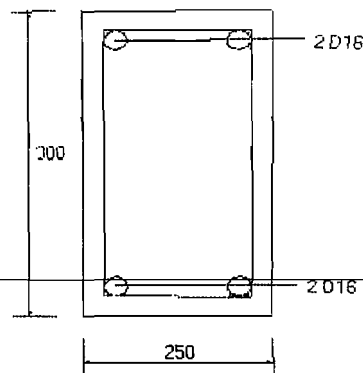
$$> \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

sehingga  $\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\text{min}} = 0,0035$

$$A_{S\text{perlu}} = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 250 \cdot 242 = 211,750 \text{ mm}^2$$

$$A\phi_{16} = 201,062 \text{ mm}^2$$

$$\text{dipakai } 2\phi_{16} \text{ As tul} = 402,124 \text{ mm}^2 > A_{S\text{perlu}} = 211,750 \text{ mm}^2$$



**Gambar 4.6** Penampang Melintang Balok Anak Tumpuan Ujung

$$s = \frac{b - 2.Pb - 2.\phi \text{ sengkang} - n.\phi \text{ tulangan}}{(n-1)}$$

$$= \frac{250 - 2.40 - 2.10 - 2.16}{(2-1)} = 118 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm}$$

Kontrol Mn :

$$a = \frac{A_{s_{pakai}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{402,124.400}{0,85.25.250} = 30,278 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_{s_{pakai}} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) = 402,124.400 \left(242 - \frac{30,278}{2}\right) \\ &= 36,491 \text{ KNm} \geq \frac{M_u}{\phi} = 16,123 \text{ KNm} \dots \text{OK!} \end{aligned}$$

2) Penulangan untuk momen lapangan ujung

$$\frac{M_{u_2}}{\phi} = \frac{25,796}{0,8} = 32,245 \text{ KNm}$$

$$Rn_{baru} = \frac{M_{u_2} / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{32,245 \cdot 10^6}{250 \cdot 242^2} = 2,202$$

$$\rho_{baru} = \frac{Rn_{baru}}{Rn} \cdot \rho = \frac{2,202}{3,672} \cdot 0,01015 = 0,00609 > \rho_{min} = 0,0035$$

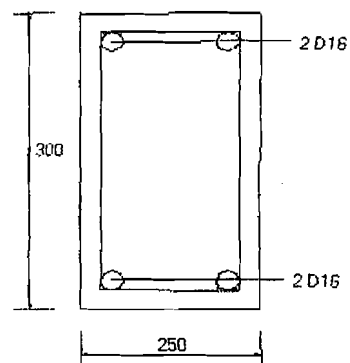
$$< \rho_{max} = 0,0203$$

sehingga  $\rho_{pakai} = \rho_{baru} = 0,00609$

$$A_{s_{perlu}} = \rho_{pakai} \cdot b \cdot d = 0,00609 \cdot 250 \cdot 242 = 368,445 \text{ mm}^2$$

$$A_{\phi_{16}} = 201,062 \text{ mm}^2$$

dipakai  $2\phi_{16}$   $A_{s \text{ tul}} = 402,124 \text{ mm}^2 > A_{s_{perlu}} = 368,445 \text{ mm}^2$



**Gambar 4.6** Penampang Melintang Balok Anak Lapangan Ujung

$$s = \frac{b - 2.Pb - 2.\phi \text{ sengkang} - n.\phi \text{ tulangan}}{(n-1)}$$

$$= \frac{250 - 2.40 - 2.10 - 2.16}{(2-1)} = 118\text{mm} \geq 25\text{mm}$$

Kontrol Mn :

$$a = \frac{A_{s \text{ pakai}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} = \frac{402,124.400}{0,85.25.250} = 30,278$$

$$M_n = A_{s \text{ pakai}} \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2}) = 402,124.400 (242 - \frac{30,278}{2})$$

$$= 36,491 \text{ KNm} \geq \frac{M_u}{\phi} = 32,245 \text{ KNm} \dots \text{OK!}$$

3) Penulangan untuk momen tumpuan kedua

$$\frac{M_{u_3}}{\phi} = \frac{-25,796}{0,8} = -32,245 \text{ KNm}$$

$$Rn_{\text{baru}} = \frac{M_{u_3} / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{-32,245 \cdot 10^6}{250 \cdot 242^2} = -2,202$$

$$\rho_{\text{baru}} = \frac{Rn_{\text{baru}}}{Rn} \rho = \frac{2,202}{3,672} \cdot 0,01015 = 0,00609 > \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

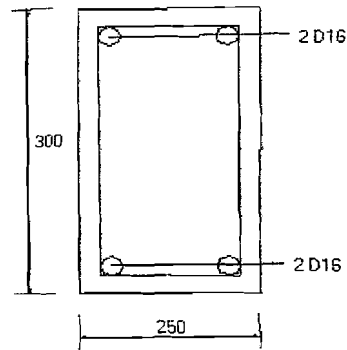
$$< \rho_{\text{max}} = 0,0203$$

sehingga  $\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\text{baru}} = 0,00609$

$$A_{s \text{ perlu}} = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d = 0,00609 \cdot 250 \cdot 242 = 368,445 \text{ mm}^2$$

$$A_{\phi 16} = 201,062 \text{ mm}^2$$

$$\text{dipakai } 2\phi_{16} \text{ As tul} = 402,124 \text{ mm}^2 > A_{s \text{ perlu}} = 368,445 \text{ mm}^2$$



**Gambar 4.8** Penampang Melintang Balok Anak Tumpuan Kedua

$$s = \frac{b - 2.Pb - 2.\phi \text{ sengkang} - n.\phi \text{ tulangan}}{(n-1)}$$

$$= \frac{250 - 2.40 - 2.10 - 2.16}{(2-1)} = 118\text{mm} \geq 25\text{mm}$$

Kontrol Mn :

$$a = \frac{A_{s \text{ pakai}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} = \frac{402,124.400}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} = 30,278$$

$$M_n = A_{s \text{ pakai}} \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2}) = 402,124.400 (242 - \frac{30,278}{2})$$

$$= 36,491 \text{ KNm} \geq \frac{M_u}{\phi} = -32,245 \text{ KNm} \dots \text{OK!}$$

4) Penulangan untuk momen lapangan-lapangan berikutnya

$$\frac{M_{u_4}}{\phi} = \frac{22,111}{0,8} = 27,639 \text{ KNm}$$

$$Rn_{\text{baru}} = \frac{M_{u_2} / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{27,639 \cdot 10^6}{250 \cdot 242^2} = 1,888$$

$$\rho_{\text{baru}} = \frac{Rn_{\text{baru}}}{Rn} \rho = \frac{1,888}{3,672} \cdot 0,01015 = 0,00522 > \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

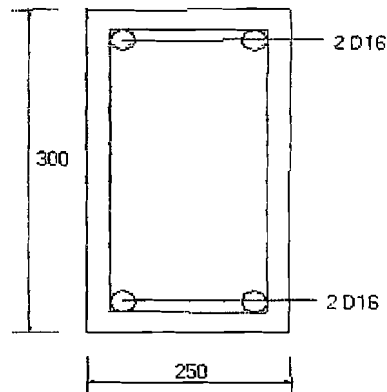
$$< \rho_{\text{max}} = 0,0203$$

sehingga  $\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\text{baru}} = 0,00522$

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d = 0,00522 \cdot 250 \cdot 242 = 315,810 \text{ mm}^2$$

$$A_{\phi_{16}} = 201,062 \text{ mm}^2$$

$$\text{dipakai } 2\phi_{16} \text{ As tul} = 402,124 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{perlu}}} = 368,445 \text{ mm}^2$$



**Gambar 4.9** Penampang Melintang Balok Anak Lapangan Berikutnya

$$s = \frac{b - 2 \cdot P_b - 2 \cdot \phi \text{ sengkang} - n \cdot \phi \text{ tulangan}}{(n - 1)}$$

$$= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 10 - 2 \cdot 16}{(2 - 1)} = 118 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm}$$

Kontrol Mn :

$$a = \frac{A_{s_{\text{pakai}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} = \frac{402,124 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} = 30,278$$

$$M_n = A_{s_{\text{pakai}}} \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2}) = 402,124 \cdot 400 (242 - \frac{30,278}{2})$$

$$= 36,491 \text{ KNm} \geq \frac{M_u}{\phi} = 27,639 \text{ KNm} \dots \text{OK!}$$

5) Penulangan untuk momen tumpuan-tumpuan berikutnya

$$\frac{M_{u_5}}{\phi} = \frac{-25,796}{0,8} = -32,245 \text{ KNm}$$

$$R_{n_{\text{baru}}} = \frac{M_{u_5} / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{-32,245 \cdot 10^6}{250 \cdot 242^2} = -2,202$$

$$\rho_{\text{baru}} = \frac{Rn_{\text{baru}}}{Rn} \rho = \frac{2,202}{3,672} \cdot 0,01015 = 0,00609 > \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

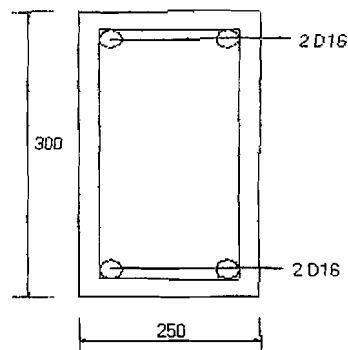
$$< \rho_{\text{max}} = 0,0203$$

sehingga  $\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\text{baru}} = 0,00609$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d = 0,00609 \cdot 250 \cdot 242 = 368,445 \text{ mm}^2$$

$$A_{\phi_{16}} = 201,062 \text{ mm}^2$$

$$\text{dipakai } 2\phi_{16} \text{ As tul} = 402,124 \text{ mm}^2 > A_{S_{\text{perlu}}} = 368,445 \text{ mm}^2$$



**Gambar 4.10** Penampang Melintang Balok Anak Tumpuan Kedua

$$s = \frac{b - 2 \cdot P_b \cdot 2 \cdot \phi \text{ sengkang} - n \cdot \phi \text{ tulangan}}{(n-1)}$$

$$= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 10 - 2 \cdot 16}{(2-1)} = 118 \text{ mm} \geq 25 \text{ mm}$$

Kontrol Mn :

$$a = \frac{A_{S_{\text{pakai}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} = \frac{402,124 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} = 30,278$$

$$M_n = A_{S_{\text{pakai}}} \cdot f_y \cdot (d - a/2) = 402,124 \cdot 400 \cdot (242 - 30,278/2)$$

$$= 36,491 \text{ KNm} \geq \frac{M_u}{\phi} = -32,245 \text{ KNm} \dots \text{OK!}$$

### 4.3.2 Perhitungan penulangan geser balok anak

#### 4.3.2.1 Perhitungan tulangan geser balok B-3

diketahui :

-  $q_u = 23,885 \text{ KN/m}$

-  $L = 3,6 \text{ m}$

-  $f'_c = 25 \text{ Mpa}$

-  $f_y = 240 \text{ Mpa}$

-  $b = 250 \text{ mm}$

-  $h = 350 \text{ mm}$

-  $d = 292 \text{ mm} \rightarrow d \text{ pakai}$

-  $q_L = 6,00 \text{ KN/m}$

- Gaya geser pada tumpuan :

$$V_{u_{tumpuan}} = \frac{1}{2} \cdot q_u \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 1,15 \cdot 23,885 \cdot 3,6 = 49,442 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{u_{tumpuan}}}{\phi} = \frac{49,442}{0,6} = 82,403 \text{ KN}$$

- Gaya geser pada setengah bentang :

$$V_{u_{tengah}} = \frac{1}{8} \cdot q_L \cdot L = \frac{1}{8} \cdot (1,6 \cdot 6) \cdot 3,6 = 4,32 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{u_{tengah}}}{\phi} = \frac{4,32}{0,6} = 7,20 \text{ KN}$$

- Gaya geser beton :

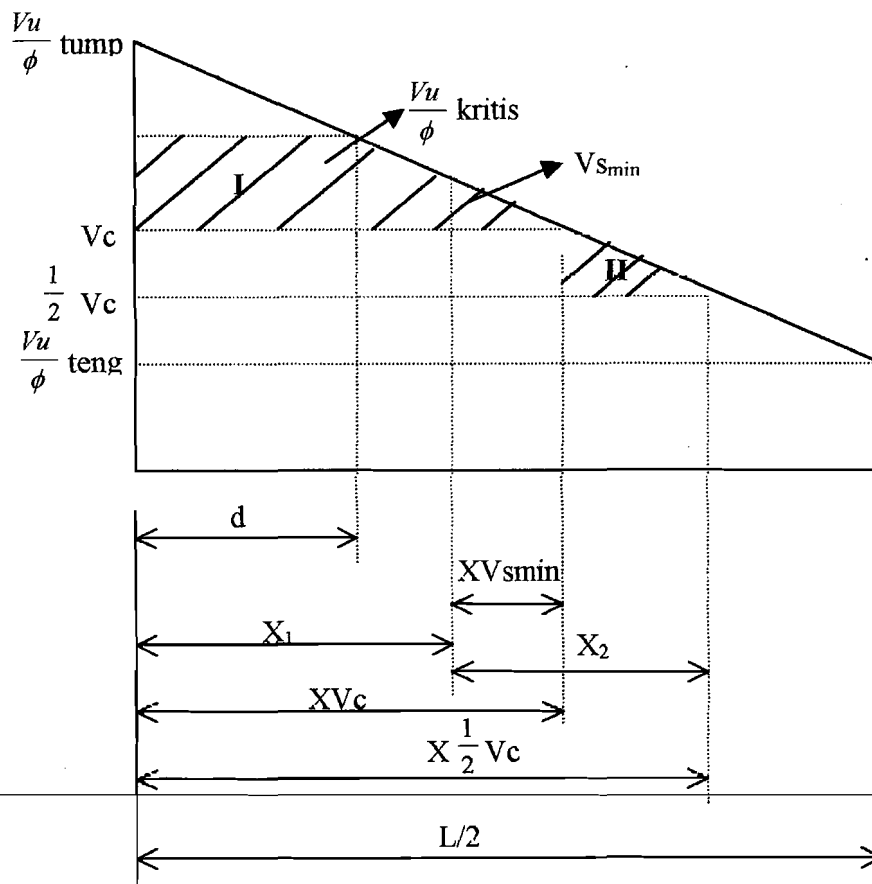
$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{25} \cdot 250 \cdot 242 = 50,416 \text{ KN}$$



$$\frac{1}{2} V_c = 25,208 \text{ KN}$$

$$3V_c = 151,248 \text{ KN}$$

$$V_{smin} = \frac{1}{3} \cdot b \cdot d = \frac{1}{3} \cdot 250 \cdot 242 = 20,167 \text{ KN}$$



Gambar 4.11 Gaya Geser pada Penampang Kritis

$\frac{Vu}{\phi}$  kritis untuk perencanaan diambil sejauh d dari tumpuan

$$\frac{N}{(82,403 - 7,20)} = \frac{1/2L - d}{1/2L} \Rightarrow N = \frac{1,8 - 0,242}{1,8} \cdot 75,203 = 65,092$$

$$\frac{Vu}{\phi} \text{ kritis} = 65,092 + 7,20 = 72,292 \text{ KN}$$

$$\text{Jarak } Vc \text{ (XVc)} = \frac{(82,403 - 50,416)}{(82,403 - 7,20)} \cdot 1,8 = 0,766 \text{ m}$$

- Daerah I

$$\frac{Vu}{\phi} = \frac{Vu}{\phi} \text{ kritis} = 72,292 \text{ KN} < 3 Vc = 151,248 \text{ KN}$$

$$Vs = \frac{Vu}{\phi} - Vc = 72,292 - 50,416 = 21,876 \text{ KN}$$

digunakan sengkang  $\varnothing 8 \text{ mm}$

$$Av = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi D^2 = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi 8^2 \text{ mm}^2 = 100,531 \text{ mm}^2$$

$$S_1 \leq \frac{Av \cdot fy \cdot d}{Vs} = \frac{100,531 \cdot 240 \cdot 242}{21,876 \cdot 10^3} = 266,906 \text{ mm}$$

$$= 1245,73$$

$$S_2 \leq \frac{d}{2} = \frac{242}{2} = 121 \text{ mm} \approx 120 \text{ mm}$$

$$= 90 \approx 90$$

$$S_3 \leq 600 \text{ mm}$$

Dipakai P<sub>8-120</sub>

- Daerah II

digunakan sengkang  $\varnothing 8 \text{ mm}$ , dengan  $Av = 100,531 \text{ mm}^2$

$$S_1 \leq \frac{Av \cdot fy \cdot d}{Vs \text{ min}} = \frac{100,531 \cdot 240 \cdot 242}{20,167 \cdot 10^3} = 266,906 \text{ mm}$$

$$= 289,38$$

Dipakai P<sub>8-120</sub>

$$S_3 \leq 600 \text{ mm}$$

$$S_2 \leq \frac{d}{2} = \frac{242}{2} = 121 \text{ mm} \approx 120 \text{ mm}$$

#### 4.4 Perencanaan Struktur Portal Dengan Daktilitas Penuh

##### 1. Beban mati yang digunakan

Beban mati seperti yang tercantum pada tabel berikut :

No	Jenis Material	Beban
1	Beton bertulang	24 kN/m <sup>3</sup>
2	Tegel per	24 kN/m <sup>3</sup>
3	Spesi	21 kN/m <sup>3</sup>
4	Plafond	0,18 kN/m <sup>2</sup>
5	Tembok ½ bata	2,5 kN/m <sup>2</sup>

Perhitungan pembebanan pelat lantai untuk beban mati per m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}
 1. \text{ berat sendiri pelat (perkiraan)} & : 0,12 \times 24 = 2,88 \text{ KN/m}^2 \\
 2. \text{ pasir (tebal 5 cm)} & : 0,05 \times 16 = 0,80 \text{ KN/m}^2 \\
 3. \text{ spesi (tebal 3 cm)} & : 0,03 \times 21 = 0,63 \text{ KN/m}^2 \\
 4. \text{ keramik} & : 0,01 \times 20 = 0,20 \text{ KN/m}^2 \quad + \\
 \hline
 \text{beban mati total (qD)} & = 4,51 \text{ KN/m}^2 \quad \checkmark
 \end{aligned}$$

Perhitungan pembebanan pelat atap untuk beban mati per m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}
 - \text{ Pelat beton} & = 0,10 \cdot 24 = 2,4 \text{ kN/m}^2 \\
 - \text{ Spesi} & = 0,03 \cdot 21 = 0,63 \text{ kN/m}^2 \\
 & \quad \quad \quad 3,03 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

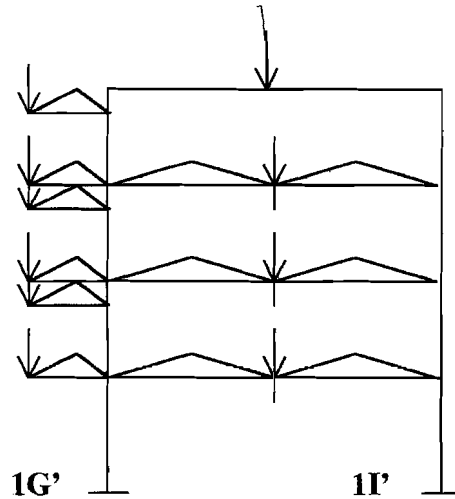
##### 2. Beban hidup yang digunakan

$$\begin{aligned}
 \text{Beban hidup pelat lantai untuk ruang kuliah} & = 2,5 \text{ KN/m}^2 \\
 \text{Beban hidup pelat selasar} & = 3,0 \text{ KN/m}^2 \\
 \text{Beban hidup pekerja atap} & = 1,0 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$



## 4.4.1 Perhitungan Beban Akibat Gravitasi

### 4.4.1.1 Portal as 1



Gambar 4.12 Portal as 1

#### A. Beban Mati

##### a. Beban merata lantai dasar, 1 dan 2

-Balok 1G'-1I'

- Pelat lantai =  $1,8 \cdot 4,51 = 8,12 \text{ kN/m'}$

- Dinding =  $3,75 \cdot 2,5 = 9,38 \text{ kN/m'}$

-Bentang selasar dan louvre

- Pelat selasar =  $1,25 \cdot 4,51 = 5,64 \text{ kN/m'}$

- Pelat louvre =  $1,25 \cdot 3,03 = 3,79 \text{ kN/m'}$

##### b. Beban terpusat lantai dasar, 1 dan 2

- Pelat lantai =  $\frac{2}{3} (0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,6) \cdot 4,51 = 9,74 \text{ kN}$

- Balok anak =  $0,25 \cdot 0,3 \cdot 1,8 \cdot 24 = 3,24 \text{ kN}$

- Dinding =  $3,75 \cdot 1,8 \cdot 2,5 = 16,88 \text{ kN}$

$\frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \cdot \text{m} \cdot \text{m} \cdot \text{m}$

$\frac{1}{2} \cdot 3,6$

$\frac{2}{3} \cdot t \cdot qD$

$\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \cdot \text{m} \cdot \text{m}$

c. Beban terpusat selasar dan louvre

$$\gamma = (1 - (4/3 \cdot C^3/L^2)) = (1 - (4/3 \cdot 1,25^3/3,6^2)) = 0,8$$

$$\text{- Pelat selasar} = (0,5 \text{ balok } 1D' - 2D') 0,8 \cdot 1,25 \cdot 4,51 = 2,26 \text{ kN}$$

$$\text{- Pelat louvre} = (0,5 \text{ balok } 1D' - 2D') 0,8 \cdot 1,25 \cdot 3,03 = 1,52 \text{ kN}$$

d. Beban terpusat atap genteng

$$\text{- kuda-kuda 2} = 82,9 \text{ kN}$$

**B. Beban Hidup**

a. Beban merata lantai dasar, 1 dan 2

-Balok 1G'-1I'

$$\text{-Ruang kuliah} = 1,8 \cdot 2,5 = 4,5 \text{ kN/m'}$$

-Bentang selasar

$$\text{- Pelat selasar} = 1,25 \cdot 3 = 3,75 \text{ kN/m'}$$

b. Beban terpusat lantai dasar, 1 dan 2

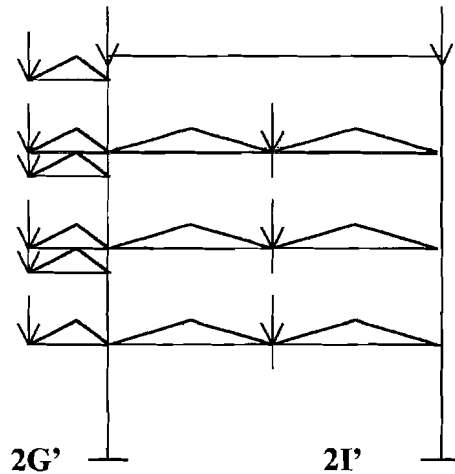
$$\text{- Pelat lantai} = 2/3 (0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,6) \cdot 2,5 = 5,4 \text{ kN}$$

c. Beban terpusat selasar

$$\gamma = (1 - (4/3 \cdot C^3/L^2)) = (1 - (4/3 \cdot 1,25^3/3,6^2)) = 0,8$$

$$\text{- Pelat selasar} = 0,8 \cdot 1,25 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

#### 4.4.1.2 Portal as 2



Gambar 4.13 Portal as 2

#### A. Beban Mati

##### a. Beban merata lantai dasar, 1 dan 2

-Balok 2G'-2I'

$$\text{- Pelat lantai} = 1,8 \cdot 4,51 = 8,12 \text{ kN/m'}$$

$$\text{- Dinding} = 3,75 \cdot 2,5 = 9,38 \text{ kN/m'}$$

-Bentang selasar dan louvre

$$\text{- Pelat selasar} = 1,25 \cdot 4,51 = 5,64 \text{ kN/m'}$$

$$\text{- Pelat louvre} = 1,25 \cdot 3,03 = 3,79 \text{ kN/m'}$$

##### b. Beban terpusat lantai dasar, 1 dan 2

$$\text{- Pelat lantai} = 2/3 (0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,6) 2 \cdot 4,51 = 19,48 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok anak} = 0,25 \cdot 0,3 \cdot 3,6 \cdot 24 = 6,48 \text{ kN}$$

$$\text{- Dinding} = 3,75 \cdot 3,6 \cdot 2,5 = 33,76 \text{ kN}$$

##### c. Beban terpusat selasar dan louvre

$$\gamma = (1 - (4/3 \cdot C^3/L^2)) = (1 - (4/3 \cdot 1,25^3/3,6^2)) = 0,8$$

$$\text{- Pelat selasar} = 0,8 \cdot 1,25 \cdot 4,51 = 4,51 \text{ kN}$$

$$\text{- Pelat louvre} = 0,8 \cdot 1,25 \cdot 3,03 = 3,03 \text{ kN}$$

d. Beban terpusat atap genteng

$$\text{- kuda-kuda 1} = 129,88 \text{ kN}$$

**B. Beban Hidup**

a. Beban merata lantai dasar, 1 dan 2

-Balok 2G'-2I'

$$\text{-Ruang kuliah} = 1,8 \cdot 2,5 = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

-Bentang selasar

$$\text{- Pelat selasar} = 1,25 \cdot 3 = 3,75 \text{ kN/m}^2$$

b. Beban terpusat lantai dasar, 1 dan 2

$$\text{- Pelat lantai} = 2/3 (0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,6) \cdot 2 \cdot 2,5 = 10,8 \text{ kN}$$

c. Beban terpusat selasar

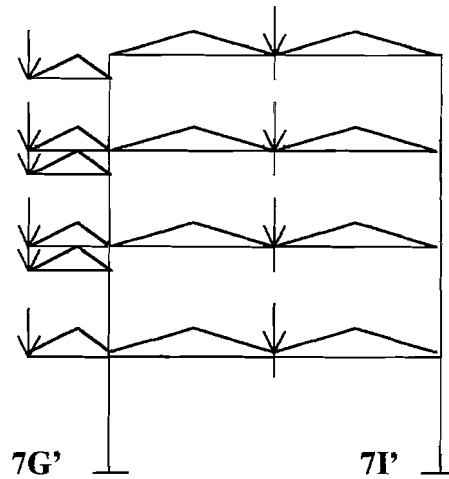
$$\gamma = (1 - (4/3 \cdot C^3/L^2)) = (1 - (4/3 \cdot 1,25^3/3,6^2)) = 0,8$$

$$\text{- Pelat selasar} = 0,8 \cdot 1,25 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

$$\text{Portal as 2} = \text{as 3} = \text{as 4} = \text{as 5} = \text{as 6} = \text{as C} = \text{as D} = \text{as E}$$



#### 4.4.1.3 Portal as 7



Gambar 4.14 Portal as 7

#### A. Beban Mati

##### a. Beban merata lantai dasar, 1 dan 2

-Balok 7G'-7I' = G7'-G9'

$$\text{- Pelat lantai} = 1,8 \cdot 4,51 = 8,12 \text{ kN/m'}$$

$$\text{- Dinding} = 3,75 \cdot 2,5 = 9,38 \text{ kN/m'}$$

-Bentang selasar dan louvre

$$\text{- Pelat selasar} = 1,25 \cdot 4,51 = 5,64 \text{ kN/m'}$$

$$\text{- Pelat louvre} = 1,25 \cdot 3,03 = 3,79 \text{ kN/m'}$$

##### b. Beban merata atap pelat

$$\text{- Pelat atap} = 1,8 \cdot 3,03 = 5,45 \text{ kN/m'}$$

##### c. Beban terpusat lantai dasar, 1 dan 2

$$\text{- Pelat lantai} = 2/3 (0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,6) \cdot 2 \cdot 4,51 = 19,48 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok anak} = 0,25 \cdot 0,3 \cdot 3,6 \cdot 24 = 6,48 \text{ kN}$$

$$\text{- Dinding} = 3,75 \cdot 3,6 \cdot 2,5 = 33,76 \text{ kN}$$

d. Beban terpusat selasar dan louvre

$$\gamma = (1 - (4/3 \cdot C^3/L^2)) = (1 - (4/3 \cdot 1,25^3/3,6^2)) = 0,8$$

$$\text{- Pelat selasar} = 0,8 \cdot 1,25 \cdot 4,51 = 4,51 \text{ kN}$$

$$\text{- Pelat louvre} = 0,8 \cdot 1,25 \cdot 3,03 = 3,03 \text{ kN}$$

e. Beban terpusat atap pelat

$$\text{- Pelat atap} = 2/3 (0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,6) \cdot 3,03 = 6,55 \text{ kN}$$

f. Beban terpusat atap genteng

$$\text{- kuda-kuda 2} = 82,9 \text{ kN}$$

**B. Beban Hidup**a. Beban merata lantai dasar, 1 dan 2

$$\text{-Balok } 7G' - 7I' = G7' - G9'$$

$$\text{-Ruang kuliah} = 1,8 \cdot 2,5 = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

-Bentang selasar

$$\text{- Pelat selasar} = 1,25 \cdot 3 = 3,75 \text{ kN/m}^2$$

b. Beban merata atap pelat

$$\text{-Pekerja} = 1,8 \cdot 1 = 1,8 \text{ kN/m}^2$$

c. Beban terpusat lantai dasar, 1 dan 2

$$\text{- Pelat lantai} = 2/3 (0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,6) \cdot 2 \cdot 2,5 = 10,8 \text{ kN}$$

d. Beban terpusat selasar

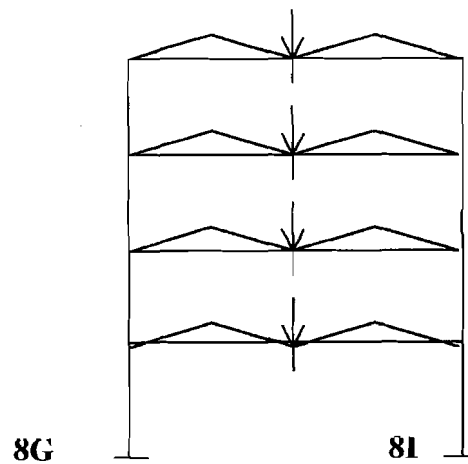
$$\gamma = (1 - (4/3 \cdot C^3/L^2)) = (1 - (4/3 \cdot 1,25^3/3,6^2)) = 0,8$$

$$\text{- Pelat selasar} = 0,8 \cdot 1,25 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

e. Beban terpusat atap pelat

$$\text{- Pelat atap} = 2/3 (0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,6) \cdot 1 = 2,16 \text{ kN}$$

#### 4.4.1.4 Portal as 8



Gambar 4.15 Portal as 8

##### A. Beban Mati

###### a. Beban merata lantai dasar, 1 dan 2

-Balok 8G-8I = 7H-9H

$$\text{- Pelat lantai} = 1,8 \cdot 4,51 = 8,12 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{- Dinding} = 3,75 \cdot 2,5 = 9,38 \text{ kN/m}^2$$

###### b. Beban merata atap pelat

$$\text{- Pelat atap} = 1,8 \cdot 3,03 = 5,45 \text{ kN/m}^2$$

###### c. Beban terpusat lantai dasar, 1 dan 2

$$\text{- Pelat lantai} = 2/3 (0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,6) \cdot 2 \cdot 4,51 = 19,48 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok induk} = 0,25 \cdot 0,4 \cdot 3,6 \cdot 24 = 6,48 \text{ kN}$$

$$\text{- Dinding} = 3,75 \cdot 3,6 \cdot 2,5 = 33,76 \text{ kN}$$

###### d. Beban terpusat atap pelat

$$\text{- Pelat atap} = 2/3 (0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,6) \cdot 2 \cdot 3,03 = 13,10 \text{ kN}$$

**B. Beban Hidup****a. Beban merata lantai dasar, 1 dan 2**

-Balok 8G-8I = 7H-9H

$$\text{-Ruang kuliah} = 1,8 \cdot 2,5 = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

**b. Beban merata atap pelat**

$$\text{-Pekerja} = 1,8 \cdot 1 = 1,8 \text{ kN/m}^2$$

**c. Beban terpusat lantai dasar, 1 dan 2**

$$\text{-Pelat lantai} = 2/3 (0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,6) \cdot 2 \cdot 2,5 = 10,8 \text{ kN}$$

**d. Beban terpusat selasar**

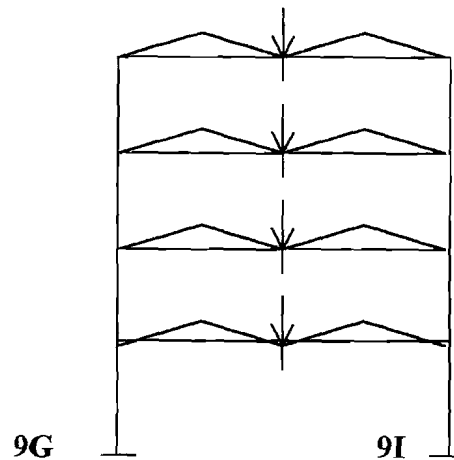
$$\gamma = (1 - (4/3 \cdot C^3/L^2)) = (1 - (4/3 \cdot 1,25^3/3,6^2)) = 0,8$$

$$\text{-Pelat selasar} = 0,8 \cdot 1,25 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

**e. Beban terpusat atap pelat**

$$\text{-Pelat atap} = 2/3 (0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,6) \cdot 2 \cdot 1 = 4,32 \text{ kN}$$

#### 4.4.1.5 Portal as 9



Gambar 4.16 Portal as 9

#### A. Beban Mati

##### a. Beban merata lantai dasar, 1 dan 2

-Balok 9G-9I = 7I-9I

- Pelat lantai =  $1,8 \cdot 4,51 = 8,12 \text{ kN/m}^2$

- Dinding =  $3,75 \cdot 2,5 = 9,38 \text{ kN/m}^2$

##### b. Beban merata atap pelat

- Pelat atap =  $1,8 \cdot 3,03 = 5,45 \text{ kN/m}^2$

##### c. Beban terpusat lantai dasar, 1 dan 2

- Pelat lantai =  $2/3 (0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,6) \cdot 2 \cdot 4,51 = 19,48 \text{ kN}$

- Balok induk =  $0,25 \cdot 0,4 \cdot 1,8 \cdot 24 = 3,24 \text{ kN}$

- Dinding =  $3,75 \cdot 3,6 \cdot 2,5 = 33,76 \text{ kN}$

##### d. Beban terpusat atap pelat

- Pelat atap =  $2/3 (0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,6) \cdot 3,03 = 6,55 \text{ kN}$

## B. Beban Hidup

### a. Beban merata lantai dasar, 1 dan 2

$$\text{-Balok } 9G-9I = 7I-9I$$

$$\text{-Ruang kuliah} = 1,8 \cdot 2,5 = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

### b. Beban merata atap pelat

$$\text{-Pekerja} = 1,8 \cdot 1 = 1,8 \text{ kN/m}^2$$

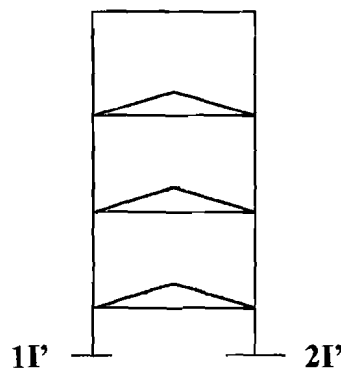
### c. Beban terpusat lantai dasar, 1 dan 2

$$\text{-Pelat lantai} = 2/3 (0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,6) \cdot 2 \cdot 2,5 = 10,8 \text{ kN}$$

### e. Beban terpusat atap pelat

$$\text{-Pelat atap} = 2/3 (0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,6) \cdot 2 \cdot 1 = 4,32 \text{ kN}$$

## 4.4.1.6 Portal as I'



Gambar 4.17 Portal as I'

## A. Beban Mati

### Beban merata lantai dasar, 1 dan 2

$$\text{-Balok } 1I'-2I' = 2I'-3I' = 3I'-4I' = 4I'-5I' = 5I'-6I' = 6I'-7I'$$

$$9'G-9'F = 9'F-9'E = 9'E-9'D = 9'D-9'C = 9'C-9'B$$

$$\text{- Pelat lantai} = 1,8 \cdot 4,51 = 8,12 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{- Dinding} = 3,75 \cdot 2,5 = 9,38 \text{ kN/m}^2$$

### B. Beban Hidup

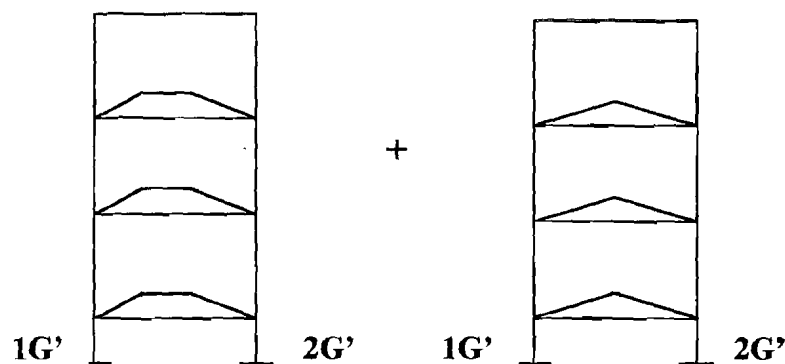
#### Beban merata lantai dasar, 1 dan 2

$$\text{-Balok } 1I'-2I' = 2I'-3I' = 3I'-4I' = 4I'-5I' = 5I'-6I' = 6I'-7I'$$

$$9'G'-9'F = 9'F-9'E = 9'E-9'D = 9'D-9'C = 9'C-9'B$$

$$\text{-Ruang kuliah} = 1,8 \cdot 2,5 = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.4.1.7 Portal as F'



Gambar 4.18 Portal as G'

### A. Beban Mati

#### Beban merata lantai dasar, 1 dan 2

$$\text{-Balok } 1G'-2G' = 2G'-3G' = 3G'-4G' = 4G'-5G' = 5G'-6G' = 6G'-7G'$$

$$7'G'-7'F = 7'F-7'E = 7'E-7'D = 7'D-7'C = 7'C-7'B$$

$$\text{- Pelat lantai} = 1,8 \cdot 4,51 = 8,12 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{- Dinding} = 3,75 \cdot 2,5 = 9,38 \text{ kN/m}^2$$

-Bentang selasar dan louvre

$$\gamma = (1 - (4/3 \cdot C^3/L^2)) = (1 - (4/3 \cdot 1,25^3/3,6^2)) = 0,8$$

$$\text{- Pelat selasar} = 1,25 \cdot 4,51 = 5,64 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{- Pelat louvre} = 1,25 \cdot 3,03 = 3,79 \text{ kN/m}^2$$

### B. Beban Hidup

#### Beban merata lantai dasar, 1 dan 2

$$\text{-Balok } 1G'-2G' = 2G'-3G' = 3G'-4G' = 4G'-5G' = 5G'-6G' = 6G'-7G'$$

$$7'G'-7'F = 7'F-7'E = 7'E-7'D = 7'D-7'C = 7'C-7'B$$

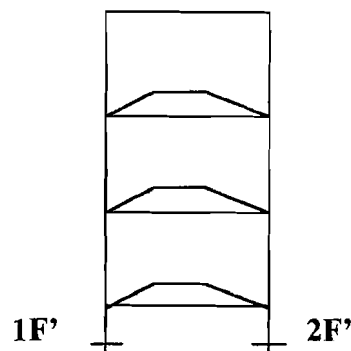
$$\text{-Ruang kuliah} = 1,8 \cdot 2,5 = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

-Bentang selasar

$$\gamma = (1 - (4/3 \cdot C^3/L^2)) = (1 - (4/3 \cdot 1,25^3/3,6^2)) = 0,8$$

$$\text{- Pelat selasar} = 1,25 \cdot 3 = 3,75 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.4.1.7 Portal as F'



Gambar 4.19 Portal as F'

### A. Beban Mati

#### Beban merata selasar lantai dasar, 1 dan 2

$$\text{-Balok } 1F'-2F' = 2F'-3F' = 3F'-4F' = 4F'-5F' = 5F'-6F' = 6F'-7F'$$

$$6'G'-6'F = 6'F-6'E = 6'E-6'D = 6'D-6'C = 6'C-6'B$$

$$\gamma = (1 - (4/3 \cdot C^3/L^2)) = (1 - (4/3 \cdot 1,25^3/3,6^2)) = 0,8$$

$$\text{- Pelat selasar} = 1,25 \cdot 4,51 = 5,64 \text{ kN/m}^2$$



$$\text{- Pelat louvre} = 1,25 \cdot 3,03 = 3,79 \text{ kN/m}^2$$

## B. Beban Hidup

Beban merata selasar lantai dasar, 1 dan 2

$$\text{-Balok } 1F'-2F' = 2F'-3F' = 3F'-4F' = 4F'-5F' = 5F'-6F' = 6F'-7F'$$

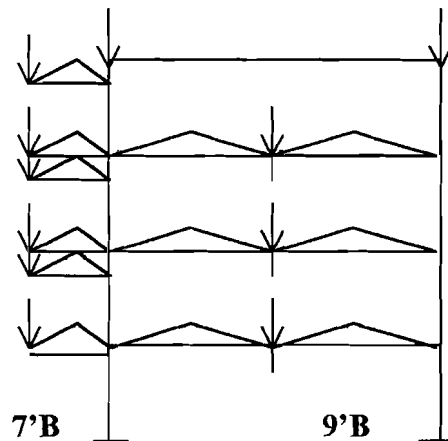
$$6'G-6'F = 6'F-6'E = 6'E-6'D = 6'D-6'C = 6'C-6'B$$

$$\gamma = (1 - (4/3 \cdot C^3/L^2)) = (1 - (4/3 \cdot 1,25^3/3,6^2)) = 0,8$$

$$\text{- Pelat selasar} = 1,25 \cdot 3 = 3,75 \text{ kN/m}^2$$

Portal as E' = as 6'

### 4.4.1.8 Portal as B



Gambar 4.20 Portal as B

## A. Beban Mati

a. Beban merata lantai dasar, 1 dan 2

-Balok 7'B-9'B

$$\text{- Pelat lantai} = 1,8 \cdot 4,51 = 8,12 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{- Dinding} = 3,75 \cdot 2,5 = 9,38 \text{ kN/m}^2$$

-Bentang selasar dan louvre

$$\text{- Pelat selasar} = 1,25 \cdot 4,51 = 5,64 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{- Pelat louvre} = 1,25 \cdot 3,03 = 3,79 \text{ kN/m}^2$$

b. Beban terpusat lantai dasar, 1 dan 2

$$\text{- Pelat lantai} = \frac{2}{3} (0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,6) \cdot 2 \cdot 4,51 = 19,48 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok anak} = 0,25 \cdot 0,3 \cdot 3,6 \cdot 24 = 6,48 \text{ kN}$$

$$\text{- Dinding} = 3,75 \cdot 3,6 \cdot 2,5 = 33,76 \text{ kN}$$

c. Beban terpusat selasar

$$\gamma = (1 - (4/3 \cdot C^3/L^2)) = (1 - (4/3 \cdot 1,25^3/3,6^2)) = 0,8$$

$$\text{- Pelat selasar} = 0,8 \cdot 1,25 \cdot 4,51 = 4,51 \text{ kN}$$

d. Beban terpusat atap genteng

$$\text{- kuda-kuda 1} = 129,88 \text{ kN}$$

**B. Beban Hidup**

a. Beban merata lantai dasar, 1 dan 2

-Balok 7'B-9'B

$$\text{-Ruang kuliah} = 1,8 \cdot 2,5 = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

-Bentang selasar

$$\text{- Pelat selasar} = 1,25 \cdot 3 = 3,75 \text{ kN/m}^2$$

b. Beban terpusat lantai dasar, 1 dan 2

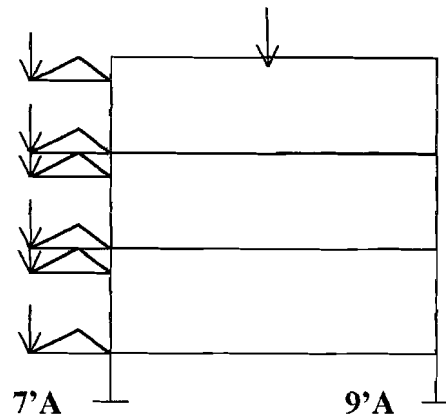
$$\text{- Pelat lantai} = \frac{2}{3} (0,5 \cdot 1,8 \cdot 3,6) \cdot 2 \cdot 2,5 = 10,8 \text{ kN}$$

c. Beban terpusat selasar

$$\gamma = (1 - (4/3 \cdot C^3/L^2)) = (1 - (4/3 \cdot 1,25^3/3,6^2)) = 0,8$$

$$\text{- Pelat selasar} = 0,8 \cdot 1,25 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

#### 4.4.1.9 Portal as A



Gambar 4.21 Portal as A

#### A. Beban Mati

##### a. Beban merata lantai dasar, 1 dan 2

-Balok 7'A-9'A

$$\text{- Dinding} = 3,75 \cdot 2,5 = 9,38 \text{ kN/m'}$$

-Bentang selasar dan louvre

$$\text{- Pelat selasar} = 1,25 \cdot 4,51 = 5,64 \text{ kN/m'}$$

$$\text{- Pelat louvre} = 1,25 \cdot 3,03 = 3,79 \text{ kN/m'}$$

##### c. Beban terpusat selasar

$$\gamma = (1 - (4/3 \cdot C^3/L^2)) = (1 - (4/3 \cdot 1,25^3/3,6^2)) = 0,8$$

$$\text{- Pelat selasar} = 0,8 \cdot 1,25 \cdot 4,51 = 4,51 \text{ kN}$$

##### d. Beban terpusat atap genteng

$$\text{- kuda-kuda 2} = 82,9 \text{ kN}$$

#### B. Beban Hidup

##### a. Beban merata lantai dasar, 1 dan 2

-Bentang selasar

$$\text{- Pelat selasar} = 1,25 \cdot 3 = 3,75 \text{ kN/m'}$$

c. Beban terpusat selasar

$$\gamma = (1 - (4/3 \cdot C^3/L^2)) = (1 - (4/3 \cdot 1,25^3/3,6^2)) = 0,8$$

$$\text{- Pelat selasar} = 0,8 \cdot 1,25 \cdot 3 = 3 \text{ kN}$$

#### 4.4.2 Perhitungan Gaya Geser Dasar Horizontal Total Akibat Gempa.

##### A. Lantai basement, dasar, 1 dan 2

a. Beban mati

$$[(6 \times 6)(14) + (5 \times 6)(12) + (3,5 \times 6)(12) + (3 \times 6)(8)] \cdot 4,51 = 5682,6$$

- Pelat  $= (7,2 \cdot 36 + 7,2 \cdot 7,2) \cdot 4,51 \cdot 4 = 5611,16 \text{ kN}$
- Pelat selasar  $= (2,5 \cdot 39,6) \cdot 4,51 \cdot 3 = 1339,47 \text{ kN}$
- Balok induk  $= 0,50 \cdot 0,50 \cdot 271,08 \cdot 24 = 1626,48 \text{ kN}$
- Balok anak  $= 0,25 \cdot 0,30 \cdot 36 \cdot 24 \cdot 4 = 259,20 \text{ kN}$
- kolom  $= 0,7 \cdot 0,7 \cdot 4,25 \cdot 30 \cdot 24 = 1499,4 \text{ kN}$
- Dinding  $= 3,75 \cdot 201,6 \cdot 2,5 \cdot 3 = 5670 \text{ kN}$

$W_d = 16005,71 \text{ kN}$   
 $W_d = 16005,71 \text{ kN}$

b. Beban hidup

$$[(6 \times 6)(14) + (5 \times 6)(12) + (3,5 \times 6)(12) + (3 \times 6)(8)] \cdot 2,5 = 3150 \text{ kN}$$

- Pelat  $= (7,2 \cdot 36 + 7,2 \cdot 7,2) \cdot 2,5 \cdot 4 = 3110,4 \text{ kN}$
- Pelat selasar  $= (2,5 \cdot 39,6) \cdot 3 \cdot 3 = 891 \text{ kN}$

$W_l = 4001,4 \text{ kN}$   
 $W_l = 4001,4 \text{ kN}$

$$W_{t1} = 16005,71 + 4001,4 = 20007,11 \text{ kN}$$

##### B. Atap Pelat

a. Beban mati

$$\text{- Pelat atap} = 7,2 \cdot 7,2 \cdot 3,03 = 157,08 \text{ kN}$$

$$\text{- Balok induk} = 0,5 \cdot 0,50 \cdot 191,88 \cdot 24 = 1151,28 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Balok ring} &= 0,25 \cdot 0,50 \cdot 28,8 \cdot 24 && = \underline{86,4 \text{ kN}} + \\
 &&& = 1394,76 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

## b. Beban hidup

$$\begin{aligned}
 \text{- Pelat atap} &= 7,2 \cdot 7,2 \cdot 1 && = \underline{51,84 \text{ kN}} + \\
 &&& = 51,84 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$W_{t2} = 1394,76 + 51,84 = 1446,60 \text{ kN}$$

## C. Atap Genteng

## a. Beban mati

$$\begin{aligned}
 \text{- kuda-kuda 1} &= 8 \cdot 29,94 && = 239,52 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- kuda-kuda 2} &= 4 \cdot 15,73 && = \underline{62,92 \text{ kN}} +
 \end{aligned}$$

$$= 8 \cdot 7,91 = 7,27 \text{ kN}$$

$$W_d = 302,44 \text{ kN}$$

$$w_d = 30,99 \text{ kN}$$

## b. Beban hidup

$$\begin{aligned}
 \text{- Pekerja} &= 7,2 \cdot 36 \cdot 1 && = \underline{259,20 \text{ kN}} +
 \end{aligned}$$

$$W_l = 259,20 \text{ kN}$$

$$W_{t3} = 302,44 + 259,20 - 561,64 \text{ kN} = 39,9 + 570 = 409,9 \Rightarrow W_{t3}$$

$$\bullet \text{ } W_{\text{total}} = W_{t1} + W_{t2} + W_{t3} = 20007,11 + 1446,60 + 561,64 = 22015,35 \text{ kN}$$

$$= W_{t1} + W_{t2} = 27869,70 + 409,9 = 28279,6 \text{ kN}$$

## D. Waktu getar bangunan (T)

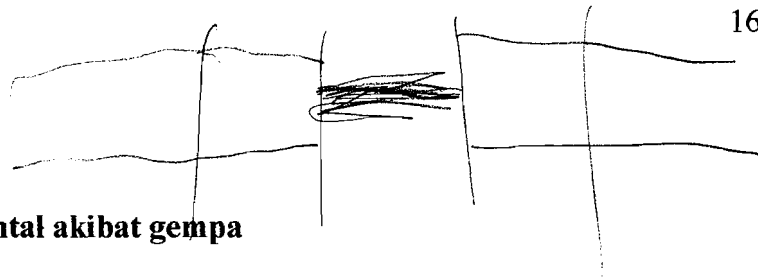
$$T = 0,06 \cdot H^{3/4} = 0,06 \cdot 16,15^{3/4} = 0,483 \text{ dt}$$

## E. Koefisien gempa dasar

$$T = 0,483 \text{ dt} ; \text{ Zona 3 dan jenis tanah lunak diperoleh } C = 0,07$$

## F. Faktor keutamaan I dan faktor jenis struktur K

$$I = 1,0 ; K = 1,0$$

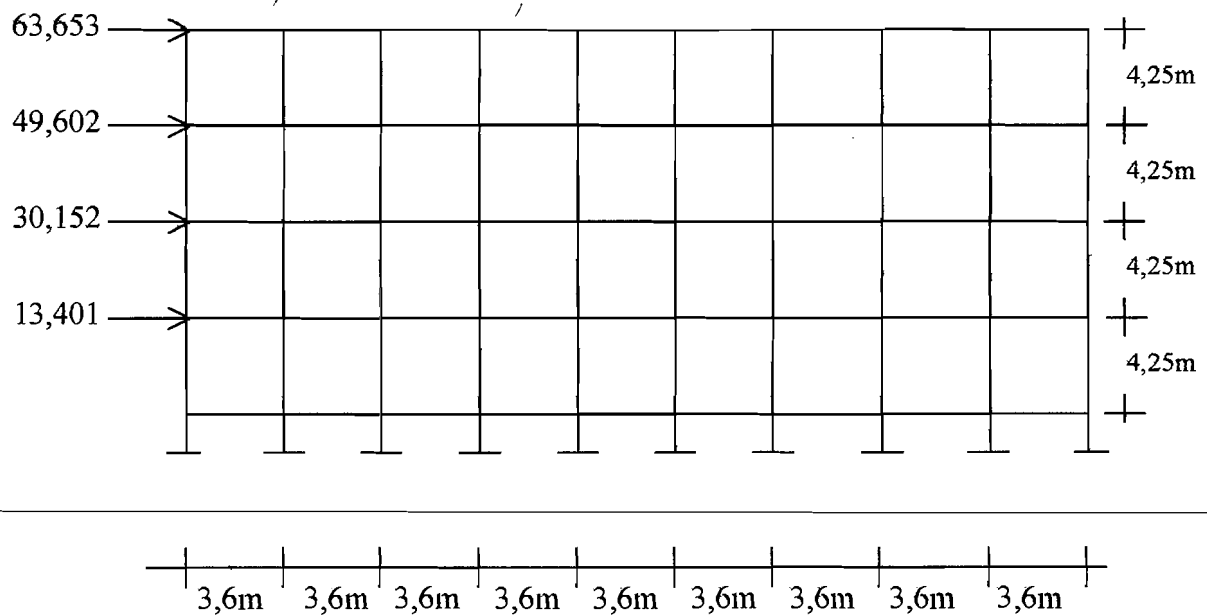


### G. Gaya geser horizontal akibat gempa

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t = 0,07 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 22015,35 = 1541,08 \text{ kN}$$

### H. Distribusi gaya horizontal total akibat gempa ke sepanjang tinggi gedung.

tingkat	hi (m)	Wi (kN)	V (kN)	Wi.hi (kN.m)	Fi (kN)	Fit/10 (kN)
2	16,15	5503,84	1541,08	88887,02	636,53	63,653
1	11,90	5503,84	1541,08	65495,70	469,02	46,902
Dasar	7,65	5503,84	1541,08	42104,38	301,52	30,152
basement	3,40	5503,84	1541,08	18713,06	134,01	13,401
	39,1	22015,35		215200,16	1541,08	154,108



**Gambar 4.22** Distribusi beban gempa

### 4.4.3 Disain Balok Induk

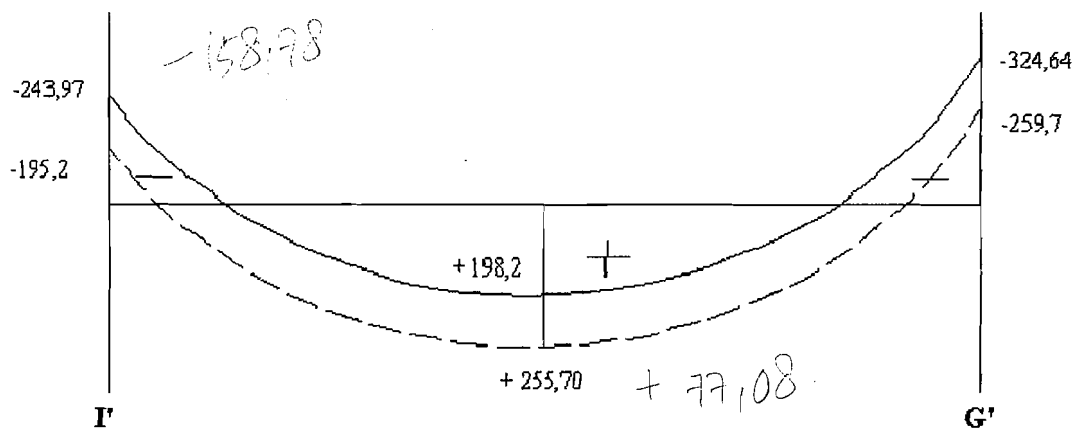
#### 4.4.3.1 Disain Tulangan Lentur Balok

##### A. Momen Rencana Balok

Momen rencana balok diambil yang terbesar setelah dikombinasikan sebagai berikut:

1.  $1,2 M_D + 1,6 M_L$
2.  $0,9 M_D \pm M_E$
3.  $1,05 ( M_D + 0,6 M_L \pm M_E )$

Berikut diberikan contoh perhitungan balok ( B1 )



Gambar 4.23 momen pada portal As-2 bentang I'-G'

##### B. Tulangan Tumpuan I'

Dipakai dimensi rencana 500/500

$f_c' = 25 \text{ Mpa}$        $f_y = 400 \text{ Mpa}$

$M_u = 243,97 \text{ kNm}$

$M_u$  akibat distribusi momen 20% =  $243,97 - (0,2 \cdot 243,97) = 195,2 \text{ kNm}$

$$\frac{M_u}{\phi} = \frac{195,2}{0,8} = 244 \text{ kNm}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0271$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \rho_b = 0,75 \cdot 0,0271 = 0,0203$$

$$\text{rasio tulangan rencana} = 0,5 \cdot \rho_{\text{maks}} = 0,5 \cdot 0,0203 = 0,01015$$

$$\rho_{\text{min}} = 1,4/f_y = 1,4/400 = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \cdot 25} = 18,824$$

$$R_n = \rho \cdot f_y \cdot \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m \right) = 0,01015 \cdot 400 \cdot \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot 0,01015 \cdot 18,824 \right) = 3,67 \text{ Mpa}$$

$$d_{\text{perlu}} = \sqrt{\frac{Mu/\phi}{R_n \cdot b}} = \sqrt{\frac{244 \cdot 10^6}{3,67 \cdot 500}} = 364,7 \text{ mm}$$

$$d_{\text{pakai}} = h - P_b - \phi_{\text{sengkang}} - z = 500 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 22 = 439 \text{ mm}$$

ambil  $d_{\text{pakai}} = 430 \text{ mm} > d_{\text{perlu}} = 364,7 \rightarrow$  dipakai tul sebelah

$$R_n_{\text{baru}} = \frac{Mu/\phi}{b \cdot d^2} = \frac{244 \cdot 10^6}{500 \cdot 430^2} = 1,95 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{\text{baru}} = \frac{R_n_{\text{baru}}}{R_n} = \frac{1,95}{3,67} \cdot 0,01015 = 0,0054 > \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

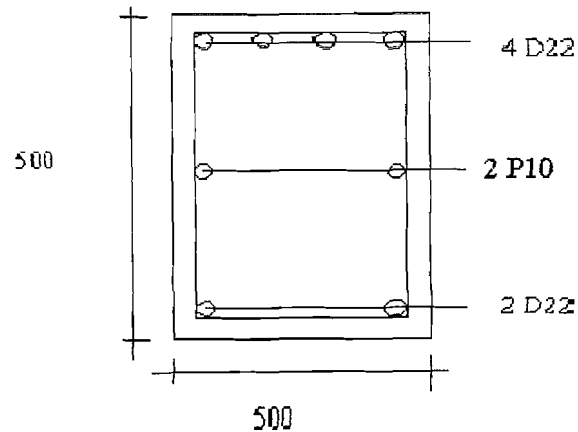
$$< \rho_{\text{maks}} = 0,0203$$

sehingga  $\rho_{\text{perlu}} = \rho_{\text{baru}} = 0,0054$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{baru}} \cdot b \cdot d = 0,0054 \cdot 500 \cdot 430 = 1161 \text{ mm}^2$$

Dipakai 4D22 dengan  $A_{S_{\text{ada}}} = 1520 \text{ mm}^2$





**Gambar 4.24** tulangan pokok balok tumpuan

$$s = \frac{b - 2.Pb - 2.\phi \text{ sengkang} - n.\phi \text{ tul.}}{(n-1)} = \frac{500 - 2.40 - 2.10 - 4.22}{(4-1)} = 104 \text{ mm}$$

Kontrol

$$a = \frac{A s_{ada} . f_y}{0,85 . f_c' . b} = \frac{1520 . 400}{0,85 . 25 . 500} = 57,2 \text{ mm}$$

$$M_n = A s_{ada} . f_y . (d - \frac{a}{2})$$

$$= 1520 . 400 . (430 - \frac{57,2}{2})$$

$$= 286,6 \text{ kNm} > \frac{M_u}{\phi} = 244 \text{ kNm} \rightarrow \text{OK!}$$

### C. Tulangan Lapangan

Dipakai dimensi rencana 500/500

$f_c' = 25 \text{ Mpa}$

$f_y = 400 \text{ Mpa}$

$M_u = 198,20 \text{ kNm}$

$$M_u \text{ akibat distribusi momen} = 198,20 + \left( \frac{48,77 + 64,94}{2} \right) = 255,70 \text{ kNm}$$

$$\frac{Mu}{\phi} = \frac{255,70}{0,8} = 319,63 \text{ kNm}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0271$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_b = 0,75 \cdot 0,0271 = 0,0203$$

$$\text{rasio tulangan rencana} = 0,5 \cdot \rho_{maks} = 0,5 \cdot 0,0203 = 0,01015$$

$$\rho_{min} = 1,4/f_y = 1,4/400 = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \cdot 25} = 18,824$$

$$Rn = \rho \cdot f_y \cdot \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m \right) = 0,01015 \cdot 400 \cdot \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot 0,01015 \cdot 18,824 \right) = 3,67 \text{ Mpa}$$

$$d_{perlu} = \sqrt{\frac{Mu/\phi}{Rn \cdot b}} = \sqrt{\frac{319,63 \cdot 10^6}{3,67 \cdot 500}} = 417,36 \text{ mm}$$

$$d_{pakai} = h - P_b - \phi_{senggang} - z = 500 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 22 = 439 \text{ mm}$$

ambil  $d_{pakai} = 430 \text{ mm} > d_{perlu} = 417,36 \rightarrow$  dipakai tul sebelah

$$Rn_{baru} = \frac{Mu/\phi}{b \cdot d^2} = \frac{319,63 \cdot 10^6}{500 \cdot 430^2} = 2,56 \text{ Mpa}$$

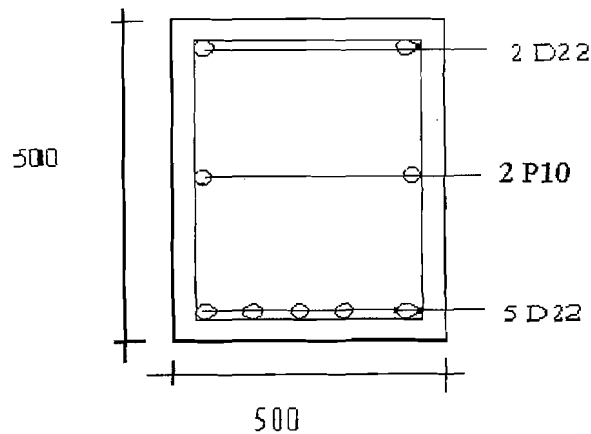
$$\rho_{baru} = \frac{Rn_{baru}}{Rn} = \frac{2,56}{3,67} \cdot 0,01015 = 0,0071 > \rho_{min} = 0,0035$$

$$< \rho_{maks} = 0,0203$$

sehingga  $\rho_{perlu} = \rho_{baru} = 0,0071$

$$A_{s_{perlu}} = \rho_{perlu} \cdot b \cdot d = 0,0071 \cdot 500 \cdot 430 = 1527 \text{ mm}^2$$

Dipakai 5D22 dengan  $A_{s_{ada}} = 1900 \text{ mm}^2$



**Gambar 4.25** tulangan pokok balok lapangan

$$s = \frac{b - 2.Pb - 2.\phi \text{ sengkang} - n.\phi \text{ tul}}{(n-1)} = \frac{500 - 2.40 - 2.10 - 5.22}{(5-1)} = 73 \text{ mm}$$

Kontrol

$$a = \frac{As_{ada}.fy}{0,85.fc'.b} = \frac{1900.400}{0,85.25.500} = 71,5 \text{ mm}$$

$$Mn = As_{ada}.fy.(d - \frac{a}{2}) = 1900.400.(430 - \frac{71,5}{2})$$

$$= 352,8 \text{ kNm} > \frac{Mu}{\phi} = 319,63 \text{ kNm} \rightarrow \text{OK!}$$

#### D. Tulangan Tumpuan G'

Dipakai dimensi rencana 500/500

$$fc' = 25 \text{ Mpa} \quad fy = 400 \text{ Mpa}$$

$$Mu = 324,64 \text{ kNm}$$

$$Mu \text{ akibat distribusi momen } 20\% = 324,64 - (0,2.324,64) = 259,7 \text{ kNm}$$

$$\frac{Mu}{\phi} = \frac{259,7}{0,8} = 324,6 \text{ kNm}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0271$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \rho_b = 0,75 \cdot 0,0271 = 0,0203$$

$$\text{rasio tulangan rencana} = 0,5 \cdot \rho_{maks} = 0,5 \cdot 0,0203 = 0,01015$$

$$\rho_{min} = 1,4/f_y = 1,4/400 = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \cdot 25} = 18,824$$

$$R_n = \rho \cdot f_y \cdot \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m \right) = 0,01015 \cdot 400 \cdot \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot 0,01015 \cdot 18,824 \right) = 3,67 \text{ Mpa}$$

$$d_{perlu} = \sqrt{\frac{Mu/\phi}{R_n \cdot b}} = \sqrt{\frac{324,6 \cdot 10^6}{3,67 \cdot 500}} = 420,6 \text{ mm}$$

$$d_{pakai} = h - P_b - \phi_{sengkang} - z = 500 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 22 = 439 \text{ mm}$$

ambil  $d_{pakai} = 430 \text{ mm} > d_{perlu} = 420,6 \rightarrow$  dipakai tul sebelah

$$R_n \text{ baru} = \frac{Mu/\phi}{b \cdot d^2} = \frac{324,6 \cdot 10^6}{500 \cdot 430^2} = 2,6 \text{ Mpa}$$

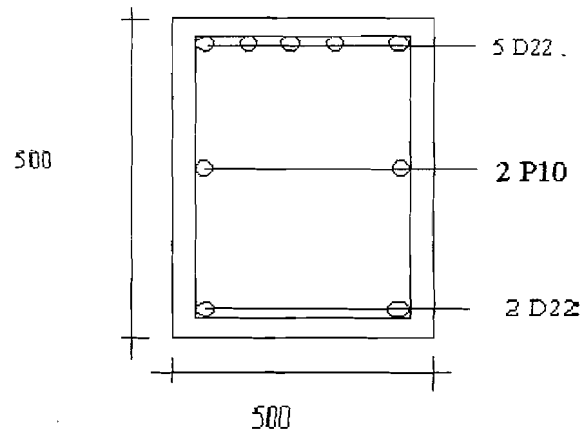
$$\rho_{baru} = \frac{R_n \text{ baru}}{R_n} = \frac{2,6}{3,67} \cdot 0,01015 = 0,0072 > \rho_{min} = 0,0035$$

$$< \rho_{maks} = 0,0203$$

sehingga  $\rho_{perlu} = \rho_{baru} = 0,0072$

$$A_{S_{perlu}} = \rho_{baru} \cdot b \cdot d = 0,0072 \cdot 500 \cdot 430 = 1548 \text{ mm}^2$$

Dipakai 5D22 dengan  $A_{S_{ada}} = 1900 \text{ mm}^2$



**Gambar 4.26** tulangan pokok balok tumpuan

$$s = \frac{b - 2.Pb - 2.\phi \text{ sengkang} - n.\phi \text{ tul}}{(n-1)} = \frac{500 - 2.40 - 2.10 - 4.22}{(5-1)} = 73 \text{ mm}$$

Kontrol

$$a = \frac{As_{ada}.fy}{0,85.fc'.b} = \frac{1900.400}{0,85.25.500} = 71,5 \text{ mm}$$

$$Mn = As_{ada}.fy.(d - \frac{a}{2}) = 1900.400 (430 - \frac{71,5}{2})$$

$$= 352,8 \text{ kNm} > \frac{Mu}{\phi} = 324,6 \text{ kNm} \rightarrow \text{OK!}$$

## E. Momen Nominal Aktual Balok

### 1. Momen Aktual Balok Negatif

tulangan atas = 5D22 dengan  $As_{ada} = 1900 \text{ mm}^2$

tulangan bawah = 2D22 dengan  $As'_{ada} = 760 \text{ mm}^2$

$$\rho = \frac{As_{ada}}{b.d_{pakai}} = \frac{1900}{500.430} = 0,007$$

$$\rho' = \frac{As'_{ada}}{b.d_{pakai}} = \frac{760}{500.430} = 0,003$$

$$\rho_1 = \rho - \rho' = 0,007 - 0,003 = 0,004$$

$$f_s' = 600 \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot d'}{(\rho - \rho') \cdot f_y \cdot d} \right\} = 600 \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85 \cdot 60}{0,004 \cdot 400 \cdot 500} \right\} \frac{1083,75}{800}$$

$$= 212,81 \text{ Mpa}$$

$$f_s' < f_y \text{ dipakai } f_s' = 212,81 \text{ Mpa}$$

$$a = \frac{(A_{s_{ada}} \cdot f_y) - (A_{s'_{ada}} \cdot f_s')}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{(1900 \cdot 400) - (760 \cdot 212,81)}{0,85 \cdot 25 \cdot 500}$$

$$= 56,31 \text{ mm}^2$$

$$Mn_1 = (A_{s_{ada}} \cdot f_y - A_{s'_{ada}} \cdot f_s') \cdot (d - \frac{a}{2})$$

$$= (1900 \cdot 400 - 760 \cdot 212,81) \cdot (430 - \frac{56,31}{2}) = 282,29 \text{ kNm}$$

$$Mn_2 = (A_{s'_{ada}} \cdot f_s') \cdot (d - d') = (760 \cdot 212,81) \cdot (430 - 60) = 71,16 \text{ kNm}$$

$$M_{nak}^- = Mn_1 + Mn_2 = 282,29 + 71,16 = 353,45 \text{ kNm}$$

## 2. Momen Aktual Balok Positif

$$\rho_{aktual} = \frac{1900}{500 \cdot 500} = 0,0076$$

$$R_n = \rho \cdot f_y (1 - 1/2 \cdot \rho \cdot m) = 0,0076 \cdot 400 \cdot (1 - 1/2 \cdot 0,0076 \cdot 18,824) = 2,8 \text{ Mpa}$$

$$M_{nak}^+ = R_n \cdot b \cdot d^2 = 2,8 \cdot 500 \cdot 430^2 \cdot 10^{-6} = 353,75 \text{ kNm}$$

## F. Perencanaan Tulangan Geser Balok

Adapun syarat penentuan gaya geser rencana balok adalah sebagai berikut:

$$V_{u,b} = 0,7 \phi_0 \left[ \frac{M_{nak,b} + M_{nak,b'}}{Ln} \right] + 1,05 \cdot V_g$$

Tetapi tidak lebih besar dari  $V_{u,b} = 1,05 (V_{D,b} + V_{L,b} + 4/k \cdot V_{E,b})$

$\phi_0$

$$V_D = 142,5 \text{ kN}; \quad V_L = 23 \text{ kN}; \quad V_E = 32,89 \text{ kN}$$

$$V_{u,b} = 0,7 \phi_0 \left[ \frac{M_{nak,b} + M_{nak,b'}}{Ln} \right] + 1,05 V_g$$

$$V_{u,b} = 0,7 \cdot 1,25 \left[ \frac{353,75 + 353,45}{6,5} \right] + 1,05(142,5 + 23) = 268,98 \text{ kN}$$

Dengan syarat tidak lebih besar dari :

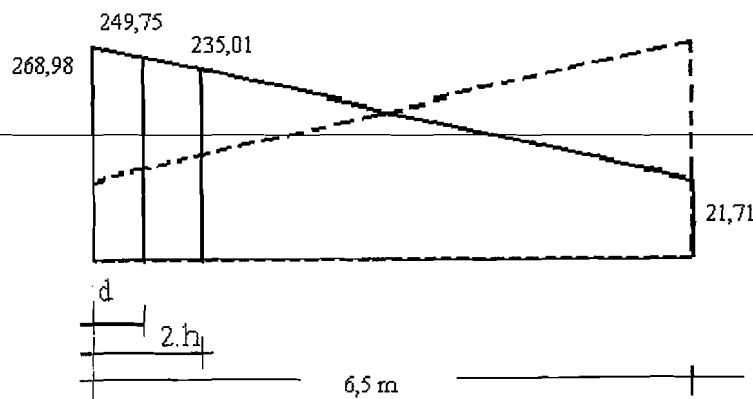
$$V_{u,b} = 1,05 (142,5 + 23 + 4/1 \cdot 32,89) = 311,9 \text{ kN}$$

$V_{u,b}$  pakai =

$$\left[ 1,05 V_g - 0,7 \phi_0 \left( \frac{M_{nak,b} + M_{nak,b'}}{Ln} \right) \right] + \frac{Ln - d}{Ln} \left[ V_{u,b} - 0,7 \phi_0 \left( \frac{M_{nak,b} + M_{nak,b'}}{Ln} \right) \right]$$

$$\left[ 1,05 \cdot 173,8 - 0,7 \cdot 1,25 \left( \frac{353,75 + 353,45}{6,5} \right) \right] + \frac{6,5 - 0,43}{6,5} \left[ 268,98 - 0,7 \cdot 1,25 \left( \frac{353,75 + 353,45}{6,5} \right) \right]$$

$$= 249,75 \text{ kN}$$



Gambar 4.27 Tegangan geser balok induk

1. dalam daerah sendi plastis

$$V_{u,b} = 249,75 \text{ kN} \quad \rightarrow V_{u,b} \text{ pakai}$$

$$V_c = 0$$

$$V_s = \frac{V_{u,b}}{\phi} = \frac{249,75}{0,6} = 416,25 \text{ kN}$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{(2,0,25 \cdot \pi \cdot 10^2) \cdot 240 \cdot 430}{416,25 \cdot 10^3} = 58,94 \text{ mm}$$

Syarat spasi

$$d/4 = 107,50 \text{ mm}$$

dipakai P<sub>10</sub> - 50

2. Diluar sendi plastis

Diambil jarak sejauh  $2h = 2 \cdot 500 = 1000 \text{ mm}$  dengan  $V_{u,b} = 235,01 \text{ kN}$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d = 179,2 \text{ kN}$$

$$V_s = \frac{V_{u,b}}{\phi} - V_c = \frac{235,01}{0,6} - 179,2 = 212,5 \text{ kN}$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{(2,1/4 \cdot \pi \cdot 10^2) \cdot 240 \cdot 430}{212,5 \cdot 10^3} = 76,3 \text{ mm}$$

Syarat spasi

$$S \leq d/2 = 215 \text{ mm}$$

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

Dipakai P<sub>10</sub> - 75



**G. Perencanaan Tulangan Torsi**

$$\rightarrow T_u = 12,43 \text{ kNm}$$

$$\Sigma x^2 \cdot y = 500^2 \cdot 500 = 125 \cdot 10^6 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \phi \left( \frac{1}{20} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot \Sigma x^2 \cdot y \right) &= 0,6 \cdot \left( \frac{1}{20} \cdot \sqrt{25} \cdot 125 \cdot 10^6 \right) \\ &= 18,75 \cdot 10^6 \text{ Nmm} = 18,75 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Kontrol

$$T_u = 12,43 \text{ kNm} < \phi \left( \frac{1}{20} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot \Sigma x^2 \cdot y \right) = 18,75 \text{ kNm}$$

→ Tulangan torsi diabaikan

#### 4.4.4 Perencanaan Kolom

##### Perhitungan kolom portal As-1 bentang G'-I'

##### 1. Perhitungan Momen dan Gaya Aksial Rencana ( Mc)

##### a. Momen untuk portal arah X.

Data momen :

$M_{Dy}$ atas	= 16,52 kNm	37,28
$M_{Dy}$ bawah	= -26,25 kNm	-16,195
$M_{Ly}$ atas	= 2,86 kNm	4,38
$M_{Ly}$ bawah	= -4,59 kNm	-1,85
$M_{Ey}$ atas	= 4,78 kNm	18,15
$M_{Ey}$ bawah	= -207,41 kNm	-204,58
$M_{Eyy}$ atas	= -4,78 kNm	-18,15
$M_{Eyy}$ bawah	= 207,41 kNm	204,58

Daerah Atas

$$1,2 M_{Dy} + 1,6 M_{Ly} = 1,2 \cdot (16,52) + 1,6 \cdot (2,86) = 24,400 \text{ kNm} \quad 21,7$$

$$1,05 ( M_{Dy} + M_{Ly} ) = 1,05 \cdot (16,52 + (2,86 \cdot 0,6))$$

$$M_{by} = 19,148 \text{ kNm} \quad 40,12$$

$$1,05 M_{Ey} = 1,05 \cdot (4,78) = 5,019 \text{ kNm} \quad 19,37$$

$$M_{sy} = 5,019 \text{ kNm} \quad 19,37$$

$$M_{by} + M_{sy} = (19,148) + (5,019) = 24,167 \text{ kNm} = 40,12 + 19,37 = 59,49$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari :

$$1,05(M_{Dy} + M_{Ly} + \frac{4}{k} M_{Ey}) = 1,05 (16,52 + 2,86 + \frac{4}{1}(4,78))$$

$$= 40,425 \text{ kNm} \quad 113,76$$

Daerah Bawah

$$1,2 M_{Dy} + 1,6 M_{Ly} = 1,2(-25,26) + 1,6(-4,59) = -37,656 \text{ kNm} \quad -23,05$$

$$1,05 ( M_{Dy} + M_{Ly} ) = 1,05. ((-25,26) + ((-4,59) \cdot 0,6))$$

$$M_{by} = -29,415 \text{ kNm} \quad -18,753$$

$$1,05 M_{Ey} = 1,05. (-207,41) = -217,781 \text{ kNm} = 1,05 \cdot -207,41 = -217,781$$

$$M_{sy} = -217,781 \text{ kNm} \quad -214,82$$

$$M_{by} + M_{sy} = (-29,415) + (-217,781) = -247,196 \text{ kNm} = -18,753 + -214,82$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari :

$$1,05 ( M_{Dy} + M_{Ly} + \frac{4}{k} M_{Ey} ) = -902,465 \text{ kNm} = -16,91 + -1,85 + \frac{4}{1} \cdot -207,41$$

$$M \text{ pakai : Atas} = 24,167 \text{ kNm} \quad 59,49 = 836,96$$

$$\text{Bawah} = -247,196 \text{ kNm} \quad -233,57$$

## b. Momen untuk portal arah Y

Data momen

$$M_{Dx} \text{ atas} = 102,47 \text{ kNm} \quad 35,79$$

$$M_{Dx} \text{ bawah} = 19,65 \text{ kNm} \quad -17,69$$

$$M_{Lx} \text{ atas} = 10,41 \text{ kNm} \quad 21,65$$

$$M_{Lx} \text{ bawah} = 10,62 \text{ kNm} \quad -11,38$$

$$M_{Ex} \text{ atas} = -29,34 \text{ kNm} \quad -16,28$$

$$M_{Ex} \text{ bawah} = 99,83 \text{ kNm} \quad 49,86$$

$$M_{Exx} \text{ atas} = 29,34 \text{ kNm} \quad 16,28$$

$$M_{Exx} \text{ bawah} = -99,83 \text{ kNm} \quad -49,86$$

Daerah atas

$$1,2 M_{Dx} + 1,6 M_{Lx} = 1,2 \cdot (102,47) + 1,6 \cdot (10,41) = 139,620 \text{ kNm} \quad 35,79 \quad 2,65 \quad 139,620$$

$$1,05 ( M_{Dx} + M_{Lx} ) = 1,05 \cdot ((102,47) + ((10,41) \cdot 0,6))$$

$$M_{bx} = 113,840 \text{ kNm} = 39,85$$

$$1,05 M_{Ex} = 1,05 \cdot (29,34) = 30,807 \text{ kNm} = 105 \cdot 13,28 = 17,1094$$

$$M_{sx} = 30,807 \text{ kNm} \quad 17,1094 \quad \leftarrow$$

$$M_{bx} + M_{sx} = (113,840) + (30,807) = 144,647 \text{ kNm} = 39,85 + 17,1094 = 56,9594$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari :

$$1,05 ( M_{Dx} + M_{Lx} + \frac{4}{k} M_{Ex} ) = 241,752 \text{ kNm} = 35,79 + 2,65 + 4 \cdot 16,28 = 103,56$$

Daerah bawah

$$1,2 M_{Dx} + 1,6 M_{Lx} = 1,2 \cdot (19,65) + 1,6 \cdot (10,62) = 40,572 \text{ kNm} \quad -17,69 \quad -1,98 \quad -23,34$$

$$1,05 ( M_{Dx} + M_{Lx} ) = 1,05 \cdot ((19,65) + (10,62) \cdot 0,6)$$

$$M_{bx} = 27,005 \text{ kNm} \quad 19,405$$

$$1,05 M_{Ex} = 1,05 \cdot (99,83) = 104,822 \text{ kNm} \quad 105 \cdot 112,85 = 119,553$$

$$M_{sx} = 104,822 \text{ kNm} \quad \leftarrow$$

$$M_{bx} + M_{sx} = 27,005 + 104,822 = 131,827 \text{ kNm} = 19,405 + 119,553 = 138,958$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari :

$$1,05 ( M_{Dx} + M_{Lx} + \frac{4}{k} M_{Ex} ) = 451,827 \text{ kNm}$$

$$M \text{ pakai : Atas} = 144,647 \text{ kNm} \quad 56,344$$

$$\text{Bawah} = 131,827 \text{ kNm} \quad 100,147$$

$$-17,63 + (-132) = -149,63$$

$$= 436,43$$

### c. Gaya aksial

#### Data Gaya Aksial

$$P_{D \text{ atas}} = -602,55 \text{ kN} \quad -428,15$$

$$P_{D \text{ bawah}} = -641,80 \text{ kN} \quad -475,19$$

$$P_{L \text{ atas}} = -43,74 \text{ kN} \quad -29,86$$

$$P_{L \text{ bawah}} = -43,74 \text{ kN} \quad -29,86$$

$$P_{E \text{ atas}} = -182,99 \text{ kN} \quad -76,43$$

$$P_{E \text{ bawah}} = -182,99 \text{ kN} \quad -76,43$$

#### Daerah Atas

$$-428,15 \quad -29,86$$

$$1,2 P_D + 1,6 P_L = 1,2 \cdot (-602,55) + 1,6 \cdot (-43,74) = -793,044 \text{ kN} \quad -561,556 \text{ kN}$$

$$1,05 ( P_D + P_L ) = 1,05 \cdot ((-602,55) + (-43,74 \cdot 0,6))$$

$$P_b = -658,922 \text{ kN} \quad = -467,88$$

$$1,05 P_E = 1,05 \cdot (-182,99) = -192,140 \text{ kNm} \quad 76,43 = -80,85$$

$$P_s = -192,140 \text{ kN}$$

$$P_b + P_s = -658,922 + -192,140 = -851,062 \text{ kN}$$

$$467,88 + -80,85 = -548,13$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari :

$$1,05 ( P_D + P_L + \frac{4}{k} \cdot P_E ) = -1447,163 \text{ kN}$$

$$-428,15 + -29,86 + \frac{4}{7} \cdot -46173 = 763,73$$

Daerah Bawah

$$1,2 P_D + 1,6 P_L = 1,2 \cdot (-641,80) + 1,6 \cdot (-43,74) = -840,144 \text{ kN} \approx 618,004$$

$$1,05 ( P_D + P_L ) = 1,05 \cdot ((-641,80) + (-43,74 \cdot 0,6))$$

$$P_b = -700,134 \text{ kN} = -517,761$$

$$1,05 P_E = 1,05 \cdot (-182,99) = -192,140 \text{ kNm} = -80,25$$

$$P_s = -192,140 \text{ kN}$$

$$P_b + P_s = -700,134 + -192,140 = -892,274 \text{ kN} = -517,761 - 80,25$$

Tetapi tidak perlu lebih besar dari :  $= 598,011$

$$1,05 ( P_D + P_L + \frac{4}{k} \cdot P_E ) = -1488,375 \text{ kN}$$

$$-475,13 - 29,86 + \frac{4}{7} \cdot 7643 = 810,77$$

$$P_u \text{ pakai : Atas} = -861,062 \text{ kN}$$

$$\text{Bawah} = -892,274 \text{ kN} = -518,13$$

$$= -598,011$$

## 2. Kriteria Kolom dan Pembesaran Momen

Menghitung kekakuan kolom

a. Arah X

$$E_c = E_g = 4700 \cdot \sqrt{f'_c} = 4700 \cdot \sqrt{25} = 23500 \text{ Mpa}$$

Dicoba dimensi kolom 700 x 700 mm

$$I_c (\text{inersia kolom}) = \frac{1}{12} \cdot 700 \cdot 700^3 = 2 \cdot 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$\beta_d = \frac{1,2M_D}{1,2M_D + 1,6M_L} = \frac{1,2 \cdot 16,52}{1,2 \cdot 16,52 + 1,6 \cdot 2,86} = 0,812 = 0,853$$

// 21,58  
" 35,58 > 4,38

$$EI = \frac{E_c \cdot I_c}{2,5(1 + \beta_d)} = \frac{23500 \cdot 2 \cdot 10^{10}}{2,5(1 + 0,812)} = 10,375 \cdot 10^{13} \text{ Nmm}^2 = 10,129 \cdot 10^{13}$$

" 0,850

Menghitung momen inersia balok di kanan kiri kolom. Dengan menganggap momen inersia penampang retak balok sebesar setengah dari momen inersia penampang bruto, maka :

1. Momen inersia balok di kanan kiri ujung atas kolom yaitu :

$$I_{cr} = \frac{I_g}{2} = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{12} \cdot 450 \cdot 500^3 \right] = 2,344 \cdot 10^9 \text{ mm}^4 = 2,604 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

2. Momen inersia balok di kanan kiri ujung bawah kolom = 0, karena ujung jepit

$$L_c \text{ (panjang kolom)} = 2,90 \text{ m} = 4,0 \text{ m} = 31500$$

$$L_g \text{ (panjang bersih balok)} = 2,90 \text{ m} = 513 \text{ m}$$

$$\psi_{atas} = \psi_{bawah} = \frac{\sum \left( \frac{EI}{L_c} \right)}{\sum \left( \frac{E_c \cdot I_{cr}}{L_g} \right)}$$

$$\psi_{atas} = \frac{\left( \frac{10,375 \cdot 10^{13}}{2900} \right) + \left( \frac{10,375 \cdot 10^{13}}{3750} \right)}{\left( \frac{23500 \cdot 2,344 \cdot 10^9}{2900} \right)} = 3,34$$

2700 · 2,604 · 10<sup>9</sup>  
3750

$$\psi_{bawah} = 0$$

Dari nomogram portal tanpa pengaku, didapat  $k = 1,49 = 1,3$

$$\frac{k \cdot l_u}{r} = \frac{1,49 \cdot 2900}{0,3 \cdot 700} = 20,576 < 22 \text{ (termasuk kolom pendek)}$$

Beban tekuk Euler yang terjadi adalah:

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kL_u)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 10,375 \cdot 10^{13}}{(1,49 \cdot 2900)^2} = 54797574,54 \text{ N}$$

menghitung faktor pembesaran momen  $\delta_{by}$

$$\delta_{by} = \frac{C_m}{1 - \left( \frac{P_u}{\phi P_c} \right)} \geq 1$$

$C_m = 1$  (portal tanpa pengaku)

$$\delta_{by} = \frac{1}{1 - \left( \frac{892274}{0,65 \cdot 54797574,54} \right)} = 1,03 > 1$$

menghitung factor pembesaran  $\delta_{sy}$

Dengan cara yang sama diperoleh:

kolom portal As-2 (lihat tabel 4.10)

$$\psi_{atas} = 1,76$$

$$\psi_{bawah} = 0$$

Dari nomogram portal tanpa pengaku, didapat  $k = 1,22$

Beban tekuk Euler yang terjadi adalah:

$$P_c = 86332423,07 \text{ N}$$

$$P_u = 1192616 \text{ N}$$



kolom portal As-3 ( lihat tabel 4.11 )

$$\Psi_{\text{atas}} = 1,81$$

$$\Psi_{\text{bawah}} = 0$$

Dari nomogram portal tanpa pengaku, didapat  $k = 1,22$

Beban tekuk Euler yang terjadi adalah:

$$P_c = 88400898,94 \text{ N}$$

$$P_u = 1241372 \text{ N}$$

kolom portal As-4 ( lihat tabel 4.12 )

$$\Psi_{\text{atas}} = 1,81$$

$$\Psi_{\text{bawah}} = 0$$

Dari nomogram portal tanpa pengaku, didapat  $k = 1,22$

Beban tekuk Euler yang terjadi adalah:

$$P_c = 88640324,67 \text{ N}$$

$$P_u = 1249508 \text{ N}$$

kolom portal As-5 ( lihat tabel 4.13 )

$$\Psi_{\text{atas}} = 1,81$$

$$\Psi_{\text{bawah}} = 0$$

Dari nomogram portal tanpa pengaku, didapat  $k = 1,22$

Beban tekuk Euler yang terjadi adalah:

$$P_c = 88664772,09 \text{ N}$$

$$P_u = 1262404 \text{ N}$$

kolom portal As-6 ( lihat tabel 4.14 )

$$\Psi_{atas} = 1,80$$

$$\Psi_{bawah} = 0$$

Dari nomogram portal tanpa pengaku, didapat  $k = 1,22$

Beban tekuk Euler yang terjadi adalah:

$$P_c = 89523765,48 \text{ N}$$

$$P_u = 1290388 \text{ N}$$

kolom portal As-7 ( lihat tabel 4.15 )

$$\Psi_{atas} = 3,68$$

$$\Psi_{bawah} = 0$$

Dari nomogram portal tanpa pengaku, didapat  $k = 1,42$

Beban tekuk Euler yang terjadi adalah:

$$P_c = 66480291,83 \text{ N}$$

$$P_u = 1210196 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \Sigma P_c &= 54797574,54 + 86332423,07 + 88400898,94 + 88640324,67 \\ &\quad + 88664772,09 + 89523765,48 + 66480291,83 \\ &= 562840050,60 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma P_u &= 892274 + 1192616 + 1241372 + 1249508 + 1262404 \\ &\quad + 1290388 + 1210196 \\ &= 8338758 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\delta_{sx} = \frac{1}{1 - \left( \frac{\sum Pu}{\sum Pc} \right)} \geq 1$$

$$= \frac{1}{1 - \left( \frac{8338758}{0,65 \cdot 562840050,60} \right)} = 1,02$$

Momen akibat pembesaran momen :

$$\begin{aligned} \text{Mux bawah} &= \delta_{by} M_{bx} + \delta_{sy} M_{sx} \\ &= 1,03 \cdot 27,005 + 1,02 \cdot 104,822 \\ &= 134,734 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mux atas} &= \delta_{by} M_{bx} + \delta_{sy} M_{sx} \\ &= 1,03 \cdot 113,840 + 1,02 \cdot 30,807 \\ &= 148,678 \text{ kNm} \end{aligned}$$

b. Arah Y

$$E_c = E_g = 4700 \cdot \sqrt{f'_c} = 4700 \cdot \sqrt{25} = 23500 \text{ Mpa}$$

$$I_c (\text{inersia kolom}) = \frac{1}{12} \cdot 700^3 \cdot 700 = 2 \cdot 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$\beta_d = \frac{1,2M_D}{1,2M_D + 1,6M_L} = \frac{1,2 \cdot 102,47}{1,2 \cdot 102,47 + 1,6 \cdot 10,41} = 0,881 = 0,91$$

$$EI = \frac{E_c \cdot I_c}{2,5(1 + \beta_d)} = \frac{23500 \cdot 2 \cdot 10^{10}}{2,5(1 + 0,881)} = 9,995 \cdot 10^{13} \text{ Nmm}^2 = 9,843 \cdot 10^{13}$$

Menghitung momen inersia balok di kanan kiri kolom. Dengan menganggap momen inersia penampang retak balok sebesar setengah dari momen inersia penampang bruto, maka :

1. Momen inersia balok di kanan kiri ujung atas kolom yaitu :

$$I_{cr} = \frac{I_g}{2} = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{12} \cdot 500 \cdot 500^3 \right] = 2,604 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

2. Momen inersia balok di kanan kiri ujung bawah kolom = 0, karena ujung jepit

$$L_c \text{ (panjang kolom)} = 2900 \text{ mm} \quad // \quad 3150$$

$$L_g \text{ (panjang bersih balok)} = 6500 \text{ mm} \quad // \quad 5500$$

$$\psi_{atas} = \psi_{bawah} = \frac{\sum \left( \frac{EI}{L_c} \right)}{\sum \left( \frac{E_c I_{cr}}{L_g} \right)}$$

$$\psi_{atas} = \frac{\left( \frac{9,995 \cdot 10^{13}}{2900} \right) + \left( \frac{9,995 \cdot 10^{13}}{3750} \right)}{\left( \frac{23500 \cdot 2,604 \cdot 10^9}{6500} \right)} = 6,49$$

$$\frac{9,843 \cdot 10^{13}}{3500} = 2,812 \cdot 10^{10}$$

$$\frac{2,812 \cdot 10^{10}}{6500} = 2,435$$

$$\psi_{bawah} = 0 \quad //$$

Dari nomogram portal tanpa pengaku, didapat  $k = 1,57$   $- 1,34$

$$\frac{k \cdot l_u}{r} = \frac{1,57 \cdot 2900}{(0,3 \cdot 700)} = 21,68 < 22 \text{ (termasuk kolom pendek)}$$

$$22,33 > 22$$

Beban tekuk Euler yang terjadi adalah:

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(kLu)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 9,995 \cdot 10^{13}}{(1,57 \cdot 2900)^2} = 47586881,28 \text{ N}$$

menghitung faktor pembesaran momen  $\delta_{by}$

$$\delta_{by} = \frac{C_m}{1 - \left( \frac{P_u}{\phi P_c} \right)} \geq 1$$

$C_m = 1$  (portal tanpa pengaku)

$$\delta_{by} = \frac{1}{1 - \left( \frac{892274}{0,65 \cdot 47586881,28} \right)} = 1,03 > 1$$

menghitung faktor pembesaran  $\delta_{sy}$

Dengan cara yang sama diperoleh:

kolom As-G' (lihat tabel 4.16)

$$\psi_{atas} = 1,72$$

$$\psi_{bawah} = 0$$

Dari nomogram portal tanpa pengaku, didapat  $k = 1,22$

beban tekuk Euler yang terjadi adalah:

$$P_c = 74303239,39 \text{ N}$$

$$P_u = 1531328,40 \text{ N}$$

$$\Sigma P_c = 47586881,28 + 74303239,39 = 121890120,70 \text{ N}$$

$$\Sigma P_u = 882974 + 1531328,40 = 2423602,40 \text{ N}$$

$$\delta_{sy} = \frac{1}{1 - \left( \frac{\sum Pu}{\phi \cdot \sum Pc} \right)} \geq 1$$

$$= \frac{1}{1 - \left( \frac{2423602,40}{0,65 \cdot 121890120,70} \right)} = 1,03 > 1$$

Momen akibat pembesaran momen :

$$\begin{aligned} \text{Muy, bawah} &= \delta_{by} M_{by} + \delta_{sy} M_{sy} \\ &= 1,03 \cdot (-29,415) + 1,03 \cdot (-217,781) = -254,612 \text{ kNm} \\ &\quad 18,730 + \quad \quad \quad 235,913 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Muy, atas} &= \delta_{by} M_{by} + \delta_{sy} M_{sy} \\ &= 1,03 \cdot 19,148 + 1,03 \cdot 5,019 = 24,892 \text{ kNm} \\ &\quad 40,120 + 19,785 \quad \quad \quad 59,905 \end{aligned}$$

### 3. Analisis Gaya Aksial dan Momen akibat balok

$$h = 3,40 \text{ m} \quad 4,0 \text{ m}$$

$$h_n = 2,90 \text{ m} \quad 3,5 \text{ m}$$

factor  $\leftarrow R_v = 1$  (jumlah lantai di atasnya;  $n = 3$ )  $1 < n < 4$  8

$$\omega_d = 1 \text{ (untuk lantai dasar)}$$

$$k = 1$$

a. Perhitungan Arah X

$$\underline{M_{kap(kiri)} = 0}$$

$$M_{kap(kanan)} = 1,25 \cdot M_{nak} = 1,25 \cdot 353,75 = 442,188 \text{ kNm}$$

$$211,71 = 264,64$$

Momen Balok pada portal

menghitung gaya aksial rencana :

$$Nu_{k_x} = 0,7 \cdot R_v \cdot \frac{M_{kap_{kiri}} + M_{kap_{kanan}}}{l} + 1,05 \cdot N_g$$

$$= 0,7 \cdot 1 \cdot \frac{442,188}{3,6} + 1,05 \cdot (641,80 + 43,74)$$

$$\Rightarrow 542,66 = 805,796 \text{ kN}$$

tidak perlu melebihi :

$$Nu_{k_x} = 1,05 (N_D + N_L + 4 \cdot N_E)$$

$$= 1,05 (641,80 + 43,74 + 4 \cdot 182,99)$$

$$\Rightarrow 825,96 = 1488,375 \text{ kN}$$

$$\text{dipakai } Nu_{k_x} = 805,796 \text{ kN} = 542,66$$

menghitung  $\alpha$  :

Lantai Basement

$$M_{E,K \text{ atas}} = 16,52 \text{ kNm}$$

$$M_{E,K \text{ bawah}} = -26,25 \text{ kNm}$$

Lantai 1

$$M_{E,K \text{ atas}} = 27,98 \text{ kNm}$$

$$M_{E,K \text{ bawah}} = -31,14 \text{ kNm}$$

$$\alpha_{ka} = \frac{M_{E,k(lt+1atas)}}{M_{E,k(lt+1atas)} + M_{E,k(ltibawah)}} = \frac{16,52}{16,52 + 26,25} = 0,386$$

$$\alpha_{kb} = \frac{M_{E,k(ltibawah)}}{M_{E,k(lt+1atas)} + M_{E,k(ltibawah)}} = -$$

menghitung momen rancang kolom :

$$\mu_{k, \text{atas}} = \frac{h_n}{h} \omega d \cdot 0,7 \cdot \left( \frac{l_{ki}}{l'_{ki}} M_{kap, ki} + \frac{l_{ka}}{l'_{ka}} M_{kap, ka} \right)$$

$$\frac{3,5}{4} = \frac{2,90}{3,40} \cdot \frac{1,0386}{0,698} \cdot 0,7 \cdot \left( \frac{3,6}{2,9} \cdot 442,188 \right) = \frac{3}{3,5}$$

$$34,136 = 126,507 \text{ kNm} \quad 0,4152$$

$$\mu_{k, \text{bawah}} = \frac{h_n}{h} \omega d \cdot 0,7 \cdot \left( \frac{l_{ki}}{l'_{ki}} M_{kap, ki} + \frac{l_{ka}}{l'_{ka}} M_{kap, ka} \right)$$

$$0,385 \cdot \frac{3,5}{4} = \frac{2,90}{3,40} \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot \left( \frac{3,6}{2,9} \cdot 442,188 \right) = \frac{3}{3,5} \cdot 264,64$$

$$= 327,74 \text{ kNm} = 183,15$$

tidak perlu melebihi :

$$\mu_{k, x} = 1,05 (M_{Dy} + M_{Ly} + \frac{4}{k} M_{Ey}) = 16,75 + 1,85 + 4 \cdot 204,59$$

$$= 1,05 (26,25 + 4,59 + \frac{4}{1} 207,41)$$

$$= 903,504 \text{ kNm} = 836,96$$

$$\mu_{k, x} \text{ pakai} = 126,507 \text{ kNm} = 34,136 \quad 124,39$$

b. Perhitungan Arah Y  $\rightarrow$

$$M_{kap(kiri)} = 1,25 \cdot M_{nak} = 1,25 \cdot 353,75 = 442,188 \text{ kNm}$$

$$M_{kap(kanan)} = 0$$

$$264,64$$



menghitung gaya aksial rencana :

$$Nu_{k,y} = 0,7 \cdot R_v \cdot \frac{M_{kap\ kiri} + M_{kap\ kanan}}{l} + 1,05 \cdot N_g \quad (D+L)$$

$$= 0,7 \cdot 1 \cdot \frac{442,188}{7,2} + 1,05 \cdot (641,80 + 43,74)$$

561,177      762,157 kN      475,19 + 2986      530,3085

tidak perlu melebihi :

$$Nu_{k,y} = 1,05 (N_D + N_L + 4 \cdot N_E)$$

$$= 1,05 (641,80 + 43,74 + 4 \cdot 182,99)$$

$$= 1488,375 \text{ kN}$$

26,43

dipakai  $Nu_{k,y} = 762,157 \text{ kN}$

menghitung  $\alpha$  :

Lantai Basement

$$M_{E,K\ atas} = 16,52 \text{ kNm}$$

$$M_{E,K\ bawah} = -26,25 \text{ kNm}$$

Lantai 1

$$M_{E,K\ atas} = 27,98 \text{ kNm}$$

$$M_{E,K\ bawah} = -31,14 \text{ kNm}$$

$$\alpha_{ka} = \frac{M_{E,k(lt+1atas)}}{M_{E,k(lt+1atas)} + M_{E,k(ltbawah)}} = \frac{16,52}{16,52 + 26,25} = 0,386$$

35,38      16,75      = 0,678

$$\alpha_{kb} = \frac{M_{E,k(lt+1atas)}}{M_{E,k(lt+1atas)} + M_{E,k(ltbawah)}} = -$$

menghitung momen rancang kolom :

$$M_{u,k_y \text{ atas}} = \frac{hn}{h} \omega d \cdot \alpha \cdot 0,7 \cdot \left( \frac{I_{ki}}{I'_{ki}} M_{kap,ki} + \frac{I_{ka}}{I'_{ka}} M_{kap,ka} \right)$$

$$\frac{3,5}{4} = \frac{2,90}{3,40} \cdot 1 \cdot 0,386 \cdot 0,7 \cdot \left( \frac{7,2}{6,5} \cdot 442,188 \right) \quad 6 = \frac{6}{5,3}$$

$$\frac{124,39}{1} = 112,884 \text{ kNm} = 0,315 \dots$$

$$M_{u,k_y \text{ bwh}} = \frac{hn}{h} \omega d \cdot \alpha \cdot 0,7 \cdot \left( \frac{I_{ki}}{I'_{ki}} M_{kap,ki} + \frac{I_{ka}}{I'_{ka}} M_{kap,ka} \right)$$

$$= \frac{2,90}{3,40} \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot \left( \frac{7,2}{6,5} \cdot 442,188 \right)$$

$$= 292,445 \text{ kNm} \quad 1,8 \cdot 3,5$$

tidak perlu melebihi :

$$M_{u,k_y} = 1,05 (M_{Dy} + M_{Ly} + \frac{4}{k} M_{By}) \quad // \quad 207,41$$

$$= 1,05 (26,25 + 4,59 + \frac{4}{1} 207,41)$$

$$= 903,504 \text{ kNm} \quad // \quad 808,508$$

$$M_{u,k_y \text{ pakai}} = 112,884 \text{ kNm} \quad // \quad 124,39$$

#### 4. Perencanaan Penulangan Kolom Basement As-1 bentang G'-I'

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{805,796}{0,65} = 1238,834 \text{ kN}$$

$$\frac{442,188}{0,35} = 1262,823$$

$$M_{nx} = \frac{M_{ux}}{\phi} = \frac{126,507}{0,65} = 194,626 \text{ kNm}$$

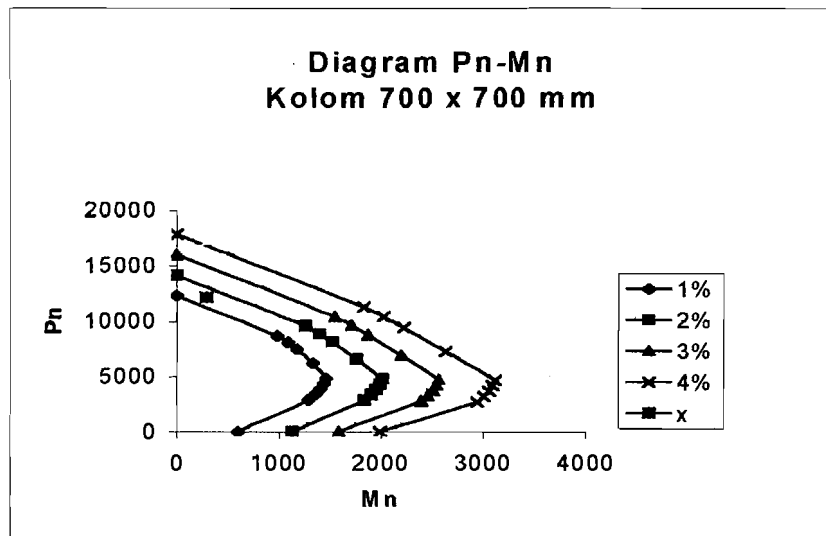
$$\frac{347,3124,39}{0,35} = 992,321$$

$$M_{ny} = \frac{M_{uy}}{\phi} = \frac{112,884}{0,65} = 173,668 \text{ kNm}$$

$$\frac{124,39}{0,35} = 355,4$$

Digunakan  $M_{ox}$  untuk perencanaan.

$$\begin{aligned}
 M_{ox} \text{ perlu} &= M_{nx} + M_{ny} \left( \frac{b}{h} \right) \left( \frac{1-\beta}{\beta} \right) = 191,39 + 191,39 \left( \frac{0,7}{0,7} \right) \left( \frac{1-0,65}{0,65} \right) \\
 &= 194,626 + 173,668 \left( \frac{0,7}{0,7} \right) \left( \frac{1-0,65}{0,65} \right) \\
 &= 288,140 \text{ kNm} = 294,415 \text{ kNm} //
 \end{aligned}$$



Gambar 4.28 Diagram Pn-Mn kolom

Dari grafik Mn vs Pn didapat 1,5 % Ag

$$A_{st} = 0,015 \cdot 700 \cdot 700 = 7350 \text{ mm}^2$$

$$A_s = A_{s'} = 0,5 \cdot A_{st} = 3675 \text{ mm}^2$$

dipakai 10D22 dengan  $A_{s_{ada}} = A_{s'_{ada}} = 3802,857 \text{ mm}^2$

Cek eksentrisitas balance ( $e_b$ )

$$X_b = \frac{600 \cdot d}{600 + f_y} = 384 \text{ mm}$$

$$a_b = \beta_1 \cdot X_b = 0,85 \cdot 384 = 326,40 \text{ mm}$$

$$f's = 600 \frac{(Xb - d')}{Xb} = 600 \frac{(384 - 60)}{384} = 506,25 \text{ MPa} > f_y = 400 \text{ MPa}$$

Dengan demikian digunakan  $f's = f_y = 400 \text{ MPa}$

$$C_{cb} = 0,85 \cdot f'c \cdot b \cdot ab = 0,85 \cdot 25 \cdot 700 \cdot 326,40 = 4855200 \text{ N}$$

$$C_{sb} = A_s' \cdot (f's' - 0,85 \cdot f'c) = 3802,587 \cdot (400 - 0,85 \cdot 25) = 1167529,826 \text{ N}$$

$$T_{sb} = A_s \cdot f_y = 3802,587 \cdot 400 = 1521034,800 \text{ N}$$

$$P_{nb} = C_{cb} + C_{sb} - T_{sb} = 4855200 + 1167529,826 - 1521034,800$$

$$= 4855,200 \text{ kN}$$

$$M_{nb} = C_{cb} \left[ \frac{h}{2} - \frac{ab}{2} \right] + C_{sb} \left( \frac{h}{2} - d' \right) + T_{sb} \left( d - \frac{h}{2} \right)$$

$$= 4855200 \left[ \frac{700}{2} - \frac{326,40}{2} \right] + 1167529,826 \left( \frac{700}{2} - 60 \right)$$

$$+ 1521034,800 \left( 640 - \frac{700}{2} \right)$$

$$= 1789,214 \text{ kNm}$$

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} = \frac{1789,214}{4855,200} = 0,369 \text{ m}$$

$$e = \frac{M_{ox}}{P_n} = \frac{288,140}{1238,834} = 0,233 \text{ m}$$

karena  $e_b > e$  → patah desak

10022 =

Kontrol kekuatan kolom terhadap patah desak

$$P_n = \frac{A_s' \cdot f_y}{\frac{e}{d-d'} + 0,5} + \frac{b \cdot h \cdot f'c}{\frac{3 \cdot h \cdot e}{d^2} + 1,18}$$

$$e = 352 \text{ mm}$$

$$P_n = \frac{3802,857.400}{\frac{233}{640-60} + 0,5} + \frac{600.600.25}{\frac{3.700.233}{640^2} + 1,18}$$

$$= 5477,071 \text{ kN} > P_n = 3802,857 \text{ kN}$$

5479,84

Hitung momen tahanan nominal  $M_{oxn}$  terhadap sumbu x bila  $M_{oy} = 0$ 

$$a = \frac{P_n}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{3802857}{0,85 \cdot 25 \cdot 700} = 255,654 \text{ mm}$$

$$X = \frac{255,654}{0,85} = 300,769 \text{ mm}$$

$$f_s' = 600 \cdot \left( \frac{X - d'}{X} \right) = 600 \cdot \left( \frac{300,769 - 60}{300,769} \right) = 480,310 > f_y = 400 \text{ Mpa}$$

Pakai  $f_s' = 400 \text{ Mpa}$ 

$$C_c = 0,85 \cdot f'c \cdot b \cdot a = 0,85 \cdot 25 \cdot 700 \cdot 255,654 = 3802853,25 \text{ N}$$

$$C_s = A_s' \cdot f_s' = 3675 \cdot 400 = 1470000 \text{ N}$$

$$T_s = A_s \cdot f_y = 3675 \cdot 400 = 1470000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} M_{oxn} &= C_c \cdot \left( \frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right) + C_s \cdot \left( \frac{h}{2} - d' \right) + T_s \cdot \left( d - \frac{h}{2} \right) \\ &= 3802853,25 \cdot \left( \frac{700}{2} - \frac{255,654}{2} \right) + 1470000 \cdot \left( \frac{700}{2} - 60 \right) \\ &\quad + 1470000 \cdot \left( 640 - \frac{700}{2} \right) \\ &= 1697,491 \text{ kNm} > M_{ox} \text{ perlu} = 288,140 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Penampang diasumsikan bujur sangkar sehingga :

$$M_{oxn} = M_{oyn} = 1697,491 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{nx}}{M_{oxn}} = \frac{194,626}{1697,491} = 0,115$$

Dari diagram faktor kontur  $\beta$  untuk kolom segiempat yang mengalami

lentur biaksial, dicoba  $\beta = 0,65$  dengan  $M_{nx} / M_{oxn} = 0,115$  didapat :

$$\frac{M_{ny}}{M_{oyn}} = \frac{173,668}{1697,491} = 0,103$$

$$M_{ny} = 0,102 \cdot 1697,491$$

$$= 174,842 \text{ kNm} > M_{ny} \text{ perlu} = 173,668 \text{ kNm} \dots \text{OK}$$

## 5. Perencanaan Penulangan Geser

$$V_{u,k} = \frac{M_{u,k_{atas}} + M_{u,k_{bawah}}}{h'_k} = \frac{112,884 + 292,445}{2,90} = 139,768 \text{ kN}$$

*124,35      183,5*

tidak perlu melebihi

$$V_{u,k} = 1,05 (V_{D,k} + V_{L,k} + \frac{4}{K} V_{E,k}) = 1,05 (24,36 + 2,19 + 4 \cdot 62,41)$$

$$= 290,0 \text{ kN}$$

$$V_{u,k} \text{ terpakai} = 139,768 \text{ kN}$$

### Daerah sendi plastis

$$d = 0,640 \text{ m}$$

$$V_c = 0 \text{ (pada daerah sendi plastis, } V_c \text{ dianggap 0)}$$

$$V_{u,k} \text{ terhitung} = \frac{h'k - d}{h'k} V_{u,k} \text{ terpakai}$$

$$\frac{30 - 0,640}{30} = \frac{2,90 - 0,640}{2,90} \cdot 139,768 = 108,923 \text{ kN} = 71,884$$

$$V_s = \frac{V_{u,k} \text{ terhitung}}{\phi} = \frac{108,923}{0,6} = 181,538 \text{ kN} = 119,807$$

Dipakai sengkang  $\emptyset 10$  dengan  $A_v = 2,0,25 \cdot \pi \cdot d^2 = 157,080 \text{ mm}^2$

$$\text{Jarak (S)} < \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{157,080 \cdot 240 \cdot 640}{181,538 \cdot 10^3} = 132,906 \text{ mm} = 801$$

$$< d/4 = 160 \text{ mm}$$

maka dipakai P10 - 130 mm

### Daerah diluar sendi plastis

$$V_{u,k} \text{ terhitung} = 108,923 \text{ kN} = 71,884$$

$$\frac{V_{u,k} \text{ terhitung}}{0,6} = \frac{108,923}{0,6} = 181,538 \text{ kN} = 119,807$$

$$N_{u,k} = 805,796 \text{ KN} = 542,660$$

$$V_c = \left( 1 + \frac{N_{u,k}}{14 \cdot A_g} \right) \frac{1}{6} \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d = \left( 1 + \frac{805,796}{14 \cdot 700 \cdot 700} \right) \frac{1}{6} \cdot \sqrt{25} \cdot 700 \cdot 640$$

$$= 417,186 \text{ kN} = 402,865$$

$$V_s = \frac{V_{u,k} \text{ terhitung}}{0,6} - V_c = 181,538 - 417,186 = -235,648 = -282,879$$

$$\emptyset \cdot V_c = 0,6 \cdot 417,186 = 250,312 \text{ kN} = 241,171$$

$$\emptyset \cdot V_{u,k} + \emptyset V_{s_{\min}} = 0,6 \cdot 108,923 + 0,6 \cdot \frac{1}{3} \cdot 700 \cdot 640 \cdot 10^{-3} = 154,954 \text{ kN}$$

$$0,6 \cdot 71,884 + 0,6 \cdot \frac{1}{3} \cdot 700 \cdot 640 \cdot 10^{-3} = 172,7304$$

$$71,88 < \frac{1}{2} \cdot 241,92 = 120,96$$

$$V_u < 0,5 \phi \cdot V_c$$

$$108,923 < 125,156$$

Karena beton sudah mampu untuk menahan gaya geser maka digunakan jarak sengkang minimum sejauh 200 mm dengan tulangan  $\phi$  10 mm

P10-200



#### 4.4.5 Pertemuan Balok Kolom

##### Pertemuan Balok Kolom Luar

##### 1. Perhitungan gaya-gaya dalam

$$M_{nak, b} = 353,75 \text{ kNm} \quad \rightarrow \text{211,71}$$

$$M_{kap, b} = 1,25 \cdot M_{nak, b} = 1,25 \cdot 353,75 = 442,188 \text{ kNm} \quad \text{264,64} \leftarrow$$

$$V_{kol} = \frac{0,7 \left( \frac{L_{ki}}{L_{ki}'} \cdot M_{kap, ki} + \frac{L_{ka}}{L_{ka}'} \cdot M_{kap, ka} \right)}{\frac{1}{2} \cdot (h_{k, a} + h_{k, b})}$$

$$V_{kol} = \frac{0,7 \cdot \left( \frac{3,6}{2,9} \cdot 442,188 \right)}{\frac{1}{2} \cdot (2,90 + 3,75)} = 115,562 \text{ kN}$$

$$\text{OR } \left( \frac{4}{3,5} \cdot 264,64 \right) \cdot \frac{1}{2} (3 + 3,5) = 60,434$$

$$T = 0,7 \cdot M_{kap, ka} / z_{ka}$$

$$d = 640 \text{ mm} = 0,640 \text{ m}$$

$$z_{ka} = 0,85 \cdot d = 0,85 \cdot 640 = 544 \text{ mm} = 0,544 \text{ m}$$

$$T = 0,7 \cdot 442,188 / 0,544 = 568,992 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow T = 0,7 \cdot 264,64 / 0,544 =$$

$$V_{j, h} = T - V_{kol} = 568,992 - 115,562 = 453,430 \text{ kN}$$

$$= 340,529 - 60,434 = 280,04$$

$$\frac{340,529}{1} = 340,529$$

##### 2. Kontrol tegangan geser horisontal minimal

$$V_{j, h} - \frac{V_{j, h}}{b_j \cdot h_c} \leq 1,5 \sqrt{f'c} \quad , \quad b_j = b = 700 \text{ mm}$$

$$V_{j, h} = \frac{453,43}{0,7 \cdot 0,7} = 925,367 \text{ kN/m}^2 = 0,925 \text{ N/m}^2 < 1,5 \cdot \sqrt{25} = 7,5 \text{ N/m}^2 \dots \text{OK}$$

$$= \frac{280,04}{0,7 \cdot 0,7} = 571,51 = 0,571 < 7,5 \dots \text{OK!}$$

## 3. Penulangan geser horisontal

$$Nu = 805,796 \text{ kN} \quad - \quad 549,66$$

$$\frac{Nu}{Ag} = \frac{805,796}{0,7 \cdot 0,7} = 1644,482 \text{ kN/m}^2 \quad = \quad 112,122$$

$$V_{c,h} = 2/3 \cdot \sqrt{\left\{ \left( \frac{Nu,k}{Ag} \right) - 0,1 \cdot f'c \right\} \cdot b_j \cdot h_c}$$

$$V_{c,h} = 2/3 \cdot \sqrt{\left\{ \left( \frac{805796}{700 \cdot 700} \right) - 0,1 \cdot 25 \right\} \cdot 700 \cdot 700}$$

$$= 302147,837 \text{ N} = 302,148 \text{ kN} \quad = \quad 343,992$$

$$V_{s,h} = V_{c,h} - V_{j,h}$$

$$V_{s,h} = 925,367 - 302,148 = 623,219 \text{ kN} \quad \frac{571,51}{-343,992} = 227,738$$

$$A_{j,h} = \frac{V_{s,h}}{f_y} = \frac{623219}{400} = 1558,048 \text{ mm}^2 \quad = \quad 569,345 \text{ mm}^2$$

Digunakan sengkang rangkap 4Ø10 dengan  $A_v = 628,320 \text{ mm}^2$

$$\text{Jumlah lapis sengkang} = \frac{1558,048}{628,32} = 2,33 = 3 \text{ lapis} \quad = \quad 0,906 \Rightarrow \text{1 lapis aja}$$

## 4. Penulangan geser vertikal

$$V_{c,v} = \frac{Asc'}{Asc} V_{j,h} \left( 0,6 + \frac{Nu,k}{Ag \cdot f'c} \right) \quad = \quad 542,66$$

$$V_{c,v} = 1.925,367 \cdot 10^3 \cdot \left( 0,6 + \frac{805,976 \cdot 10^3}{700 \cdot 700 \cdot 25} \right)$$

$$= 616103,759 \text{ N} = 616,104 \text{ kN} \quad = \quad 368,823$$

$$V_{j,v} = d/h_c \cdot V_{j,h} = (0,640/0,7) \cdot 925,367 = 846,05 \text{ kN} \quad \frac{105}{0,7} \cdot 571,51 = 522,523$$

$$V_{s,v} = V_{j,v} - V_{c,v} = 846,05 - 616,104 = 229,946 \text{ kN}$$

$$= 522,523 - 308 = 154,300$$

$$A_{j,v} = \frac{V_{s,v}}{f_y} = \frac{229946}{400} = 574,865 \text{ mm}^2$$

$$385,75 \text{ mm}^2$$

pakai 2 D22 dengan  $A_s = 760,27 \text{ mm}^2 > 703,11 \text{ mm}^2$

2020

5. Kontrol jarak tulangan vertikal

$$s = hc - 2.Pb - 2.\phi_{\text{sengkan}} - 0,5.2. \phi_{\text{tul}}$$

$$= 700 - 2.40 - 2.10 - 0,5.2.22 = 578 \text{ mm} > 200 \text{ mm} \dots \text{OK}$$

$$2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 20^2 = 628 >$$

Tabel 4.16 Gaya aksial kolom portal As-G'

As-G'

Gaya Aksial	
Pd atas	1080.77
Pd bawah	1041.51
PI atas	120.38
PI bawah	120.38
Pe atas	305.41
Pe bawah	305.41
<b>Atas</b>	
$1,2Pd + 1,6PI$	1489.5320
$1,05(Pd+PI,r)$	1210.6479
$1,05Pe$	320.6805
Pb+Ps	1531.3284
$1,05(Pd+PI+(4/k)Pe)$	2543.9295
<b>Bawah</b>	
$1,2Pd + 1,6PI$	1442.4200
$1,05(Pd+PI,r)$	1169.4249
$1,05Pe$	320.6805
Pb+Ps	1490.1054
$1,05(Pd+PI+(4/k)Pe)$	2502.7065
P atas pakai	1531.3284
P bawah pakai	1490.1054

Nilai K

$f_c$	25
b kolom	700
h kolom	700
L kolom 1	2.9
L kolom 2	3.75
L balok 1	6.7
L balok 2	2.5
Md	540.06
Ml	2.54
$E_c=E_g$	23500.000
$I_c$	20008333333
$\beta_d$	0.993768171
EI	9.43331E+13
$I_{cr}$	2604166667
$\psi_1$ atas	1.72
$\psi_1$ bawah	0
k	1.22
Pc	74303239.39

Tabel 4.9 Gaya aksial kolom portal As-1

As-A1

Gaya Aksial	
Pd atas	602.55
Pd bawah	641.8
PI atas	43.74
PI bawah	43.74
Pe atas	182.99
Pe bawah	182.99
<b>Atas</b>	
$1,2P_d + 1,6P_I$	793.0440
$1,05(P_d+P_I,r)$	660.2337
$1,05P_e$	192.1395
$P_b+P_s$	852.3732
$1,05(P_d+P_I+(4/k)P_e)$	1447.1625
<b>Bawah</b>	
$1,2P_d + 1,6P_I$	840.1440
$1,05(P_d+P_I,r)$	701.4462
$1,05P_e$	192.1395
$P_b+P_s$	893.5857
$1,05(P_d+P_I+(4/k)P_e)$	1488.3750
P atas pakai	852.3732
P bawah pakai	893.5857

Nilai K

$f_c$	25
b kolom	700
h kolom	700
L kolom 1	2.9
L kolom 2	3.75
L balok 1	2.9
L balok 2	-
$M_d$	16.52
$M_I$	2.86
$E_c=E_g$	23500.000
$I_c$	20008333333
$\beta_d$	0.812459016
$E_I$	1.0377E+14
$I_{cr}$	2604166667
$\psi_1$ atas	3.01
$\psi_1$ bawah	0
k	1.38
$P_c$	63881587.5

Tabel 4.10 Gaya aksial kolom portal As-2

As-A2

Gaya Aksial	
Pd atas	855.05
Pd bawah	894.3
Pl atas	74.66
Pl bawah	74.66
Pe atas	126.12
Pe bawah	126.12
<b>Atas</b>	
$1,2Pd + 1,6Pl$	1145.5160
$1,05(Pd+Pl,r)$	944.8383
$1,05Pe$	132.4260
Pb+Ps	1077.2643
$1,05(Pd+Pl+(4/k)Pe)$	1505.8995
<b>Bawah</b>	
$1,2Pd + 1,6Pl$	1192.6160
$1,05(Pd+Pl,r)$	986.0508
$1,05Pe$	132.4260
Pb+Ps	1118.4768
$1,05(Pd+Pl+(4/k)Pe)$	1547.1120
P atas pakai	1145.5160
P bawah pakai	1192.6160

Nilai K

$f_c$	25
b kolom	700
h kolom	700
L kolom 1	2.9
L kolom 2	3.75
L balok 1	2.9
L balok 2	2.9
Md	10.15
Ml	3.02
$E_c=E_g$	23500.000
$I_c$	20008333333
$\beta_d$	0.715965201
EI	1.09605E+14
$I_{cr}$	2604166667
$\psi_1$ atas	1.59
$\psi_1$ bawah	0
k	1.21
$P_c$	87765301.89

Tabel 4.11 Gaya aksial kolom portal As-3

As-A3

Gaya Aksial	
Pd atas	888.52
Pd bawah	927.77
PI atas	80.03
PI bawah	80.03
Pe atas	116.09
Pe bawah	116.09
<b>Atas</b>	
$1,2P_d + 1,6P_I$	1194.2720
$1,05(P_d+P_I,r)$	983.3649
$1,05P_e$	121.8945
Pb+Ps	1105.2594
$1,05(P_d+P_I+(4/k)P_e)$	1504.5555
<b>Bawah</b>	
$1,2P_d + 1,6P_I$	1241.3720
$1,05(P_d+P_I,r)$	1024.5774
$1,05P_e$	121.8945
Pb+Ps	1146.4719
$1,05(P_d+P_I+(4/k)P_e)$	1545.7680
P atas pakai	1194.2720
P bawah pakai	1241.3720

Nilai K

f <sub>c</sub>	25
b kolom	700
h kolom	700
L kolom 1	2.9
L kolom 2	3.75
L balok 1	2.9
L balok 2	2.9
M <sub>d</sub>	7.06
M <sub>l</sub>	2.54
E <sub>c</sub> =E <sub>g</sub>	23500.000
I <sub>c</sub>	20008333333
β <sub>d</sub>	0.675813657
E <sub>I</sub>	1.12231E+14
I <sub>cr</sub>	2604166667
ψ <sub>1</sub> atas	1.63
ψ <sub>1</sub> bawah	0
k	1.21
P <sub>c</sub>	89868108.72

Tabel 4.12 Gaya aksial kolom portal As-4

As-A4

Gaya Aksial	
Pd atas	893.9
Pd bawah	933.15
Pl atas	81.08
Pl bawah	81.08
Pe atas	104.43
Pe bawah	104.43
<b>Atas</b>	
$1,2Pd + 1,6Pl$	1202.4080
$1,05(Pd+Pl,r)$	989.6754
$1,05Pe$	109.6515
Pb+Ps	1099.3269
$1,05(Pd+Pl+(4/k)Pe)$	1462.3350
<b>Bawah</b>	
$1,2Pd + 1,6Pl$	1249.5080
$1,05(Pd+Pl,r)$	1030.8879
$1,05Pe$	109.6515
Pb+Ps	1140.5394
$1,05(Pd+Pl+(4/k)Pe)$	1503.5475
P atas pakai	1202.4080
P bawah pakai	1249.5080

Nilai K

$f_c$	25
b kolom	700
h kolom	700
L kolom 1	2.9
L kolom 2	3.75
L balok 1	2.9
L balok 2	2.9
Md	6.78
Ml	2.49
$E_c=E_g$	23500.000
lc	20008333333
$\beta_d$	0.671287129
EI	1.12535E+14
lcr	2604166667
$\psi_1$ atas	1.63
$\psi_1$ bawah	0
k	1.21
Pc	90111508.25



Tabel 4.13 Gaya aksial kolom portal As-5

As-A5

Gaya Aksial		Nilai K	
Pd atas	902.62	$f_c$	25
Pd bawah	941.87	b kolom	700
Pl atas	82.6	h kolom	700
Pl bawah	82.6	L kolom 1	2.9
Pe atas	89.43	L kolom 2	3.75
Pe bawah	89.43	L balok 1	2.9
<b>Atas</b>		L balok 2	2.9
$1,2Pd + 1,6Pl$	1215.3040	Md	6.63
$1,05(Pd+Pl,r)$	999.7890	MI	2.44
$1,05Pe$	93.9015	$E_c=E_g$	23500.000
Pb+Ps	1093.6905	lc	20008333333
$1,05(Pd+Pl+(4/k)Pe)$	1410.0870	$\beta_d$	0.670826307
<b>Bawah</b>		EI	$1.12566E+14$
$1,2Pd + 1,6Pl$	1262.4040	lcr	2604166667
$1,05(Pd+Pl,r)$	1041.0015	$\psi_1$ atas	1.63
$1,05Pe$	93.9015	$\psi_1$ bawah	0
Pb+Ps	1134.9030	k	1.21
$1,05(Pd+Pl+(4/k)Pe)$	1451.2995	Pc	90136361.43
P atas pakai	1215.3040		
P bawah pakai	1262.4040		

Tabel 4.14 Gaya aksial kolom portal As-6

As-A6

Gaya Aksial		Nilai K	
Pd atas	920.7	f <sub>c</sub>	25
Pd bawah	959.95	b kolom	700
Pl atas	86.53	h kolom	700
Pl bawah	86.53	L kolom 1	2.9
Pe atas	71.3	L kolom 2	3.75
Pe bawah	71.3	L balok 1	2.9
<b>Atas</b>		L balok 2	2.9
1,2Pd + 1,6Pl	1243.2880	Md	7.73
1,05(Pd+Pl,r)	1021.2489	Ml	2.7
1,05Pe	74.8650	Ec=Eg	23500.000
Pb+Ps	1096.1139	lc	20008333333
1,05(Pd+Pl+(4/k)Pe)	1357.0515	βd	0.682259488
<b>Bawah</b>		EI	1.11801E+14
1,2Pd + 1,6Pl	1290.3880	lcr	2604166667
1,05(Pd+Pl,r)	1062.4614	ψ1 atas	1.62
1,05Pe	74.8650	ψ1 bawah	0
Pb+Ps	1137.3264	k	1.21
1,05(Pd+Pl+(4/k)Pe)	1398.2640	Pc	89523765.48
P atas pakai	1243.2880		
P bawah pakai	1290.3880		

Tabel 4.15 Gaya aksial kolom portal As-7

As-7

Gaya Aksial		Nilai K	
Pd atas	890.63	$f_c$	25
Pd bawah	851.37	b kolom	700
Pl atas	88.4	h kolom	700
Pl bawah	88.4	L kolom 1	2.9
Pe atas	123.28	L kolom 2	3.75
Pe bawah	123.28	L balok 1	2.9
<b>Atas</b>		L balok 2	-
$1,2P_d + 1,6P_l$	1210.1960	Md	8.91
$1,05(P_d+P_l,r)$	990.8535	Ml	3.68
$1,05P_e$	129.4440	$E_c=E_g$	23500.000
Pb+Ps	1120.2975	lc	20008333333
$1,05(P_d+P_l+(4/k)P_e)$	1545.7575	$\beta_d$	0.644873341
<b>Bawah</b>		EI	1.14342E+14
$1,2P_d + 1,6P_l$	1163.0840	lcr	2604166667
$1,05(P_d+P_l,r)$	949.6305	$\psi_1$ atas	3.31
$1,05P_e$	129.4440	$\psi_1$ bawah	0
Pb+Ps	1079.0745	k	1.38
$1,05(P_d+P_l+(4/k)P_e)$	1504.5345	Pc	70390075.84
P atas pakai	1210.1960		
P bawah pakai	1163.0840		

Tabel 4.16 Gaya aksial kolom portal As-I'

As-I'

Gaya Aksial	
Pd atas	1080.77
Pd bawah	1041.51
Pl atas	120.38
Pl bawah	120.38
Pe atas	305.41
Pe bawah	305.41
<b>Atas</b>	
$1,2Pd + 1,6Pl$	1489.5320
$1,05(Pd+Pl,r)$	1210.6479
$1,05Pe$	320.6805
Pb+Ps	1531.3284
$1,05(Pd+Pl+(4/k)Pe)$	2543.9295
<b>Bawah</b>	
$1,2Pd + 1,6Pl$	1442.4200
$1,05(Pd+Pl,r)$	1169.4249
$1,05Pe$	320.6805
Pb+Ps	1490.1054
$1,05(Pd+Pl+(4/k)Pe)$	2502.7065
P atas pakai	1531.3284
P bawah pakai	1490.1054

Nilai K

fc	25
b kolom	700
h kolom	700
L kolom 1	2.9
L kolom 2	3.75
L balok 1	6.7
L balok 2	2.5
Md	540.06
Ml	2.54
Ec=Eg	23500.000
lc	20008333333
$\beta d$	0.993768171
EI	9.43331E+13
lcr	2604166667
$\psi 1$ atas	1.72
$\psi 1$ bawah	0
k	1.22
Pc	74303239.39

**TABEL 4.17 KOLOM 700 X 700 DENGAN Ast 1%**

Ast ( % )	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
fc' ( Mpa )	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
fy ( Mpa )	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
b (mm)	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
h (mm)	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
d (mm)	640	640	640	640	640	640	640	640	640	640	640
d' (mm)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
xb (mm)	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384
faktor		1.6	1.5	1.4	1.2	1	0.9	0.8	0.7	0.6	
x (mm)		614	576	538	461	384	346	307	269	230	
ab (mm)		522	490	457	392	326	294	261	228	196	66
fs ( Mpa )		25	67	114	233	400	511	650	829	1067	
fs pakai		25	67	114	233	400	400	400	400	400	
fs' (Mpa)		541	538	533	522	506	496	483	466	444	
fs' pakai		400	400	400	400	400	400	400	400	400	
Ast (mm <sup>2</sup> )	4900	4900	4900	4900	4900	4900	4900	4900	4900	4900	4900
Ts (kn)		61	163	280	572	980	980	980	980	980	
Cs (kn)		928	928	928	928	928	928	928	928	928	
Cc (kn)		7768	7283	6797	5826	4855	4370	3884	3399	2913	
Mn (kn m)	0	977	1083	1176	1333	1460	1441	1406	1355	1288	595
Pn (kn)	12268	8635	8047	7445	6183	4803	4318	3832	3347	2861	0
E (m)		0.113	0.135	0.158	0.216	0.304	0.334	0.367	0.405	0.450	

**TABEL 4.18 KOLOM 700 X 700 DENGAN Ast 2%**

Ast ( % )	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
fc' ( Mpa )	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
fy ( Mpa )	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
b (mm)	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
h (mm)	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
d (mm)	640	640	640	640	640	640	640	640	640	640	640
d' (mm)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
xb (mm)	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384
faktor		1.6	1.5	1.4	1.2	1	0.9	0.8	0.7	0.6	
x (mm)		614	576	538	461	384	346	307	269	230	
ab (mm)		522	490	457	392	326	294	261	228	196	132
fs ( Mpa )		25	67	114	233	400	511	650	829	1067	
fs pakai		25	67	114	233	400	400	400	400	400	
fs' (Mpa)		541	538	533	522	506	496	483	466	444	
fs' pakai		400	400	400	400	400	400	400	400	400	
Ast (mm <sup>2</sup> )	9800	9800	9800	9800	9800	9800	9800	9800	9800	9800	9800
Ts (kn)		123	327	560	1143	1960	1960	1960	1960	1960	
Cs (kn)		1856	1856	1856	1856	1856	1856	1856	1856	1856	
Cc (kn)		7768	7283	6797	5826	4855	4370	3884	3399	2913	
Mn (kn m)	0	1264	1399	1527	1768	2014	1994	1959	1908	1841	1125
Pn (kn)	14124	9502	8812	8093	6539	4751	4266	3780	3295	2809	0
E (m)		0.133	0.159	0.189	0.270	0.424	0.468	0.518	0.579	0.655	

**TABEL 4.19 KOLOM 700 X 700 DENGAN Ast 3%**

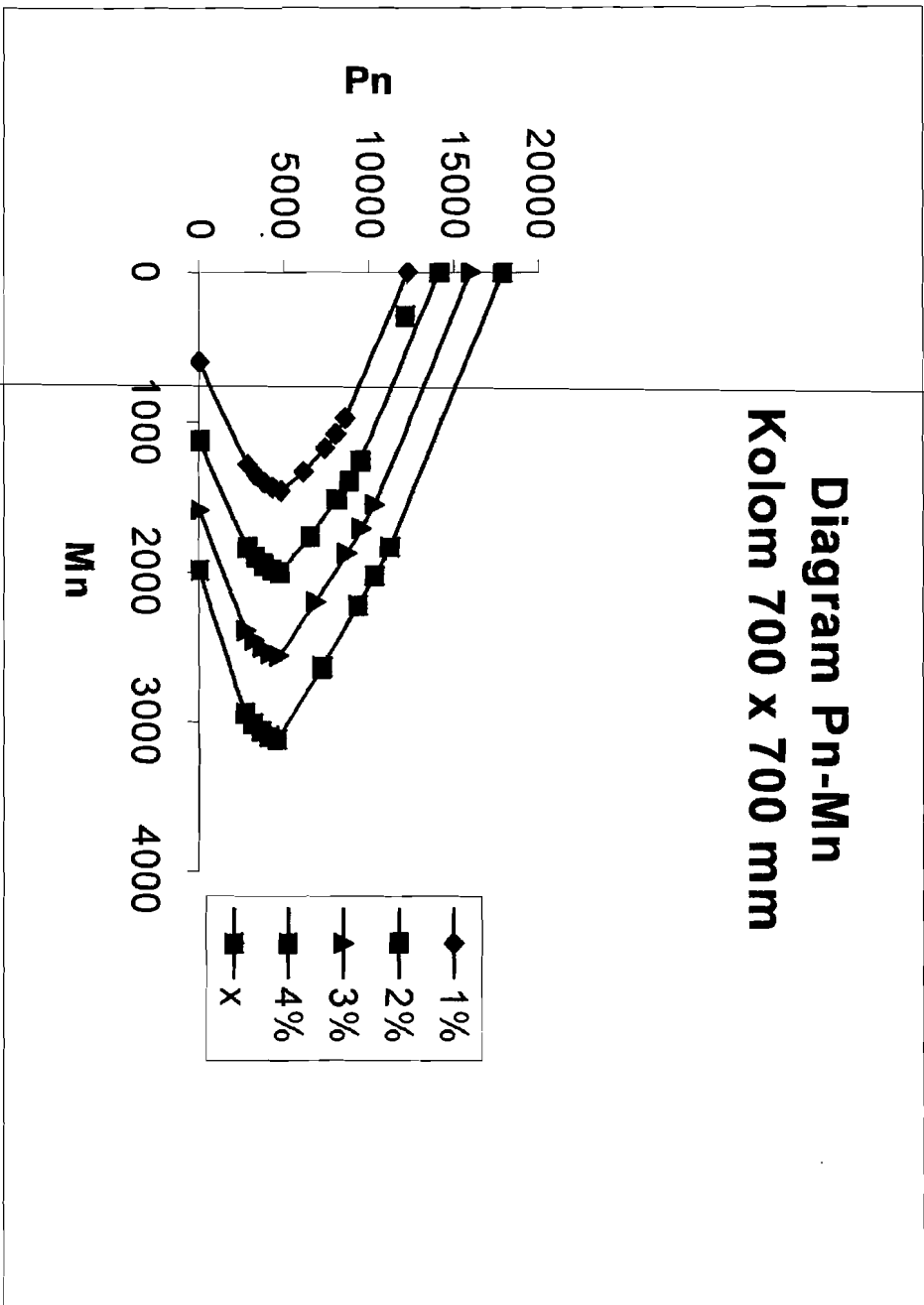
Ast ( % )	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
fc' ( Mpa )	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
fy ( Mpa )	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
b (mm)	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
h (mm)	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
d (mm)	640	640	640	640	640	640	640	640	640	640	640
d' (mm)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
xb (mm)	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384
faktor		1.6	1.5	1.4	1.2	1	0.9	0.8	0.7	0.6	
x (mm)		614	576	538	461	384	346	307	269	230	
ab (mm)		522	490	457	392	326	294	261	228	196	198
fs ( Mpa )		25	67	114	233	400	511	650	829	1067	
fs pakai		25	67	114	233	400	400	400	400	400	
fs' (Mpa)		541	538	533	522	506	496	483	466	444	
fs' pakai		400	400	400	400	400	400	400	400	400	
Ast (mm <sup>2</sup> )	14700	14700	14700	14700	14700	14700	14700	14700	14700	14700	14700
Ts (kn)		184	490	840	1715	2940	2940	2940	2940	2940	
Cs (kn)		2784	2784	2784	2784	2784	2784	2784	2784	2784	
Cc (kn)		7768	7283	6797	5826	4855	4370	3884	3399	2913	
Mn (kn m)	0	1551	1716	1877	2203	2567	2547	2512	2461	2394	1591
Pn (kn)	15980	10368	9577	8741	6895	4699	4213	3728	3242	2757	0
E (m)		0.150	0.179	0.215	0.319	0.546	0.605	0.674	0.759	0.863	

**TABEL 4.20 KOLOM 700 X 700 DENGAN Ast 4%**

Ast ( % )	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
fc' ( Mpa )	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
fy ( Mpa )	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
b (mm)	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
h (mm)	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
d (mm)	640	640	640	640	640	640	640	640	640	640	640
d' (mm)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
xb (mm)	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384	384
faktor		1.6	1.5	1.4	1.2	1	0.9	0.8	0.7	0.6	
x (mm)		614	576	538	461	384	346	307	269	230	
ab (mm)		522	490	457	392	326	294	261	228	196	264
fs ( Mpa )		25	67	114	233	400	511	650	829	1067	
fs pakai		25	67	114	233	400	400	400	400	400	
fs' (Mpa)		541	538	533	522	506	496	483	466	444	
fs' pakai		400	400	400	400	400	400	400	400	400	
Ast (mm <sup>2</sup> )	19600	19600	19600	19600	19600	19600	19600	19600	19600	19600	19600
Ts (kn)		245	653	1120	2287	3920	3920	3920	3920	3920	
Cs (kn)		3712	3712	3712	3712	3712	3712	3712	3712	3712	
Cc (kn)		7768	7283	6797	5826	4855	4370	3884	3399	2913	
Mn (kn m)	0	1838	2032	2227	2638	3120	3101	3066	3014	2948	1992
Pn (kn)	17836	11235	10341	9389	7251	4647	4161	3676	3190	2705	0
E (m)		0.164	0.196	0.237	0.364	0.671	0.745	0.834	0.945	1.090	



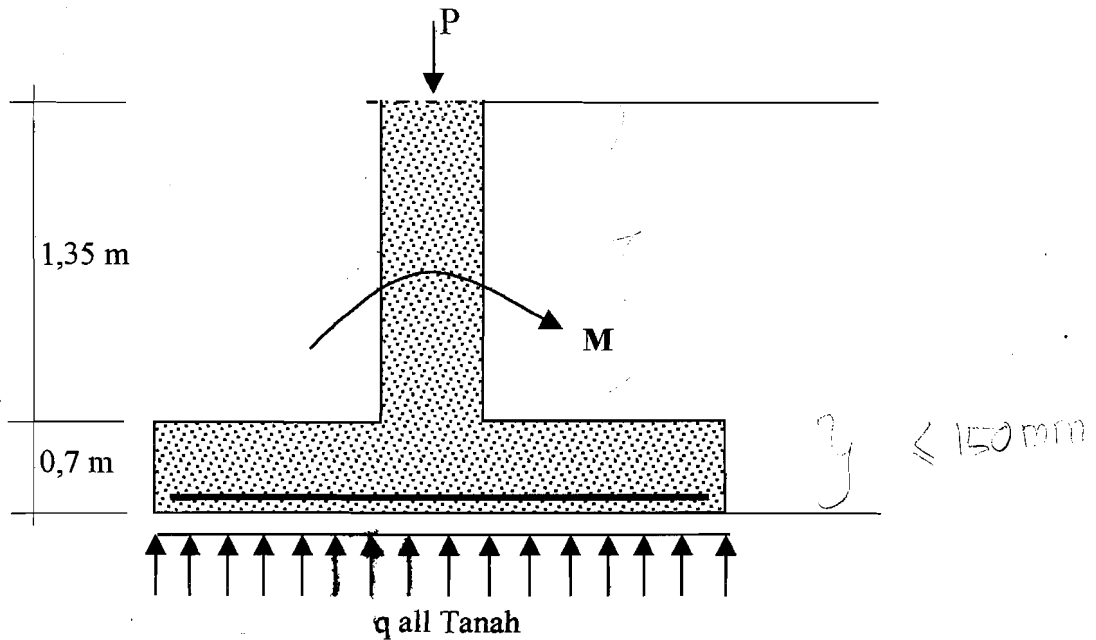
**Diagram Pn-Mn**  
**Kolom 700 x 700 mm**



## 4.5 PERENCANAAN PONDASI

### 4.5.1 Perencanaan Dimensi Pondasi (P1)

#### 1. Tinjauan Terhadap Beban Tetap



Gambar 4.29 Rencana pondasi

$$\sigma_{\text{tanah}} = 700 \text{ kN/m}^2 = 450$$

$$\gamma_{\text{tanah}} = 15,2 \text{ KN/m}^3 = 17$$

$$F'_c = 25 \text{ Mpa}$$

$$\gamma_{\text{beton}} = 24 \text{ KN/m}^3 = 24$$

$$F_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$\text{Asumsi tebal pondasi (h)} = 700 \text{ mm}$$

$$P = 1068,34 \text{ kN} \rightarrow 618$$

$$\text{Ukuran kolom} : 700/700 \text{ mm}$$

$$M_x = 127,1 \text{ kNm} \rightarrow 18,19$$

$$M_y = 64,81 \text{ kNm} \rightarrow 17,163$$

$$\sigma_{\text{netto tanah}} = \sigma_{\text{tanah}} - \Sigma(h \cdot \gamma_{\text{beton}}) - \Sigma(h \cdot \gamma_{\text{tanah}})$$

$$= 700 - (0,7 \cdot 24) - (1,35 \cdot 15,2) \quad 450 - (0,7 \cdot 24) - ($$

$$= 662,7 \text{ kN/m}^2$$

457,17

600, 80

Dimensi luas pelat pondasi : (terdapat momen yang bekerja pada arah x dan y)

$$\sigma_{\text{netto tanah}} = \frac{P}{A_{\text{perlu}}} + \frac{My}{1/6 \cdot Bx^2 \cdot By} + \frac{Mx}{1/6 \cdot By^2 \cdot Bx}$$

dicoba dengan nilai B = 2,1 m  $\Rightarrow$  1,5 m

$$A_{\text{perlu}} = \frac{P}{\sigma_{\text{netto tanah}} - \left( \frac{My}{1/6 \cdot By^2 \cdot Bx} \right) - \left( \frac{Mx}{1/6 \cdot Bx^2 \cdot By} \right)}$$

$$= \frac{1068,34}{662,7 - \left( \frac{64,81}{1/6 \cdot 2,1^2 \cdot 2,1} \right) - \left( \frac{127,1}{1/6 \cdot 2,1^2 \cdot 2,1} \right)} = 4,2 \text{ m}^2 = 1,796 \text{ m}^2$$

$\Rightarrow$  1,623

Digunakan penampang bujur sangkar dengan :

$$B = N = \sqrt{4,2} = 2,05 \text{ m} \longrightarrow B_{\text{ada}} = N_{\text{ada}} = 2,1 \text{ m}$$

$\sqrt{1,6} = 1,27$   
 $\sqrt{1,79} = 1,34$   
 $\sqrt{2,25} = 1,5$

$$\text{Luas penampang pelat pondasi : } A_{\text{ada}} = B \times N = 2,1 \times 2,1 = 4,41 \text{ m}^2 = 4,00 \text{ m}^2$$

$\Rightarrow$  2,25

Kontrol luas pelat pondasi dan tegangan yang terjadi :

$$A_{\text{ada}} = 4,41 \text{ m}^2 > A_{\text{perlu}} = 4,2 \text{ m}^2 \dots\dots\dots \text{Ok.}$$

$2,25 > 1,796$

Tegangan kontak yang terjadi di dasar pondasi :

$$\sigma_{\text{netto tanah}} = \frac{P}{A_{\text{ada}}} + \frac{My}{1/6 \cdot N^2 \cdot B} + \frac{Mx}{1/6 \cdot B^2 \cdot N} = 184,37 < 407,7$$

$$\sigma_{\text{netto tanah}} = \frac{1068,34}{4,41} + \frac{64,81}{1/6 \cdot 2,1^2 \cdot 2,1} + \frac{127,1}{1/6 \cdot 2,1^2 \cdot 2,1}$$

$$= 366,6 \text{ NkN/m}^2 < \sigma_{\text{nettotanah}} = 662,7 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{Aman.}$$

$338,135 < 407,7 \dots \text{OK}$

Jarak pusat tulangan tarik ke serat tekan beton :

$$d = h - P_b - \frac{1}{2} \cdot \varnothing_{\text{tul. pokok}} = 700 - 70 - \frac{1}{2} \cdot 22 = 619 \text{ mm}$$

$\checkmark$   
09

## 2. Tinjauan Terhadap Beban Sementara

Eksentrisitas yang terjadi :

$$e_x = \frac{M_x}{P} = \frac{127,1}{1068,34} = 0,12 \text{ m} = 0,103$$

$$e_y = \frac{M_y}{P} = \frac{64,81}{1068,34} = 0,06 \text{ m} = 0,03$$

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\sigma = \frac{P}{(B \cdot (N - 2 \cdot e_x)) + (N \cdot (B - 2 \cdot e_y))}$$

$$= \frac{1068,34}{(2,1 \cdot (2,1 - 2 \cdot 0,12)) + (2,1 \cdot (2,1 - 2 \cdot 0,06))}$$

$$= 128,86 \text{ kNm} < 1,5 \cdot \sigma_{\text{netto}} = 1,5 \cdot 662,7 = 994,1 \text{ kNm} \dots \text{Aman.}$$

$$79,56 < 611,55$$



### 4.5.2 Perencanaan Geser Satu Arah

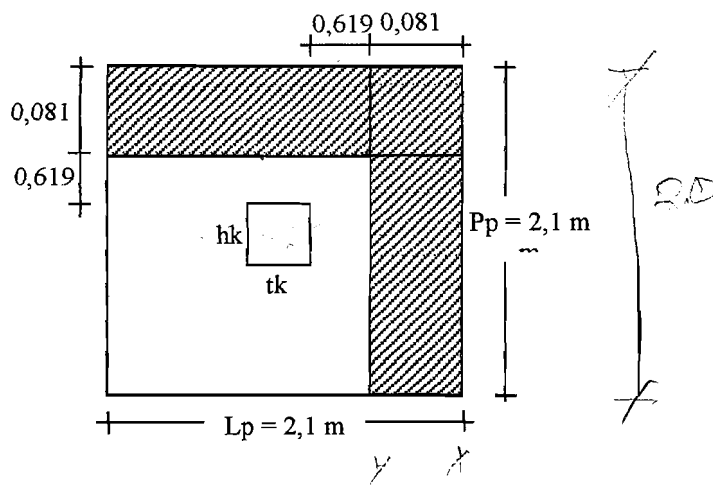
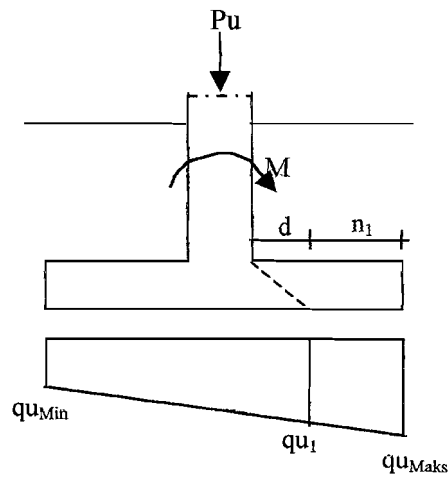
→ Ditinjau pada arah momen terbesar .

$$P_u = 1236,16 \text{ kN} \rightarrow 598$$

$$M_{ux} = 235,26 \text{ kNm} \rightarrow 63,56$$

$$M_{uy} = 115,71 \text{ kNm} \rightarrow 14,14$$

$$= 142,85 < 611,55 \dots \text{ok}$$



Gambar 4.30 Pondasi dengan geser satu arah

$$n_1 = \frac{L_p - t_k - 2 \cdot d}{2} = \frac{2,1 - 0,70 - 2 \cdot 0,619}{2} = 0,081 \text{ m} = \frac{2,1 - 0,70 - 2 \cdot 0,619}{2} = 0,062$$

Arah X

• Tegangan kontak yang terjadi :

$$q_{ux} = \frac{P_u}{A_{ada}} \pm \frac{M_x}{1/6 \cdot B^2 \cdot N}$$

$$= \frac{1236,16}{4,41} \pm \frac{235,26}{1/6 \cdot 2,1^2 \cdot 2,1} = \frac{598}{4} \pm \frac{69,52}{1/6 \cdot 2^2 \cdot 2}$$

$$q_{ux_{max}} = 432,7 \text{ kN/m}^2 = 201,67$$

$$q_{ux_{min}} = 127,9 \text{ kN/m}^2 = 97,33$$

$$q_{u_m} = \frac{(L_p - m) \cdot q_{u_{x_{\max}}} + m \cdot q_{u_{x_{\min}}}}{L_p}$$

$$= \frac{(2,1 - 0,081) \cdot 432,7 + 0,081 \cdot 127,9}{2,1} = 420,9 \text{ kN/m}^2 = 396,87$$

$$q_{u_{x_{\text{terjadi}}}} = \frac{1}{2} (q_{u_{x_{\max}}} + q_{u_{x_{\min}}}) = \frac{1}{2} (432,7 + 127,9) = 280,3 \text{ kN/m}^2 = 140,15$$

- Gaya geser akibat beban luar yang bekerja pada penampang kritis pondasi :

$$V_u = q_{u_{x_{\text{terjadi}}} \cdot n_1 \cdot L = 280,3 \cdot 0,081 \cdot 2,1 = 47,7 \text{ kN} = 18,54$$

$$V_u / \phi = \frac{47,7}{0,6} = 79,5 \text{ kN} = 30,90$$

- Kekuatan beton menahan geser:

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot L \cdot d = 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 3 \cdot 0,619 \cdot 10^3 = 1547,5 \text{ kN} \checkmark$$

- Kontrol gaya geser :

$$V_c = 1547,5 \text{ kN} \geq V_u / \phi = 79,5 \text{ kN} \dots \text{Aman. Sekali'}$$

### Arah Y

- Tegangan kontak yang terjadi :

$$q_{u_x} = \frac{P_u}{A_{\text{ada}}} \pm \frac{M_y}{1/6 \cdot B^2 \cdot N}$$

$$= \frac{1236,16}{4,41} \pm \frac{115,71}{1/6 \cdot 2,1^2 \cdot 2,1} = \frac{280}{4,0} \pm \frac{14,14}{1/6 \cdot 2^2 \cdot 2}$$

$$q_{u_{x_{\max}}} = 355,3 \text{ kN/m}^2 = 160,72$$

$$q_{u_{x_{\min}}} = 205,3 \text{ kN/m}^2 = 138,90$$

$$q_{u_m} = \frac{(L_p - m) \cdot q_{u_{x_{\max}}} + m \cdot q_{u_{x_{\min}}}}{L_p}$$

$$= \frac{(2,1 - 0,081) \cdot 355,3 + 0,081 \cdot 205,3}{2,1} = 349,5 \text{ kN/m}^2 = 320,09$$

$$q_{u_{x_{\text{terjadi}}}} = \frac{1}{2} (q_{u_{x_{\max}}} + q_{u_{x_{\min}}}) = \frac{1}{2} (355,3 + 205,3) = 280,3 \text{ kN/m}^2 = 140,15$$

- Gaya geser akibat beban luar yang bekerja pada penampang kritis pondasi :

$$V_u = q_{u_{\text{terjadi}}} \cdot n_1 \cdot L = 280,3 \cdot 0,081 \cdot 2,1 = 47,7 \text{ kN} = 18,58$$

$$V_u / \phi = 47,7 / 0,6 = 79,5 \text{ kN} = 30,96$$

- Kekuatan beton menahan geser:

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot L \cdot d = 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 3 \cdot 0,619 \cdot 10^3 = 1547,5 \text{ kN} \checkmark$$

- Kontrol gaya geser :

$$V_c = 1547,5 \text{ kN} \geq V_u / \phi = 79,5 \text{ kN} \dots\dots\dots \text{Aman.}$$

#### 4.5.3 Perencanaan Geser Dua Arah

→ Ditinjau pada arah momen terbesar.

$$x = h_k + d$$

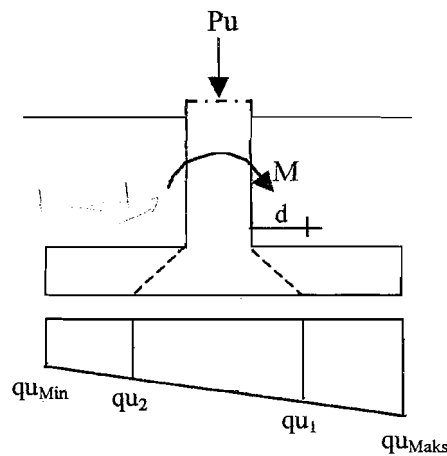
$$= 700 + 619$$

$$= 1319 \text{ mm} = 1,319 \text{ m} \checkmark = 1,32 \text{ m}$$

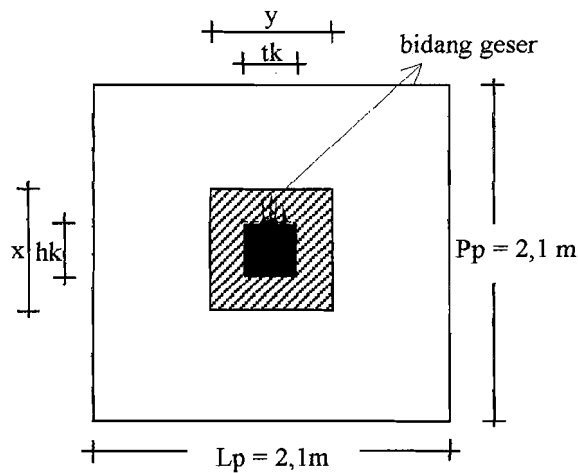
$$y = t_k + d$$

$$= 700 + 619$$

$$= 1319 \text{ mm} = 1,319 \text{ m} \checkmark = 1,32 \text{ m}$$



*Handwritten note:*  
 ONI GAN...  
 2019/05



**Gambar 4.31** Pondasi dengan geser dua arah

- Tegangan kontak yang terjadi :

$$\begin{aligned}
 q_u &= \frac{P_u}{A_{\text{perlu}}} \pm \frac{M_y}{1/6 \cdot B_x^2 \cdot B_y} \pm \frac{M_x}{1/6 \cdot B_y^2 \cdot B_x} \\
 &= \frac{1236,16}{4,41} \pm \frac{115,71}{1/6 \cdot 2,1^2 \cdot 2,1} \pm \frac{235,26}{1/6 \cdot 2,1^2 \cdot 2,1}
 \end{aligned}$$

$$q_{u_{\text{max}}} = 507,7 \text{ kN/m}^2 = 211,04$$

$$q_{u_{\text{min}}} = 52,9 \text{ kN/m}^2 = 87,96$$

$$\begin{aligned}
 q_{u_T} &= \frac{1}{2} (q_{u_1} + q_{u_2}) = \frac{1}{2} (507,7 + 52,9) = 280,3 \text{ kN/m}^2 = 149,5 \\
 &\quad \quad \quad 211,04 \quad 87,96
 \end{aligned}$$



- Gaya geser akibat beban luar yang bekerja pada penampang kritis pondasi :

$$V_u = q_{uT} \cdot ((P_p \cdot L_p) - (x \cdot y))$$

$$= 280,3 \cdot ((2,1 \cdot 2,1) - (1,319 \cdot 1,319)) = 748,5 \text{ kN} \quad = \frac{837,91}{398,41}$$

$$V_u / \phi = \frac{748,5}{0,6} = 1247,5 \text{ kN} \quad = \frac{563,18}{664,01}$$

- Kekuatan beton menahan geser :

$$\beta_c = \frac{\text{sisipanjang}}{\text{sisipendek}} = \frac{P_p}{L_p} = \frac{2,1}{2,1} = 1 \quad = \frac{2,0}{2,0} = 1$$

$$b_o = 2 \cdot (x + y) = 2 \cdot (1,319 + 1,319) = 5276 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$$V_{c1} = (1 + \frac{2}{\beta_c}) \cdot (2 \cdot \sqrt{f'c}) \cdot b_o \cdot d$$

$$= (1 + \frac{2}{1}) \cdot (2 \cdot \sqrt{25}) \cdot 5276 \cdot 619 \cdot 10^{-3} = 97975,3 \text{ kN} \quad \checkmark$$

$$V_{c2} = 4 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_o \cdot d$$

$$= 4 \cdot \sqrt{25} \cdot 5276 \cdot 619 \cdot 10^{-3} = 65316,9 \text{ kN} \quad \checkmark$$

- Kontrol gaya geser :

Digunakan nilai yang terkecil dari  $V_{c1}$  dan  $V_{c2}$ , yaitu  $V_{c2} = 65316,9 \text{ kN}$

$$V_{c2} = 65316,9 \text{ kN} \geq \frac{V_u}{\phi} = 1247,5 \text{ kN} \dots \dots \dots \text{Aman.}$$

#### 4.5.4 Kuat Tumpuan Pondasi

- Kuat tumpuan Pondasi :

$$\phi \cdot P_n = \phi \cdot (0,85 \cdot f'c \cdot A_1 \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}})$$

$$\text{Luas pelat pondasi (A}_2\text{)} = B \cdot N = 2,1 \cdot 2,1 = 4,41 \text{ m}^2 \quad \checkmark$$

$$\text{Luas penampang kolom (A}_1\text{)} = h_k \cdot t_k = 0,70 \cdot 0,70 = 0,4900 \text{ m}^2 \quad \checkmark$$

$$\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} = \sqrt{\frac{4,42}{0,4900}} = 3 > 2 \text{ (jika lebih besar dari 2, dipakai nilai 2)}$$

$$\begin{aligned} \phi \cdot P_n &= \phi \cdot (0,85 \cdot f_c \cdot A_1 \cdot 2) \\ &= 0,7 \cdot (0,85 \cdot 25 \cdot 490000 \cdot 2) \cdot 10^{-3} = 14577,5 \text{ kN} \quad \checkmark \end{aligned}$$

- Kuat tumpuan kolom :

$$\begin{aligned} \phi \cdot P_n &= \phi \cdot (0,85 \cdot f_c \cdot A_1) \\ &= 0,7 \cdot (0,85 \cdot 25 \cdot 360000) \cdot 10^{-3} = 7288,8 \text{ kN} \quad \checkmark \end{aligned}$$

- Kontrol kuat tumpuan :

$$\phi \cdot P_{n \text{ pondasi}} = 14577,5 \text{ kN} > \phi \cdot P_{n \text{ kolom}} = 7288,8 \text{ kN} \dots \dots \dots \text{Aman.} \quad \checkmark$$

#### 4.5.5 Perencanaan Tulangan Lentur Telapak Pondasi

Momen yang terjadi :

$$l = \frac{L_p - t_k}{2} = \frac{2,1 - 0,70}{2} = 0,7 \text{ m}$$

$$q_{u \text{ maks}} = 507,7 \text{ kN/m}^2 = 211,04$$

$$M_u = 0,5 \cdot q_{u \text{ maks}} \cdot l^2 = 0,5 \cdot 507,7 \cdot 0,7 = 177,7 \text{ kNm} = 73,86$$

$$\frac{M_u}{\phi} = \frac{177,7}{0,8} = 222,1 \text{ kNm} = 92,33$$

- Digunakan tulangan bagi  $\emptyset_{19}$  mm, sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$A_{1\emptyset} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19^2 = 283,385 \text{ mm}^2 \quad \checkmark$$

- Tebal pelat pondasi :  $h = 700$  mm, selimut beton ( $P_b$ ) = 70 mm

$$d = h - P_b - 0,5 \cdot \emptyset_{\text{tul. pokok}} = 700 - 70 - 0,5 \cdot 19 = 620,5 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 25} = 18,8 \quad \checkmark$$

Koefisien ketahanan (Rn), diambil nilai b tiap 1000 mm :

$$R_n = \frac{Mu / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{222,1 \cdot 10^6}{1000 \cdot 620,5^2} = 0,577 \text{ MPa} = 0,24$$

Rasio Tulangan :

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,00350 \quad \checkmark$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \cdot \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0271 \quad \checkmark$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0271 = 0,020 \quad \checkmark$$

$$\rho_{\text{faktual}} = \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{18,8} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,8 \cdot 0,577}{400}} \right) = 0,0014 < \rho_{\max} = 0,020 \quad \checkmark$$

$$< \rho_{\min} = 0,00350 \quad \checkmark$$

$$0,002 < 1,33 \rho_{\text{perlu}} = 0,0018 < \rho_{\min}$$

.....sehingga dipakai :  $1,33 \rho_{\text{perlu}} = 0,0018 = 0,0008$

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d = 0,0018 \cdot 1000 \cdot 620,5 = 1116,9 \text{ mm}^2 = 495,16$$

Jarak antar tulangan :

$$s \leq \frac{A_{\theta_1} \cdot b}{A_{s_{\text{perlu}}}} = \frac{283,385 \cdot 1000}{1116,9} = 253,7 \text{ mm} = 572,31$$

$$s \leq 2 \cdot h = 2 \cdot 700 = 1400 \text{ mm}$$

$$s \leq 250 \text{ mm} \quad \checkmark$$

→ Dipakai Tulangan Pokok : D<sub>19</sub> – 250 mm ✓

$$A_{s_{\text{aktual}}} = \frac{A_{1\phi} \cdot 1000}{s} = \frac{383,385 \cdot 1000}{250} = 1133,54 \text{ mm}^2 \quad \checkmark$$

• Kontrol Kapasitas Lentur Pelat pondasi :

$$a = \frac{A_{s_{\text{aktual}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f \cdot c \cdot b} = \frac{1133,54 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 21,34 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$$M_n = A_{s_{\text{aktual}}} \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$= 1133,54 \cdot 400 (620,5 - 21,34/2)$$

$$= 276,5 \text{ kNm} \geq \frac{M_u}{\phi} = 222,1 \text{ kNm} \dots\dots\dots \text{Aman.}$$

### Perencanaan Tulangan Susut Pondasi

$$A_{s_{\text{susut}}} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 700 = 1400 \text{ mm}^2 \quad \checkmark$$

• Digunakan tulangan bagi Ø12 mm, sehingga luas tampang 1 tulangan susut :

$$A_{1\phi} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2 = 113,04 \text{ mm}^2 \quad \checkmark$$

Jarak antar tulangan susut :

$$s \leq \frac{A_{\phi 1} \cdot b}{A_{s_{\text{susut}}}} = \frac{113,04 \cdot 1000}{1400} = 80,7428 \text{ mm} \approx 80 \text{ mm} \quad \checkmark$$

→ Dipakai Tulangan Susut : P<sub>12</sub> – 80 mm ✓

Tabel 4.21 Perencanaan pondasi bujur sangkar

Perencanaan Pondasi Bujur sangkar		
$\sigma$ tanah (KN/m <sup>2</sup> )	700	
$f_c$ (MPa)	25	
$f_y$ (MPa)	400	
$\gamma_b$ beton (KN/m <sup>3</sup> )	24	
$\gamma_b$ tanah (KN/m <sup>3</sup> )	15.2	
P (KN)	1068,34	→ 618
$M_x$ (KNm)	127,1	→ 18,19
$M_y$ (KNm)	64,8	→ 17,63
h kolom ( mm )	1,35	
t kolom ( mm )	0,7	
tebal pelat (h) ( mm )	0,7	
$\sigma$ netto tanah (KN/m <sup>2</sup> )	662,7	→ 407,7
Dicoba nilai B (m)	2,1	→ 2,0
A perlu (m <sup>2</sup> )	4,2	→ 1,623
B perlu	2,05	1,27
B ada	2,1	2,0
A ada (m <sup>2</sup> )	4,41	4,0
$\sigma$ kontak	366,6	→ 181,37
Kontrol tegangan $\sigma_{netto\ tanah} > \sigma_{kontak}$		
AMAN		
$P_b$ (mm)	70	
$\theta$ tul.pokok (mm)	22	
d (mm)	619,00	

Tinjauan Beban Sementara		
P (KN)	1068,34	→ 618
$M_x$ (KNm)	127,1	→ 18,19
$M_y$ (KNm)	64,81	→ 17,63
$e_x$ (m)	0,12	→ 0,03
$e_y$ (m)	0,06	→ 0,03
B ada	2,1	→ 2,0
$\sigma$ netto tanah (KN/m <sup>2</sup> )	662,7	→ 407,7
1,5 $\sigma_{netto\ tanah}$ (KN/m <sup>2</sup> )	994,1	→ 611,6
$\sigma$ kontak (KN/m <sup>2</sup> )	366,6	→ 181,37
Kontrol 1,5 $\sigma_{netto\ tanah} > \sigma_{kontak}$		
AMAN		

<b>Perencanaan Geser 1 Arah</b>	
Pu (KN)	1236,16
Mux (KNm)	235,26
Muy (KNm)	115,71
t kolom ( mm )	0.7
d (mm)	619.00
m (m)	0.081
ex (m)	0.12
ey (m)	0.06
L (m)	2.1
f'c (MPa)	25
<b>Perencanaan Geser Arah X</b>	
qux max (KN/m <sup>2</sup> )	432,7
qux min (KN/m <sup>2</sup> )	127,9
qux m (KN/m <sup>2</sup> )	420,9
qux terjadi (KN/m <sup>2</sup> )	280,3
Vu (KN)	47,7
Vu/φ (KN)	79,5
Vc (KN)	1547,5
kontrol $V_c > V_u/\phi$	
AMAN	
<b>Perencanaan Geser 1 Arah (y)</b>	
quy max (KN/m <sup>2</sup> )	355,3
quy min (KN/m <sup>2</sup> )	205,3
quy m (KN/m <sup>2</sup> )	349,5
quy terjadi (KN/m <sup>2</sup> )	280,3
Vu (KN)	47,7
Vu/φ (KN)	79,5
Vc (KN)	1547,5
kontrol $V_c > V_u/\phi$	
AMAN	

→ 598  
 → 69,56  
 → 14,14  
 ✓  
 → 0,062  
 → 0,3  
 → 0,3  
 2,0

→ 201,67  
 → 37,33  
 → 396,87  
 → 149,5  
 → 18,54  
 → 39,90  
 ✓

→ 160,72  
 → 138,90  
 → 320,09  
 → 149,81  
 → 18,58  
 → 39,96  
 ✓

Perencanaan Geser 2 Arah	
Pu (KN)	1236,16
Mx (KNm)	235,26
My (KNm)	115,71
t kolom ( mm )	0.7
d (mm)	619.00
m (m)	0.431
L (m)	2.1
x (m)	1.319
y (m)	1.319
f <sub>c</sub> (MPa)	25
qu max (KN/m <sup>2</sup> )	507.7
qu min (KN/m <sup>2</sup> )	52.9
qu1 (KN/m <sup>2</sup> )	491,2
qu2 (KN/m <sup>2</sup> )	70,4
qu terjadi (KN/m <sup>2</sup> )	280,3
Vu (KN)	748,5
Vu/φ (KN)	1247,5
β <sub>c</sub>	1.0
bo (mm)	5276
Vc1 (KN)	97975,3
Vc2 (KN)	65316,9
Vc pakai(KN)	65316,9
Kontrol $Vu/\phi \leq Vc$ pakai	
AMAN	

→ 598  
→ 69,56  
→ 17.14

✓  
?  
2.0  
✓

→ 280.04  
→ 87.06  
? inapplicable  
→ 140.5  
→ 507.01  
→ 563.18

✓  
✓  
✓  
✓  
✓

Kuat tumpuan pondasi	
luas pondasi/A2 (m <sup>2</sup> )	4,41
luas Kolom/A3 (m <sup>2</sup> )	0.4900
$(A2/A3)^{0,5}$	3
jika lebih besar dari 2, dipakai nilai 2	
φPn (KN)	14577,5
Kuat tumpuan kolom	
φPn (KN)	7288,8
Kontrol $\phi Pn$ kolom < φPN pondasi	
AMAN	

✓  
✓  
→ 2,68

✓  
✓

Tul Lentur sisi Panjang arah X	
qux (KN/m <sup>2</sup> )	507,7
L (m)	2.1
h kolom (m)	0.7
l1 (m)	0,7
Mu1 (KNm)	177,7
MuØ (KNm)	222,1
tebal pelat/h (mm)	700
Pb (mm)	70
d (mm)	620.50
fc (MPa)	25
fy (MPa)	400
β1	0.85
m	18,8
Rn (MPa)	0.577
ρ <sub>b</sub>	0.0271
ρ <sub>min</sub>	0.00350
ρ <sub>maks</sub>	0.02
ρ	0.0014
1,33.ρ	0.0018
ρ pakai	0.0018
As perlu (mm <sup>2</sup> )	1116,9
dtul.pokok (mm)	19
A1d.pokok (mm <sup>2</sup> )	283.3850
jrj tul. pokok/s (mm)	253,7
jrj tul. pakai/s (mm)	250
tul pokok pakai	P19 - 250
As aktual (mm <sup>2</sup> )	1133,54
a (mm)	21,34
Mn (kNm)	276,5
Kontrol Mn ≥ Mu/Ø	
AMAN	
dtul.susut (mm)	12
A1d.susut (mm <sup>2</sup> )	113.0400
As susut (mm <sup>2</sup> )	1400.0000
jrj tul. susut/s (mm)	80.7429
jrj tul. pakai/s (mm)	80
tul pokok pakai	P12 - 80

→ 211,04

2,0

✓

✓

→ 73,95

→ 22,33

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

→ 22,00

✓

✓

✓

→ 0,0006

→ 0,0008

→ 0,0008

→ 495,96

✓

✓

→ 272,31

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

✓

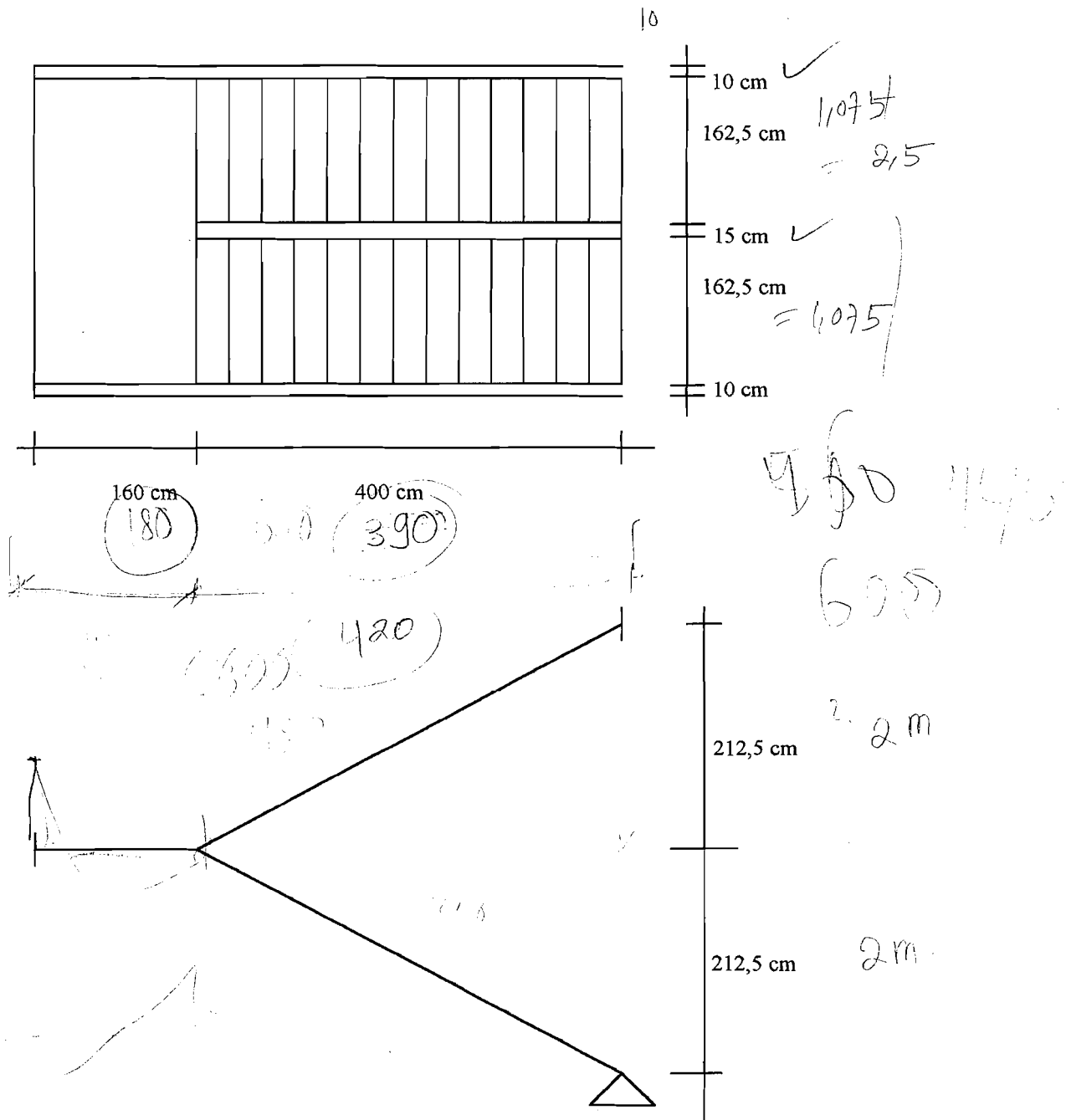
✓

✓



### 4.6 Perencanaan Tangga

Perencanaan tangga meliputi perencanaan optrede dan antrede, pembebanan tangga dan bordes, penulangan pelat tangga dan bordes, dan penulangan balok bordes dan tangga.



Gambar 4.32 Rencana tangga

#### 4.6.1 Spesifikasi Struktur Tangga Lantai Dasar dan 1

1. Tinggi lantai dasar dan lantai 1 ( $h$ ) = 4,25 m = 425 cm 4m

2. Sudut kemiringan tangga =  $\text{tg } \alpha = 212,5/400 = 0,531 \Rightarrow \frac{212,5}{400} = \dots$   
 $\alpha = 27,97^\circ$   $\frac{212,5}{400} = 0,531$

3. Tinggi optrede rencana diambil 18 cm  $\rightarrow 18$

Jumlah optrede =  $425/18 = 23,61$  dipakai 24 buah  $\Rightarrow 23,61 \Rightarrow 24$

Tinggi optrede pakai =  $425/24 = 17,708$  cm  $\Rightarrow \frac{425}{24} = 17,708$

4. Jumlah antrade =  $24 - 2 = 22$  buah  $\Rightarrow 22$

Diambil panjang antrade = 30 cm  $\checkmark$

5. Panjang tangga ( $L_0$ )

$$L_0 = (\text{Panjang antrade} \times \text{jml antrade}/2) + LB$$

$$= (30 \times 22/2) + 160 = 490 \text{ cm} \Rightarrow 490$$

6. Tebal pelat diambil 15 cm  $\checkmark$

7. Beban sandaran tangga :

Tinggi sandaran = 1m

Tebal sandaran = 0,10 m

$$\text{Beban sandaran total} = (0,10 \cdot 1 \cdot 24 \cdot 2) / 1,625 = 2,954 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow 2,954$$

8. Jarak balok induk-balok induk = 3,6 m  $\Rightarrow 3$

Misal lebar balok induk = 0,5 m

$$\text{Maka lebar tangga} = 3,6 - 0,5 = 3,10 \text{ m} \Rightarrow 3,10$$

9. Jarak antar balok-tangga = 10 cm

Jarak antara tangga-tangga = 15 cm

*lebar tangga*  
*B.t*

$$\text{Lebar bersih tangga} = 3,1 - 2 \cdot 10 - 1,15 = 2,75 \text{ m}$$

$$= 8,5 = 8,5$$

$$\text{Untuk satu tangga} = 2,75/2 = 1,375 \text{ m}$$

$$= 1,075$$

## 4.6.2 Pembebanan

### 4.6.2.1 Pembebanan bordes (untuk lebar 1 m)

- Beban mati

- Berat sendiri pelat =  $0,15 \cdot 24 = 3,60 \text{ kN/m}^2$

- Berat spesi =  $0,03 \cdot 24 = 0,72 \text{ kN/m}^2$

- Berat keramik =  $0,01 \cdot 20 = 0,20 \text{ kN/m}^2$

- Sandaran =  $2,95 \text{ kN/m}^2 +$

$$Q_D = 7,47 \text{ kN/m}^2 \quad 8,285$$

- Beban hidup

$$Q_L = 300 \text{ Kg/m}^2 = 3 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_u = 1,2 \cdot Q_D + 1,6 \cdot Q_L = 1,2 \cdot 7,47 + 1,6 \cdot 3 = 13,76 \text{ kN/m}^2$$

### 4.6.2.2 Pembebanan Tangga (untuk lebar 1 m)

- Beban mati

*tpelat*

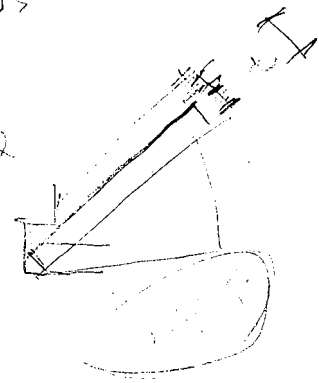
- Berat sendiri tangga =  $\left( \frac{0,15}{\cos 27,97^\circ} + \frac{0,177}{2} \right) \cdot 24 = 6,20 \text{ kN/m}^2$

- Spesi =  $0,03 \cdot 24 = 0,72 \text{ kN/m}^2$

- Lantai keramik =  $0,01 \cdot 20 = 0,20 \text{ kN/m}^2$

- Sandaran =  $2,95 \text{ kN/m}^2 +$

$$Q_D = 10,07 \text{ kN/m}^2$$



- Beban hidup

$$Q_L = 300 \text{ Kg/m}^2 = 3 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_u = 1,2 Q_D + 1,6 Q_L = 1,2 \cdot 10,07 + 1,6 \cdot 3 = 16,88 \text{ kN/m}^2$$

#### 4.6.3 Penulangan Tangga

##### 4.6.3.1 Perhitungan pelat bordes

$$M_u \text{ maks} = 44,13 \text{ kNm} \quad 44,20 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_u}{\phi} = \frac{44,13}{0,8} = 55,163 \text{ kNm} = \frac{44,20}{0,8} = 55,25$$

Digunakan tulangan  $\varnothing 16$  mm, sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$A_{1\varnothing} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 = 201,062 \text{ mm}^2 \quad \checkmark$$

tebal pelat <sup>bordes</sup> tangga = 150 mm, selimut beton (pb) = 20 mm  $\checkmark$

$$d = h - p_b - 0,5 \cdot \varnothing_{\text{tul. pokok}} = 150 - 20 - 0,5 \cdot 16 = 122 \text{ mm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 25} = 18,824 \quad \checkmark$$

Koefisien ketahanan ( $R_n$ ), diambil nilai b tiap 1000 mm :

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d} = \frac{55,163 \cdot 10^6}{1000 \cdot 122^2} = 3,706 \text{ MPa} = \frac{55,25 \cdot 10^6}{1000 \cdot 122^2} = 3,712 \text{ MPa}$$

Rasio Tulangan :

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035 \quad \checkmark$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \cdot \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0270 \quad \checkmark$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0270 = 0,0203 \quad \checkmark$$

$$\rho_{\text{aktual}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{18,824} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,824 \cdot 3,706}{400}} \right) = 0,0102 < \rho_{\text{maks}} = 0,0203$$

*3,706*

$$= 0,0103 > \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

sehingga dipakai :  $\rho_{\text{perlu}} = 0,0102 = 0,0103$

$$A_{s\text{perlu}} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d = 0,0102 \cdot 1000 \cdot 122 = 1244,40 \text{ mm}^2 = 1253,35 \text{ mm}^2$$

*0,0103*

Digunakan tulangan  $\varnothing 16$  mm, sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$A_{1\varnothing} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 = 201,062 \text{ mm}^2$$

Jarak antar tulangan :

$$s \leq \frac{A_{\varnothing 1} \cdot b}{A_{s\text{perlu}}} = \frac{201,062 \cdot 1000}{1244,40} = 161,573 \text{ mm} = 160,419$$

*1253,35*

$$s \leq 2 \cdot h = 2 \cdot 150 = 300 \text{ mm}$$

$$s \leq 250 \text{ mm}$$

*~ 160 mm*  
jika  $\Rightarrow$  **150 mm**

**→ Dipakai Tulangan Pokok : D16 – 160 mm** ✓

$$A_{s\text{aktual}} = \frac{A_{1\varnothing} \cdot 1000}{s} = \frac{201,062 \cdot 1000}{160} = 1256,637 \text{ mm}^2$$

**1340,413**

Kontrol Kapasitas Lentur Pelat tangga :

$$a = \frac{A_{s\text{aktual}} \cdot fy}{0,85 \cdot f \cdot c \cdot b} = \frac{1256,637 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 23,654 \text{ mm} = 23,23$$

$$M_n = A_{s\text{aktual}} \cdot fy \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 1256,637 \cdot 400 \left( 122 - \frac{23,654}{2} \right) = 58,65 \Rightarrow M_u/\phi = 55,25$$

$$= 55,379 \text{ kNm} \geq \frac{M_u}{\phi} = 55,163 \text{ kNm} \dots \text{Ok.}$$

$$= 55,379 \geq M_u/\phi = 55,25$$

**Tulangan bagi pelat bordes**

$$As \text{ bagi} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 150 = 300 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan } \varnothing 8 \text{ dengan } A_{1\text{tul}} = 50,265 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan} = s = \frac{A_{1\text{tul}} \cdot 1000}{As \text{ bagi}} = \frac{50,265 \cdot 1000}{300} = 167,55 \text{ mm}$$

$$\approx 160 \text{ mm}$$

2, h  
2,50

Dipakai tulangan P8-160

**4.6.3.2 Perhitungan pelat tangga**

$$Mu \text{ maks} = 51,09 \text{ kNm} = 53,81 \text{ kNm}$$

$$\frac{Mu}{\phi} = \frac{51,09}{0,8} = 63,863 \text{ kNm} = \frac{53,81}{0,8} = 67,26 \text{ kNm}$$

Digunakan tulangan bagi  $\varnothing 16 \text{ mm}$ , sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$A_{1\varnothing} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 = 201,062 \text{ mm}^2$$

$$\text{tebal pelat tangga} = 150 / \cos 27,97 = 170 \text{ mm}, \text{ selimut beton (pb)} = 20 \text{ mm} \checkmark$$

$$d = h - Pb - 0,5 \cdot \varnothing_{\text{tul. pokok}} = 170 - 20 - 0,5 \cdot 16 = 142 \text{ mm} \checkmark$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{400}{0,85 \cdot 25} = 18,824 \checkmark$$

Koefisien ketahanan ( $R_n$ ), diambil nilai b tiap 1000 mm :

$$R_n = \frac{Mu / \phi}{b \cdot d} = \frac{67,26}{1000 \cdot 142^2} = 4,291 \text{ MPa} = 3,34 \text{ MPa}$$

Rasio Tulangan :

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{400} = 0,0035 \checkmark$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1}{fy} \cdot \left( \frac{600}{600 + fy} \right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \cdot \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0270 \checkmark$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0270 = 0,0203 \quad \checkmark$$

$$\rho_{\text{aktual}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{18,824} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 18,824 \cdot 4,291}{400}} \right) = 0,0121 < \rho_{\text{maks}} = 0,0203$$

*3,34*  
*= 0,009*

$$> \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

$$\text{maka } \rho_{\text{perlu}} = 0,0121 = 0,009$$

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d = 0,0121 \cdot 1000 \cdot 142 = 1718,20 \text{ mm}^2 = 1295,43 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan  $\varnothing 16$  mm, sehingga luas tampang 1 tulangan pokok :

$$A_{1\varnothing} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 = 201,062 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antar tulangan : } s \leq \frac{A_{\varnothing 1} \cdot b}{A_{s_{\text{perlu}}}} = \frac{201,062 \cdot 1000}{1718,20} = 117,019 \text{ mm} = 155,21 \text{ mm}$$

*1295,43*  
*\(\approx 150 \text{ mm}\)*

$$s \leq 2 \cdot h = 2 \cdot 150 = 300 \text{ mm}$$

$$s \leq 250 \text{ mm}$$

→ Dipakai Tulangan Pokok : D16 – 100 mm  $\approx$  D16 – 150

$$A_{s_{\text{aktual}}} = \frac{A_{1\varnothing} \cdot 1000}{s} = \frac{201,062 \cdot 1000}{100} = 2010,62 \text{ mm}^2 = 1340,41 \text{ mm}^2$$

Kontrol Kapasitas Lentur Pelat tangga :

$$a = \frac{A_{s_{\text{aktual}}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f \cdot c \cdot b} = \frac{1340,41 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 37,847 \text{ mm} = 25,23$$

$$M_n = A_{s_{\text{aktual}}} \cdot f_y \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 1340,41 \cdot 400 \left( 142 - \frac{37,847}{2} \right)$$

*25,23*

$$= 98,984 \text{ kNm} \geq \frac{M_u}{\phi} = 63,863 \text{ kNm} \dots \text{Ok.}$$

$$= 69,37 \triangleright 87,26$$

**Tulangan bagi pelat tangga**

As bagi = 0,002 . b . h = 0,002 . 1000 . 170 = 340 mm<sup>2</sup> ✓

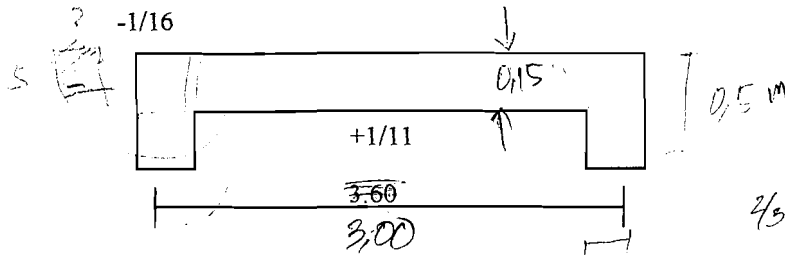
Digunakan Ø 8 dengan A<sub>1tul</sub> = 50,265 mm<sup>2</sup> ✓

Jarak tulangan = s =  $\frac{A_{1tul} \cdot 1000}{As\text{bagi}} = \frac{50,265 \cdot 1000}{340} = 147,838 \text{ mm} \approx 140 \text{ mm}$

Dipakai tulangan P8-140 ✓

**4.6.3.3 Perhitungan Balok Bordes**

Dicoba balok ukuran 30/50 ✓



3.60 ~~4.5~~  
3,47

$\frac{2}{3} \cdot 1,5 = 1,00 \text{ m}$

Pembebanan

- berat akibat pelat bordes =  $249 \cdot 1,8 = 448,2 \text{ kN/m} = 41,41 \text{ kN/m}$
  - berat sendiri balok bordes =  $(1,20 \cdot 3,0 \cdot 5,24) = 4,32 \text{ kN/m} = 3,6 \text{ kN/m}$
- $Q = 41,41 + 3,6 = 45,01 \text{ kN/m}$   
 $Q_D = 41,67 \text{ kN/m} = 45,01 \text{ kN/m}$

Momen :

$M^+ = 1/11 \cdot q_u \cdot L^2 = 1/11 \cdot 41,67 \cdot 3,6^2 = 49,094 \text{ kNm} = 36,83$

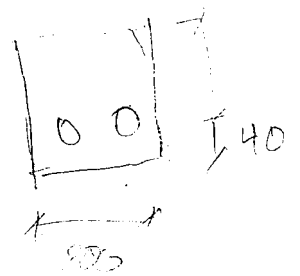
$M^- = 1/16 \cdot q_u \cdot L^2 = 1/16 \cdot 41,67 \cdot 3,6^2 = 33,753 \text{ kNm} = 25,32$

**1. Tulangan Tumpuan**

Mu = 33,753 kN.m = 25,32

$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{33,75}{0,8} = 42,191 \text{ kN.m} = 31,65$

d = 500 - 40 - 8 - 0,5 \cdot 16 = 444 mm ✓





$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \cdot \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0270 \quad \checkmark$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0244 = 0,0203 \quad \checkmark$$

$$\text{rasio tulangan rencana} = \rho = 0,5 \cdot \rho_{\max} = 0,5 \cdot 0,0203 = 0,01015 \quad \checkmark$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035 \quad \checkmark$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{400}{0,85 \cdot 25} = 18,824 \quad \checkmark$$

$$R_n = \rho \cdot f_y \cdot \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m \right) = 0,01015 \cdot 400 \cdot \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot 0,01015 \cdot 18,824 \right) = 3,67 \text{ Mpa} \quad \checkmark$$

$$b \cdot d_{\text{perlu}}^2 = \frac{M_n}{R_n}$$

$$d_{\text{perlu}} = \sqrt{\frac{M_n}{R_n \cdot b}} = \sqrt{\frac{42,191 \cdot 10^6}{3,67 \cdot 300}} = 211,379 \text{ mm} = \sqrt{\frac{31,65 \cdot 10^6}{3,67 \cdot 300}} = 169,55$$

$$d_{\text{ada}} = 444 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$d_{\text{ada}} > d_{\text{perlu}}$  maka dipakai tulangan sebelah

$$R_{n_{\text{baru}}} = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{31,65 \cdot 10^6}{300 \cdot 444^2} = 0,713 \text{ MPa} = 0,54 \text{ MPa}$$

$$\rho_{\text{baru}} = \frac{0,713}{3,67} \times 0,01015 = 0,00197 < \rho_{\min} = 0,0035$$

$$1,33 \rho_{\text{baru}} = 0,00262 < \rho_{\min} = 0,0035$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,00262$$

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{baru}} \cdot b \cdot d = 0,00262 \cdot 300 \cdot 444 = 348,984 \text{ mm}^2 = 262,21$$

$$A_{s_{\min}} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 300 \cdot 500 = 300 \text{ mm}^2 \quad \checkmark$$

$$A_{s_{\text{perlu}}} < A_{s_{\min}} \longrightarrow A_{s_{\text{pakai}}} = A_{s_{\text{perlu}}} = 348,984 \text{ mm}^2 = A_{s_{\min}} = 300$$

digunakan  $\emptyset_{16} \Rightarrow A_s = 201,062 \text{ mm}^2 \sim$

dipakai  $2\emptyset_{16} A_s \text{ tul} = 402,124 \text{ mm}^2 > A_{s\text{pakai}} = 348,984 \text{ mm}^2 = 300 \text{ s.t}$

## 2. Tulangan Lapangan

$$M_u = 49,094 \text{ kN.m} = 36,83$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{49,094}{0,8} = 61,368 \text{ kN.m} = 46,04$$

$$d = 500 - 40 - 8 - 0,5 \cdot 16 = 444 \text{ mm}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \cdot \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0270 \sim$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0270 = 0,0203 \sim$$

$$\text{rasio tulangan rencana} = \rho = 0,5 \cdot \rho_{\text{max}} = 0,5 \cdot 0,0203 = 0,01015 \sim$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035 \sim$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 25} = 18,824 \sim$$

$$R_n = \rho \cdot f_y \cdot \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m \right) = 0,01015 \cdot 400 \cdot \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot 0,01015 \cdot 18,824 \right) = 3,67 \text{ Mpa} \sim$$

$$b \cdot d_{\text{perlu}}^2 = \frac{M_n}{R_n}$$

$$d = \sqrt{\frac{M_n}{R_n \cdot b}} = \sqrt{\frac{61,368 \cdot 10^6}{3,67 \cdot 300}} = 236,090 \text{ mm} = \sqrt{\frac{46,04 \cdot 10^6}{367 \cdot 300}} = 204,49$$

$$d_{\text{pakai}} = 444 \text{ mm} \sim$$

$d_{\text{ada}} > d_{\text{perlu}}$  maka dipakai tulangan sebelah

$$R_{n\text{baru}} = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{46,04 \cdot 10^6}{300 \cdot 444^2} = 1,038 \text{ MPa} = 0,778 \text{ MPa}$$

$$\rho_{\text{baru}} = \frac{0,778}{3,67} \times 0,01015 = 0,00287 < \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

$$1,33\rho_{\text{baru}} = 0,00382 > \rho_{\text{min}} = 0,0035 < 0,0035$$

$$\rho_{\text{pakai}} = \rho_{\text{min}} = 0,0035 = 0,0029$$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{baru}} \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 300 \cdot 444 = 466,20 \text{ mm}^2 = 381,42$$

$$A_{S_{\text{min}}} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 300 \cdot 500 = 300 \text{ mm}^2$$

$$A_{S_{\text{perlu}}} > A_{S_{\text{min}}} \longrightarrow A_{S_{\text{pakai}}} = A_{S_{\text{perlu}}} = 466,20 \text{ mm}^2 = 381,42$$

$$\text{digunakan } \emptyset_{16} \Rightarrow A_s = 201,062 \text{ mm}^2 \checkmark$$

$$\text{dipakai } 3\emptyset_{16} A_{s \text{ tul}} = 603,186 \text{ mm}^2 > A_{S_{\text{pakai}}} = 466,20 \text{ mm}^2 = 381,42$$

### 3. Perencanaan Geser dan Torsi

#### ▪ kontrol torsi

$$T_{u1} = 44,13 \text{ kNm} = 44,20 \text{ kNm}$$

$$T_{u2} = \left( \frac{1}{9} \cdot \sqrt{f'c} \cdot \left( \sum x^2 \cdot y \cdot \frac{1}{3} \right) \right) = \left( \frac{1}{9} \cdot \sqrt{25} \cdot \left( 300^2 \cdot 500 \cdot \frac{1}{3} \right) \right) = 8,33 \text{ kNm} \checkmark$$

$$\text{Digunakan } T_u \text{ yang terkecil } T_u = 8,33 \text{ kNm} \checkmark$$

$$C_t = \frac{b \cdot w \cdot d}{\sum x^2 y} = \frac{300 \cdot 444}{300^2 \cdot 500} = 0,00296 \text{ mm}^{-1} \checkmark$$

$$V_u = 0,5 \cdot q_u \cdot L = 0,5 \cdot 41,67 \cdot 3,6 = 75,01 \text{ kN} = 67,52$$

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

$$= \frac{\left( \frac{1}{15} \cdot \sqrt{25} \cdot 300^2 \cdot 500 \right)}{\sqrt{1 + \left( \frac{0,4 \cdot 75,01 \cdot 10^3}{0,00296 \cdot 44,13 \cdot 10^6} \right)^2}} = 14,62 \text{ kNm} = 14,690$$

$$\text{Karena } Tu/\phi = \frac{8,33}{0,6} = 13,88 < Tc = 14,62 = 14,690$$

**Maka tidak diperlukan tulangan torsi**

▪ **Kontrol terhadap geser**

$$Vu = 0,5 \cdot qu \cdot L = 0,5 \cdot \overset{45,01 \cdot 3}{41,67 \cdot 3,6} = 75,01 \text{ kN} = 67,52$$

$$Vu/\phi = 75,01 / 0,6 = 130,02 = 112,53$$

$$Vc = \left( \frac{\frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d}{\sqrt{1 + \left( 2,5 \cdot Ct \cdot \frac{Tu}{Vu} \right)^2}} \right)$$

$$Vc = \left( \frac{\frac{1}{6} \cdot \sqrt{25} \cdot 300 \cdot 444}{\sqrt{1 + \left( 2,5 \cdot 0,00296 \cdot \frac{8,333}{75,01} \right)^2}} \right)$$

$$Vc = 111,00 \text{ kN} = 110,99 = 111$$

$$\text{Karena } Vc = 111,00 < Vu/\phi = 130,02 = 112,53$$

**Maka diperlukan tulangan geser**

$$\begin{aligned} \text{Untuk torsi kompatibilitas } Ts &= Tu_2 - Tc \\ &= 8,33 - 14,62 \end{aligned}$$

$$Ts = -6,29 = -6,36$$

$$X_1 = 300 - 2 \cdot 20 - 2 \cdot 0,5 \cdot 8 = 252 \text{ v}$$

$$Y_1 = 500 - 2 \cdot 20 - 2 \cdot 0,5 \cdot 8 = 452 \text{ v}$$

$$\alpha_t = \frac{1}{3} \cdot \left( 2 + \frac{Y_1}{X_1} \right) = \frac{1}{3} \cdot \left( 2 + \frac{452}{252} \right) = 1,26 \leq 1,5$$

$$\frac{At}{s} = \frac{Ts}{\alpha_t \cdot X_1 \cdot Y_1 \cdot fy} = \frac{\overset{6,36}{6,29} \cdot 10^6}{1,26 \cdot 252 \cdot 452 \cdot 400} = 0,109 \text{ mm}^2/\text{mm} = 0,1107$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$= \frac{112,52}{1,525} - 111,00 = 19,02 \text{ kNm} = 1,525$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_y \cdot d} = \frac{19,02 \cdot 10^3}{400 \cdot 444} = 0,107 \text{ mm}^2/\text{mm} = 0,009$$

Total luas sengkang :

$$\frac{A_{vt}}{s} = \frac{2 \cdot A_t}{s} + \frac{A_v}{s} = 2 \cdot 0,1107 + 0,009 = 0,325 \text{ mm}^2/\text{mm} = 0,230$$

Dicoba sengkang  $\varnothing 8 \text{ mm}$  ✓

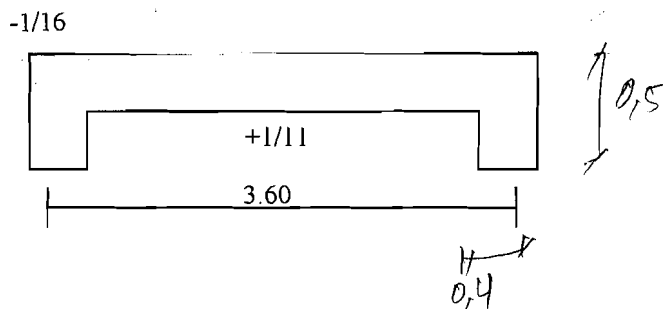
$$\text{Sehingga luas sengkang} = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8^2 = 100,531 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{100,531}{0,325} = 309,326 \approx 300 \text{ mm}^2 = 436 \approx 400$$

Dipakai tulangan  $\varnothing 8 - 300 \Rightarrow \varnothing 8 - 400$

#### 4.6.3.4 Perhitungan Balok Tangga

Dicoba balok ukuran 40/50



Pembebanan

- berat akibat pelat tangga =  $53,81$  = 51,09 kN/m
  - berat sendiri balok tangga =  $\underline{1,20} \cdot 4,0 \cdot 5,24$  =  $\frac{4,8}{5,76}$  kN/m
- $$Q_D = 55,85 \text{ kN/m} = 58,61$$

Momen :

$$M^+ = 1/11 \cdot q_u \cdot L^2 = 1/11 \cdot 55,85 \cdot 3,6^2 = 65,801 \text{ kNm} = 47,954$$

$$M^- = 1/16 \cdot q_u \cdot L^2 = 1/16 \cdot 55,85 \cdot 3,6^2 = 45,239 \text{ kNm} = 32,97$$

### 1. Tulangan Tumpuan

$$M_u = 45,239 \text{ kN.m} = 32,97$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{45,239}{0,8} = 56,549 \text{ kN.m} = 41,210$$

$$d = 500 - 40 - 8 - 0,5 \cdot 16 = 444 \text{ mm} \checkmark$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \cdot \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0270 \checkmark$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0244 = 0,0203 \sim$$

$$\text{rasio tulangan rencana} = \rho = 0,5 \cdot \rho_{\max} = 0,5 \cdot 0,0203 = 0,01015 \checkmark$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035 \sim$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 25} = 18,824 \checkmark$$

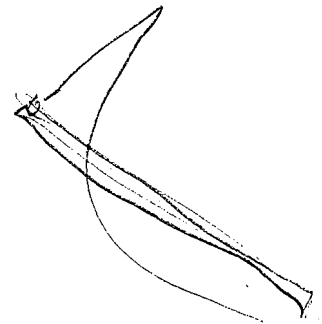
$$R_n = \rho \cdot f_y \cdot \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m \right) = 0,01015 \cdot 400 \cdot \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot 0,01015 \cdot 18,824 \right) = 3,67 \text{ Mpa} \sim$$

$$b \cdot d_{\text{perlu}}^2 = \frac{M_n}{R_n}$$

$$d_{\text{perlu}} = \sqrt{\frac{M_n}{R_n \cdot b}} = \sqrt{\frac{56,549 \cdot 10^6}{3,67 \cdot 500}} = 175,547 \text{ mm} = 149,85 \text{ mm}$$

$$d_{\text{ada}} = 444 \text{ mm} \checkmark$$

$d_{\text{ada}} > d_{\text{perlu}}$  maka dipakai tulangan sebelah  $\checkmark$



$$Rn_{\text{baru}} = \frac{Mu / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{41,210 \cdot 10^6}{400 \cdot 444^2} = 0,717 \text{ MPa} = 0,523$$

$$\rho_{\text{baru}} = \frac{0,717}{3,67} \times 0,01015 = 0,00198 < \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

$$1,33 \cdot \rho_{\text{baru}} = 0,00263 < \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,00263 = 0,0019$$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho_{\text{baru}} \cdot b \cdot d = 0,00263 \cdot 400 \cdot 444 = 467,088 \text{ mm}^2 = 341,41$$

$$A_{S_{\text{min}}} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 400 \cdot 500 = 400 \text{ mm}^2 \checkmark$$

$$A_{S_{\text{perlu}}} > A_{S_{\text{min}}} \longrightarrow A_{S_{\text{pakai}}} = A_{S_{\text{perlu}}} = 467,088 \text{ mm}^2$$

$A_{S_{\text{perlu}}} < A_{S_{\text{min}}}$   $\longrightarrow A_{S_{\text{pakai}}} = A_{S_{\text{min}}} = 400$

$$\text{digunakan } \emptyset_{16} \Rightarrow A_s = 201,062 \text{ mm}^2$$

$$\text{dipakai } 3\emptyset_{16} A_{s \text{ tul}} = 603,186 \text{ mm}^2 > A_{S_{\text{pakai}}} = 467,088 \text{ mm}^2 = 400$$

## 2. Tulangan Lapangan

$$M_u = 65,081 \text{ kN.m} = 47,954$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{65,081}{0,8} = 81,351 \text{ kN.m} = 59,94$$

$$d = 500 - 40 - 8 - 0,5 \cdot 16 = 444 \text{ mm} \checkmark$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{400} \cdot \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0270 \checkmark$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0270 = 0,0203 \checkmark$$

$$\text{rasio tulangan rencana} = \rho = 0,5 \cdot \rho_{\text{max}} = 0,5 \cdot 0,0203 = 0,01015 \checkmark$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035 \checkmark$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 25} = 18,824 \checkmark$$

$$R_n = \rho \cdot f_y \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m\right) = 0,01015 \cdot 400 \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \cdot 0,01015 \cdot 18,824\right) = 3,67 \text{ Mpa} \quad \checkmark$$

$$b \cdot d_{\text{perlu}}^2 = \frac{M_n}{R_n}$$

$$d_{\text{perlu}} = \sqrt{\frac{M_n}{R_n \cdot b}} = \sqrt{\frac{65,081 \cdot 10^6}{3,67 \cdot 400}} = 210,554 \text{ mm} = 202,07$$

$$d_{\text{pakai}} = 444 \text{ mm} \quad \checkmark$$

$d_{\text{ada}} > d_{\text{perlu}}$  maka dipakai tulangan sebelah  $\checkmark$

$$R_{n\text{baru}} = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{65,081 \cdot 10^6}{400 \cdot 444^2} = 0,825 \text{ MPa} = 0,76$$

$$\rho_{\text{baru}} = \frac{0,825}{3,67} \times 0,01015 = 0,00228 < \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

$$1,33 \cdot \rho_{\text{baru}} = 0,00303 < \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,00303 \approx 0,0028$$

$$A_{s\text{perlu}} = \rho_{\text{baru}} \cdot b \cdot d = 0,00303 \cdot 400 \cdot 444 = 538,128 \text{ mm}^2 = 496,58$$

$$A_{s\text{min}} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 400 \cdot 500 = 400 \text{ mm}^2$$

$$A_{s\text{perlu}} > A_{s\text{min}} \longrightarrow A_{s\text{pakai}} = A_{s\text{perlu}} = 538,128 \text{ mm}^2 = 496,58$$

$$\text{digunakan } \emptyset_{16} \Rightarrow A_s = 201,062 \text{ mm}^2$$

$$\text{pakai } 3\emptyset_{16} A_s \text{ tul} = 603,186 \text{ mm}^2 > A_{s\text{pakai}} = 484 \text{ mm}^2 = 496,58$$

### 3. Perencanaan Geser dan Torsi

#### ▪ kontrol torsi

$$T_{u1} = 51,09 \text{ kNm} = 52,81$$

$$T_{u2} = \left(\frac{1}{9} \cdot \sqrt{f'c} \cdot \left(\sum x^2 \cdot y \cdot \frac{1}{3}\right)\right) = \left(\frac{1}{9} \cdot \sqrt{25} \cdot \left(400^2 \cdot 500 \cdot \frac{1}{3}\right)\right) = 14,81 \text{ kNm} \quad \checkmark$$

Digunakan  $T_u$  yang terkecil  $T_u = 14,81 \text{ kNm} \quad \checkmark$



$$C_t = \frac{b_w d}{\Sigma x^2 y} = \frac{400.444}{400^2 \cdot 500} = 0,00222 \text{ mm}^{-1}$$

$$V_u = 0,5 \cdot q_u \cdot L = 0,5 \cdot 55,85 \cdot 3,6 = 100,53 \text{ kN} = 87,92$$

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

$$= \frac{\left( \frac{1}{15} \cdot \sqrt{25} \cdot 400^2 \cdot 500 \right)}{\sqrt{1 + \left( \frac{0,4 \cdot 100,53 \cdot 10^3}{0,00222 \cdot 51,09 \cdot 10^6} \right)^2}} = 25,134 \text{ kNm} = 25,58$$

$$\text{Karena } \frac{T_u}{\phi} = \frac{14,81}{0,6} = 24,68 < T_c = 25,134 = 25,58$$

**Maka tidak diperlukan tulangan torsi**

▪ **Kontrol terhadap geser**

$$V_u = 0,5 \cdot q_u \cdot L = 0,5 \cdot 55,85 \cdot 3,6 = 100,53 \text{ kN} = 87,92$$

$$\frac{V_u}{\phi} = 100,53 / 0,6 = 167,55 = 146,53$$

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

$$V_c = \left( \frac{\frac{1}{6} \cdot \sqrt{25} \cdot 400 \cdot 444}{\sqrt{1 + \left( 2,5 \cdot 0,00222 \cdot \frac{14,81}{87,92} \right)^2}} \right)$$

$$V_c = 148,00 \text{ kN} = 117,99$$

$$= 148$$

$$\text{Karena } V_c = 148,00 < \frac{V_u}{\phi} = 167,55$$

$\rightarrow \frac{V_u}{\phi} = 146,53 \rightarrow$  Tidak diperlukan  
TUL. Geser

**Maka diperlukan tulangan geser**



Untuk torsi kompatibilitas  $T_s = T_{u2} - T_c$

$$= 14,81 - 25,134$$

$$= -10,324 = -10,77$$

$$X_1 = 400 - 2 \cdot 20 - 2 \cdot 0,5 \cdot 8 = 352 \checkmark$$

$$Y_1 = 500 - 2 \cdot 20 - 2 \cdot 0,5 \cdot 8 = 452 \checkmark$$

$$\alpha_t = \frac{1}{3} \cdot \left( 2 + \frac{Y_1}{X_1} \right) = \frac{1}{3} \cdot \left( 2 + \frac{452}{352} \right) = 1,095 \leq 1,5 \checkmark$$

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_s}{\alpha_t \cdot X_1 \cdot Y_1 \cdot f_y} = \frac{10,77}{1,095 \cdot 352 \cdot 452 \cdot 400} = 0,145 \text{ mm}^2/\text{mm} = 0,155$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$= \frac{146,53}{1} - 127,00 = 19,53 \text{ kNm} = -1,475$$

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_y \cdot d} = \frac{19,55 \cdot 10^3}{400 \cdot 444} = 0,110 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Total luas sengkang :

$$\frac{A_{vt}}{s} = \frac{2 \cdot A_t}{s} + \frac{A_v}{s} = 2 \cdot 0,145 + 0,110 = 0,400 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

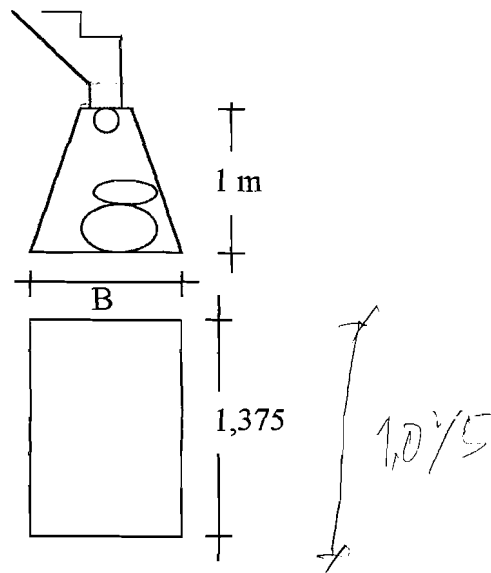
Dicoba sengkang  $\emptyset 8$  mm

$$\text{Sehingga luas sengkang} = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8^2 = 100,531 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{100,531}{0,400} = 251,328 \approx 250 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan  $\emptyset 8$  -250

#### 4.6.4 Perencanaan Pondasi Tangga



**Gambar 4.33** Pondasi tangga

$$\sigma \text{ tanah} = 120 \text{ kN/m}^2 \quad \checkmark \quad 20 \text{ ton/m}^2$$

$$\gamma \text{ batu} = 22 \text{ KN/m}^3 \quad \checkmark$$

Balok diatas pondasi 20/40  $\checkmark$

$$\text{tinjauan untuk lebar tangga } 1,375 \text{ m} = 1,075$$

Pembebanan:

$$\text{- akibat tekanan tangga} = 137,83 \text{ kN} = 149,68$$

$$\text{- berat balok diatas pondasi} = (0,2 \cdot 0,4 \cdot 1,375 \cdot 24) = 2,64 \text{ kN} = 2,064$$

$$P = 137,83 + 2,64 = 140,47 \text{ kN} = 151,744$$

Tegangan ijin tanah pakai:

$$\sigma = \sigma \text{ tanah} - \sigma \text{ pondasi}$$

$$= 120 - 1,22 = 98 \text{ KN/m}^2$$

$$= 90 - 1,22 = 88 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Diketahui pada kondisi kritis} = \sigma = \frac{P}{A}$$

$$A = \frac{P}{\sigma} = \frac{140,47}{98} = 1,43 \text{ m}^2 = \frac{151,744}{68} = 2,23 \text{ m}^2$$

$$B = \frac{A}{L} = \frac{1,439}{1,375} = 1,047 \text{ m} \longrightarrow 100 \text{ cm}$$

$\frac{1,439}{1,075} = 2,08 \implies 210 \text{ cm}$        $\checkmark 1,075 = 110 \text{ cm}$

Diambil dimensi pondasi  $100 \times 140 \text{ cm} = 210 \times 110 \text{ cm}$

Kontrol tegangan tanah:

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{140,47}{1,14} = 100,34 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{\text{tanah}} = 120 \text{ kNm} \dots \text{OK.}$$

$$= \frac{151,744}{2,1 \cdot 1,1} = 65,69 < \tau_{\text{tanah}} = 90 \text{ kNm} \dots \text{OK.}$$

$$\rightarrow \text{Diciptakan} = 200 \times 100$$

$$\tau = \frac{151,744}{2,1} = 75,37 < \tau_{\text{tanah}} = 90 \text{ kNm} \dots \text{OK.}$$

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

#### **5.1 Tinjauan Umum**

Pada gedung-gedung bertingkat perlakuan struktur akibat beban menyebabkan terjadinya distribusi gaya. Untuk mempersingkat perhitungan biasanya para perencana menganggap elemen-elemen tertentu pada bangunan portal memiliki persamaan gaya, sehingga hasil perhitungannya juga dianggap sama untuk elemen tersebut.

Pada Tugas Akhir ini spesifikasi bahan yang digunakan adalah ; untuk beton dipakai mutu beton ( $f_c'$ ) = 25 Mpa, untuk baja tulangan dengan diameter kurang dari atau sama dengan 12 mm dipakai mutu baja ( $f_y$ ) = 240 Mpa dan untuk diameter yang lebih besar dari 12 mm dipakai mutu baja ( $f_y$ ) = 400 Mpa.

Analisis struktur untuk menghitung mekanika pada Tugas Akhir ini semuanya menggunakan program SAP 2000. Dari program tersebut akan didapatkan momen-momen yang kemudian dikalikan dengan faktor-faktor tertentu. Momen terfaktor inilah yang nantinya akan digunakan untuk perhitungan perencanaan.

## 5.2 Atap

Perencanaan atap pada Tugas Akhir ini menggunakan rangka baja sebagai kuda-kuda yang terdiri dari dua tipe. Kuda-kuda 1 dengan bentang 8,8 m tinggi 4,4 m dan kuda-kuda 2 dengan bentang 4,4 m dan tinggi 4,4 m. Perhitungan analisisnya menggunakan metode *allowable stress design* dari AISC. Profil yang digunakan adalah 2L x 50 x 50 x 5, dengan diameter baut  $\frac{1}{2}$  inch dan tebal pelat sambung 1 cm. Setiap batang/elemen menggunakan 2 buah baut pada pertemuan sambungannya kecuali batang yang tidak bersambung menggunakan 3 baut.

## 5.3 Pelat

Perencanaan pelat pada Tugas Akhir ini meliputi pelat atap, pelat lantai dan pelat *Louvre*. Pelat lantai dibedakan menjadi 2 (empat) tipe, pelat atap dan pelat *Louvre* hanya 1 (satu) tipe saja. Perencanaan tipe pelat didasarkan pada perbandingan panjang sisi-sisinya dan dukungan pada pelat sehingga didapatkan tipe pelat dua arah yang ditumpu pada keempat sisinya. Perencanaan pelat mengacu pada PBI 1971 tabel 13.32.

---

Tebal pelat lantai direncanakan 12 cm dan untuk pelat atap 10 cm. Penentuan tebal pelat didasarkan pada panjang bentang sesuai dengan rumus pada SKSNI T-15-1991-03. Tulangan pokok yang dipakai pada pelat atap dan pelat lantai adalah  $\varnothing 8$  mm. Mutu beton yang digunakan pada pelat atap dan pelat lantai  $f_c' = 25$  Mpa sedangkan mutu bajanya adalah  $f_y = 240$  Mpa.

## 5.4 Balok Anak

Balok anak pada Tugas Akhir ini merupakan struktur non portal yang direncanakan sebelum analisis portal. Balok anak pada perhitungan ini terdiri dari

2 (dua) tipe yang didasarkan pada dimensi penampangnya. Penulangannya menggunakan tulangan pokok  $\varnothing 16$  mm dengan tulangan geser menggunakan  $\varnothing 8$  mm.

### 5.5 Balok Induk

Balok induk merupakan struktur portal sehingga perencanaannya berdasarkan analisis portal. Pada perhitungan ini keseluruhan balok induknya menggunakan tulangan sebelah. Penentuan tulangan sebelah atau tulangan rangkap ditinjau dari tinggi efektif dari balok tersebut. Balok induk pada Tugas Akhir ini terdiri dari 2 tipe dengan dimensi masing-masing tipe 500 x 500 mm dan 450 x 500 mm. Spesifikasi bahan yang digunakan adalah; mutu beton ( $f_c'$ ) = 25 MPa, mutu baja ( $f_y$ ) = 240 MPa untuk tulangan polos dan ( $f_y$ ) = 400 MPa untuk tulangan *deform* atau ulir. Tulangan pokok yang digunakan adalah  $\varnothing 22$  mm dengan tulangan geser  $\varnothing 10$  mm.

### 5.6 Kolom

Kolom juga merupakan struktur portal yang perencanaannya berdasarkan hasil dari analisis portal. Penentuan lebar kolom disesuaikan dengan lebar balok agar mempermudah penulangan di lapangan. Lebar kolom direncanakan lebih besar dari lebar balok agar memberikan kekakuan yang baik. Pada Tugas akhir ini semua kolom mempunyai dimensi yang seragam yaitu 700 x 700 mm. Tulangan pokok yang digunakan adalah  $\varnothing 22$  mm dengan tulangan geser  $\varnothing 10$  mm.

### 5.7 Pondasi

Pondasi pada Tugas Akhir ini direncanakan menggunakan pondasi telapak (*foot plate*). Jenis pondasi ini dipilih karena kemudahannya dalam pekerjaan di

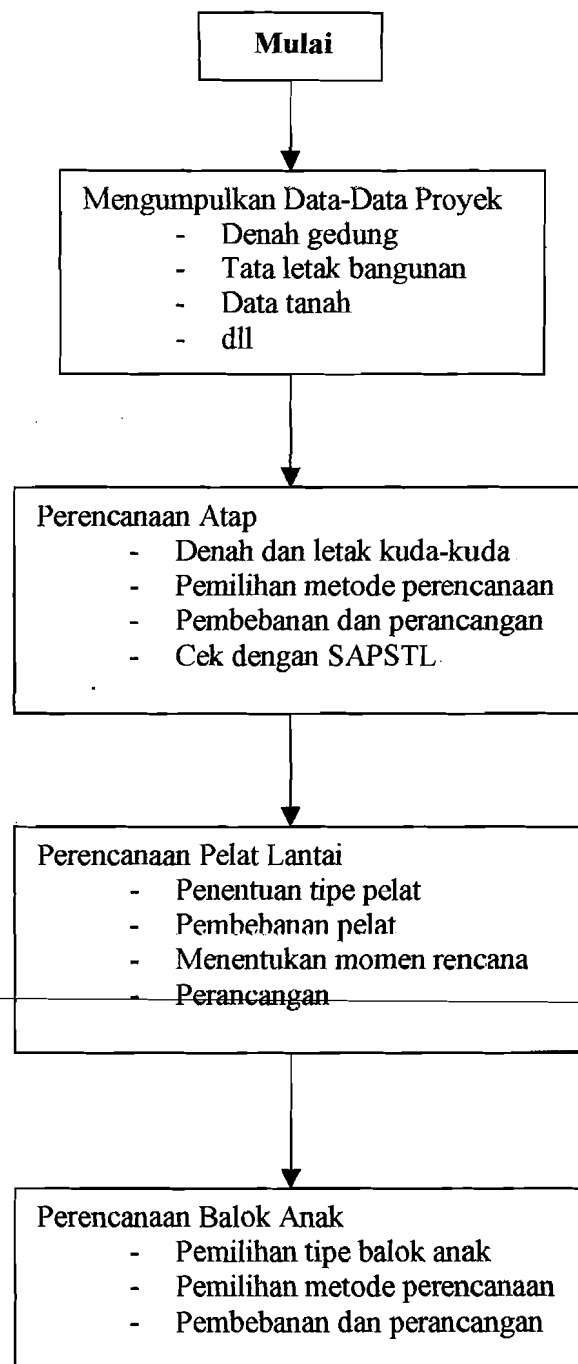
lapangan sehingga terjadi penghematan waktu pekerjaan. Pondasi pada perhitungan ini juga mempunyai dimensi yang seragam yaitu 2100 x 2100 mm. Tulangan pokok dan tulangan bagi yang digunakan adalah  $\varnothing$  19 mm dengan tulangan susut  $\varnothing$  12 mm.

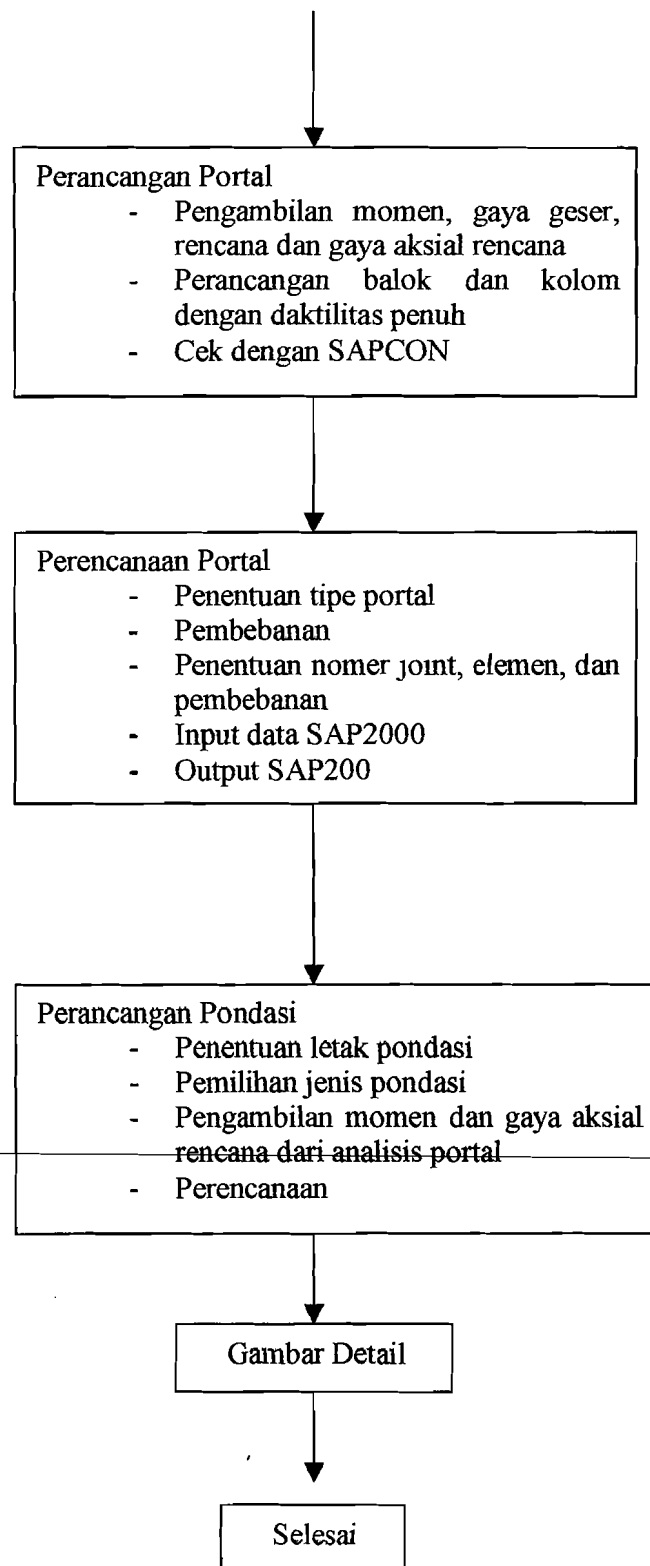
### **5.8 Tangga**

Perencanaan tangga terdiri dari perencanaan pelat tangga, pelat bordes dan balok bordes. Tulangan yang digunakan adalah  $\varnothing$  16 mm dan tulangan bagi  $\varnothing$  8 mm.

Di bawah ini diberikan *flow chart* Desain Ulang/*Redesign* Gedung Kampus Fisipol Blok B UPN VETERAN Jogjakarta.



**Flowchart ( Bagan Alir ) Redesign / Perencanaan Ulang Gedung Kampus****Fisipol Blok B UPN " VETERAN" Yogyakarta**



## BAB VI

### PENUTUP

#### 6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Struktur bangunan gedung dibagi menjadi dua yaitu struktur atas (*upper structure*) dan struktur bawah (*sub structure*). Struktur atas adalah elemen bangunan yang berada di atas permukaan tanah meliputi atap, pelat, kolom dan balok. Struktur bawah adalah elemen bangunan yang berada dibawah permukaan tanah yaitu pondasi.
2. Perhitungan konstruksi meliputi :
  - Perencanaan atap menggunakan metode *Allowable Stress Design* dari AISC. Rangka atap menggunakan 2 macam kuda-kuda profil L 50 x 50 x 5 mm dengan jumlah baut untuk tiap pertemuan batang 2 buah dan menggunakan pelat sambung setebal 1cm.
  - Perencanaan pelat menggunakan metode koefisien momen dengan menganggap tumpuan jepit elastis sehingga didapatkan koefisien momen seperti pada tabel 13.32 PBI 1971. Pelat lantai terdiri dari 2 tipe dengan tulangan pokok dan tulangan bagi  $\varnothing$  8 mm. Pelat atap hanya 1 tipe dengan tulangan pokok  $\varnothing$  8 mm dan tulangan bagi  $\varnothing$  6 mm dan 1 pelat *Louvre* dengan tulangan pokok  $\varnothing$  8 mm dan tulangan bagi  $\varnothing$  6 mm.

- Perencanaan balok anak menggunakan metode gaya dengan menganggap beban yang terjadi sebagai beban titik. Balok anak B3 dengan dimensi 250 x 300 mm menggunakan tulangan pokok  $\varnothing$  16 mm dan sengkang  $\varnothing$  8 mm.
- Perencanaan portal dengan duktilitas penuh yang meliputi kolom dan balok berdasarkan SK-SNI-T-15-1991-03. Kolom portal dengan dimensi 700 x 700 mm menggunakan tulangan pokok 10 D 22 dan tulangan geser  $\varnothing$  10 mm. Balok portal dengan dimensi 500 x 500 mm dan 450 x 500 mm semuanya menggunakan tulangan pokok  $\varnothing$  22 mm dan sengkang  $\varnothing$  10 mm.
- Perencanaan penampang pondasi disinergiskan antara cara perencanaan dari 'atas' ( tinjauan beban dibagi luas penampang ) dengan cara perencanaan dari 'bawah' ( tinjauan daya dukung tanah berdasarkan sondir atau rumus Meyerhort) sehingga akan didapatkan desain penampang pondasi yang efektif. Dari hasil perhitungan didapatkan dimensi penampang pondasi 2,1m x 2,1 m dengan tulangan pokok  $\varnothing$  19 mm dan tulangan susut  $\varnothing$  12 mm
- Pada perencanaan tangga digunakan bordes yang berfungsi sebagai tempat berhenti sejenak pengguna tangga untuk istirahat, juga untuk efisiensi kebutuhan ruang tangga sehingga tidak memakan tempat terlalu banyak. Balok bordes 300 x 500 mm dengan tulangan pokok D16 Dan sengkang  $\varnothing$  8 mm. Balok tangga 400 x 500 mm dengan tulangan pokok

D 16 dan sengkang  $\varnothing$  8 mm dan pelat tangga dengan tulangan pokok D 16 dan tulangan bagi  $\varnothing$  8 mm.

## 6.2 SARAN

Dengan mempertimbangkan hal-hal diatas, maka dapat diberikan saran untuk perencanaan tersebut, antara lain :

1. Perlu adanya perhitungan tahap akhir dari perencanaan ini berupa perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB), sehingga penghematan dari segi biaya dapat diketahui dengan jelas.
2. Perlu adanya desain ulang dengan spesifikasi maupun modifikasi struktur yang lain sehingga dapat diketahui efektifitas dan efisiensi dari model yang lainnya.
3. Perlu adanya perhitungan dengan program analisis lainnya sehingga tingkat ketelitian perhitungan dapat diperbandingkan.

## DAFTAR PUSTAKA

1. \_\_\_\_\_ ,1979, **PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA 1971 NI-2**, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung
2. \_\_\_\_\_ , 1983, **PERATURAN PEMBEBANAN INDONESIA UNTUK GEDUNG** , Departemen Pekerjaan Umum, Bandung
3. \_\_\_\_\_ , 1987, **PEDOMAN PERENCANAAN KETAHANAN GEMPA UNTUK RUMAH DAN GEDUNG SKBI-1.3.53**, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung
4. \_\_\_\_\_ , 1991, **TATA CARA PERHITUNGAN STRUKTUR BETON UNTUK BANGUNAN GEDUNG SK SNI T-15-1991-03**, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung
5. Charles. G. Salmon, Jhonson, 1991, **STRUKTUR BAJA**, Erlangga, Jakarta
6. Edward. G. Nawy, 1985, **BETON BERTULANG**, Eresco, Bandung
7. Gideon Kusuma, Takim Andriono, 1993, **DESAIN STRUKTUR RANGKA BETON BERTULANG DI DAERAH RAWAN GEMPA**, Erlangga, Jakarta
8. Istimawan Dipohusodo, 1994, **STRUKTUR BETON BERTULANG**, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
9. Ilman Noor, Ir.MSCE, **CATATAN KULIAH BETON 1-2**
10. Joseph. E. Bowles, 1991, **ANALISIS DAN DESAIN PONDASI** , Erlangga, Jakarta

11. Laurentius Wahyudi, Syahril A. Rahim, 1997, **STRUKTUR BETON BERTULANG**, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
12. Rudolph Szilard, 1989, **TEORI DAN ANALISIS PELAT**, Erlangga, Jakarta
13. Sudarmoko, Ir.MSc, 1996, **PERANCANGAN DAN ANALISIS KOLOM BETON BERTULANG**, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
14. Sudarmoko, Ir.MSc, 1996, **PERANCANGAN DAN ANALISIS BALOK BETON BERTULANG**, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
15. W. C. Vis, Gideon Kusuma, 1997, **DASAR-DASAR PERENCANAAN BETON BERTULANG**, Erlangga, Jakarta

# LAMPIRAN

1



*Lampiran 1-1*

**Perencanaan Batang Tarik  
Batang Atas**

Batang	Atas
Fu	3700
Fy	2400
Gaya Tarik	189.0668
Panjang	1.66
r min	0.6917
Aeff perlu	0.1022
A netto	0.1202
<b>Profil 2L 50x50x5</b>	
A profil	9.6
r profil	1.51
k	1
kl/r	109.9338
Kontrol	OK
Anetto	8.8063
Aeff	7.4853
fd	19.6945
0,6.Fy	1440
Kontrol	OK
ff	25.2584
1,5.Fu	1850
Kontrol	OK

**Perencanaan Batang Desak  
Batang Atas**

Batang	Atas
E	2100000
Fu	3700
Fy	2400
Gaya Desak	619.1338
Panjang	1.66
Abruto	0.4300
r min	0.6917
Aeff perlu	0.3347
A netto	0.3937
<b>Profil 2L 50x50x5</b>	
A profil	9.80
r profil	1.51
<b>Check Tekuk Setempat</b>	
bf	50
tw	5
bf/tw	10.0000
76/fy	12.6670
Kontrol	OK
<b>Check Kelangsingan</b>	
k	1
kl/r	109.9338
Cc	130.639
Kontrol	Tekuk elastis
Fs	1.9077
Fa	812.6052
Pmax	7963.5313
Kontrol	OK

**Lampiran 1-2**

**Perencanaan Batang Tarik  
Batang Bawah**

Batang	Bawah
Fu	3700
Fy	2400
Gaya Tarik	562.0013
Panjang	1.36
r min	0.5667
Aeff perlu	0.3038
A netto	0.3574
<b>Profil 2L 50x50x5</b>	
A profil	9.6
r profil	1.51
k	1
kl/r	90.0662
Kontrol	OK
Anetto	8.8063
Aeff	7.4853
fd	58.5418
0,6.Fy	1440
Kontrol	OK
ff	75.0805
1,5.Fu	1850
Kontrol	OK

**Perencanaan Batang Desak  
Batang Bawah**

Batang	Bawah
E	2100000
Fu	3700
Fy	2400
Gaya Desak	152.6804
Panjang	1.3600
Abruto	0.1060
r min	0.5667
Aeff perlu	0.0825
A netto	0.0971
<b>Profil 2L 50x50x5</b>	
A profil	9.80
r profil	1.51
<b>Check Tekuk Setempat</b>	
bf	50
tw	5
bf/tw	10.0000
76/fy	12.6670
Kontrol	OK
<b>Check Kelangsingan</b>	
k	1
kl/r	90.0662
Cc	130.639
Kontrol	Tekuk elastis
Fs	1.8842
Fa	971.0176
Pmax	9515.9720
Kontrol	OK

*Lampiran 1-3*

**Perencanaan Batang Tarik  
Batang Vertikal**

Batang	Vertikal
Fu	3700
Fy	2400
Gaya Tarik	267.9877
Panjang	2.85
r min	1.1875
Aeff perlu	0.1449
A netto	0.1704
<b>Profil 2L 50x50x5</b>	
A profil	9.6
r profil	1.51
k	1
kl/r	188.7417
Kontrol	OK
Anetto	8.8063
Aeff	7.4853
fd	27.9154
0,6.Fy	1440
Kontrol	OK
ff	35.8018
1,5.Fu	1850
Kontrol	OK

**Perencanaan Batang Desak  
Batang Vertikal**

Batang	Vertikal
E	2100000
Fu	3700
Fy	2400
Gaya Desak	1540.7530
Panjang	2.8500
Abruto	1.0700
r min	1.1875
Aeff perlu	0.8328
A netto	0.9798
<b>Profil 2L 50x50x5</b>	
A profil	9.80
r profil	1.51
<b>Check Tekuk Setempat</b>	
bf	50
tw	5
bf/tw	10.0000
76/fy	12.6670
Kontrol	OK
<b>Check Kelangsingan</b>	
k	1
kl/r	188.7417
Cc	130.639
Kontrol	Tekuk in elastis
Fs	-
Fa	303.2468
Pmax	2971.8183
Kontrol	OK

**Perencanaan Batang Tarik  
Batang Diagonal**

Batang	Diagonal
Fu	3700
Fy	2400
Gaya Tarik	703.517
Panjang	2.34
r min	0.9750
Aeff perlu	0.3803
A netto	0.4474
<b>Profil 2L 50x50x5</b>	
A profil	9.6
r profil	1.51
k	1
k/r	154.9669
Kontrol	OK
Anetto	8.8063
Aeff	7.4853
fd	73.2830
0,6.Fy	1440
Kontrol	OK
ff	93.9863
1,5.Fu	1850
Kontrol	OK

**Perencanaan Batang Desak  
Batang Diagonal**

Batang	Diagonal
E	2100000
Fu	3700
Fy	2400
Gaya Desak	150.2915
Panjang	2.3400
Abruto	0.1044
r min	0.9750
Aeff perlu	0.0812
A netto	0.0956
<b>Profil 2L 50x50x5</b>	
A profil	9.80
r profil	1.51
<b>Check Tekuk Setempat</b>	
bf	50
tw	5
bf/tw	10.0000
76/fy	12.6670
Kontrol	OK
<b>Check Kelangsingan</b>	
k	1
k/r	154.9669
Cc	130.639
Kontrol	Tekuk in elastis
Fs	-
Fa	449.8360
Pmax	4408.3925
Kontrol	OK

**Jumlah baut untuk masing-masing elemen pada joint**

Joint	Elemen/Batang	Jumlah Baut
1	1	2 Buah
	8	2 Buah
2	1	2 Buah
	2	2 Buah
	9	2 Buah
	10	2 Buah
3	2	2 Buah
	3	2 Buah
	11	2 Buah
	12	2 Buah
4	3	2 Buah
	4	2 Buah
	13	2 Buah
	14	2 Buah
5	4	2 Buah
	15	2 Buah
6	5	2 Buah
	14	2 Buah
	15	2 Buah
7	5	2 Buah
	6	2 Buah
	12	2 Buah
	13	2 Buah
8	6	2 Buah
	7	2 Buah
	10	2 Buah
	11	2 Buah
	7	2 Buah
	8	2 Buah
9	9	2 Buah

**2**

**LAMPIRAN**

**TABEL PERENCANAAN PELAT LANTAI TIPE II**

	M <sub>lx</sub>	M <sub>tx</sub>	M <sub>ly</sub>	M <sub>ty</sub>
M <sub>u</sub> (KNm)	4.3913	4.3913	4.3913	4.3913
M <sub>u/φ</sub> (KNm)	5.4891	5.4891	5.4891	5.4891
d (mm)	96	96	88	96
m	11.2941	11.2941	11.2941	11.2941
R <sub>n</sub> (MPa)	0.5956	0.5956	0.7088	0.5956
ρ <sub>min</sub>	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583
ρ <sub>b</sub>	0.0538	0.0538	0.0538	0.0538
ρ <sub>maks</sub>	0.0404	0.0404	0.0404	0.0404
ρ <sub>aktual</sub>	0.00252	0.00252	0.00300	0.00252
1.33 ρ <sub>aktual</sub>	0.00335	0.00335	0.00400	0.00335
ρ <sub>pakai</sub>	0.00335	0.00335	0.004	0.00335
As <sub>ada</sub> (mm <sup>2</sup> )	321.6000	321.6000	352.0000	321.6000
As <sub>pakai</sub> (mm <sup>2</sup> )	321.6000	321.6000	352.0000	321.6000
dtul.pokok (mm)	8	8	8	8
A <sub>1d.pokok</sub> (mm <sup>2</sup> )	50.2400	50.2400	50.2400	50.2400
s (mm)	156.2189	156.2189	142.7273	156.2189
s <sub>pakai</sub> (mm)	150	150	150	150
As <sub>aktual</sub> (mm <sup>2</sup> )	523.5987	523.5987	523.5987	523.5987
a (mm)	5.2800	5.2800	5.2800	5.2800
M <sub>n</sub> (KNm)	11.7320	11.7320	10.7267	11.7320
1.33M <sub>u/φ</sub> (KNm)	7.3005	7.3005	7.3005	7.3005
Kontrol	AMAN	AMAN	AMAN	AMAN
Tul. Pokok	P8-150	P8-150	P8-150	P8-150
As <sub>bagi</sub> (mm <sup>2</sup> )		240		240
dtul.bagi (mm)		8		8
A <sub>1d.bagi</sub> (mm <sup>2</sup> )		50.24		50.24
x (mm)		209.3333		209.3333
x <sub>pakai</sub> (mm)		240		240
Tul. Bagi		P8-200		P8-200

3

LAMPIRAN



**TABEL BALOK ANAK 'BT' UNTUK MOMEN POSITIF TUMPUAN UJUNG**

Mu (KNm)	6.3620
Mu/ $\phi$ (KNm)	7.9525
f <sub>c</sub> (MPa)	25
f <sub>y</sub> (MPa)	400
$\beta_1$	0.85
m	18.8235
$\rho_b$	0.02709
$\rho_{min}$	0.00350
$\rho_{maks}$	0.02032
$\rho_{pakai}$	0.01016
Rn (MPa)	3.6754
b.d <sup>2</sup> perlu (mm <sup>3</sup> )	2163688.5712
b (mm)	200
dperlu (mm)	104.0117
h (mm)	300
dpakai(mm)	242.0
Perencanaan	<i>Tul. Sebelah</i>
Rn aktual	0.6790
p aktual	0.00188
nilai p aktual baru	0.00350
As min (mm <sup>2</sup> )	169
As ada (mm <sup>2</sup> )	169.4000
dtul.pokok (mm)	16
A1d.pokok (mm <sup>2</sup> )	200.9600
tul. ada	0.8430
tul. terpasang (n buah)	2
As aktual (mm <sup>2</sup> )	401.9200
jbd > 25mm	68
a (mm)	37.8278
Mn (kNm)	35.8651
Kontrol	AMAN

**TABEL BALOK ANAK 'BT' UNTUK MOMEN NEGATIF LAPANGAN UJUNG**

Mu (KNm)	12.7250
Mu/φ (KNm)	15.9063
f <sub>c</sub> (MPa)	25
f <sub>y</sub> (MPa)	400
β <sub>1</sub>	0.85
m	18.8235
ρ <sub>b</sub>	0.02709
ρ <sub>min</sub>	0.00350
ρ <sub>maks</sub>	0.02032
ρ <sub>pakai</sub>	0.01016
R <sub>n</sub> (MPa)	3.6754
b.d <sup>2</sup> perlu (mm <sup>3</sup> )	4327717.2381
b (mm)	200
dperlu (mm)	147.1006
h (mm)	300
dpakai(mm)	242.0
Perencanaan	<i>Tul. Sebelah</i>
R <sub>n</sub> aktual	1.3580
p aktual	0.00375
nilai paktual baru	0.00375
As min (mm <sup>2</sup> )	169
As ada (mm <sup>2</sup> )	181.6954
dtul.pokok (mm)	16
A <sub>1d</sub> .pokok (mm <sup>2</sup> )	200.9600
tul. ada	0.9041
tul. terpasang (n buah)	2
As aktual (mm <sup>2</sup> )	401.9200
jbd > 25mm	68
a (mm)	37.8278
M <sub>n</sub> (kNm)	35.8651
Kontrol	AMAN

**TABEL BALOK ANAK 'BT' UNTUK MOMEN NEGATIF TUMPUAN  
KEDUA**

Mu (KNm)	12.7250
Mu/ $\phi$ (KNm)	15.9063
f <sub>c</sub> (MPa)	25
f <sub>y</sub> (MPa)	400
$\beta_1$	0.85
m	18.8235
$\rho_b$	0.02709
$\rho_{min}$	0.00350
$\rho_{maks}$	0.02032
$\rho_{pakai}$	0.01016
R <sub>n</sub> (MPa)	3.6754
b.d <sup>2</sup> perlu (mm <sup>3</sup> )	4327717.2381
b (mm)	200
dperlu (mm)	147.1006
h (mm)	300
dpakai(mm)	242.0
Perencanaan	<i>Tul. Sebelah</i>
R <sub>n</sub> aktual	1.3580
p aktual	0.00375
nilai paktual baru	0.00375
As min (mm <sup>2</sup> )	169
As ada (mm <sup>2</sup> )	181.6954
dtul.pokok (mm)	16
A1d.pokok (mm <sup>2</sup> )	200.9600
tul. ada	0.9041
tul. terpasang (n buah)	2
As aktual (mm <sup>2</sup> )	401.9200
jbd > 25mm	68
a (mm)	37.8278
M <sub>n</sub> (kNm)	35.8651
Kontrol	AMAN

**TABEL BALOK ANAK 'BT' UNTUK MOMEN POSITIF LAPANGAN-  
LAPANGAN BERIKUTNYA**

Mu (KNm)	10.9070
$Mu/\phi$ (KNm)	13.6338
$f_c$ (MPa)	25
$f_y$ (MPa)	400
$\beta_1$	0.85
m	18.8235
$\rho_b$	0.02709
$\rho_{min}$	0.00350
$\rho_{maks}$	0.02032
$\rho_{pakai}$	0.01016
$R_n$ (MPa)	3.6754
b.d2 perlu (mm <sup>3</sup> )	3709423.3333
b (mm)	200
dperlu (mm)	136.1878
h (mm)	300
dpakai(mm)	242.0
Perencanaan	<i>Tul. Sebelah</i>
$R_n$ aktual	1.1640
p aktual	0.00322
nilai paktual baru	0.00350
As min (mm <sup>2</sup> )	169
As ada (mm <sup>2</sup> )	169.4000
dtul.pokok (mm)	16
A1d.pokok (mm <sup>2</sup> )	200.9600
tul. ada	0.8430
tul. terpasang (n buah)	2
As aktual (mm <sup>2</sup> )	401.9200
jbd > 25mm	68
a (mm)	37.8278
Mn (kNm)	35.8651
Kontrol	AMAN

**TABEL BALOK ANAK 'BT' UNTUK MOMEN NEGATIF TUMPUAN-TUMPUAN BERIKUTNYA**

Mu (KNm)	12.7250
Mu/ $\phi$ (KNm)	15.9063
f <sub>c</sub> (MPa)	25
f <sub>y</sub> (MPa)	400
$\beta_1$	0.85
m	18.8235
$\rho_b$	0.02709
$\rho_{min}$	0.00350
$\rho_{maks}$	0.02032
$\rho_{pakai}$	0.01016
R <sub>n</sub> (MPa)	3.6754
b.d <sup>2</sup> perlu (mm <sup>3</sup> )	4327717.2381
b (mm)	200
dperlu (mm)	147.1006
h (mm)	300
dpakai(mm)	242.0
Perencanaan	<i>Tul. Sebelah</i>
R <sub>n</sub> aktual	1.3580
p aktual	0.00375
nilai paktual baru	0.00375
As min (mm <sup>2</sup> )	169
As ada (mm <sup>2</sup> )	181.6954
dtul.pokok (mm)	16
A1d.pokok (mm <sup>2</sup> )	200.9600
tul. ada	0.9041
tul. terpasang (n buah)	2
As aktual (mm <sup>2</sup> )	401.9200
jbd > 25mm	68
a (mm)	37.8278
M <sub>n</sub> (kNm)	35.8651
Kontrol	AMAN

4

# LAMPIRAN

<b>Perencanaan Tumpuan Balok Induk B2</b>	
Mu (KNm)	154.3000
Mu/φ (KNm)	192.8750
f <sub>c</sub> (MPa)	25
f <sub>y</sub> (MPa)	400
β <sub>1</sub>	0.85
m	18.8235
ρ <sub>b</sub>	0.02709
ρ <sub>min</sub>	0.00350
ρ <sub>maks</sub>	0.02032
ρ <sub>pakai</sub>	0.01016
R <sub>n</sub> (MPa)	3.6754
b.d <sup>2</sup> perlu (mm <sup>3</sup> )	52476759.9087
b (mm)	450
d <sub>perlu</sub> (mm)	341.4894
h (mm)	500
d <sub>pakai</sub> (mm)	437.0
Perencanaan	<b>Tul. Sebelah</b>
R <sub>n</sub> aktual	2.2444
p aktual	0.00620
nilai paktual baru	0.00620
As min (mm <sup>2</sup> )	688.2750
As perlu (mm <sup>2</sup> )	1220.0734
dtul.pokok (mm)	22
A <sub>1d.pokok</sub> (mm <sup>2</sup> )	379.9400
jumlah tul. perlu	3.2112
tul. terpasang (n buah)	4
As aktual (mm <sup>2</sup> )	1519.7600
jbd(mm) > 25mm	86
a (mm)	63.5717
M <sub>n</sub> (kNm)	246.3313
Kontrol	<b>AMAN</b>
M <sub>kap</sub> (kNm)	307.9141

Ln (m)	6.5	d sengkang (mm)	10
h (mm)	500	Av (mm <sup>2</sup> )	314
d (mm)	430	S (mm)	86.8204
b (mm)	450	d/4 (mm)	107.5000
K	1	S pakai (mm)	80
fy (MPa)	240	Tul. Pakai	P10 - 80
f'c (MPa)	25	Check Vs (KN)	405.0600
Vd (KN)	142.5000	Koreksi	<b>AMAN</b>
VI (KN)	23.0000	<b>Luar Plastis</b>	
Ve (KN)	32.8900	Vu (KN)	213.8033
Vg (KN)	165.5000	Vc (KN)	161.2500
1,05 Vg (KN)	173.7750	Vs (KN)	195.0888
Mkap,b (KN)	148.1000	d sengkang (mm)	10
Mkap,b' (KN)	281.4100	Av (mm <sup>2</sup> )	157
Vu,b1 (KN)	231.5937	S (mm)	83.0514
Vu,b2 (KN)	311.9130	d/2 (mm)	215.0000
Vu,b pakai	231.5937	S pakai (mm)	80
<b>Daerah Plastis</b>		Tul. Pakai	P10 - 80
Vu plastis (KN)	223.9438	Check Vs (KN)	202.5300
Vs (KN)	373.2397	Koreksi	<b>AMAN</b>



<b>Perencanaan Lapangan Balok Induk B2</b>	
Mu (KNm)	84.1600
Mu/ $\phi$ (KNm)	105.2000
f <sub>c</sub> (MPa)	25
f <sub>y</sub> (MPa)	400
$\beta_1$	0.85
m	18.8235
$\rho_b$	0.02709
$\rho_{min}$	0.00350
$\rho_{maks}$	0.02032
$\rho_{pakai}$	0.01016
Rn (MPa)	3.6754
b.d <sup>2</sup> perlu (mm <sup>3</sup> )	28622450.5114
b (mm)	450
dperlu (mm)	252.2012
h (mm)	500
dpakai (mm)	437.0
Perencanaan	<b>Tul. Sebelah</b>
Rn aktual	1.2242
p aktual	0.00338
nilai paktual baru	0.00350
As min (mm <sup>2</sup> )	688.2750
As perlu (mm <sup>2</sup> )	688.2750
dtul.pokok (mm)	22
A1d.pokok (mm <sup>2</sup> )	379.9400
jumlah tul. perlu	1.8115
tul. terpasang (n buah)	2
As aktual (mm <sup>2</sup> )	759.8800
jbd(mm) > 25mm	302
a (mm)	31.7858
Mn (kNm)	127.9963
Kontrol	<b>AMAN</b>
Mkap (kNm)	159.9954

Ln (m)	6.5	d sengkang (mm)	10
--------	-----	-----------------	----

h (mm)	500		Av (mm <sup>2</sup> )	314
d (mm)	430		S (mm)	86.8204
b (mm)	450		d/4 (mm)	107.5000
K	1		S pakai (mm)	80
f <sub>y</sub> (MPa)	240		Tul. Pakai	P10 - 80
f <sub>c</sub> (MPa)	25		Check Vs (KN)	405.0600
V <sub>d</sub> (KN)	142.5000		Koreksi	<b>AMAN</b>
V <sub>I</sub> (KN)	23.0000		<b>Luar Plastis</b>	
V <sub>e</sub> (KN)	32.8900		V <sub>u</sub> (KN)	213.8033
V <sub>g</sub> (KN)	165.5000		V <sub>c</sub> (KN)	161.2500
1,05 V <sub>g</sub> (KN)	173.7750		V <sub>s</sub> (KN)	195.0888
M <sub>kap,b</sub> (KN)	148.1000		d sengkang (mm)	10
M <sub>kap,b'</sub> (KN)	281.4100		Av (mm <sup>2</sup> )	157
V <sub>u,b1</sub> (KN)	231.5937		S (mm)	83.0514
V <sub>u,b2</sub> (KN)	311.9130		d/2 (mm)	215.0000
V <sub>u,b</sub> pakai	231.5937		S pakai (mm)	80
<b>Daerah Plastis</b>			Tul. Pakai	P10 - 80
V <sub>u</sub> plastis (KN)	223.9438		Check Vs (KN)	202.5300
V <sub>s</sub> (KN)	373.2397		Koreksi	<b>AMAN</b>

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
112	MATI	0.00	3.28	-92.25	-1.25	1.71	-2.46	-129.45
		9.0E-01	3.28	-78.03	-1.25	1.71	-1.34	-52.28
		1.80	3.28	-56.51	-1.25	1.71	-2.094E-01	8.81
		2.70	3.28	-34.98	-1.25	1.71	9.164E-01	49.43
		3.60	3.28	-20.76	-1.25	1.71	2.04	73.97
112	HIDUP	0.00	2.42	-17.47	-5.899E-02	2.504E-01	-1.204E-01	-23.46
		9.0E-01	2.42	-15.44	-5.899E-02	2.504E-01	-6.728E-02	-8.34
		1.80	2.42	-9.37	-5.899E-02	2.504E-01	-1.419E-02	3.13
		2.70	2.42	-3.29	-5.899E-02	2.504E-01	3.889E-02	8.52
		3.60	2.42	-1.27	-5.899E-02	2.504E-01	9.198E-02	10.27
112	GEMPA1	0.00	-18.88	-6.11	9.808E-02	1.834E-01	1.630E-01	-17.89
		9.0E-01	-18.88	-6.11	9.808E-02	1.834E-01	7.471E-02	-12.39
		1.80	-18.88	-6.11	9.808E-02	1.834E-01	-1.356E-02	-6.89
		2.70	-18.88	-6.11	9.808E-02	1.834E-01	-1.018E-01	-1.40
		3.60	-18.88	-6.11	9.808E-02	1.834E-01	-1.901E-01	4.10
112	GEMPA2	0.00	-17.43	-5.22	-2.521E-01	1.58	-4.606E-01	-16.95
		9.0E-01	-17.43	-5.22	-2.521E-01	1.58	-2.337E-01	-12.25
		1.80	-17.43	-5.22	-2.521E-01	1.58	-6.822E-03	-7.56
		2.70	-17.43	-5.22	-2.521E-01	1.58	2.201E-01	-2.86
		3.60	-17.43	-5.22	-2.521E-01	1.58	4.470E-01	1.84
112	GEMPA3	0.00	-4.75	-6.162E-01	-5.484E-01	2.33	-9.957E-01	-4.45
		9.0E-01	-4.75	-6.162E-01	-5.484E-01	2.33	-5.021E-01	-3.90
		1.80	-4.75	-6.162E-01	-5.484E-01	2.33	-8.508E-03	-3.34
		2.70	-4.75	-6.162E-01	-5.484E-01	2.33	4.851E-01	-2.79
		3.60	-4.75	-6.162E-01	-5.484E-01	2.33	9.786E-01	-2.23
112	GEMPA4	0.00	9.16	3.26	-5.899E-01	1.85	-1.07	7.46
		9.0E-01	9.16	3.26	-5.899E-01	1.85	-5.405E-01	4.53
		1.80	9.16	3.26	-5.899E-01	1.85	-9.617E-03	1.60
		2.70	9.16	3.26	-5.899E-01	1.85	5.213E-01	-1.33
		3.60	9.16	3.26	-5.899E-01	1.85	1.05	-4.26
112	GEMPA5	0.00	17.43	5.22	2.521E-01	-1.58	4.606E-01	16.95
		9.0E-01	17.43	5.22	2.521E-01	-1.58	2.337E-01	12.25
		1.80	17.43	5.22	2.521E-01	-1.58	6.822E-03	7.56
		2.70	17.43	5.22	2.521E-01	-1.58	-2.201E-01	2.86
		3.60	17.43	5.22	2.521E-01	-1.58	-4.470E-01	-1.84
112	GEMPA6	0.00	18.88	6.11	-9.808E-02	-1.834E-01	-1.630E-01	17.89
		9.0E-01	18.88	6.11	-9.808E-02	-1.834E-01	-7.471E-02	12.39
		1.80	18.88	6.11	-9.808E-02	-1.834E-01	1.356E-02	6.89
		2.70	18.88	6.11	-9.808E-02	-1.834E-01	1.018E-01	1.40
		3.60	18.88	6.11	-9.808E-02	-1.834E-01	1.901E-01	4.10
112	GEMPA7	0.00	-9.16	-3.26	5.899E-01	-1.85	1.07	-7.46
		9.0E-01	-9.16	-3.26	5.899E-01	-1.85	5.405E-01	-4.53
		1.80	-9.16	-3.26	5.899E-01	-1.85	9.617E-03	-1.60
		2.70	-9.16	-3.26	5.899E-01	-1.85	-5.213E-01	1.33
		3.60	-9.16	-3.26	5.899E-01	-1.85	-1.05	4.26
112	GEMPA8	0.00	4.75	6.162E-01	5.484E-01	-2.33	9.957E-01	4.45
		9.0E-01	4.75	6.162E-01	5.484E-01	-2.33	5.021E-01	3.90
		1.80	4.75	6.162E-01	5.484E-01	-2.33	8.508E-03	3.34
		2.70	4.75	6.162E-01	5.484E-01	-2.33	-4.851E-01	2.79
		3.60	4.75	6.162E-01	5.484E-01	-2.33	-9.786E-01	2.23
112	KOMBO1	0.00	7.81	-138.65	-1.60	2.45	-3.15	-192.87
		9.0E-01	7.81	-118.35	-1.60	2.45	-1.71	-76.08
		1.80	7.81	-82.80	-1.60	2.45	-2.740E-01	15.58
		2.70	7.81	-47.25	-1.60	2.45	1.16	72.96
		3.60	7.81	-26.95	-1.60	2.45	2.60	105.20
112	KOMBO2A	0.00	-15.93	-89.13	-1.03	1.72	-2.05	-134.39
		9.0E-01	-15.93	-76.33	-1.03	1.72	-1.13	-59.44
		1.80	-15.93	-56.96	-1.03	1.72	-2.020E-01	1.04
		2.70	-15.93	-37.59	-1.03	1.72	7.229E-01	43.09
		3.60	-15.93	-24.80	-1.03	1.72	1.65	70.67
112	KOMBO2B	0.00	21.83	-76.91	-1.22	1.35	-2.38	-98.62
		9.0E-01	21.83	-64.12	-1.22	1.35	-1.28	-34.66
		1.80	21.83	-44.75	-1.22	1.35	-1.749E-01	14.83
		2.70	21.83	-25.38	-1.22	1.35	9.266E-01	45.89
		3.60	21.83	-12.58	-1.22	1.35	2.03	62.47
112	KOMBO3A	0.00	-14.86	-114.28	-1.25	2.14	-2.49	-169.48
		9.0E-01	-14.86	-98.07	-1.25	2.14	-1.37	-73.15

	1.80	-14.86	-71.65	-1.25	2.14	-2.451E-01	3.55
	2.70	-14.86	-45.22	-1.25	2.14	8.798E-01	55.81
	3.60	-14.86	-29.02	-1.25	2.14	2.00	88.45
112 KOMBO3B	0.00	24.79	-101.45	-1.45	1.76	-1.52	-92.6
	9.0E-01	24.79	-85.25	-1.45	1.76	-1.52	-47.13
	1.80	24.79	-58.82	-1.45	1.76	-2.146E-01	18.46
	2.70	24.79	-32.39	-1.45	1.76	1.09	58.74
	3.60	24.79	-16.19	-1.45	1.76	2.40	79.84

~~Lampiran 4~~ 6

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
88	MATI	0.00	5.18	-124.64	1.74	5.18	4.72	-154.70
		9.0E-01	5.18	-107.24	1.74	5.18	3.16	-49.80
		1.80	5.18	-82.53	1.74	5.18	1.60	36.14
		2.70	5.18	-57.83	1.74	5.18	3.322E-02	98.76
		3.60	5.18	-40.43	1.74	5.18	-1.53	142.43
88	HIDUP	0.00	9.988E-01	-18.33	-1.300E-01	1.07	-4.461E-01	-19.74
		9.0E-01	9.988E-01	-16.30	-1.300E-01	1.07	-3.291E-01	-3.85
		1.80	9.988E-01	-10.23	-1.300E-01	1.07	-2.122E-01	8.39
		2.70	9.988E-01	-4.15	-1.300E-01	1.07	-9.519E-02	14.56
		3.60	9.988E-01	-2.13	-1.300E-01	1.07	2.178E-02	17.08
88	GEMPA1	0.00	9.557E-01	18.01	5.04	-6.01	13.06	65.81
		9.0E-01	9.557E-01	18.01	5.04	-6.01	8.52	49.60
		1.80	9.557E-01	18.01	5.04	-6.01	3.99	33.39
		2.70	9.557E-01	18.01	5.04	-6.01	-5.462E-01	17.19
		3.60	9.557E-01	18.01	5.04	-6.01	-5.08	9.782E-01
88	GEMPA2	0.00	1.46	-9.43	5.17	-8.27	13.49	-32.89
		9.0E-01	1.46	-9.43	5.17	-8.27	8.83	-24.41
		1.80	1.46	-9.43	5.17	-8.27	4.18	-15.93
		2.70	1.46	-9.43	5.17	-8.27	-4.789E-01	-7.44
		3.60	1.46	-9.43	5.17	-8.27	-5.13	1.04
88	GEMPA3	0.00	8.970E-01	-31.09	1.53	-5.13	4.13	-111.49
		9.0E-01	8.970E-01	-31.09	1.53	-5.13	2.75	03.51
		1.80	8.970E-01	-31.09	1.53	-5.13	1.38	-55.54
		2.70	8.970E-01	-31.09	1.53	-5.13	-1.137E-04	-27.56
		3.60	8.970E-01	-31.09	1.53	-5.13	-1.38	4.178E-01
88	GEMPA4	0.00	2.648E-01	-32.62	-1.32	4.095E-01	-3.42	-117.71
		9.0E-01	2.648E-01	-32.62	-1.32	4.095E-01	-2.22	-88.36
		1.80	2.648E-01	-32.62	-1.32	4.095E-01	-1.03	-59.00
		2.70	2.648E-01	-32.62	-1.32	4.095E-01	1.590E-01	-29.64
		3.60	2.648E-01	-32.62	-1.32	4.095E-01	1.35	-2.878E-01
88	GEMPA5	0.00	-1.46	9.43	-5.17	8.27	-13.49	32.89
		9.0E-01	-1.46	9.43	-5.17	8.27	-8.83	24.41
		1.80	-1.46	9.43	-5.17	8.27	-4.18	15.93
		2.70	-1.46	9.43	-5.17	8.27	4.789E-01	7.44
		3.60	-1.46	9.43	-5.17	8.27	5.13	-1.04
88	GEMPA6	0.00	-9.557E-01	18.01	-5.04	6.01	-13.06	-65.81
		9.0E-01	-9.557E-01	-18.01	-5.04	6.01	-8.52	-49.60
		1.80	-9.557E-01	-18.01	-5.04	6.01	-3.99	-33.39
		2.70	-9.557E-01	-18.01	-5.04	6.01	5.462E-01	-17.19
		3.60	-9.557E-01	-18.01	-5.04	6.01	5.08	-9.782E-01
88	GEMPA7	0.00	-2.648E-01	32.62	1.32	-4.095E-01	3.42	117.71
		9.0E-01	-2.648E-01	32.62	1.32	-4.095E-01	2.22	88.36
		1.80	-2.648E-01	32.62	1.32	-4.095E-01	1.03	59.00
		2.70	-2.648E-01	32.62	1.32	-4.095E-01	-1.590E-01	29.64
		3.60	-2.648E-01	32.62	1.32	-4.095E-01	-1.35	2.878E-01
88	GEMPA8	0.00	-8.970E-01	31.09	-1.53	5.13	-4.13	111.49
		9.0E-01	-8.970E-01	31.09	-1.53	5.13	-2.75	83.51
		1.80	-8.970E-01	31.09	-1.53	5.13	-1.38	55.54
		2.70	-8.970E-01	31.09	-1.53	5.13	1.137E-04	27.56
		3.60	-8.970E-01	31.09	-1.53	5.13	1.38	-4.178E-01
88	KOMBO1	0.00	7.82	-178.89	1.88	7.94	4.95	-217.21
		9.0E-01	7.82	-154.77	1.88	7.94	3.26	-65.93
		1.80	7.82	-115.40	1.88	7.94	1.58	56.79
		2.70	7.82	-76.04	1.88	7.94	-1.124E-01	141.80
		3.60	7.82	-51.92	1.88	7.94	-1.80	198.23
88	KOMBO2A	0.00	5.62	-94.16	6.60	-1.35	17.31	-73.42
		9.0E-01	5.62	-78.51	6.60	-1.35	11.37	4.78
		1.80	5.62	-56.27	6.60	-1.35	5.42	65.92
		2.70	5.62	-34.04	6.60	-1.35	-5.163E-01	106.07
		3.60	5.62	-18.38	6.60	-1.35	-6.46	129.16
88	KOMBO2B	0.00	3.71	-130.18	-3.48	10.67	-8.81	-205.04
		9.0E-01	3.71	-114.52	-3.48	10.67	-5.68	-94.43
		1.80	3.71	-92.29	-3.48	10.67	-2.55	-8.656E-01
		2.70	3.71	-70.06	-3.48	10.67	5.761E-01	71.70
		3.60	3.71	-54.40	-3.48	10.67	3.70	127.21
88	KOMBO3A	0.00	7.07	-123.51	7.03	-1.924E-01	18.39	-105.77
		9.0E-01	7.07	-103.96	7.03	-1.924E-01	12.06	-2.64

	1.80	7.07	-74.19	7.03	-1.924E-01	5.73	78.30
	2.70	7.07	-44.43	7.03	-1.924E-01	-5.986E-01	130.91
	3.60	7.07	-24.88	7.03	-1.924E-01	-6.93	161.33
88	KOMBO3B						
	0.00	5.07	-161.32	-3.55	12.43	<b>Lampiran 4-</b>	43.97 <sup>8</sup>
	9.0E-01	5.07	-141.78	-3.55	12.43	-5.84	-106.80
	1.80	5.07	-112.01	-3.55	12.43	-2.65	8.17
	2.70	5.07	-82.24	-3.55	12.43	5.484E-01	94.82
	3.60	5.07	-62.70	-3.55	12.43	3.74	159.28

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
106	MATI	0.00	6.38	58.29	3.16	-3.56	4.06	142.39
		9.0E-01	6.38	75.69	3.16	-3.56	1.22	82.65
		1.80	6.38	100.39	3.16	-3.56	-1.63	3.96
		2.70	6.38	125.10	3.16	-3.56	-4.47	-98.06
		3.60	6.38	142.50	3.16	-3.56	-7.31	-219.03
106	HIDUP	0.00	1.01	7.07	-4.376E-01	-8.531E-01	-5.836E-01	17.09
		9.0E-01	1.01	9.09	-4.376E-01	-8.531E-01	-1.897E-01	10.12
		1.80	1.01	15.17	-4.376E-01	-8.531E-01	2.041E-01	-4.934E-01
		2.70	1.01	21.24	-4.376E-01	-8.531E-01	5.980E-01	-17.18
		3.60	1.01	23.27	-4.376E-01	-8.531E-01	9.918E-01	-37.51
106	GEMPA1	0.00	7.869E-01	19.03	6.52	10.82	7.79	8.702E-01
		9.0E-01	7.869E-01	19.03	6.52	10.82	1.92	-16.26
		1.80	7.869E-01	19.03	6.52	10.82	-3.94	-33.39
		2.70	7.869E-01	19.03	6.52	10.82	-9.81	-50.51
		3.60	7.869E-01	19.03	6.52	10.82	-15.68	-67.64
106	GEMPA2	0.00	8.886E-01	-8.30	6.72	10.36	7.76	9.606E-01
		9.0E-01	8.886E-01	-8.30	6.72	10.36	1.72	8.43
		1.80	8.886E-01	-8.30	6.72	10.36	-4.33	15.90
		2.70	8.886E-01	-8.30	6.72	10.36	-10.38	23.37
		3.60	8.886E-01	-8.30	6.72	10.36	-16.42	30.84
106	GEMPA3	0.00	3.384E-01	-30.60	2.12	3.08	2.25	4.253E-01
		9.0E-01	3.384E-01	-30.60	2.12	3.08	3.442E-01	27.96
		1.80	3.384E-01	-30.60	2.12	3.08	-1.56	55.50
		2.70	3.384E-01	-30.60	2.12	3.08	-3.46	83.04
		3.60	3.384E-01	-30.60	2.12	3.08	-5.37	110.58
106	GEMPA4	0.00	-1.114E-01	-32.89	-1.85	-3.94	-2.48	-2.353E-01
		9.0E-01	-1.114E-01	-32.89	-1.85	-3.94	-8.136E-01	29.36
		1.80	-1.114E-01	-32.89	-1.85	-3.94	8.494E-01	58.96
		2.70	-1.114E-01	-32.89	-1.85	-3.94	2.51	88.56
		3.60	-1.114E-01	-32.89	-1.85	-3.94	4.18	118.16
106	GEMPA5	0.00	-8.886E-01	8.30	-6.72	-10.36	-7.76	-9.606E-01
		9.0E-01	-8.886E-01	8.30	-6.72	-10.36	-1.72	-8.43
		1.80	-8.886E-01	8.30	-6.72	-10.36	4.33	-15.90
		2.70	-8.886E-01	8.30	-6.72	-10.36	10.38	-23.37
		3.60	-8.886E-01	8.30	-6.72	-10.36	16.42	-30.84
106	GEMPA6	0.00	-7.869E-01	-19.03	-6.52	-10.82	-7.79	-8.702E-01
		9.0E-01	-7.869E-01	-19.03	-6.52	-10.82	-1.92	16.26
		1.80	-7.869E-01	-19.03	-6.52	-10.82	3.94	33.39
		2.70	-7.869E-01	-19.03	-6.52	-10.82	9.81	50.51
		3.60	-7.869E-01	-19.03	-6.52	-10.82	15.68	67.64
106	GEMPA7	0.00	1.114E-01	32.89	1.85	3.94	2.48	2.353E-01
		9.0E-01	1.114E-01	32.89	1.85	3.94	8.136E-01	-29.36
		1.80	1.114E-01	32.89	1.85	3.94	-8.494E-01	-58.96
		2.70	1.114E-01	32.89	1.85	3.94	-2.51	-88.56
		3.60	1.114E-01	32.89	1.85	3.94	-4.18	-118.16
106	GEMPA8	0.00	-3.384E-01	30.60	-2.12	-3.08	-2.25	-4.253E-01
		9.0E-01	-3.384E-01	30.60	-2.12	-3.08	-3.442E-01	-27.96
		1.80	-3.384E-01	30.60	-2.12	-3.08	1.56	-55.50
		2.70	-3.384E-01	30.60	-2.12	-3.08	3.46	-83.04
		3.60	-3.384E-01	30.60	-2.12	-3.08	5.37	-110.58
106	KOMBO1	0.00	9.27	81.25	3.09	-5.64	3.94	198.20
		9.0E-01	9.27	105.37	3.09	-5.64	1.16	115.37
		1.80	9.27	144.74	3.09	-5.64	-1.62	3.96
		2.70	9.27	184.10	3.09	-5.64	-4.41	-145.16
		3.60	9.27	208.22	3.09	-5.64	-7.19	-322.85
106	KOMBO2A	0.00	6.52	71.49	9.36	7.62	11.44	129.02
		9.0E-01	6.52	87.15	9.36	7.62	3.01	58.12
		1.80	6.52	109.39	9.36	7.62	-5.41	-29.82
		2.70	6.52	131.62	9.36	7.62	-13.83	-138.77
		3.60	6.52	147.28	9.36	7.62	-22.26	-264.77
106	KOMBO2B	0.00	4.95	33.43	-3.67	-14.03	-4.13	127.28
		9.0E-01	4.95	49.09	-3.67	-14.03	-8.256E-01	90.64
		1.80	4.95	71.32	-3.67	-14.03	2.48	36.95
		2.70	4.95	93.56	-3.67	-14.03	5.79	-37.74
		3.60	4.95	109.22	-3.67	-14.03	9.10	-129.48
106	KOMBO3A	0.00	8.16	85.64	9.88	7.08	12.07	161.19
		9.0E-01	8.16	105.18	9.88	7.08	3.17	76.08

	1.80	8.16	134.95	9.88	7.08	-5.72	-31.21
	2.70	8.16	164.72	9.88	7.08	-14.62	-166.83
	3.60	8.16	184.26	9.88	7.08	-23.51	-324.64
106	KOMBO3B						
	0.00	6.51	45.67	-3.80	-15.64		
	9.0E-01	6.51	65.22	-3.80	-15.64	-8.588E-01	110.22
	1.80	6.51	94.99	-3.80	-15.64	2.56	38.90
	2.70	6.51	124.75	-3.80	-15.64	5.99	-60.75
	3.60	6.51	144.30	-3.80	-15.64	9.41	-182.59

*Lampiran 4-10*



**5**

**LAMPIRAN**

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
62	MATI	0.00	-641.80	-12.58	-24.36	-2.14	19.65	-26.25 ✓
		1.70	-622.18	-12.58	-24.36	-2.14	61.06	-4.86
		3.40	-602.55	-12.58	-24.36	-2.14	102.47	16.52 ✓
62	HIDUP	0.00	-43.74	-2.19	6.384E-02	-5.913E-01	10.62	-4.59 ✓
		1.70	-43.74	-2.19	6.384E-02	-5.913E-01	10.52	-8.649E-01
		3.40	-43.74	-2.19	6.384E-02	-5.913E-01	10.41	2.86 ✓
62	GEMPA1	0.00	182.99	29.03	39.42	-8.79	123.58	75.90
		1.70	182.99	29.03	39.42	-8.79	56.56	26.55
		3.40	182.99	29.03	39.42	-8.79	-10.46	-22.81
62	GEMPA2	0.00	106.46	37.99	-11.01	-3.11	-48.67	99.83
		1.70	106.46	37.99	-11.01	-3.11	-29.95	35.24
		3.40	106.46	37.99	-11.01	-3.11	-11.22	-29.34
62	GEMPA3	0.00	-44.26	21.71	-55.81	4.36	-191.70	58.05
		1.70	-44.26	21.71	-55.81	4.36	-96.82	21.14
		3.40	-44.26	21.71	-55.81	4.36	-1.94	-15.78
62	GEMPA4	0.00	-148.21	-3.17	-62.41	7.21	-207.41 ✓	-8.18
		1.70	-148.21	-3.17	-62.41	7.21	-101.31	-2.79
		3.40	-148.21	-3.17	-62.41	7.21	4.78 ✓	2.61
62	GEMPA5	0.00	-106.46	-37.99	11.01	3.11	48.67	-99.83
		1.70	-106.46	-37.99	11.01	3.11	29.95	-35.24
		3.40	-106.46	-37.99	11.01	3.11	11.22	29.34
62	GEMPA6	0.00	-182.99	-29.03	-39.42	8.79	-123.58	-75.90
		1.70	-182.99	-29.03	-39.42	8.79	-56.56	-26.55
		3.40	-182.99	-29.03	-39.42	8.79	10.46	22.81
62	GEMPA7	0.00	148.21	3.17	62.41	-7.21	207.41	8.18
		1.70	148.21	3.17	62.41	-7.21	101.31	2.79
		3.40	148.21	3.17	62.41	-7.21	-4.78	-2.61
62	GEMPA8	0.00	44.26	-21.71	55.81	-4.36	191.70	-58.05
		1.70	44.26	-21.71	55.81	-4.36	96.82	-21.14
		3.40	44.26	-21.71	55.81	-4.36	1.94	15.78
62	KOMBO1	0.00	-840.14	-18.60	-29.13	-3.52	40.58	-38.84
		1.70	-816.59	-18.60	-29.13	-3.52	90.09	-7.22
		3.40	-793.04	-18.60	-29.13	-3.52	139.61	24.40
62	KOMBO2A	0.00	-394.63	17.71	17.50	-10.72	141.26	52.28
		1.70	-376.97	17.71	17.50	-10.72	111.51	22.17
		3.40	-359.31	17.71	17.50	-10.72	81.77	-7.94
62	KOMBO2B	0.00	-760.61	-40.35	-61.35	6.86	-105.90	-99.52
		1.70	-742.95	-40.35	-61.35	6.86	-1.61	-30.93
		3.40	-725.28	-40.35	-61.35	6.86	102.68	37.67
62	KOMBO3A	0.00	-509.31	15.90	15.86	-11.85	157.08	49.25
		1.70	-488.70	15.90	15.86	-11.85	130.13	22.23
		3.40	-468.09	15.90	15.86	-11.85	103.17	-4.80
62	KOMBO3B	0.00	-893.59	-45.07	-66.93	6.60	-102.44	-110.15
		1.70	-872.98	-45.07	-66.93	6.60	11.34	-33.53
		3.40	-852.37	-45.07	-66.93	6.60	125.13	43.09

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
63	MATI	0.00	-894.30	-8.78	-26.57	-3.71	22.58	-19.71
		1.70	-874.67	-8.78	-26.57	-3.71	67.76	-4.78
		3.40	-855.05	-8.78	-26.57	-3.71	112.93	10.15
63	HIDUP	0.00	-74.66	-2.43	-2.34	-6.617E-01	7.78	-5.24
		1.70	-74.66	-2.43	-2.34	-6.617E-01	11.76	-1.11
		3.40	-74.66	-2.43	-2.34	-6.617E-01	15.73	3.02
63	GEMPA1	0.00	64.41	43.82	28.62	-7.43	95.97	96.13
		1.70	64.41	43.82	28.62	-7.43	47.31	21.65
		3.40	64.41	43.82	28.62	-7.43	-1.35	-52.84
63	GEMPA2	0.00	-37.89	57.02	-12.30	-1.46	-44.69	125.57
		1.70	-37.89	57.02	-12.30	-1.46	-23.78	28.64
		3.40	-37.89	57.02	-12.30	-1.46	-2.87	-68.29
63	GEMPA3	0.00	-121.48	32.47	-47.05	5.02	-159.51	72.35
		1.70	-121.48	32.47	-47.05	5.02	-79.52	17.15
		3.40	-121.48	32.47	-47.05	5.02	4.695E-01	-38.06
63	GEMPA4	0.00	-126.12	-5.06	-50.41	7.18	-169.77	-10.97
		1.70	-126.12	-5.06	-50.41	7.18	-84.06	-2.36
		3.40	-126.12	-5.06	-50.41	7.18	1.64	6.24
63	GEMPA5	0.00	37.89	-57.02	12.30	1.46	44.69	-125.57
		1.70	37.09	57.02	12.30	1.46	23.78	-28.64
		3.40	37.89	-57.02	12.30	1.46	2.87	68.29
63	GEMPA6	0.00	-64.41	-43.82	-28.62	7.43	-95.97	-96.13
		1.70	-64.41	-43.82	-28.62	7.43	-47.31	-21.65
		3.40	-64.41	-43.82	-28.62	7.43	1.35	52.84
63	GEMPA7	0.00	126.12	5.06	50.41	-7.18	169.77	10.97
		1.70	126.12	5.06	50.41	-7.18	84.06	2.36
		3.40	126.12	5.06	50.41	-7.18	-1.64	-6.24
63	GEMPA8	0.00	121.48	-32.47	47.05	-5.02	159.51	-72.35
		1.70	121.48	-32.47	47.05	-5.02	79.52	-17.15
		3.40	121.48	-32.47	47.05	-5.02	-4.695E-01	38.06
63	KOMBO1	0.00	-1192.61	-14.43	-35.63	-5.51	39.54	-32.04
		1.70	-1169.06	-14.43	-35.63	-5.51	100.12	-7.51
		3.40	-1145.51	-14.43	-35.63	-5.51	160.69	17.02
63	KOMBO2A	0.00	-740.46	35.91	4.71	-10.77	116.29	78.40
		1.70	-722.80	35.91	4.71	-10.77	108.29	17.35
		3.40	-705.14	35.91	4.71	-10.77	100.29	-43.70
63	KOMBO2B	0.00	-869.28	-51.72	-52.54	4.10	-75.64	-113.87
		1.70	-851.61	-51.72	-52.54	4.10	13.67	-25.94
		3.40	-833.95	-51.72	-52.54	4.10	102.99	61.98
63	KOMBO3A	0.00	-918.42	35.25	6.766E-01	-12.12	129.38	76.94
		1.70	-897.82	35.25	6.766E-01	-12.12	128.23	17.01
		3.40	-877.21	35.25	6.766E-01	-12.12	127.08	-42.92
63	KOMBO3B	0.00	-1053.68	-56.76	-59.43	3.50	-72.16	-124.94
		1.70	-1033.07	-56.76	-59.43	3.50	28.88	-28.44
		3.40	-1012.46	-56.76	-59.43	3.50	129.91	68.05

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
64	MATI	0.00	-927.77	-7.47	-29.32	-4.78	15.32	-18.32
		1.70	-908.14	-7.47	-29.32	-4.78	65.16	-5.63
		3.40	-888.52	-7.47	-29.32	-4.78	115.00	7.06
64	HIDUP	0.00	-80.03	-2.23	-3.11	-7.563E-01	6.15	-5.05
		1.70	-80.03	-2.23	-3.11	-7.563E-01	11.43	-1.26
		3.40	-80.03	-2.23	-3.11	-7.563E-01	16.71	2.54
64	GEMPA1	0.00	59.50	43.73	25.93	-6.85	86.77	96.04
		1.70	59.50	43.73	25.93	-6.85	42.69	21.70
		3.40	59.50	43.73	25.93	-6.85	-1.39	-52.64
64	GEMPA2	0.00	-33.36	56.92	-11.81	-1.660E-01	-41.14	125.49
		1.70	-33.36	56.92	-11.81	-1.660E-01	-21.06	28.72
		3.40	-33.36	56.92	-11.81	-1.660E-01	-9.774E-01	-68.05
64	GEMPA3	0.00	-111.14	32.43	-44.21	6.02	-146.98	72.32
		1.70	-111.14	32.43	-44.21	6.02	-71.81	17.19
		3.40	-111.14	32.43	-44.21	6.02	3.35	-37.94
64	GEMPA4	0.00	-116.09	-5.05	-47.06	7.72	-156.12	-10.94
		1.70	-116.09	-5.05	-47.06	7.72	-76.12	-2.36
		3.40	-116.09	-5.05	-47.06	7.72	3.88	6.21
64	GEMPA5	0.00	33.36	-56.92	11.81	1.660E-01	41.14	-125.49
		1.70	33.36	-56.92	11.81	1.660E-01	21.06	-28.72
		3.40	33.36	-56.92	11.81	1.660E-01	9.774E-01	68.05
64	GEMPA6	0.00	-59.50	-43.73	-25.93	6.85	-86.77	-96.04
		1.70	-59.50	-43.73	-25.93	6.85	-42.69	-21.70
		3.40	-59.50	-43.73	-25.93	6.85	1.39	52.64
64	GEMPA7	0.00	116.09	5.05	47.06	-7.72	156.12	10.94
		1.70	116.09	5.05	47.06	-7.72	76.12	2.36
		3.40	116.09	5.05	47.06	-7.72	-3.88	-6.21
64	GEMPA8	0.00	111.14	-32.43	44.21	-6.02	146.98	-72.32
		1.70	111.14	-32.43	44.21	-6.02	71.81	-17.19
		3.40	111.14	-32.43	44.21	-6.02	-3.35	37.94
64	KOMBO1	0.00	-1241.37	-12.53	-40.15	-6.94	28.22	-30.07
		1.70	-1217.82	-12.53	-40.15	-6.94	96.47	-8.77
		3.40	-1194.27	-12.53	-40.15	-6.94	164.73	12.54
64	KOMBO2A	0.00	-775.49	37.01	-4.556E-01	-11.15	100.55	79.55
		1.70	-757.83	37.01	-4.556E-01	-11.15	101.33	16.63
		3.40	-740.16	37.01	-4.556E-01	-11.15	102.10	-46.29
64	KOMBO2B	0.00	-894.49	-50.45	-52.31	2.55	-72.98	-112.53
		1.70	-876.83	-50.45	-52.31	2.55	15.95	-26.77
		3.40	-859.16	-50.45	-52.31	2.55	104.89	59.00
64	KOMBO3A	0.00	-962.10	36.67	-5.51	-12.68	111.06	78.42
		1.70	-941.49	36.67	-5.51	-12.68	120.44	16.08
		3.40	-920.89	36.67	-5.51	-12.68	129.81	-46.26
64	KOMBO3B	0.00	-1087.05	-55.16	-59.97	1.70	-71.15	-123.27
		1.70	-1066.44	-55.16	-59.97	1.70	30.79	-29.49
		3.40	-1045.84	-55.16	-59.97	1.70	132.73	64.29

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
65	MATI	0.00	-933.15	-7.32	-31.59	-5.47	6.49	-18.11
		1.70	-913.53	-7.32	-31.59	-5.47	60.19	-5.67
		3.40	-893.90	-7.32	-31.59	-5.47	113.89	6.78
65	HIDUP	0.00	-81.08	-2.21	-3.57	-8.513E-01	4.43	-5.04
		1.70	-81.08	-2.21	-3.57	-8.513E-01	10.50	-1.27
		3.40	-81.08	-2.21	-3.57	-8.513E-01	16.58	2.49
65	GEMPA1	0.00	54.73	43.70	23.94	-6.43	79.41	95.99
		1.70	54.73	43.70	23.94	-6.43	38.71	21.71
		3.40	54.73	43.70	23.94	-6.43	-1.99	-52.57
65	GEMPA2	0.00	-27.09	56.92	-10.06	9.422E-01	-34.55	125.50
		1.70	-27.09	56.92	-10.06	9.422E-01	-17.45	28.73
		3.40	-27.09	56.92	-10.06	9.422E-01	-3.546E-01	-68.04
65	GEMPA3	0.00	-98.71	32.46	-40.60	6.80	-132.84	72.35
		1.70	-98.71	32.46	-40.60	6.80	-63.81	17.18
		3.40	-98.71	32.46	-40.60	6.80	5.22	-38.00
65	GEMPA4	0.00	-104.43	-5.02	-43.42	8.18	-141.97	-10.90
		1.70	-104.43	-5.02	-43.42	8.18	-68.16	-2.38
		3.40	-104.43	-5.02	-43.42	8.18	5.65	6.15
65	GEMPA5	0.00	27.09	-56.92	10.06	-9.422E-01	34.55	-125.50
		1.70	27.09	-56.92	10.06	-9.422E-01	17.45	-28.73
		3.40	27.09	-56.92	10.06	-9.422E-01	3.546E-01	68.04
65	GEMPA6	0.00	-54.73	-43.70	-23.94	6.43	-79.41	-95.99
		1.70	-54.73	-43.70	-23.94	6.43	-38.71	-21.71
		3.40	-54.73	-43.70	-23.94	6.43	1.99	52.57
65	GEMPA7	0.00	104.43	5.02	43.42	-8.18	141.97	10.90
		1.70	104.43	5.02	43.42	-8.18	68.16	2.38
		3.40	104.43	5.02	43.42	-8.18	-5.65	-6.15
65	GEMPA8	0.00	98.71	-32.46	40.60	-6.80	132.84	-72.35
		1.70	98.71	-32.46	40.60	-6.80	63.81	-17.18
		3.40	98.71	-32.46	40.60	-6.80	-5.22	38.00
65	KOMBO1	0.00	-1249.52	-12.32	-43.62	-7.92	14.87	-29.79
		1.70	-1225.97	-12.32	-43.62	-7.92	89.03	-8.84
		3.40	-1202.41	-12.32	-43.62	-7.92	163.19	12.11
65	KOMBO2A	0.00	-785.11	37.11	-4.49	-11.35	85.25	79.69
		1.70	-767.44	37.11	-4.49	-11.35	92.88	16.61
		3.40	-749.78	37.11	-4.49	-11.35	100.51	-46.47
65	KOMBO2B	0.00	-894.57	-50.28	-52.37	1.51	-73.57	-112.29
		1.70	-876.91	-50.28	-52.37	1.51	15.46	-26.81
		3.40	-859.24	-50.28	-52.37	1.51	104.49	58.67
65	KOMBO3A	0.00	-973.42	36.80	-10.28	-13.03	92.99	78.61
		1.70	-952.82	36.80	-10.28	-13.03	110.46	16.04
		3.40	-932.21	36.80	-10.28	-13.03	127.93	-46.52
65	KOMBO3B	0.00	-1088.36	-54.96	-60.56	4.771E-01	-73.78	-122.98
		1.70	-1067.76	-54.96	-60.56	4.771E-01	29.17	-29.55
		3.40	-1047.15	-54.96	-60.56	4.771E-01	132.12	63.88

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
66	MATI	0.00	-941.87	-7.26	-33.98	-5.97	-3.58	-18.06
		1.70	-922.24	-7.26	-33.98	-5.97	54.20	-5.71
		3.40	-902.62	-7.26	-33.98	-5.97	111.97	6.63
66	HIDUP	0.00	-82.60	-2.20	-3.96	-9.067E-01	2.59	-5.03
		1.70	-82.60	-2.20	-3.96	-9.067E-01	9.32	-1.29
		3.40	-82.60	-2.20	-3.96	-9.067E-01	16.05	2.44
66	GEMPA1	0.00	48.62	43.61	22.84	-6.00	73.45	95.88
		1.70	48.62	43.61	22.84	-6.00	34.62	21.74
		3.40	48.62	43.61	22.84	-6.00	-4.21	-52.40
66	GEMPA2	0.00	-19.45	56.86	-7.53	1.82	-25.43	125.40
		1.70	-19.45	56.86	-7.53	1.82	-12.63	28.75
		3.40	-19.45	56.86	-7.53	1.82	1.721E-01	-67.91
66	GEMPA3	0.00	-83.11	32.44	-37.27	7.11	-117.69	72.32
		1.70	-83.11	32.44	-37.27	7.11	54.33	17.16
		3.40	-83.11	32.44	-37.27	7.11	9.03	-37.99
66	GEMPA4	0.00	-89.43	-4.99	-40.35	8.26	-127.56	-10.89
		1.70	-89.43	-4.99	-40.35	8.26	-58.96	-2.41
		3.40	-89.43	-4.99	-40.35	8.26	9.63	6.08
66	GEMPA5	0.00	19.45	-56.86	7.53	-1.82	25.43	-125.40
		1.70	19.45	-56.86	7.53	-1.82	12.63	-28.75
		3.40	19.45	-56.86	7.53	-1.82	-1.721E-01	67.91
66	GEMPA6	0.00	-48.62	-43.61	-22.84	6.00	-73.45	-95.88
		1.70	-48.62	-43.61	-22.84	6.00	-34.62	-21.74
		3.40	-48.62	-43.61	-22.84	6.00	4.21	52.40
66	GEMPA7	0.00	89.43	4.99	40.35	-8.26	127.56	10.89
		1.70	89.43	4.99	40.35	-8.26	58.96	2.41
		3.40	89.43	4.99	40.35	-8.26	-9.63	-6.08
66	GEMPA8	0.00	83.11	-32.44	37.27	-7.11	117.69	-72.32
		1.70	83.11	-32.44	37.27	-7.11	54.33	-17.16
		3.40	83.11	-32.44	37.27	-7.11	-9.03	37.99
66	KOMBO1	0.00	-1262.41	-12.23	-47.12	-8.62	-1.546E-01	-29.72
		1.70	-1238.86	-12.23	-47.12	-8.62	79.94	-8.93
		3.40	-1215.30	-12.23	-47.12	-8.62	160.04	11.87
66	KOMBO2A	0.00	-799.07	37.08	-7.75	-11.37	70.23	79.63
		1.70	-781.40	37.08	-7.75	-11.37	83.39	16.60
		3.40	-763.74	37.08	-7.75	-11.37	96.56	-46.43
66	KOMBO2B	0.00	-896.30	-50.15	-53.43	6.177E-01	-76.66	-112.14
		1.70	-878.64	-50.15	-53.43	6.177E-01	14.16	-26.88
		3.40	-860.98	-50.15	-53.43	6.177E-01	104.98	58.37
66	KOMBO3A	0.00	-989.95	36.78	-14.20	-13.14	74.99	78.55
		1.70	-969.35	36.78	-14.20	-13.14	99.12	16.01
		3.40	-948.74	36.78	-14.20	-13.14	123.26	-46.52
66	KOMBO3B	0.00	-1092.05	-54.81	-62.16	-5.500E-01	-79.24	-122.81
		1.70	-1071.45	-54.81	-62.16	-5.500E-01	26.43	-29.64
		3.40	-1050.84	-54.81	-62.16	-5.500E-01	132.10	63.53

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
67	MATI	0.00	-959.95	-7.68	-36.67	-4.35	-13.85	-18.37
		1.70	-940.33	-7.68	-36.67	-4.35	48.50	-5.32
		3.40	-920.70	-7.68	-36.67	-4.35	110.84	7.73
67	HIDUP	0.00	-86.53	-2.30	-4.07	-5.563E-01	1.08	-5.12
		1.70	-86.53	-2.30	-4.07	-5.563E-01	7.99	-1.21
		3.40	-86.53	-2.30	-4.07	-5.563E-01	14.91	2.70
67	GEMPA1	0.00	41.68	43.70	23.15	-7.51	68.60	95.92
		1.70	41.68	43.70	23.15	-7.51	29.24	21.63
		3.40	41.68	43.70	23.15	-7.51	-10.12	-52.66
67	GEMPA2	0.00	-9.82	56.96	-5.20	-4.818E-01	-16.27	125.43
		1.70	-9.82	56.96	-5.20	-4.818E-01	-7.43	28.60
		3.40	-9.82	56.96	-5.20	-4.818E-01	1.41	-68.24
67	GEMPA3	0.00	-63.70	32.50	-36.26	5.49	-104.99	72.31
		1.70	-63.70	32.50	-36.26	5.49	-43.34	17.06
		3.40	-63.70	32.50	-36.26	5.49	18.31	-38.19
67	GEMPA4	0.00	-71.30	-5.04	-39.75	7.43	-115.55	-10.99
		1.70	-71.30	-5.04	-39.75	7.43	-47.98	-2.42
		3.40	-71.30	-5.04	-39.75	7.43	19.59	6.15
67	GEMPA5	0.00	9.82	-56.96	5.20	4.818E-01	16.27	-125.43
		1.70	9.82	-56.96	5.20	4.818E-01	7.43	-28.60
		3.40	9.82	-56.96	5.20	4.818E-01	-1.41	68.24
67	GEMPA6	0.00	-41.68	-43.70	-23.15	7.51	-68.60	-95.92
		1.70	-41.68	-43.70	-23.15	7.51	-29.24	-21.63
		3.40	-41.68	-43.70	-23.15	7.51	10.12	52.66
67	GEMPA7	0.00	71.30	5.04	39.75	-7.43	115.55	10.99
		1.70	71.30	5.04	39.75	-7.43	47.98	2.42
		3.40	71.30	5.04	39.75	-7.43	-19.59	-6.15
67	GEMPA8	0.00	63.70	-32.50	36.26	-5.49	104.99	-72.31
		1.70	63.70	-32.50	36.26	-5.49	43.34	-17.06
		3.40	63.70	-32.50	36.26	-5.49	-18.31	38.19
67	KOMBO1	0.00	-1290.40	-12.90	-50.52	-6.10	-14.89	-30.24
		1.70	-1266.84	-12.90	-50.52	-6.10	70.98	-8.32
		3.40	-1243.29	-12.90	-50.52	-6.10	156.86	13.60
67	KOMBO2A	0.00	822.28	36.79	-9.85	-11.42	56.14	79.39
		1.70	-804.61	36.79	-9.85	-11.42	72.89	16.84
		3.40	-786.95	36.79	-9.85	-11.42	89.63	-45.70
67	KOMBO2B	0.00	-905.64	-50.61	-56.16	3.60	-81.07	-112.46
		1.70	-887.98	-50.61	-56.16	3.60	14.41	-26.42
		3.40	-870.31	-50.61	-56.16	3.60	109.88	59.62
67	KOMBO3A	0.00	-1018.70	36.37	-16.76	-12.80	58.17	78.20
		1.70	-998.09	36.37	-16.76	-12.80	86.66	16.37
		3.40	-977.49	36.37	-16.76	-12.80	115.15	-45.47
67	KOMBO3B	0.00	-1106.23	-55.40	-65.38	2.98	-85.89	-123.24
		1.70	-1085.62	-55.40	-65.38	2.98	25.26	-29.06
		3.40	-1065.02	-55.40	-65.38	2.98	136.40	65.11

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
72	MATI	0.00	-1041.51	201.61	43.11	-1.27	12.05	145.42
		1.70	-1061.14	201.61	43.11	-1.27	-61.25	-197.32
		3.40	-1080.77	201.61	43.11	-1.27	-134.54	-540.06
72	HIDUP	0.00	-120.38	2.36	1.09	-6.237E-01	-7.56	5.47
		1.70	-120.38	2.36	1.09	-6.237E-01	-9.41	1.47
		3.40	-120.38	2.36	1.09	-6.237E-01	-11.27	-2.54
72	GEMPA1	0.00	194.98	-67.63	39.94	-7.36	11.04	-96.15
		1.70	194.98	-67.63	39.94	-7.36	-56.86	18.82
		3.40	194.98	-67.63	39.94	-7.36	-124.77	133.79
72	GEMPA2	0.00	305.41	-64.00	-11.05	-1.51	10.96	-90.13
		1.70	305.41	-64.00	-11.05	-1.51	29.75	18.66
		3.40	305.41	-64.00	-11.05	-1.51	48.53	127.46
72	GEMPA3	0.00	222.78	-17.95	-56.41	4.79	9.394E-01	-24.23
		1.70	222.78	-17.95	-56.41	4.79	96.84	6.29
		3.40	222.78	-17.95	-56.41	4.79	192.73	36.80
72	GEMPA4	0.00	48.61	25.55	-63.06	6.98	-5.64	36.83
		1.70	48.61	25.55	-63.06	6.98	101.57	-6.60
		3.40	48.61	25.55	-63.06	6.98	208.77	-50.03
72	GEMPA5	0.00	-305.41	64.00	11.05	1.51	-10.96	90.13
		1.70	-305.41	64.00	11.05	1.51	-29.75	-18.66
		3.40	-305.41	64.00	11.05	1.51	-48.53	-127.46
72	GEMPA6	0.00	-194.98	67.63	-39.94	7.36	-11.04	96.15
		1.70	-194.98	67.63	-39.94	7.36	56.86	-18.82
		3.40	-194.98	67.63	-39.94	7.36	124.77	-133.79
72	GEMPA7	0.00	-48.61	-25.55	63.06	-6.98	5.64	-36.83
		1.70	-48.61	-25.55	63.06	-6.98	-101.57	6.60
		3.40	-48.61	-25.55	63.06	-6.98	-208.77	50.03
72	GEMPA8	0.00	-222.78	17.95	56.41	-4.79	-9.394E-01	24.23
		1.70	-222.78	17.95	56.41	-4.79	-96.84	-6.29
		3.40	-222.78	17.95	56.41	-4.79	-192.73	-36.80
72	KOMBO1	0.00	-1442.43	245.70	53.48	-2.52	2.35	183.26
		1.70	-1465.98	245.70	53.48	-2.52	-88.56	-234.44
		3.40	-1489.53	245.70	53.48	-2.52	-179.47	-652.14
72	KOMBO2A	0.00	-742.38	113.82	78.75	-8.50	21.88	34.72
		1.70	-760.05	113.82	78.75	-8.50	-111.99	-158.77
		3.40	-777.71	113.82	78.75	-8.50	-245.86	-352.26
72	KOMBO2B	0.00	-1132.34	249.08	1.14	6.22	-2.007E-01	227.03
		1.70	1150.01	249.08	-1.14	6.22	1.74	196.41
		3.40	-1167.67	249.08	-1.14	6.22	3.68	-619.84
72	KOMBO3A	0.00	-964.70	142.16	87.90	-9.46	19.48	55.18
		1.70	-985.31	142.16	87.90	-9.46	-129.95	-186.50
		3.40	-1005.92	142.16	87.90	-9.46	-279.38	-428.18
72	KOMBO3B	0.00	-1374.16	284.19	4.01	6.00	-3.71	257.10
		1.70	-1394.77	284.19	4.01	6.00	-10.53	-226.02
		3.40	-1415.37	284.19	4.01	6.00	-17.36	-709.14





civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
186	MATI	0.00	-469.61	-13.91	-10.57	-4.16	5.63	-31.14
		2.13	-445.07	-13.91	-10.57	-4.16	28.10	-1.58
		4.25	-420.54	-13.91	-10.57	-4.16	50.56	27.98
186	HIDUP	0.00	-28.58	-2.50	-9.561E-02	-6.576E-01	3.33	-5.47
		2.13	-28.58	-2.50	-9.561E-02	-6.576E-01	3.54	-1.666E-01
		4.25	-28.58	-2.50	-9.561E-02	-6.576E-01	3.74	5.14
186	GEMPA1	0.00	122.77	23.02	30.26	-7.46	71.72	48.27
		2.13	122.77	23.02	30.26	-7.46	7.42	-6.367E-01
		4.25	122.77	23.02	30.26	-7.46	-56.89	-49.54
186	GEMPA2	0.00	64.56	30.91	-12.95	7.044E-01	-39.21	65.35
		2.13	64.56	30.91	-12.95	7.044E-01	-11.68	-3.312E-01
		4.25	64.56	30.91	-12.95	7.044E-01	15.85	-66.02
186	GEMPA3	0.00	40.29	18.60	-47.19	8.18	-122.36	40.70
		2.13	-40.29	18.60	-47.19	8.18	-22.08	1.18
		4.25	-40.29	18.60	-47.19	8.18	78.20	-38.34
186	GEMPA4	0.00	-107.63	-2.02	-50.65	8.98	-128.01	-4.36
		2.13	-107.63	-2.02	-50.65	8.98	-20.39	-1.258E-02
		4.25	-107.63	-2.02	-50.65	8.98	87.23	4.21
186	GEMPA5	0.00	-64.56	-30.91	12.95	7.044E-01	39.21	-65.35
		2.13	-64.56	-30.91	12.95	-7.044E-01	11.68	3.312E-01
		4.25	-64.56	-30.91	12.95	-7.044E-01	-15.85	66.02
186	GEMPA6	0.00	-122.77	-23.02	-30.26	7.46	-71.72	-48.27
		2.13	-122.77	-23.02	-30.26	7.46	-7.42	6.367E-01
		4.25	-122.77	-23.02	-30.26	7.46	56.89	49.54
186	GEMPA7	0.00	107.63	2.02	50.65	-8.98	128.01	4.36
		2.13	107.63	2.02	50.65	-8.98	20.39	7.256E-02
		4.25	107.63	2.02	50.65	-8.98	-87.23	-4.21
186	GEMPA8	0.00	40.29	-18.60	47.19	-8.18	122.36	-40.70
		2.13	40.29	-18.60	47.19	-8.18	22.08	-1.18
		4.25	40.29	-18.60	47.19	-8.18	-78.20	38.34
186	KOMBO1	0.00	-609.25	-20.69	-12.84	-6.05	12.09	-46.12
		2.13	-579.81	-20.69	-12.84	-6.05	39.38	-2.16
		4.25	-550.37	-20.69	-12.84	-6.05	66.66	41.80
186	KOMBO2A	0.00	-299.87	10.50	20.75	-11.21	76.79	20.25
		2.13	-277.79	10.50	20.75	-11.21	32.70	-2.06
		4.25	-255.71	10.50	20.75	-11.21	-11.38	-24.36
186	KOMBO2B	0.00	-545.42	-35.53	-39.78	3.72	-66.65	-76.29
		2.13	-523.34	-35.53	-39.78	3.72	17.87	-7.855E-01
		4.25	-501.26	-35.53	-39.78	3.72	102.40	74.72
186	KOMBO3A	0.00	-382.18	7.99	20.61	-12.62	83.32	14.54
		2.13	-356.42	7.99	20.61	-12.62	39.52	-2.43
		4.25	-330.66	7.99	20.61	-12.62	-4.28	-19.41
186	KOMBO3B	0.00	-640.00	-40.34	-42.93	3.05	-67.29	-86.83
		2.13	-614.24	-40.34	-42.93	3.05	23.95	-1.10
		4.25	-588.48	-40.34	-42.93	3.05	115.18	84.63

6

LAMPIRAN

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
2	MATI	0.00	-930.81	-6.73	-27.39	-1.54	-14.14	-15.50
		6.8E-01	-923.02	-6.73	-27.39	-1.54	4.34	-10.95
		1.35	-915.23	-6.73	-27.39	-1.54	22.83	-6.41
2	HIDUP	0.00	-74.49	-2.55	-2.27	-5.125E-01	4.72	-4.88
		6.8E-01	-74.49	-2.55	-2.27	-5.125E-01	6.26	-3.16
		1.35	-74.49	-2.55	-2.27	-5.125E-01	7.79	-1.43
2	GEMPA1	0.00	64.04	43.55	27.89	-3.34	133.12	88.87
		6.8E-01	64.04	43.55	27.89	-3.34	114.30	59.47
		1.35	64.04	43.55	27.89	-3.34	95.47	30.08
2	GEMPA2	0.00	-38.34	56.58	-12.40	-6.178E-01	-60.65	115.71
		6.8E-01	-38.34	56.58	-12.40	-6.178E-01	-52.28	77.52
		1.35	-38.34	56.58	-12.40	-6.178E-01	-43.90	39.32
2	GEMPA3	0.00	-121.71	32.13	-46.42	2.17	-220.62	66.15
		6.8E-01	-121.71	32.13	-46.42	2.17	-189.29	44.47
		1.35	-121.71	32.13	-46.42	2.17	-157.95	22.78
2	GEMPA4	0.00	-126.07	-5.09	-49.58	3.12	-235.26	-10.33
		6.8E-01	-126.07	-5.09	-49.58	3.12	-201.80	-6.89
		1.35	-126.07	-5.09	-49.58	3.12	-168.33	-3.46
2	GEMPA5	0.00	38.34	-56.58	12.40	6.178E-01	60.65	-115.71
		6.8E-01	38.34	-56.58	12.40	6.178E-01	52.28	-77.52
		1.35	38.34	-56.58	12.40	6.178E-01	43.90	-39.32
2	GEMPA6	0.00	-64.04	-43.55	-27.89	3.34	-133.12	-88.87
		6.8E-01	-64.04	-43.55	-27.89	3.34	-114.30	-59.47
		1.35	-64.04	-43.55	-27.89	3.34	-95.47	-30.08
2	GEMPA7	0.00	126.07	5.09	49.58	-3.12	235.26	10.33
		6.8E-01	126.07	5.09	49.58	-3.12	201.80	6.89
		1.35	126.07	5.09	49.58	-3.12	168.33	3.46
2	GEMPA8	0.00	121.71	-32.13	46.42	-2.17	220.62	-66.15
		6.8E-01	121.71	-32.13	46.42	-2.17	189.29	-44.47
		1.35	121.71	-32.13	46.42	-2.17	157.95	-22.78
2	KOMBO1	0.00	-1005.30	-9.28	-29.66	-2.06	-9.42	-20.37
		6.8E-01	-997.51	-9.28	-29.66	-2.06	10.60	-14.11
		1.35	-989.72	-9.28	-29.66	-2.06	30.62	-7.85
2	KOMBO2	0.00	973.28	12.49	-15.71	-3.72	57.14	24.06
		6.8E-01	-965.49	12.49	-15.71	-3.72	67.75	15.63
		1.35	-957.70	12.49	15.71	-3.72	78.35	7.19
2	KOMBO3	0.00	-1024.47	19.01	-35.86	-2.36	-39.74	37.48
		6.8E-01	-1016.68	19.01	-35.06	-2.36	15.54	24.65
		1.35	-1008.09	19.01	35.86	2.36	8.67	11.82
2	KOMBO4	0.00	-1066.16	6.78	-52.87	-9.717E-01	-119.73	12.70
		6.8E-01	-1058.36	6.78	-52.87	-9.717E-01	-84.04	8.12
		1.35	-1050.57	6.78	-52.87	-9.717E-01	-48.36	3.54
2	KOMBO5	0.00	-1068.34	-11.83	-54.45	-4.937E-01	-127.05	-25.54
		6.8E-01	-1060.54	-11.83	-54.45	-4.937E-01	-90.30	-17.56
		1.35	-1052.75	-11.83	-54.45	-4.937E-01	-53.54	-9.57
2	KOMBO6	0.00	-986.13	-37.57	-23.46	-1.75	20.90	-78.23
		6.8E-01	-978.34	-37.57	-23.46	-1.75	36.74	-52.87
		1.35	-970.55	-37.57	-23.46	-1.75	52.57	-27.51
2	KOMBO7	0.00	-1037.32	-31.06	-43.61	-3.867E-01	-75.98	-64.81
		6.8E-01	-1029.53	-31.06	-43.61	-3.867E-01	-46.55	-43.85
		1.35	-1021.74	-31.06	-43.61	-3.867E-01	-17.11	-22.88
2	KOMBO8	0.00	-942.27	-6.74	-4.87	-3.62	108.21	-15.21
		6.8E-01	-934.48	-6.74	-4.87	-3.62	111.50	-10.66
		1.35	-926.68	-6.74	-4.87	-3.62	114.78	-6.12
2	KOMBO9	0.00	-944.45	-25.35	-6.45	-3.14	100.89	-53.45
		6.8E-01	-936.66	-25.35	-6.45	-3.14	105.24	-36.34
		1.35	-928.86	-25.35	-6.45	-3.14	109.60	-19.23

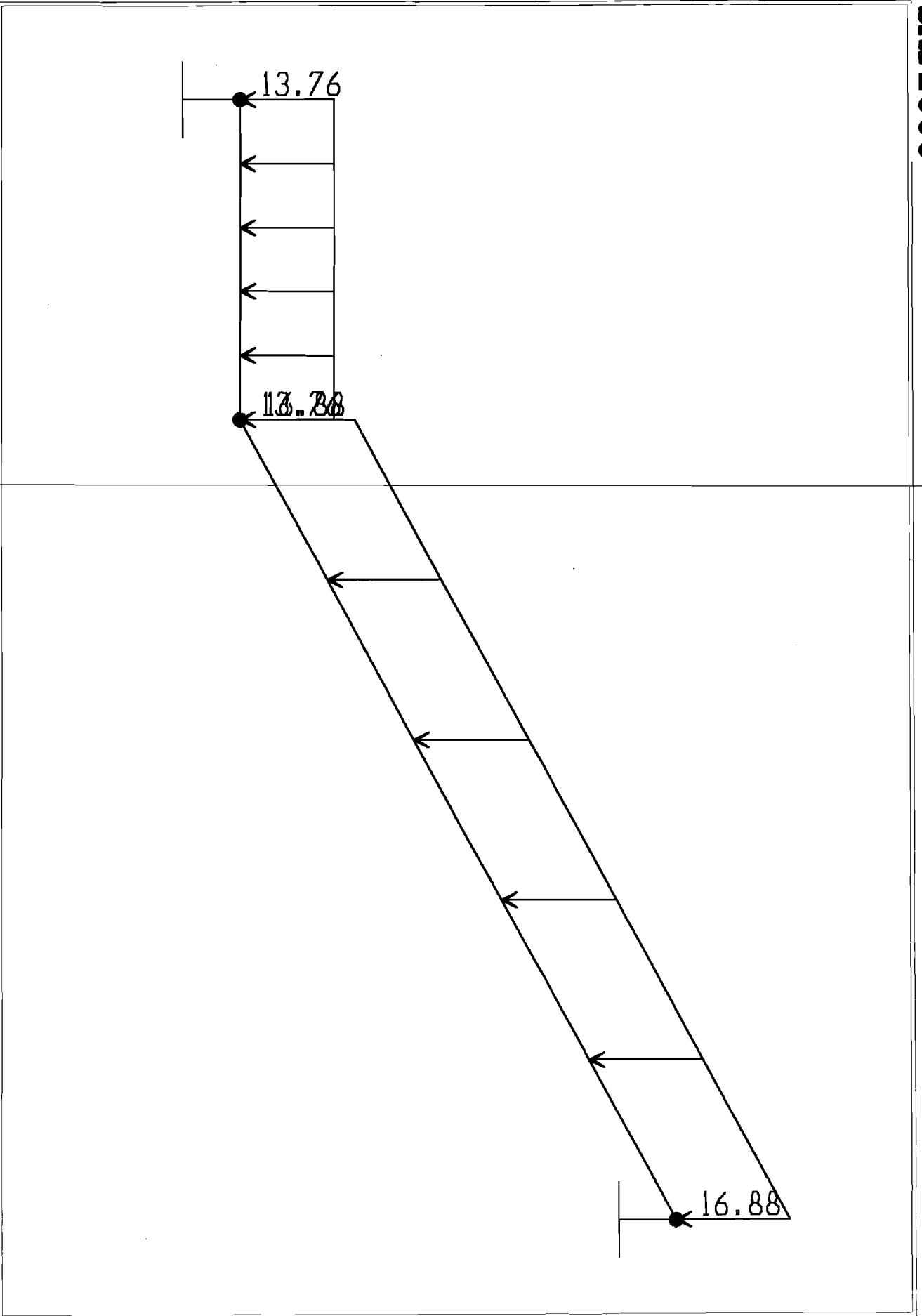
civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

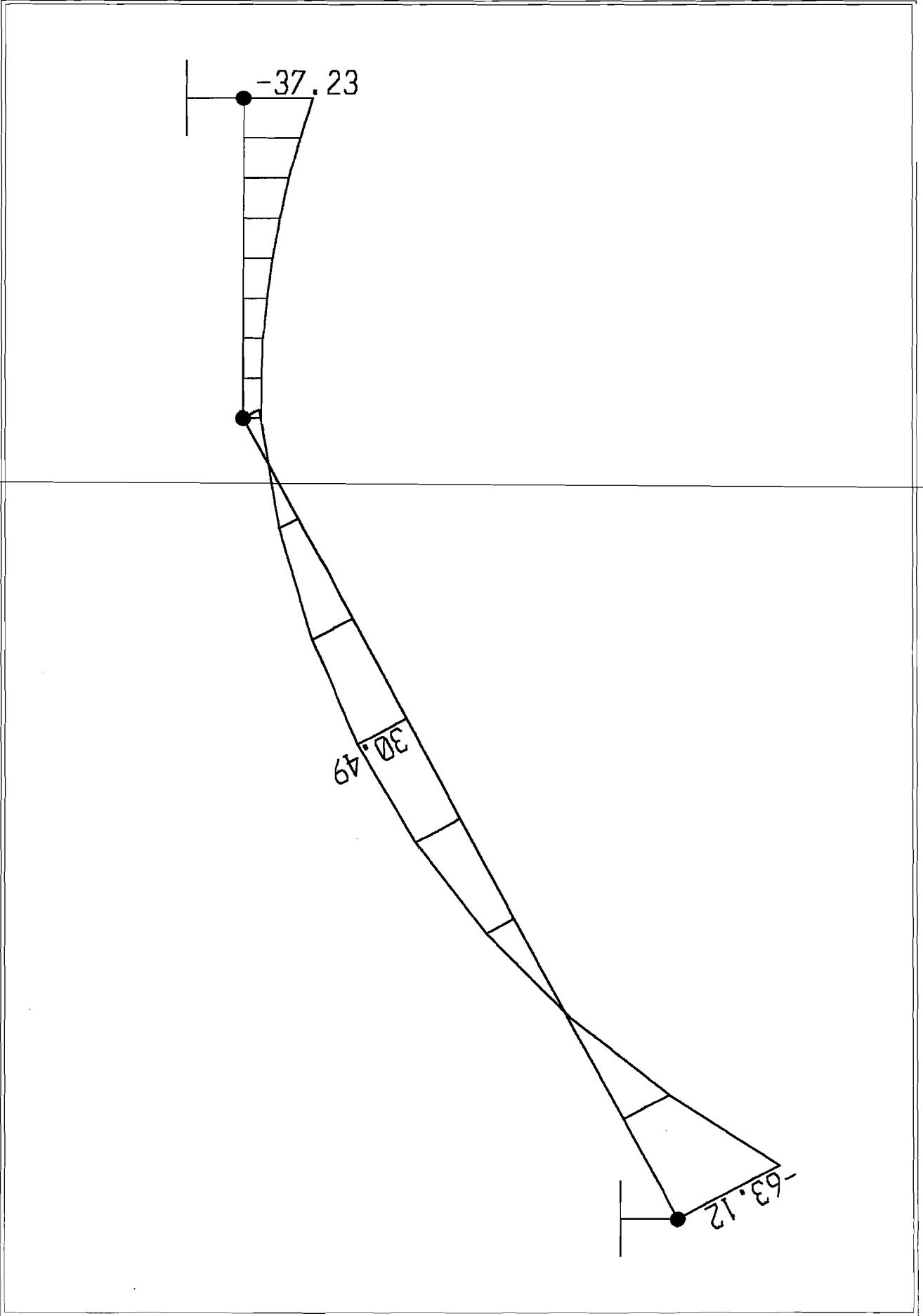
FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
63	MATI	0.00	-894.30	-8.78	-26.57	-3.71	22.58	-19.71
		1.70	-874.67	-8.78	-26.57	-3.71	67.76	-4.78
		3.40	-855.05	-8.78	-26.57	-3.71	112.93	10.15
63	HIDUP	0.00	-74.66	-2.43	-2.34	-6.617E-01	7.78	-5.24
		1.70	-74.66	-2.43	-2.34	-6.617E-01	11.76	-1.11
		3.40	-74.66	-2.43	-2.34	-6.617E-01	15.73	3.02
63	GEMPA1	0.00	64.41	43.82	28.62	-7.43	95.97	96.13
		1.70	64.41	43.82	28.62	-7.43	47.31	21.65
		3.40	64.41	43.82	28.62	-7.43	-1.35	-52.84
63	GEMPA2	0.00	-37.89	57.02	-12.30	-1.46	-44.69	125.57
		1.70	-37.89	57.02	-12.30	-1.46	-23.78	28.64
		3.40	-37.89	57.02	-12.30	-1.46	-2.87	-68.29
63	GEMPA3	0.00	-121.48	32.47	-47.05	5.02	-159.51	72.35
		1.70	-121.48	32.47	-47.05	5.02	-79.52	17.15
		3.40	-121.48	32.47	-47.05	5.02	4.695E-01	-38.06
63	GEMPA4	0.00	-126.12	-5.06	-50.41	7.18	-169.77	-10.97
		1.70	-126.12	-5.06	-50.41	7.18	-84.06	-2.36
		3.40	-126.12	-5.06	-50.41	7.18	1.64	6.24
63	GEMPA5	0.00	37.89	-57.02	12.30	1.46	44.69	-125.57
		1.70	37.89	-57.02	12.30	1.46	23.78	-28.64
		3.40	37.89	-57.02	12.30	1.46	2.87	68.29
63	GEMPA6	0.00	-64.41	-43.82	-28.62	7.43	-95.97	-96.13
		1.70	-64.41	-43.82	-28.62	7.43	-47.31	-21.65
		3.40	-64.41	-43.82	-28.62	7.43	1.35	52.84
63	GEMPA7	0.00	126.12	5.06	50.41	-7.18	169.77	10.97
		1.70	126.12	5.06	50.41	-7.18	84.06	2.36
		3.40	126.12	5.06	50.41	-7.18	-1.64	-6.24
63	GEMPA8	0.00	121.48	-32.47	47.05	-5.02	159.51	-72.35
		1.70	121.48	-32.47	47.05	-5.02	79.52	-17.15
		3.40	121.48	-32.47	47.05	-5.02	-4.695E-01	38.06
63	KOMBO1	0.00	-968.96	-11.21	-28.91	-4.37	30.36	-24.95
		1.70	-949.33	-11.21	-28.91	-4.37	79.51	-5.89
		3.40	-929.70	-11.21	-28.91	-4.37	128.67	13.18
63	KOMBO2	0.00	-936.75	10.69	-14.60	-8.09	78.34	23.12
		1.70	-917.13	10.69	-14.60	-8.09	103.17	4.93
		3.40	-897.50	10.69	-14.60	-8.09	127.99	-13.25
63	KOMBO3	0.00	-987.90	17.30	-35.06	-5.10	8.01	37.83
		1.70	-968.28	17.30	35.06	-5.10	67.62	8.43
		3.40	-948.65	17.30	-35.06	-5.10	127.23	-20.97
63	KOMBO4	0.00	-1029.70	5.02	-52.44	-1.86	-49.39	11.22
		1.70	-1010.07	5.02	-52.44	-1.86	39.75	2.69
		3.40	-990.44	5.02	-52.44	-1.86	128.90	-5.85
63	KOMBO5	0.00	-1032.02	-13.74	-54.12	-7.787E-01	-54.52	-30.43
		1.70	-1012.39	-13.74	-54.12	-7.787E-01	37.48	-7.07
		3.40	-992.76	-13.74	-54.12	-7.787E-01	129.49	16.29
63	KOMBO6	0.00	-950.01	-39.72	-22.76	-3.64	52.71	-87.74
		1.70	-930.39	-39.72	-22.76	-3.64	91.41	-20.21
		3.40	-910.76	-39.72	-22.76	-3.64	130.10	47.32
63	KOMBO7	0.00	-1001.16	-33.12	-43.22	-6.526E-01	-17.62	-73.02
		1.70	-981.53	-33.12	-43.22	-6.526E-01	55.86	-16.71
		3.40	-961.91	-33.12	-43.22	-6.526E-01	129.34	39.60
63	KOMBO8	0.00	-905.90	-8.68	-3.71	-7.96	115.24	-19.47
		1.70	-886.27	-8.68	-3.71	-7.96	121.55	-4.71
		3.40	-866.64	-8.68	-3.71	-7.96	127.85	10.06
63	KOMBO9	0.00	-908.22	-27.45	-5.39	-6.88	110.11	-61.13
		1.70	-888.59	-27.45	-5.39	-6.88	119.27	-14.46
		3.40	-868.96	-27.45	-5.39	-6.88	128.43	32.20

# LAMPIRAN

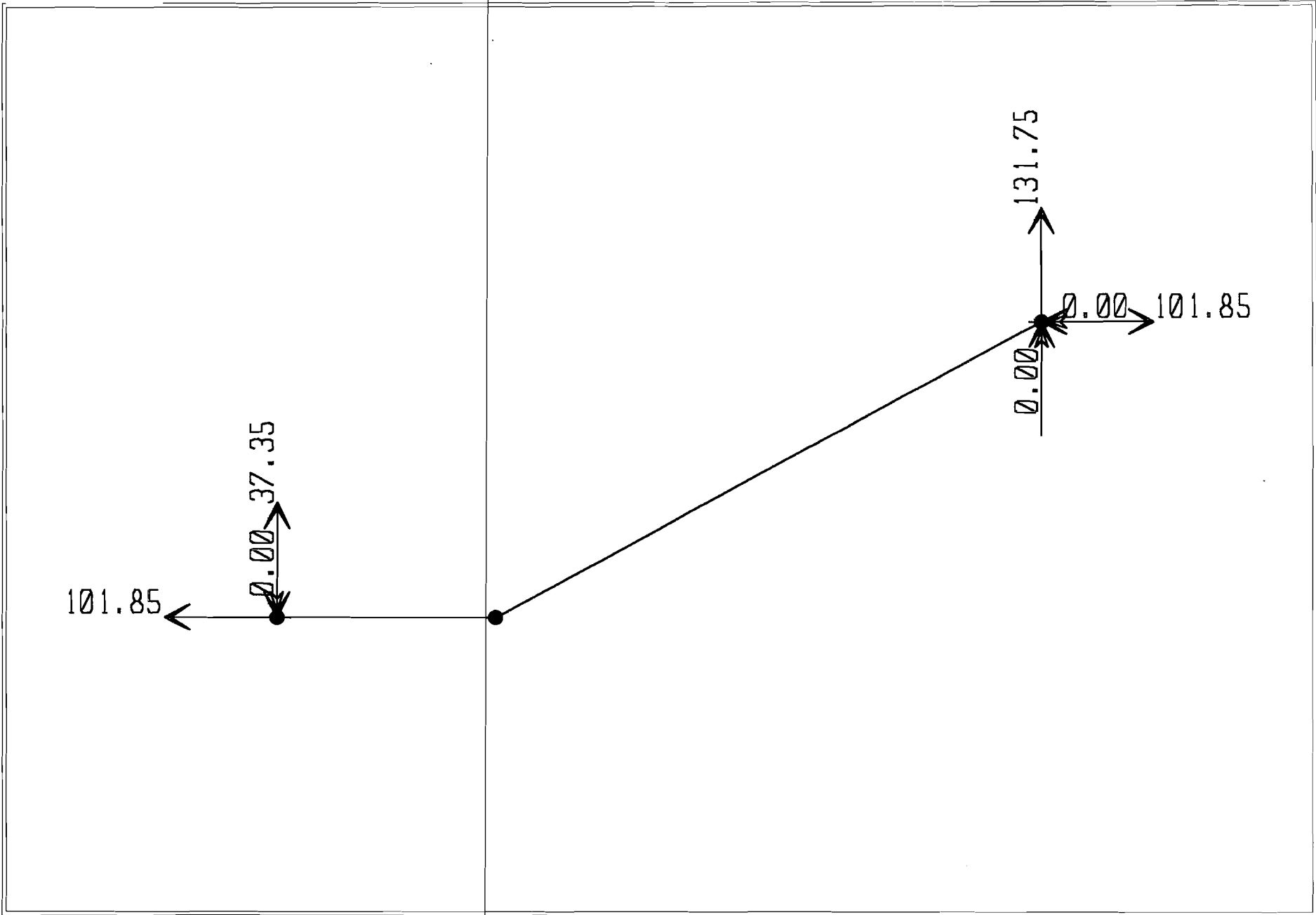
7



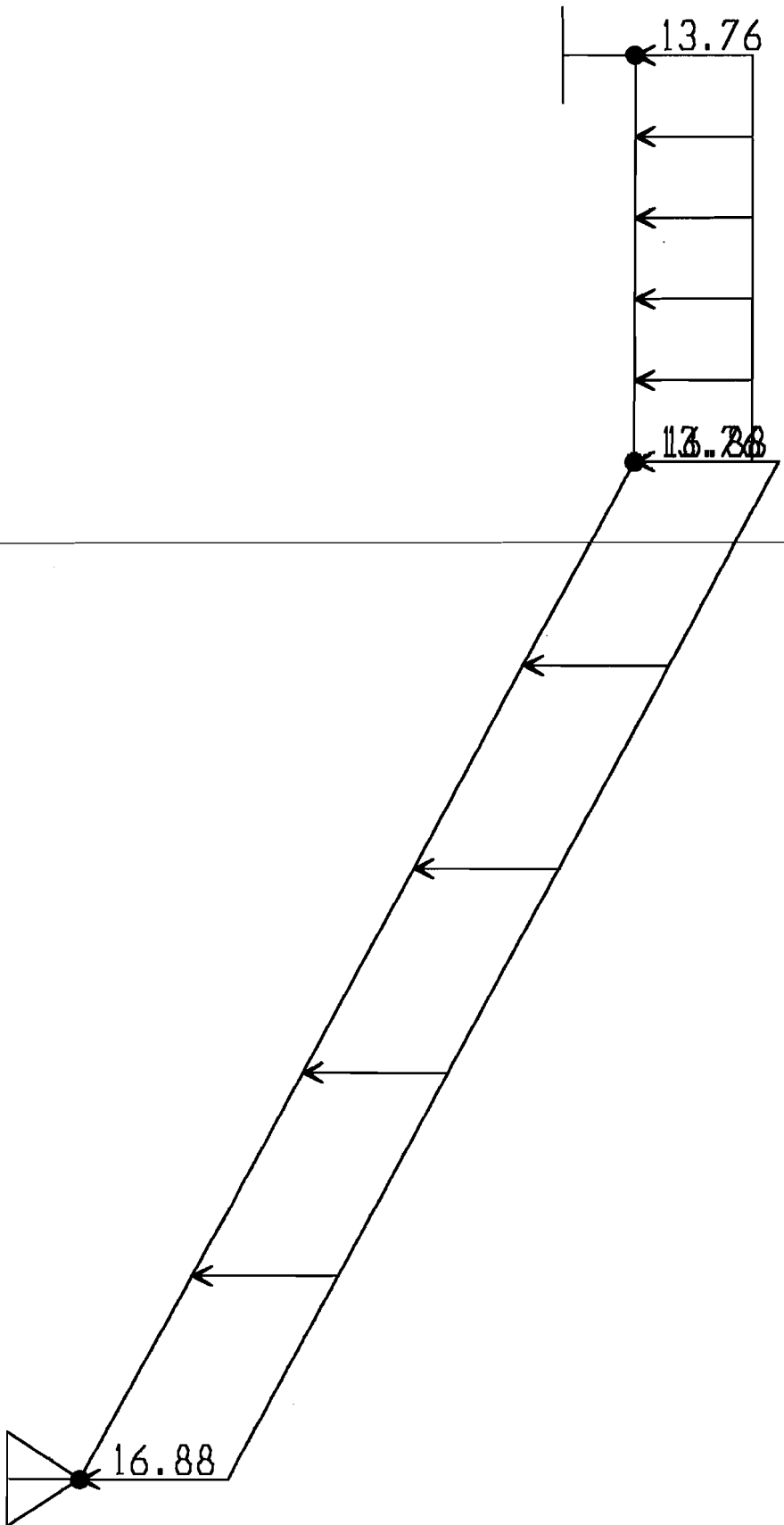
SAP2000 v7.42 - File: Tangga 3 - Frame Span Loads (LOAD1) - KN-m Units

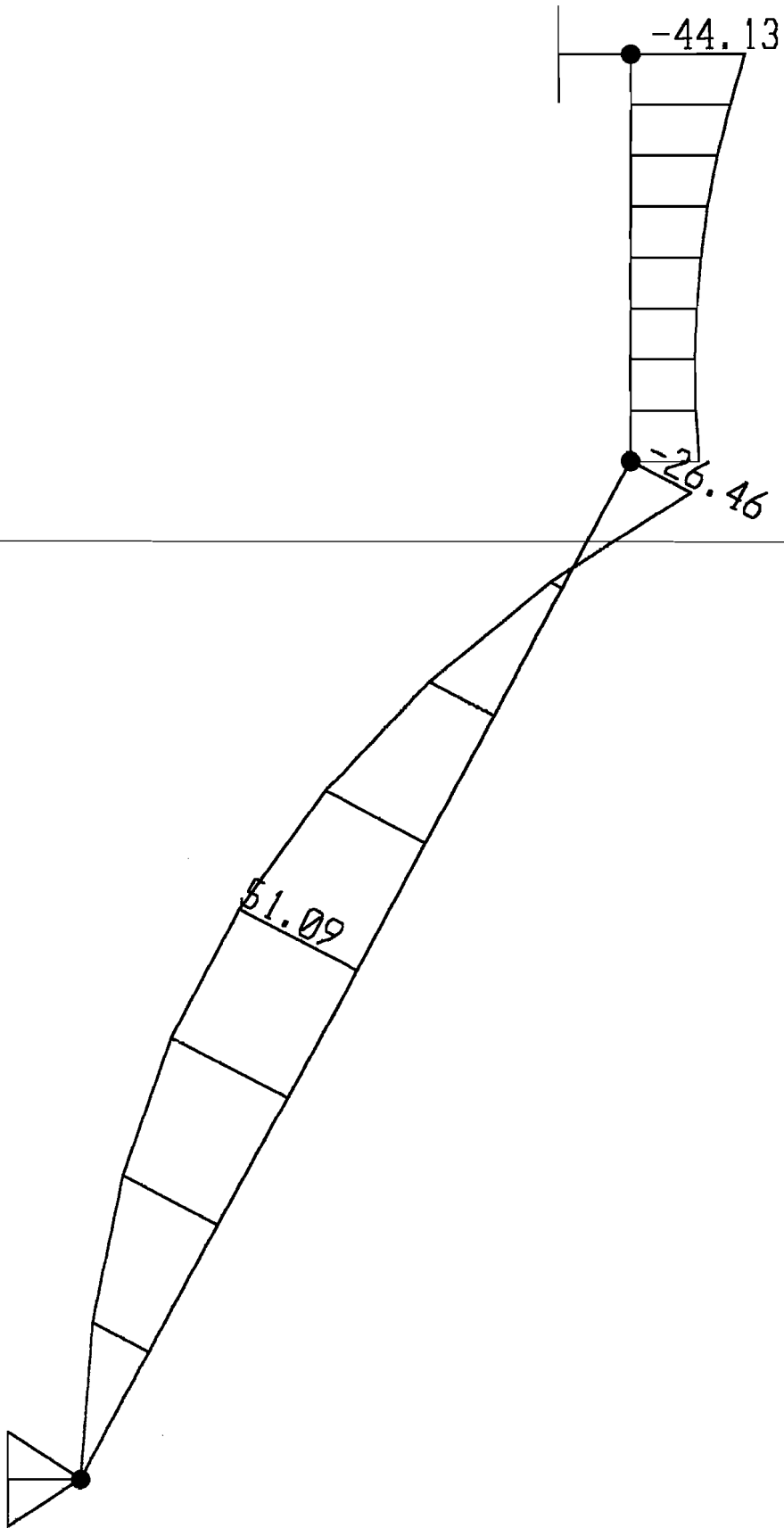


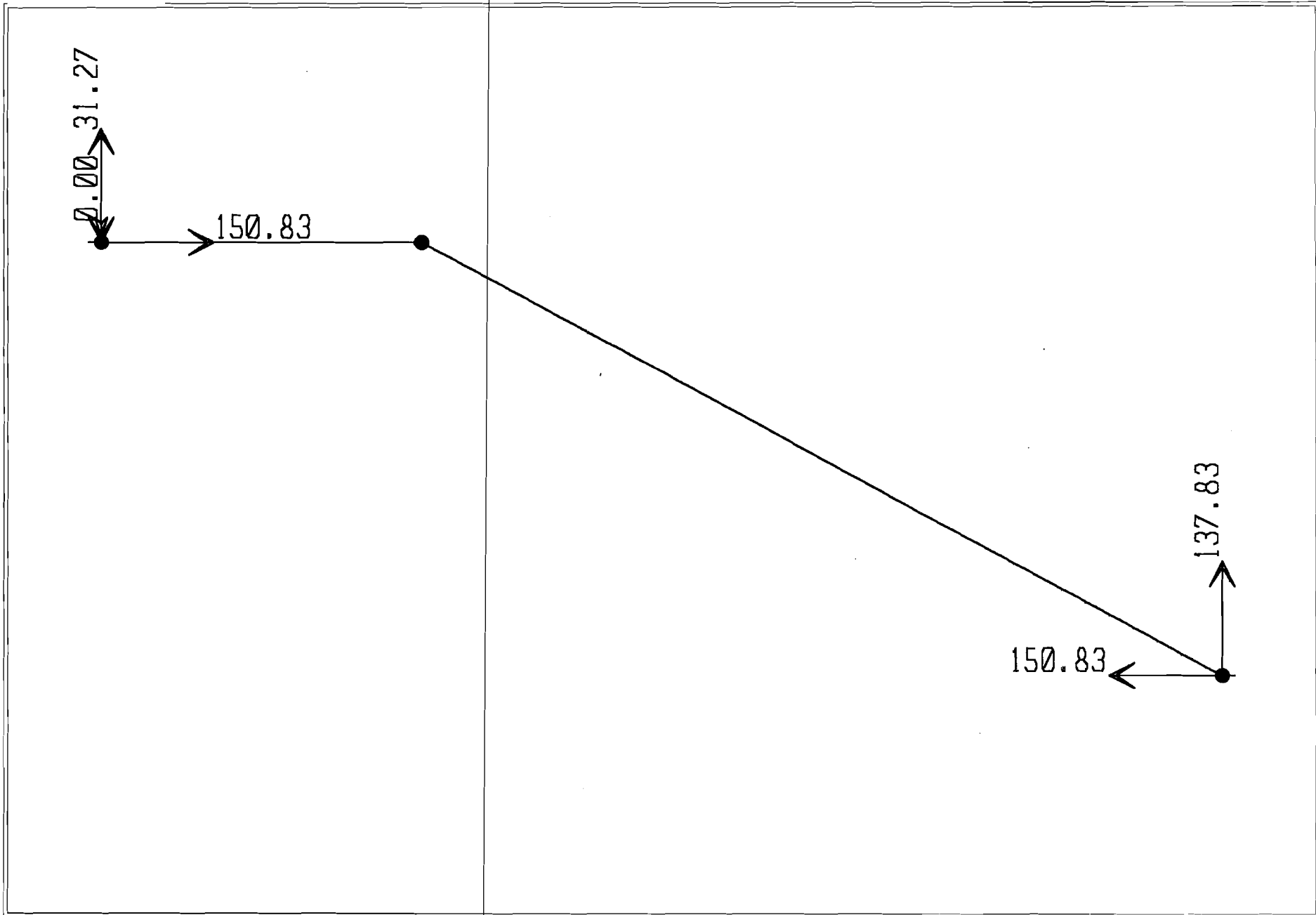
SAP2000 v7.42 - File: Tangga 3 - Moment 3-3 Diagram (LOAD1) - KN-m Units







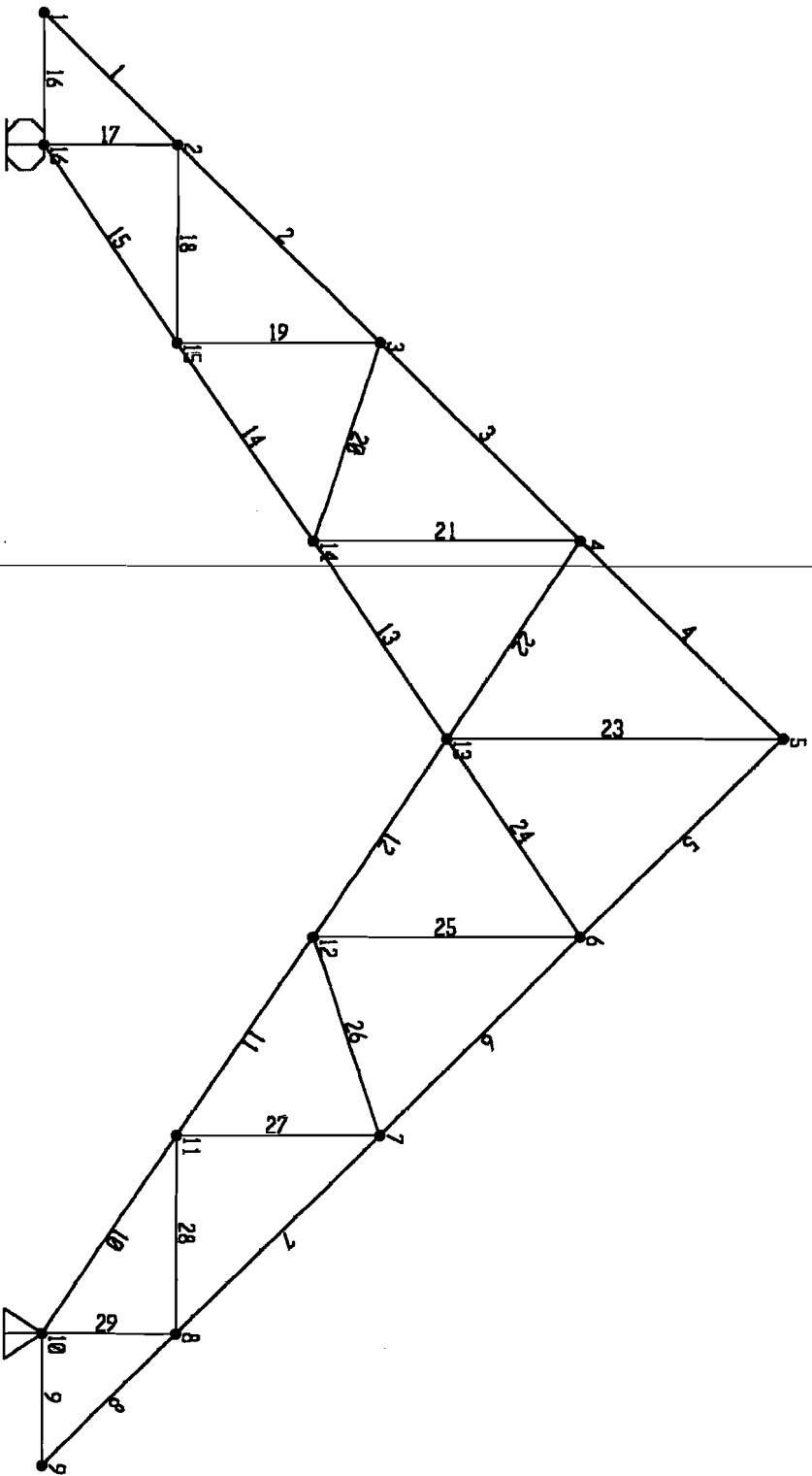


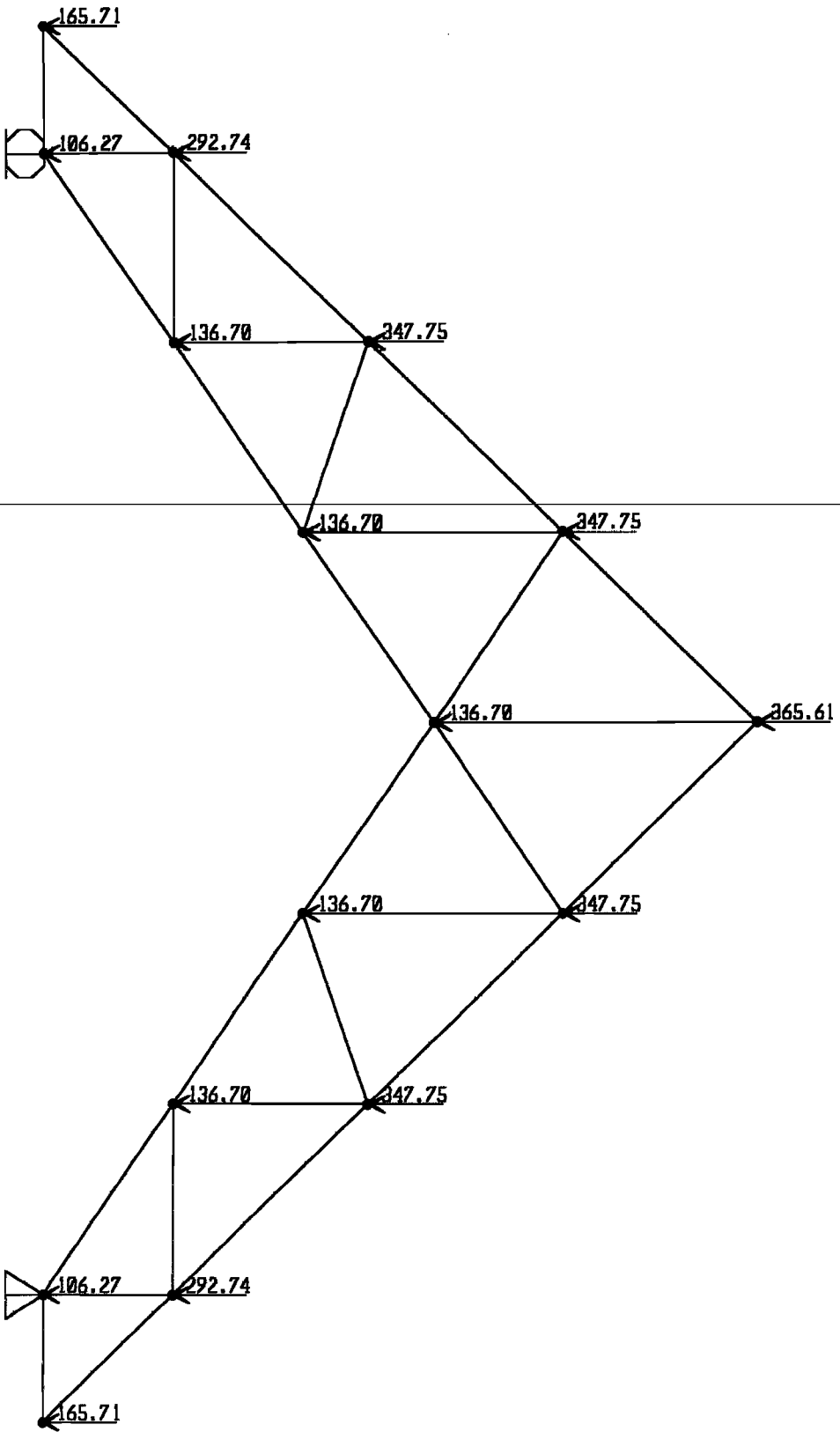


---

8

LAMPIRAN





GLAGAH

S T A T I C L O A D C A S E S

STATIC CASE	CASE TYPE	SELF WT FACTOR
DL	DEAD	1.0000
WLKI	WIND	0.0000
WLKA	WIND	0.0000

GLAGAH

J O I N T D A T A

JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	RESTRAINTS	ANGLE-A	ANGLE-B	ANGLE-C
1	-173.22835	0.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
2	-141.73228	0.00000	31.49606	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
3	-94.48819	0.00000	78.74016	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
4	-47.24409	0.00000	125.98425	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
5	0.00000	0.00000	173.22835	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
6	47.24409	0.00000	125.98425	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
7	94.48819	0.00000	78.74016	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
8	141.73228	0.00000	31.49606	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
9	173.22835	0.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
10	141.73228	0.00000	0.00000	1 1 1 0 0 0	0.000	0.000	0.000
11	94.48819	0.00000	31.49606	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
12	47.24409	0.00000	62.99213	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
13	0.00000	0.00000	94.48819	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
14	-47.24409	0.00000	62.99213	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
15	-94.48819	0.00000	31.49606	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
16	-141.73228	0.00000	0.00000	0 0 1 0 0 0	0.000	0.000	0.000

GLAGAH

F R A M E E L E M E N T D A T A

FRAME LENGTH	JNT-1	JNT-2	SECTION	ANGLE	RELEASES	SEGMENTS	R1	R2	FACTOR
44.542	1	2	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
66.813	2	3	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
66.813	3	4	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
66.813	4	5	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
66.813	5	6	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
66.813	6	7	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
66.813	7	8	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
44.542	8	9	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000

31.496	9	9	10	2L5X5X1/	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000
56.780	10	10	11	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
56.780	11	11	12	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
56.780	12	12	13	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
56.780	13	13	14	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
56.780	14	14	15	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
56.780	15	15	16	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
31.496	16	16	1	2L5X5X1/	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000
31.496	17	16	2	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
47.244	18	2	15	2L5X5X1/	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000
47.244	19	15	3	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
49.800	20	3	14	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
62.992	21	14	4	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
56.780	22	4	13	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
78.740	23	13	5	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
56.780	24	13	6	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
62.992	25	6	12	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
49.800	26	12	7	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
47.244	27	7	11	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000
47.244	28	11	8	2L5X5X1/	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000
31.496	29	8	10	2L5X5X1/	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000

SAP2000 v7.42 File: KUDA-KUDA 1 Kip-in Units PAGE 4  
2/23/03 6:39:42

GLAGAH

JOINT FORCES Load Case WLKI						
JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	GLOBAL-XX	GLOBAL-YY	GLOBAL-ZZ
1	3.966E-02	0.000	-3.966E-02	0.000	0.000	0.000
2	9.919E-02	0.000	-9.919E-02	0.000	0.000	0.000
3	0.119	0.000	-0.119	0.000	0.000	0.000
4	0.119	0.000	-0.119	0.000	0.000	0.000
5	0.107	0.000	-1.190E-02	0.000	0.000	0.000
9	3.175E-02	0.000	3.175E-02	0.000	0.000	0.000
8	7.934E-02	0.000	7.934E-02	0.000	0.000	0.000
6	9.524E-02	0.000	9.524E-02	0.000	0.000	0.000
7	9.524E-02	0.000	9.524E-02	0.000	0.000	0.000



Krapyak007

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

JOINT	LOAD	U1	U2	U3	R1	R2	R3
1	DL	-0.0465	0.0000	7.380E-03	0.0000	0.0000	0.0000
1	WLKI	9.260E-03	0.0000	-1.309E-03	0.0000	0.0000	0.0000
1	WLKA	-9.771E-03	0.0000	1.400E-03	0.0000	0.0000	0.0000
2	DL	-0.0379	0.0000	-1.004E-03	0.0000	0.0000	0.0000
2	WLKI	7.982E-03	0.0000	2.692E-06	0.0000	0.0000	0.0000
2	WLKA	-8.372E-03	0.0000	-2.497E-05	0.0000	0.0000	0.0000
3	DL	-0.0258	0.0000	-0.0161	0.0000	0.0000	0.0000
3	WLKI	6.177E-03	0.0000	1.989E-03	0.0000	0.0000	0.0000
3	WLKA	-6.411E-03	0.0000	-2.229E-03	0.0000	0.0000	0.0000
4	DL	-0.0205	0.0000	-0.0252	0.0000	0.0000	0.0000
4	WLKI	4.796E-03	0.0000	3.754E-03	0.0000	0.0000	0.0000
4	WLKA	-5.000E-03	0.0000	-4.092E-03	0.0000	0.0000	0.0000
5	DL	-0.0233	0.0000	-0.0257	0.0000	0.0000	0.0000
5	WLKI	4.982E-03	0.0000	4.190E-03	0.0000	0.0000	0.0000
5	WLKA	-5.239E-03	0.0000	-4.525E-03	0.0000	0.0000	0.0000
6	DL	-0.0262	0.0000	-0.0252	0.0000	0.0000	0.0000
6	WLKI	5.683E-03	0.0000	4.402E-03	0.0000	0.0000	0.0000
6	WLKA	-5.995E-03	0.0000	-4.740E-03	0.0000	0.0000	0.0000
7	DL	-0.0209	0.0000	-0.0161	0.0000	0.0000	0.0000
7	WLKI	4.731E-03	0.0000	2.934E-03	0.0000	0.0000	0.0000
7	WLKA	-5.012E-03	0.0000	-3.173E-03	0.0000	0.0000	0.0000
8	DL	-8.790E-03	0.0000	-1.004E-03	0.0000	0.0000	0.0000
8	WLKI	2.326E-03	0.0000	1.271E-04	0.0000	0.0000	0.0000
8	WLKA	-2.451E-03	0.0000	-1.494E-04	0.0000	0.0000	0.0000
9	DL	-1.061E-04	0.0000	7.380E-03	0.0000	0.0000	0.0000
9	WLKI	1.844E-05	0.0000	-2.155E-03	0.0000	0.0000	0.0000
9	WLKA	-2.303E-05	0.0000	2.246E-03	0.0000	0.0000	0.0000
10	DL	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	WLKI	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	WLKA	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
11	DL	-0.0100	0.0000	-0.0154	0.0000	0.0000	0.0000
11	WLKI	2.448E-03	0.0000	2.853E-03	0.0000	0.0000	0.0000
11	WLKA	-2.589E-03	0.0000	-3.082E-03	0.0000	0.0000	0.0000
12	DL	-0.0182	0.0000	-0.0250	0.0000	0.0000	0.0000
12	WLKI	4.239E-03	0.0000	4.404E-03	0.0000	0.0000	0.0000
12	WLKA	-4.475E-03	0.0000	-4.752E-03	0.0000	0.0000	0.0000
13	DL	-0.0233	0.0000	-0.0292	0.0000	0.0000	0.0000
13	WLKI	5.294E-03	0.0000	4.854E-03	0.0000	0.0000	0.0000
13	WLKA	-5.551E-03	0.0000	-5.230E-03	0.0000	0.0000	0.0000
14	DL	-0.0284	0.0000	-0.0250	0.0000	0.0000	0.0000
14	WLKI	6.567E-03	0.0000	3.590E-03	0.0000	0.0000	0.0000
14	WLKA	-6.846E-03	0.0000	-3.938E-03	0.0000	0.0000	0.0000
15	DL	-0.0366	0.0000	-0.0154	0.0000	0.0000	0.0000
15	WLKI	7.891E-03	0.0000	1.929E-03	0.0000	0.0000	0.0000
15	WLKA	-8.266E-03	0.0000	-2.158E-03	0.0000	0.0000	0.0000

16	DL	-0.0467	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16	WLKI	9.237E-03	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16	WLKA	-9.752E-03	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

SAP2000 v7.42 File: KUDA2 BAJA TIPE I Kgf-cm Units PAGE 2  
10/15/02 7:37:08

Krapyak007

J O I N T R E A C T I O N S

JOINT	LOAD	F1	F2	F3	M1	M2	M3
10	DL	0.0000	0.0000	1784.7811	0.0000	0.0000	0.0000
10	WLKI	-356.3700	0.0000	19.8089	0.0000	0.0000	0.0000
10	WLKA	356.3700	0.0000	19.7811	0.0000	0.0000	0.0000
16	DL	0.0000	0.0000	1784.7811	0.0000	0.0000	0.0000
16	WLKI	0.0000	0.0000	19.7811	0.0000	0.0000	0.0000
16	WLKA	0.0000	0.0000	19.8089	0.0000	0.0000	0.0000

SAP2000 v7.42 File: KUDA2 BAJA TIPE I Kgf-cm Units PAGE 3  
10/15/02 7:37:08

Krapyak007

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
1	DL	0.00	234.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		56.57	234.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		113.14	234.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	WLKI	0.00	25.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		56.57	25.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		113.14	25.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	WLKA	0.00	-20.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		56.57	-20.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		113.14	-20.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	DL	0.00	-1569.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		84.85	-1569.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		169.71	-1569.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	WLKI	0.00	95.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		84.85	95.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		169.71	95.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	WLKA	0.00	-126.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		84.85	-126.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		169.71	-126.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	DL	0.00	-1957.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		84.85	-1957.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		169.71	-1957.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	WLKI	0.00	199.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		84.85	199.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		169.71	199.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	WLKA	0.00	-235.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		84.85	-235.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	169.71	-235.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4 DL	0.00	-1778.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	84.85	-1778.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	169.71	-1778.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4 WLKI	0.00	323.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	84.85	323.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	169.71	323.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4 WLKA	0.00	-349.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	84.85	-349.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	169.71	-349.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5 DL	0.00	-1778.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	84.85	-1778.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	169.71	-1778.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5 WLKI	0.00	255.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	84.85	255.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	169.71	255.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5 WLKA	0.00	-281.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	84.85	-281.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	169.71	-281.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6 DL	0.00	-1957.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	84.85	-1957.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	169.71	-1957.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6 WLKI	0.00	268.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	84.85	268.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	169.71	268.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6 WLKA	0.00	-304.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	84.85	-304.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	169.71	-304.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7 DL	0.00	-1569.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	84.85	-1569.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	169.71	-1569.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7 WLKI	0.00	209.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	84.85	209.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	169.71	209.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7 WLKA	0.00	-240.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	84.85	-240.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	169.71	-240.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8 DL	0.00	234.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	56.57	234.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	113.14	234.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8 WLKI	0.00	-20.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	56.57	-20.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	113.14	-20.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8 WLKA	0.00	25.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	56.57	25.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	113.14	25.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9 DL	0.00	-165.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20.00	-165.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	40.00	-165.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	60.00	-165.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	80.00	-165.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	WLKI						
	0.00	28.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20.00	28.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	40.00	28.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	60.00	28.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	80.00	28.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	WLKA						
	0.00	-35.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	20.00	-35.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	40.00	-35.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	60.00	-35.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	80.00	-35.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	DL						
	0.00	-199.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	72.11	-199.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	144.22	-199.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	WLKI						
	0.00	-393.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	72.11	-393.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	144.22	-393.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	WLKA						
	0.00	385.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	72.11	385.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	144.22	385.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	DL						
	0.00	1333.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	72.11	1333.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	144.22	1333.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	WLKI						
	0.00	-545.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	72.11	-545.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	144.22	-545.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	WLKA						
	0.00	557.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	72.11	557.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	144.22	557.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	DL						
	0.00	1663.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	72.11	1663.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	144.22	1663.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	WLKI						
	0.00	-544.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	72.11	-544.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	144.22	-544.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	WLKA						
	0.00	546.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	72.11	546.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	144.22	546.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	DL						
	0.00	1663.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	72.11	1663.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	144.22	1663.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	WLKI						
	0.00	-310.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	72.11	-310.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	144.22	-310.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	WLKA						
	0.00	312.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	72.11	312.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	144.22	312.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	DL						
	0.00	1333.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	72.11	1333.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	144.22	1333.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

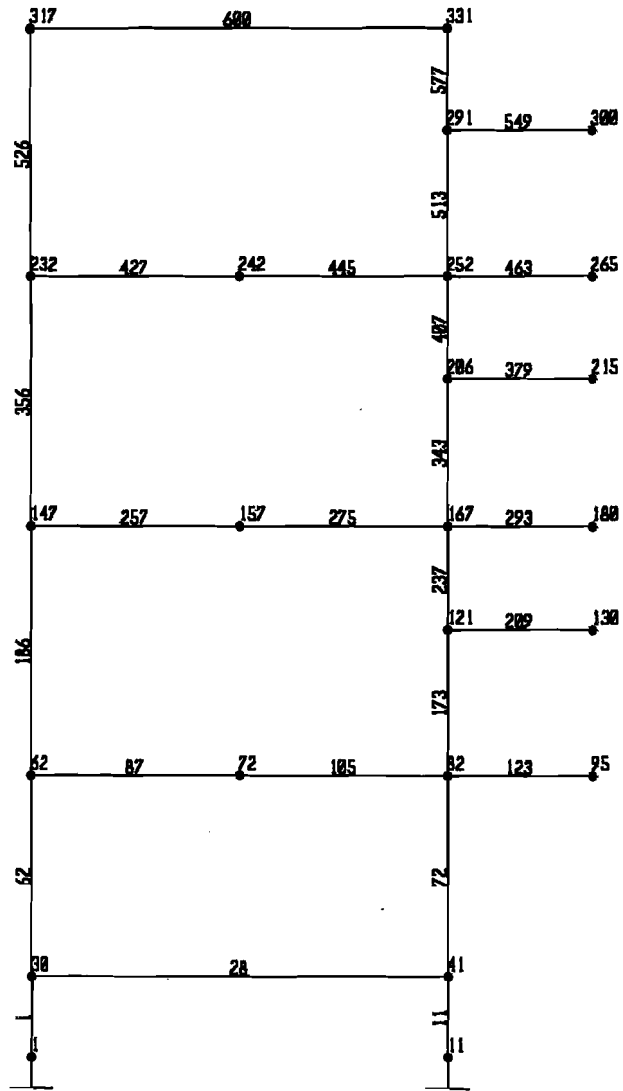
14	WLKI	0.00	-156.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		72.11	-156.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		144.22	-156.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	WLKA	0.00	168.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		72.11	168.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		144.22	168.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	DL	0.00	-199.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		72.11	-199.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		144.22	-199.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	WLKI	0.00	-43.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		72.11	-43.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		144.22	-43.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	WLKA	0.00	34.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		72.11	34.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		144.22	34.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	DL	0.00	-165.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		20.00	-165.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		40.00	-165.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		60.00	-165.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80.00	-165.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	WLKI	0.00	-35.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		20.00	-35.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		40.00	-35.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		60.00	-35.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80.00	-35.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	WLKA	0.00	28.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		20.00	28.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		40.00	28.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		60.00	28.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80.00	28.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	DL	0.00	-1568.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		40.00	-1568.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80.00	-1568.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	WLKI	0.00	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		40.00	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80.00	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	WLKA	0.00	-39.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		40.00	-39.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80.00	-39.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	DL	0.00	1275.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30.00	1275.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		60.00	1275.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		90.00	1275.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		120.00	1275.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	WLKI	0.00	-94.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30.00	-94.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		60.00	-94.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		90.00	-94.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		120.00	-94.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	WLKA	0.00	110.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30.00	110.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		60.00	110.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		90.00	110.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

		120.00	110.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	DL	0.00	-713.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		60.00	-713.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		120.00	-713.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	WLKI	0.00	62.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		60.00	62.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		120.00	62.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19	WLKA	0.00	-73.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		60.00	-73.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		120.00	-73.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	DL	0.00	289.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		63.25	289.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		126.49	289.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	WLKI	0.00	-135.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		63.25	-135.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		126.49	-135.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	WLKA	0.00	126.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		63.25	126.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		126.49	126.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	DL	0.00	-137.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80.00	-137.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		160.00	-137.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	WLKI	0.00	128.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80.00	128.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		160.00	128.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	WLKA	0.00	-120.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80.00	-120.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		160.00	-120.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	DL	0.00	-151.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		72.11	-151.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		144.22	-151.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	WLKI	0.00	-170.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		72.11	-170.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		144.22	-170.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	WLKA	0.00	149.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		72.11	149.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		144.22	149.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	DL	0.00	2150.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		100.00	2150.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		200.00	2150.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	WLKI	0.00	-414.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		100.00	-414.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		200.00	-414.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	WLKA	0.00	440.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		100.00	440.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		200.00	440.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	DL	0.00	-151.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		72.11	-151.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		144.22	-151.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

24	WLKI	0.00	63.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		72.11	63.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		144.22	63.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24	WLKA	0.00	-84.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		72.11	-84.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		144.22	-84.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	DL	0.00	-137.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80.00	-137.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		160.00	-137.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	WLKI	0.00	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80.00	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		160.00	-1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
25	WLKA	0.00	9.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80.00	9.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		160.00	9.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	DL	0.00	289.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		63.25	289.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		126.49	289.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	WLKI	0.00	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		63.25	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		126.49	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	WLKA	0.00	-9.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		63.25	-9.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		126.49	-9.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	DL	0.00	-713.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		60.00	-713.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		120.00	-713.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	WLKI	0.00	84.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		60.00	84.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		120.00	84.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	WLKA	0.00	-95.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		60.00	-95.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		120.00	-95.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	DL	0.00	1275.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30.00	1275.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		60.00	1275.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		90.00	1275.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		120.00	1275.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	WLKI	0.00	-126.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30.00	-126.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		60.00	-126.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		90.00	-126.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		120.00	-126.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	WLKA	0.00	143.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		30.00	143.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		60.00	143.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		90.00	143.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		120.00	143.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	DL	0.00	-1568.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		40.00	-1568.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		80.00	-1568.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00







ivil engineering-iii

R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
68	MATI	0.00	-851.37	-1.85	-43.02	-4.16	-119.51	-15.21
		1.70	-871.00	-1.85	-43.02	-4.16	-46.37	-12.06
		3.40	-890.63	-1.85	-43.02	-4.16	26.77	-8.91
68	HIDUP	0.00	-88.40	7.828E-01	-3.91	-5.260E-01	-14.31	-1.01
		1.70	-88.40	7.828E-01	-3.91	-5.260E-01	-7.67	-2.35
		3.40	-88.40	7.828E-01	-3.91	-5.260E-01	-1.02	-3.68
68	GEMPA1	0.00	-23.60	-33.52	28.06	-10.30	28.30	-30.88
		1.70	-23.60	-33.52	28.06	-10.30	-19.40	26.10
		3.40	-23.60	-33.52	28.06	-10.30	-67.10	83.08
68	GEMPA2	0.00	-99.22	-41.86	-1.85	-3.79	4.81	-36.83
		1.70	-99.22	-41.86	-1.85	-3.79	7.95	34.33
		3.40	-99.22	-41.86	-1.85	-3.79	11.09	105.48
68	GEMPA3	0.00	-123.28	-22.13	-38.58	4.48	-30.36	-17.37
		1.70	-123.28	-22.13	-38.58	4.48	35.22	20.25
		3.40	-123.28	-22.13	-38.58	4.48	100.81	57.87
68	GEMPA4	0.00	-71.72	5.77	-45.69	7.70	-40.36	6.70
		1.70	-71.72	5.77	-45.69	7.70	37.30	-3.11
		3.40	-71.72	5.77	-45.69	7.70	114.97	-12.92
68	GEMPA5	0.00	99.22	41.86	1.85	3.79	-4.81	36.83
		1.70	99.22	41.86	1.85	3.79	-7.95	-34.33
		3.40	99.22	41.86	1.85	3.79	-11.09	-105.48
68	GEMPA6	0.00	23.60	33.52	-28.06	10.30	-28.30	30.88
		1.70	23.60	33.52	-28.06	10.30	19.40	-26.10
		3.40	23.60	33.52	-28.06	10.30	67.10	-83.08
68	GEMPA7	0.00	71.72	-5.77	45.69	-7.70	40.36	-6.70
		1.70	71.72	-5.77	45.69	-7.70	-37.30	3.11
		3.40	71.72	-5.77	45.69	-7.70	-114.97	12.92
68	GEMPA8	0.00	123.28	22.13	38.58	-4.48	30.36	17.37
		1.70	123.28	22.13	38.58	-4.48	-35.22	-20.25
		3.40	123.28	22.13	38.58	-4.48	-100.81	-57.87
68	KOMBO1	0.00	-1163.08	-9.724E-01	-57.88	-5.83	-166.31	-19.88
		1.70	-1186.63	-9.724E-01	-57.88	-5.83	-67.91	-18.23
		3.40	-1210.18	-9.724E-01	-57.88	-5.83	30.49	-16.57
68	KOMBO2A	0.00	-789.84	-35.19	-10.66	-14.04	-79.26	-44.58
		1.70	-807.50	-35.19	-10.66	-14.04	-61.13	15.24
		3.40	-825.16	-35.19	-10.66	-14.04	-43.00	75.06
68	KOMBO2B	0.00	742.63	31.85	-66.78	6.55	-135.86	17.19
		1.70	-760.30	31.85	-66.78	6.55	-22.34	-36.96
		3.40	-777.96	31.85	-66.78	6.55	91.19	-91.10
68	KOMBO3A	0.00	-974.41	-36.65	-18.18	-15.51	-104.79	-49.04
		1.70	-995.02	-36.65	-18.18	-15.51	-73.89	13.26
		3.40	-1015.63	-36.65	-18.18	-15.51	-42.99	75.57
68	KOMBO3B	0.00	-924.85	33.74	-77.10	6.11	-164.22	15.81
		1.70	-945.46	33.74	-77.10	6.11	-33.15	-41.55
		3.40	-966.07	33.74	-77.10	6.11	97.91	-98.91

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
186	MATI	0.00	-469.61	-13.91	-10.57	-4.16	5.63	-31.14
		2.13	-445.07	-13.91	-10.57	-4.16	28.10	-1.58
		4.25	-420.54	-13.91	-10.57	-4.16	50.56	27.98
186	HIDUP	0.00	-28.58	-2.50	-9.561E-02	-6.576E-01	3.33	-5.47
		2.13	-28.58	-2.50	-9.561E-02	-6.576E-01	3.54	-1.666E-01
		4.25	-28.58	-2.50	-9.561E-02	-6.576E-01	3.74	5.14
186	GEMPA1	0.00	122.77	23.02	30.26	-7.46	71.72	48.27
		2.13	122.77	23.02	30.26	-7.46	7.42	-6.367E-01
		4.25	122.77	23.02	30.26	-7.46	-56.89	-49.54
186	GEMPA2	0.00	64.56	30.91	-12.95	7.044E-01	-39.21	65.35
		2.13	64.56	30.91	-12.95	7.044E-01	-11.68	-3.312E-01
		4.25	64.56	30.91	-12.95	7.044E-01	15.85	-66.02
186	GEMPA3	0.00	-40.29	18.60	-47.19	8.18	-122.36	40.70
		2.13	-40.29	18.60	-47.19	8.18	-22.08	1.18
		4.25	-40.29	18.60	-47.19	8.18	78.20	-38.34
186	GEMPA4	0.00	-107.63	-2.02	-50.65	8.98	-128.01	-4.36
		2.13	-107.63	-2.02	-50.65	8.98	-20.39	-7.256E-02
		4.25	-107.63	-2.02	-50.65	8.98	87.23	4.21
186	GEMPA5	0.00	-64.56	-30.91	12.95	-7.044E-01	39.21	-65.35
		2.13	-64.56	-30.91	12.95	-7.044E-01	11.68	3.312E-01
		4.25	-64.56	-30.91	12.95	-7.044E-01	-15.85	66.02
186	GEMPA6	0.00	-122.77	-23.02	-30.26	7.46	-71.72	-48.27
		2.13	-122.77	-23.02	-30.26	7.46	-7.42	6.367E-01
		4.25	-122.77	-23.02	-30.26	7.46	56.89	49.54
186	GEMPA7	0.00	107.63	2.02	50.65	-8.98	128.01	4.36
		2.13	107.63	2.02	50.65	-8.98	20.39	7.256E-02
		4.25	107.63	2.02	50.65	-8.98	-87.23	-4.21
186	GEMPA8	0.00	40.29	-18.60	47.19	-8.18	122.36	-40.70
		2.13	40.29	-18.60	47.19	-8.18	22.08	-1.18
		4.25	40.29	-18.60	47.19	-8.18	-78.20	38.34
186	KOMBO1	0.00	-609.25	-20.69	-12.84	-6.05	12.09	-46.12
		2.13	-579.81	-20.69	-12.84	-6.05	39.38	-2.16
		4.25	-550.37	-20.69	-12.84	-6.05	66.66	41.80
186	KOMBO2A	0.00	-299.87	10.50	20.75	-11.21	76.79	20.25
		2.13	-277.79	10.50	20.75	-11.21	32.70	-2.06
		4.25	-255.71	10.50	20.75	-11.21	-11.38	-24.36
186	KOMBO2B	0.00	-545.42	-35.53	-39.78	3.72	66.65	76.29
		2.13	-523.34	-35.53	-39.78	3.72	17.07	-7.055E-01
		4.25	-501.26	-35.53	-39.78	3.72	102.40	74.72
186	KOMBO3A	0.00	-382.18	7.99	20.61	-12.62	83.32	14.54
		2.13	-356.42	7.99	20.61	-12.62	39.52	-2.43
		4.25	-330.66	7.99	20.61	-12.62	-4.28	-19.41
186	KOMBO3B	0.00	-640.00	-40.34	-42.93	3.05	-67.29	-86.83
		2.13	-614.24	-40.34	-42.93	3.05	23.95	-1.10
		4.25	-588.48	-40.34	-42.93	3.05	115.18	84.63

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
187	MATI	0.00	-662.73	-11.87	-29.93	-5.05	-40.40	-26.64
		2.13	-638.20	-11.87	-29.93	-5.05	23.19	-1.41
		4.25	-613.66	-11.87	-29.93	-5.05	86.79	23.82
187	HIDUP	0.00	-48.47	-2.56	-3.34	-8.192E-01	-3.74	-5.49
		2.13	-48.47	-2.56	-3.34	-8.192E-01	3.35	-4.774E-02
		4.25	-48.47	-2.56	-3.34	-8.192E-01	10.45	5.40
187	GEMPA1	0.00	47.65	37.99	25.99	-7.06	64.16	80.01
		2.13	47.65	37.99	25.99	-7.06	8.93	-7.198E-01
		4.25	47.65	37.99	25.99	-7.06	-46.30	-81.45
187	GEMPA2	0.00	-26.80	50.64	-12.54	2.12	-35.97	107.07
		2.13	-26.80	50.64	-12.54	2.12	-9.32	-5.394E-01
		4.25	-26.80	50.64	-12.54	2.12	17.33	-108.15
187	GEMPA3	0.00	-89.41	30.37	-42.65	9.41	-110.91	65.33
		2.13	-89.41	30.37	-42.65	9.41	-20.29	7.882E-01
		4.25	-89.41	30.37	-42.65	9.41	70.34	-63.76
187	GEMPA4	0.00	-93.61	-3.74	-45.20	9.95	-115.90	-7.97
		2.13	-93.61	-3.74	-45.20	9.95	-19.85	-2.040E-02
		4.25	-93.61	-3.74	-45.20	9.95	76.20	7.93
187	GEMPA5	0.00	26.80	-50.64	12.54	-2.12	35.97	-107.07
		2.13	26.80	-50.64	12.54	-2.12	9.32	5.394E-01
		4.25	26.80	-50.64	12.54	-2.12	-17.33	108.15
187	GEMPA6	0.00	-47.65	-37.99	-25.99	7.06	-64.16	-80.01
		2.13	-47.65	-37.99	-25.99	7.06	-8.93	7.198E-01
		4.25	-47.65	-37.99	-25.99	7.06	46.30	81.45
187	GEMPA7	0.00	93.61	3.74	45.20	-9.95	115.90	7.97
		2.13	93.61	3.74	45.20	-9.95	19.85	2.040E-02
		4.25	93.61	3.74	45.20	-9.95	-76.20	-7.93
187	GEMPA8	0.00	89.41	-30.37	42.65	-9.41	110.91	-65.33
		2.13	89.41	-30.37	42.65	-9.41	20.29	-7.882E-01
		4.25	89.41	-30.37	42.65	-9.41	-70.34	63.76
187	KOMBO1	0.00	-872.83	-18.35	-41.26	-7.37	-54.47	-40.75
		2.13	-843.39	-18.35	-41.26	-7.37	33.20	-1.76
		4.25	-013.95	-10.35	-41.26	-7.37	120.07	37.23
187	KOMBO2A	0.00	-548.81	27.30	-9.456E-01	-11.61	27.79	56.04
		2.13	-526.73	27.30	-9.456E-01	-11.61	29.80	-1.99
		4.25	-504.65	27.30	-9.456E-01	-11.61	31.81	-60.01
187	KOMBO2B	0.00	644.10	48.68	52.93	2.52	100.52	-103.98
		2.13	-622.02	-48.68	-52.93	2.52	11.95	-5.455E-01
		4.25	-599.94	-48.68	-52.93	2.52	124.41	102.89
187	KOMBO3A	0.00	-676.38	25.81	-6.24	-13.23	22.58	52.58
		2.13	-650.62	25.81	-6.24	-13.23	35.84	-2.26
		4.25	-624.86	25.81	-6.24	-13.23	49.10	-57.10
187	KOMBO3B	0.00	-776.43	-53.97	-60.82	1.60	-112.15	-115.44
		2.13	-750.67	-53.97	-60.82	1.60	17.09	-7.505E-01
		4.25	-724.91	-53.97	-60.82	1.60	146.33	113.94

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
188	MATI	0.00	-688.36	-9.82	-34.70	-5.31	-52.36	-22.64
		2.13	-663.82	-9.82	-34.70	-5.31	21.37	-1.76
		4.25	-639.29	-9.82	-34.70	-5.31	95.11	19.12
188	HIDUP	0.00	-52.40	-2.25	-4.17	-1.01	-5.57	-4.88
		2.13	-52.40	-2.25	-4.17	-1.01	3.30	-9.878E-02
		4.25	-52.40	-2.25	-4.17	-1.01	12.16	4.69
188	GEMPA1	0.00	42.78	38.01	23.51	-6.58	58.74	79.93
		2.13	42.78	38.01	23.51	-6.58	8.78	-8.456E-01
		4.25	42.78	38.01	23.51	-6.58	-41.19	-81.62
188	GEMPA2	0.00	-25.23	50.64	-10.96	2.99	-30.66	106.94
		2.13	-25.23	50.64	-10.96	2.99	-7.37	-6.826E-01
		4.25	-25.23	50.64	-10.96	2.99	15.93	-108.30
188	GEMPA3	0.00	-82.82	30.34	-38.43	9.90	-99.02	65.20
		2.13	-82.82	30.34	-38.43	9.90	-17.37	7.248E-01
		4.25	-82.82	30.34	-38.43	9.90	64.29	-63.75
188	GEMPA4	0.00	-86.07	-3.76	-40.92	10.23	-104.52	-7.98
		2.13	-86.07	-3.76	-40.92	10.23	-17.55	1.374E-02
		4.25	-86.07	-3.76	-40.92	10.23	69.41	8.00
188	GEMPA5	0.00	25.23	-50.64	10.96	-2.99	30.66	-106.94
		2.13	25.23	-50.64	10.96	-2.99	7.37	6.826E-01
		4.25	25.23	-50.64	10.96	-2.99	-15.93	108.30
188	GEMPA6	0.00	-42.78	-38.01	-23.51	6.58	-58.74	-79.93
		2.13	-42.78	-38.01	-23.51	6.58	-8.78	8.456E-01
		4.25	-42.78	-38.01	-23.51	6.58	41.19	81.62
188	GEMPA7	0.00	86.07	3.76	40.92	-10.23	104.52	7.98
		2.13	86.07	3.76	40.92	-10.23	17.55	-1.374E-02
		4.25	86.07	3.76	40.92	-10.23	-69.41	-8.00
188	GEMPA8	0.00	82.82	-30.34	38.43	-9.90	99.02	-65.20
		2.13	82.82	-30.34	38.43	-9.90	17.37	-7.248E-01
		4.25	82.82	-30.34	38.43	-9.90	-64.29	63.75
188	KOMBO1	0.00	-909.86	-15.39	-48.31	-8.00	-71.74	-34.98
		2.13	-880.42	-15.39	-48.31	-8.00	30.92	-2.27
		4.25	-850.98	-15.39	-48.31	-8.00	133.59	30.44
188	KOMBO2A	0.00	-576.74	29.17	-7.72	-11.37	11.62	59.55
		2.13	-554.66	29.17	-7.72	-11.37	28.01	-2.43
		4.25	-532.58	29.17	-7.72	-11.37	44.41	-64.41
188	KOMBO2B	0.00	662.30	46.85	54.74	1.80	105.87	100.30
		2.13	-640.22	-46.85	-54.74	1.80	10.46	-7.375E-01
		4.25	-618.14	-46.85	-54.74	1.80	126.78	98.82
188	KOMBO3A	0.00	-710.86	28.18	-14.37	-13.13	3.19	57.08
		2.13	-685.10	28.18	-14.37	-13.13	33.73	-2.80
		4.25	-659.34	28.18	-14.37	-13.13	64.28	-62.67
188	KOMBO3B	0.00	-800.70	-51.64	-63.75	6.927E-01	-120.17	-110.77
		2.13	-774.94	-51.64	-63.75	6.927E-01	15.30	-1.02
		4.25	-749.18	-51.64	-63.75	6.927E-01	150.77	108.72

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
189	MATI	0.00	-692.59	-9.78	-36.98	-6.60	-58.97	-22.64
		2.13	-668.05	-9.78	-36.98	-6.60	19.62	-1.86
		4.25	-643.52	-9.78	-36.98	-6.60	98.20	18.92
189	HIDUP	0.00	-53.22	-2.25	-4.61	-1.29	-6.77	-4.90
		2.13	-53.22	-2.25	-4.61	-1.29	3.03	-1.207E-01
		4.25	-53.22	-2.25	-4.61	-1.29	12.82	4.66
189	GEMPA1	0.00	39.41	37.99	21.37	-6.56	53.11	79.89
		2.13	39.41	37.99	21.37	-6.56	7.70	-8.309E-01
		4.25	39.41	37.99	21.37	-6.56	-37.71	-81.55
189	GEMPA2	0.00	-20.37	50.65	-9.06	4.33	-25.01	106.97
		2.13	-20.37	50.65	-9.06	4.33	-5.76	-6.474E-01
		4.25	-20.37	50.65	-9.06	4.33	13.49	-108.27
189	GEMPA3	0.00	-73.31	30.35	-34.28	11.40	-86.66	65.25
		2.13	-73.31	30.35	-34.28	11.40	-13.81	7.505E-01
		4.25	-73.31	30.35	-34.28	11.40	59.03	-63.75
189	GEMPA4	0.00	-77.26	-3.74	-36.79	11.49	-92.46	-7.90
		2.13	-77.26	-3.74	-36.79	11.49	-14.27	3.812E-02
		4.25	-77.26	-3.74	-36.79	11.49	63.92	7.98
189	GEMPA5	0.00	20.37	-50.65	9.06	-4.33	25.01	-106.97
		2.13	20.37	-50.65	9.06	-4.33	5.76	6.474E-01
		4.25	20.37	-50.65	9.06	-4.33	-13.49	108.27
189	GEMPA6	0.00	-39.41	-37.99	-21.37	6.56	-53.11	-79.89
		2.13	-39.41	-37.99	-21.37	6.56	-7.70	8.309E-01
		4.25	-39.41	-37.99	-21.37	6.56	37.71	81.55
189	GEMPA7	0.00	77.26	3.74	36.79	-11.49	92.46	7.90
		2.13	77.26	3.74	36.79	-11.49	14.27	-3.812E-02
		4.25	77.26	3.74	36.79	-11.49	-63.92	-7.98
189	GEMPA8	0.00	73.31	-30.35	34.28	-11.40	86.66	-65.25
		2.13	73.31	-30.35	34.28	-11.40	13.81	-7.505E-01
		4.25	73.31	-30.35	34.28	-11.40	-59.03	63.75
109	KOMBO1	0.00	-916.26	-15.33	-51.75	-9.98	-81.59	-35.00
		2.13	-886.82	-15.33	-51.75	-9.98	28.38	-2.42
		4.25	-857.38	-15.33	-51.75	-9.98	138.35	30.15
189	KOMBO2A	0.00	-583.92	29.19	-11.91	-12.50	4.159E-02	59.52
		2.13	-561.84	29.19	-11.91	-12.50	25.35	-2.50
		4.25	-539.76	29.19	-11.91	-12.50	50.67	-64.53
189	KOMBO2B	0.00	662.74	46.79	54.65	6.221E-01	106.19	100.26
		2.13	-640.66	-46.79	-54.65	6.221E-01	9.95	-8.413E-01
		4.25	-618.58	-46.79	-54.65	6.221E-01	126.09	98.58
189	KOMBO3A	0.00	-719.36	28.20	-19.29	-14.63	-10.41	57.03
		2.13	-693.60	28.20	-19.29	-14.63	30.59	-2.90
		4.25	-667.84	28.20	-19.29	-14.63	71.59	-62.83
189	KOMBO3B	0.00	-802.13	-51.57	-64.17	-8.508E-01	-121.95	-110.74
		2.13	-776.37	-51.57	-64.17	-8.508E-01	14.42	-1.15
		4.25	-750.60	-51.57	-64.17	-8.508E-01	150.79	108.43

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
190	MATI	0.00	-699.82	-9.85	-39.62	-7.98	-67.92	-22.84
		2.13	-675.28	-9.85	-39.62	-7.98	16.28	-1.91
		4.25	-650.75	-9.85	-39.62	-7.98	100.48	19.03
190	HIDUP	0.00	-54.48	-2.26	-5.14	-1.60	-8.59	-4.95
		2.13	-54.48	-2.26	-5.14	-1.60	2.34	-1.357E-01
		4.25	-54.48	-2.26	-5.14	-1.60	13.27	4.68
190	GEMPA1	0.00	34.75	37.96	19.22	-6.90	46.23	79.86
		2.13	34.75	37.96	19.22	-6.90	5.40	-8.138E-01
		4.25	34.75	37.96	19.22	-6.90	-35.44	-81.49
190	GEMPA2	0.00	-14.41	50.66	-6.58	5.80	-17.65	107.04
		2.13	-14.41	50.66	-6.58	5.80	-3.67	-6.091E-01
		4.25	-14.41	50.66	-6.58	5.80	10.31	-108.26
190	GEMPA3	0.00	-60.87	30.38	-29.60	13.37	-70.93	65.34
		2.13	-60.87	30.38	-29.60	13.37	-8.02	7.763E-01
		4.25	-60.87	30.38	-29.60	13.37	54.89	-63.78
190	GEMPA4	0.00	-65.39	-3.71	-32.21	13.24	-77.09	-7.82
		2.13	-65.39	-3.71	-32.21	13.24	-8.64	6.327E-02
		4.25	-65.39	-3.71	-32.21	13.24	59.81	7.94
190	GEMPA5	0.00	14.41	-50.66	6.58	-5.80	17.65	-107.04
		2.13	14.41	-50.66	6.58	-5.80	3.67	6.091E-01
		4.25	14.41	-50.66	6.58	-5.80	-10.31	108.26
190	GEMPA6	0.00	-34.75	-37.96	-19.22	6.90	-46.23	-79.86
		2.13	-34.75	-37.96	-19.22	6.90	-5.40	8.138E-01
		4.25	-34.75	-37.96	-19.22	6.90	35.44	81.49
190	GEMPA7	0.00	65.39	3.71	32.21	-13.24	77.09	7.82
		2.13	65.39	3.71	32.21	-13.24	8.64	-6.327E-02
		4.25	65.39	3.71	32.21	-13.24	-59.81	-7.94
190	GEMPA8	0.00	60.87	-30.38	29.60	-13.37	70.93	-65.34
		2.13	60.87	-30.38	29.60	-13.37	8.02	-7.763E-01
		4.25	60.87	-30.38	29.60	-13.37	-54.89	63.78
190	KOMBO1	0.00	-926.94	-15.45	-55.78	-12.13	-95.25	-35.33
		2.13	-897.50	-15.45	-55.78	-12.13	23.28	-2.51
		4.25	-868.06	-15.45	-55.78	-12.13	141.81	30.31
190	KOMBO2A	0.00	-595.08	29.10	-16.45	-14.08	-14.90	59.30
		2.13	-573.00	29.10	-16.45	-14.08	20.05	-2.53
		4.25	-550.92	29.10	-16.45	-14.08	55.00	-64.36
190	KOMBO2B	0.00	664.58	46.83	54.88	-2.748E-01	-107.36	-100.42
		2.13	-642.50	-46.83	-54.88	-2.748E-01	9.25	-9.042E-01
		4.25	-620.42	-46.83	-54.88	-2.748E-01	125.87	98.61
190	KOMBO3A	0.00	-732.64	20.09	-24.67	-16.63	-28.18	56.75
		2.13	-706.88	28.09	-24.67	-16.63	24.24	-2.94
		4.25	-681.12	28.09	-24.67	-16.63	76.66	-62.64
190	KOMBO3B	0.00	-805.61	-51.63	-65.02	-2.13	-125.27	-110.96
		2.13	-779.85	-51.63	-65.02	-2.13	12.90	-1.24
		4.25	-754.09	-51.63	-65.02	-2.13	151.07	108.48

ivil engineering-iii

R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
191	MATI	0.00	-712.19	-10.35	-43.51	-7.86	-82.19	-24.19
		2.13	-687.65	-10.35	-43.51	-7.86	10.26	-2.20
		4.25	-663.12	-10.35	-43.51	-7.86	102.71	19.80
191	HIDUP	0.00	-57.43	-2.43	-6.01	-1.64	-11.84	-5.34
		2.13	-57.43	-2.43	-6.01	-1.64	9.341E-01	-1.750E-01
		4.25	-57.43	-2.43	-6.01	-1.64	13.71	4.99
191	GEMPA1	0.00	28.11	38.16	16.23	-10.55	36.01	80.37
		2.13	28.11	38.16	16.23	-10.55	1.52	-7.242E-01
		4.25	28.11	38.16	16.23	-10.55	-32.97	-81.81
191	GEMPA2	0.00	-8.44	50.87	-3.40	2.82	-7.53	107.64
		2.13	-8.44	50.87	-3.40	2.82	-3.098E-01	-4.606E-01
		4.25	-8.44	50.87	-3.40	2.82	6.91	-108.57
191	GEMPA3	0.00	-46.02	30.46	-23.37	13.08	-48.14	65.60
		2.13	-46.02	30.46	-23.37	13.08	1.52	8.716E-01
		4.25	-46.02	30.46	-23.37	13.08	51.17	-63.85
191	GEMPA4	0.00	-50.61	-3.81	-26.00	14.56	-54.57	-7.99
		2.13	-50.61	-3.81	-26.00	14.56	6.675E-01	1.068E-01
		4.25	-50.61	-3.81	-26.00	14.56	55.91	8.20
191	GEMPA5	0.00	8.44	-50.87	3.40	-2.82	7.53	-107.64
		2.13	8.44	-50.07	3.40	-2.82	3.098E-01	4.606E-01
		4.25	8.44	-50.87	3.40	-2.82	-6.91	108.57
191	GEMPA6	0.00	-28.11	-38.16	-16.23	10.55	-36.01	-80.37
		2.13	-28.11	-38.16	-16.23	10.55	-1.52	7.242E-01
		4.25	-28.11	-38.16	-16.23	10.55	32.97	81.81
191	GEMPA7	0.00	50.61	3.81	26.00	-14.56	54.57	7.99
		2.13	50.61	3.81	26.00	-14.56	-6.675E-01	-1.068E-01
		4.25	50.61	3.81	26.00	-14.56	-55.91	-8.20
191	GEMPA8	0.00	46.02	-30.46	23.37	-13.08	48.14	-65.60
		2.13	46.02	-30.46	23.37	-13.08	-1.52	-8.716E-01
		4.25	46.02	-30.46	23.37	-13.08	-51.17	63.85
191	KOMBO1	0.00	-946.52	-16.31	-61.83	-12.06	-117.57	-37.57
		2.13	-917.08	-16.31	-61.83	-12.06	13.81	-2.92
		4.25	-007.64	16.31	-61.83	-12.06	145.18	31.74
191	KOMBO2A	0.00	-612.86	28.84	-22.92	-17.62	-37.96	58.59
		2.13	-590.78	28.84	-22.92	-17.62	10.75	-2.70
		4.25	-568.70	28.84	-22.92	-17.62	59.47	-64.00
191	KOMBO2B	0.00	669.08	-47.48	-55.39	3.47	-109.98	-102.14
		2.13	-647.00	-47.48	-55.39	3.47	7.71	-1.25
		4.25	-624.92	-47.48	-55.39	3.47	125.41	99.63
191	KOMBO3A	0.00	-754.46	27.67	-32.43	-20.36	-55.95	55.62
		2.13	-728.70	27.67	-32.43	-20.36	12.96	-3.18
		4.25	-702.94	27.67	-32.43	-20.36	81.86	-61.97
191	KOMBO3B	0.00	-813.50	-52.47	-66.51	1.79	-131.57	-113.15
		2.13	-787.74	-52.47	-66.51	1.79	9.77	-1.66
		4.25	-761.98	-52.47	-66.51	1.79	151.10	109.84



ivil engineering-iii

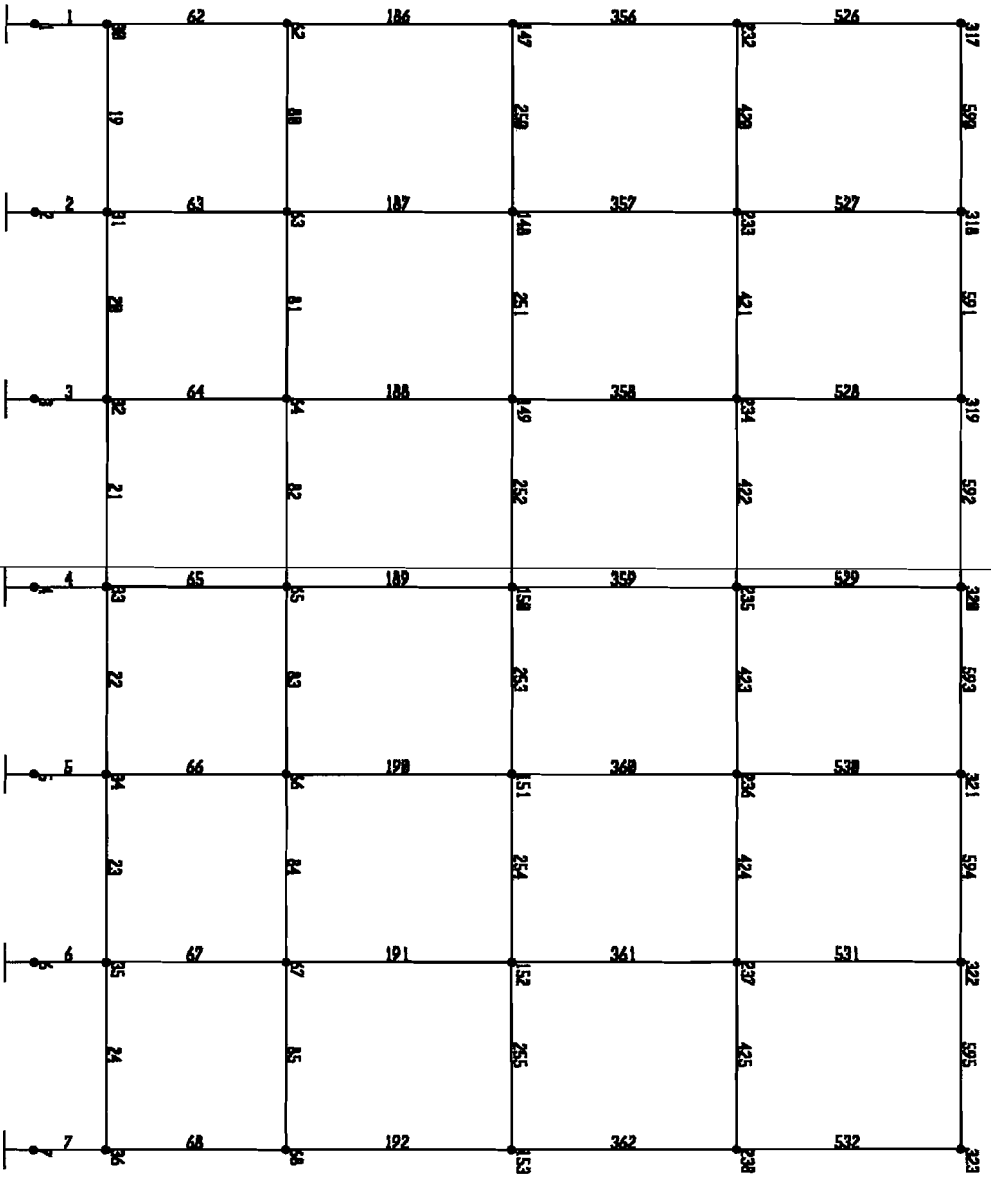
R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
192	MATI	0.00	-596.19	-2.72	-59.42	-5.85	-129.45	-7.71
		2.13	-620.72	-2.72	-59.42	-5.85	-3.20	-1.93
		4.25	-645.25	-2.72	-59.42	-5.85	123.06	3.85
192	HIDUP	0.00	-61.59	3.866E-01	-8.79	-1.13	-17.65	7.504E-01
		2.13	-61.59	3.866E-01	-8.79	-1.13	1.03	-7.109E-02
		4.25	-61.59	3.866E-01	-8.79	-1.13	19.70	-8.926E-01
192	GEMPA1	0.00	-13.75	-26.88	11.11	-14.49	28.37	-57.82
		2.13	-13.75	-26.88	11.11	-14.49	4.76	-6.937E-01
		4.25	-13.75	-26.88	11.11	-14.49	-18.84	56.43
192	GEMPA2	0.00	-63.06	-34.82	-5.361E-01	-3.33	-2.43	-74.30
		2.13	-63.06	-34.82	-5.361E-01	-3.33	-1.29	-3.007E-01
		4.25	-63.06	-34.82	-5.361E-01	-3.33	-1.552E-01	73.69
192	GEMPA3	0.00	-80.53	-19.87	-14.87	9.81	-42.36	-41.08
		2.13	-80.53	-19.87	-14.87	9.81	-10.75	1.15
		4.25	-80.53	-19.87	-14.87	9.81	20.85	43.37
192	GEMPA4	0.00	-48.13	3.65	-17.93	13.41	-49.44	7.86
		2.13	-48.13	3.65	-17.93	13.41	-11.34	9.399E-02
		4.25	-48.13	3.65	-17.93	13.41	26.77	-7.67
192	GEMPA5	0.00	63.06	34.82	5.361E-01	3.33	2.43	74.30
		2.13	63.06	34.82	5.361E-01	3.33	1.29	3.007E-01
		4.25	63.06	34.82	5.361E-01	3.33	1.552E-01	-73.69
192	GEMPA6	0.00	13.75	26.88	-11.11	14.49	-28.37	57.82
		2.13	13.75	26.88	-11.11	14.49	-4.76	6.937E-01
		4.25	13.75	26.88	-11.11	14.49	18.84	-56.43
192	GEMPA7	0.00	48.13	-3.65	17.93	-13.41	49.44	-7.86
		2.13	48.13	-3.65	17.93	-13.41	11.34	-9.399E-02
		4.25	48.13	-3.65	17.93	-13.41	-26.77	7.67
192	GEMPA8	0.00	80.53	19.87	14.87	-9.81	42.36	41.08
		2.13	80.53	19.87	14.87	-9.81	10.75	-1.15
		4.25	80.53	19.87	14.87	-9.81	-20.85	-43.37
192	KOMBO1	0.00	-813.98	-2.64	-85.36	-8.84	-183.58	-8.05
		2.13	-843.42	-2.64	-85.36	-8.84	-2.19	-2.43
		4.25	-872.86	-2.64	-85.36	-8.84	179.20	3.19
192	KOMBO2A	0.00	-550.32	-29.33	-42.37	-19.76	-88.14	-64.76
		2.13	-572.40	-29.33	-42.37	-19.76	1.89	-2.43
		4.25	-594.48	-29.33	-42.37	-19.76	91.92	59.90
192	KOMBO2B	0.00	-522.81	24.44	-64.58	9.22	-144.88	50.89
		2.13	-544.89	24.44	-64.58	9.22	-7.64	-1.04
		4.25	-566.97	24.44	-64.58	9.22	129.59	-52.97
192	KOMBO3A	0.00	-679.24	-30.84	-56.26	22.07	-117.26	-68.33
		2.13	-705.00	-30.84	-56.26	-22.07	2.29	-2.80
		4.25	-730.76	-30.84	-56.26	-22.07	121.85	62.73
192	KOMBO3B	0.00	-650.36	25.62	-79.59	8.35	-176.83	53.09
		2.13	-676.12	25.62	-79.59	8.35	-7.71	-1.34
		4.25	-701.88	25.62	-79.59	8.35	161.41	-55.78

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
173	MATI	0.00	-832.62	8.57	21.39	-6.05	94.39	50.25
		1.25	-818.18	8.57	21.39	-6.05	67.66	39.54
		2.50	-803.75	8.57	21.39	-6.05	40.92	28.82
173	HIDUP	0.00	-84.04	-3.75	1.52	-1.11	6.95	-6.60
		1.25	-84.04	-3.75	1.52	-1.11	5.05	-1.92
		2.50	-84.04	-3.75	1.52	-1.11	3.15	2.77
173	GEMPA1	0.00	148.51	45.68	34.18	-4.57	74.43	35.95
		1.25	148.51	45.68	34.18	-4.57	31.70	-21.14
		2.50	148.51	45.68	34.18	-4.57	-11.03	-78.24
173	GEMPA2	0.00	230.76	44.54	-11.74	5.00	-39.18	36.45
		1.25	230.76	44.54	-11.74	5.00	-24.51	-19.22
		2.50	230.76	44.54	-11.74	5.00	-9.84	-74.89
173	GEMPA3	0.00	168.78	14.12	-49.25	10.41	-124.85	13.66
		1.25	168.78	14.12	-49.25	10.41	-63.29	-3.99
		2.50	168.78	14.12	-49.25	10.41	-1.72	-21.64
173	GEMPA4	0.00	36.84	-15.98	-54.19	9.50	-131.07	-11.60
		1.25	36.84	-15.98	-54.19	9.50	-63.33	8.38
		2.50	36.84	-15.98	-54.19	9.50	4.41	28.35
173	GEMPA5	0.00	-230.76	-44.54	11.74	-5.00	39.18	-36.45
		1.25	-230.76	-44.54	11.74	-5.00	24.51	19.22
		2.50	-230.76	-44.54	11.74	-5.00	9.84	74.89
173	GEMPA6	0.00	-148.51	-45.68	-34.18	4.57	-74.43	-35.95
		1.25	-148.51	-45.68	-34.18	4.57	-31.70	21.14
		2.50	-148.51	-45.68	-34.18	4.57	11.03	78.24
173	GEMPA7	0.00	-36.84	15.98	54.19	-9.50	131.07	11.60
		1.25	-36.84	15.98	54.19	-9.50	63.33	-8.38
		2.50	-36.84	15.98	54.19	-9.50	-4.41	-28.35
173	GEMPA8	0.00	-168.78	-14.12	49.25	-10.41	124.85	-13.66
		1.25	-168.78	-14.12	49.25	-10.41	63.29	3.99
		2.50	-168.78	-14.12	49.25	-10.41	1.72	21.64
173	KOMBO1	0.00	-1133.60	4.28	28.10	-9.03	124.39	49.73
		1.25	-1116.29	4.28	28.10	-9.03	89.27	44.37
		2.50	1098.97	4.28	28.10	-9.03	54.15	39.02
173	KOMBO2A	0.00	-600.84	53.39	53.43	-10.01	159.39	81.17
		1.25	-587.85	53.39	53.43	-10.01	92.59	14.44
		2.50	-574.87	53.39	53.43	-10.01	25.80	52.30
173	KOMBO2B	0.00	-897.87	-37.96	-14.94	-8.726E-01	10.52	9.27
		1.25	-884.88	-37.96	-14.94	-8.726E-01	29.19	56.73
		2.50	-871.89	-37.96	-14.94	-8.726E-01	47.86	104.18
173	KOMBO3A	0.00	-771.26	54.59	59.31	-11.84	181.65	86.34
		1.25	-756.10	54.59	59.31	-11.84	107.51	18.10
		2.50	-740.95	54.59	59.31	-11.84	33.37	-50.14
173	KOMBO3B	0.00	-1083.13	-41.32	-12.48	-2.25	25.33	10.85
		1.25	-1067.98	-41.32	-12.48	-2.25	40.93	62.51
		2.50	-1052.82	-41.32	-12.48	-2.25	56.53	114.16



civil engineering-iii

STATIC LOAD CASES

STATIC CASE	CASE TYPE	SELF WT FACTOR
MATI	DEAD	1.0000
HIDUP	LIVE	0.0000
GEMPA1	QUAKE	0.0000
GEMPA2	QUAKE	0.0000
GEMPA3	QUAKE	0.0000
GEMPA4	QUAKE	0.0000
GEMPA5	QUAKE	0.0000
GEMPA6	QUAKE	0.0000
GEMPA7	QUAKE	0.0000
GEMPA8	QUAKE	0.0000

civil engineering-iii

JOINT DATA

JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	RESTRAINTS	ANGLE-A	ANGLE-B	ANGLE-C
1	0.00000	0.00000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
2	3.60000	0.00000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
3	7.20000	0.00000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
4	10.80000	0.00000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
5	14.40000	0.00000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
6	18.00000	0.00000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
7	21.60000	0.00000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
8	25.20000	1.80000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
9	28.80000	1.80000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
10	28.80000	5.40000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
11	0.00000	7.20000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
12	3.60000	7.20000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
13	7.20000	7.20000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
14	10.80000	7.20000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
15	14.40000	7.20000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
16	18.00000	7.20000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
17	21.60000	7.20000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
18	23.40000	9.00000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
19	30.60000	9.00000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
20	23.40000	12.60000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
21	30.60000	12.60000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
22	23.40000	16.20000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
23	30.60000	16.20000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
24	23.40000	19.80000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
25	30.60000	19.80000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
26	23.40000	23.40000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
27	30.60000	23.40000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
28	23.40000	27.00000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
29	30.60000	27.00000	-1.35000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
30	0.00000	0.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
31	3.60000	0.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
32	7.20000	0.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
33	10.80000	0.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
34	14.40000	0.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
35	18.00000	0.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
36	21.60000	0.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
37	21.60000	1.80000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
38	25.20000	1.80000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
39	28.80000	1.80000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
40	28.80000	5.40000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
41	0.00000	7.20000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
42	3.60000	7.20000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
43	7.20000	7.20000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
44	10.80000	7.20000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
45	14.40000	7.20000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
46	18.00000	7.20000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
47	21.60000	7.20000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
48	21.60000	9.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
49	23.40000	9.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
50	28.80000	9.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
51	30.60000	9.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
52	23.40000	12.60000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
53	30.60000	12.60000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
54	23.40000	16.20000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
55	30.60000	16.20000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
56	23.40000	19.80000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
57	30.60000	19.80000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
58	23.40000	23.40000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
59	30.60000	23.40000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
60	23.40000	27.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
61	30.60000	27.00000	0.00000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
62	0.00000	0.00000	3.40000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000



civil engineering-iii

FRAME ELEMENT DATA

FRAME	JNT-1	JNT-2	SECTION	ANGLE	RELEASES	SEGMENTS	R1	R2	FACTOR	LENGTH
1	1	30	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.350
2	2	31	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.350
3	3	32	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.350
4	4	33	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.350
5	5	34	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.350
6	6	35	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.350
7	36	7	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.350
8	8	38	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.350
9	9	39	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.350
10	10	40	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.350
11	41	11	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.350
12	19	51	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.350
13	21	53	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.350
14	23	55	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.350
15	25	57	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.350
16	27	59	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.350
17	28	60	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.350
18	29	61	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.350
19	31	30	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
20	32	31	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
21	33	32	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
22	34	33	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
23	35	34	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
24	36	35	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
25	37	36	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
26	30	37	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
27	39	38	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
28	30	41	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	7.200
29	40	39	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
30	41	42	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
31	42	43	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
32	43	44	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
33	44	45	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
34	45	46	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
35	46	47	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
36	50	40	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
37	47	48	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.800
38	48	49	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.800
39	51	50	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.800
40	49	52	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
41	53	51	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
42	52	54	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
43	55	53	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
44	54	56	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
45	57	55	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
46	56	58	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
47	59	57	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
48	58	60	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
49	61	59	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
50	60	61	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	7.200
51	63	12	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.750
52	13	64	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.750
53	14	65	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.750
54	15	66	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.750
55	16	67	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.750
56	68	17	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.750
57	90	18	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.750
58	103	20	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.750
59	107	22	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.750
60	111	24	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.750
61	115	26	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	4.750
62	30	62	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	3.400
63	31	63	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	3.400
64	32	64	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	3.400
65	33	65	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	3.400
66	34	66	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	3.400
67	35	67	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	3.400
68	68	36	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	3.400
69	38	70	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	3.400
70	71	39	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	3.400
71	40	81	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	3.400
72	82	41	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	3.400
73	51	94	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	3.400
74	53	105	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	3.400
75	55	109	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	3.400
76	57	113	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	3.400
77	59	117	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	3.400
78	60	119	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	3.400
79	61	120	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	3.400
80	62	63	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
81	63	64	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
82	64	65	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
83	65	66	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
84	66	67	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
85	67	68	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600

86	68	69	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.800
87	72	62	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
88	63	73	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
89	64	74	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
90	65	75	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
91	66	76	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
92	67	77	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
93	70	69	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
94	71	70	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
95	69	78	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.800
96	72	73	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
97	73	74	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
98	74	75	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
99	75	76	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
100	76	77	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
101	77	78	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
102	70	80	B25X40	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
103	71	81	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
104	78	79	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.800
105	82	72	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
106	73	83	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
107	74	84	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
108	75	85	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
109	76	86	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
110	77	87	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
111	80	79	B25X40	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
112	81	80	B25X40	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
113	79	88	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.800
114	82	83	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
115	83	84	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
116	84	85	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
117	85	86	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
118	86	87	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
119	87	88	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
120	80	91	B25X40	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
121	01	03	D50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
122	88	89	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.800
123	95	82	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	2.500
124	83	96	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	2.500
125	84	97	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	2.500
126	85	98	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	2.500
127	86	99	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	2.500
128	87	100	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	2.500
129	90	89	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.800
130	91	90	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.800
131	92	91	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.800
132	93	92	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.800
133	94	93	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.800
134	95	96	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
135	96	97	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
136	97	98	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
137	98	99	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
138	99	100	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
139	100	101	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	2.900
140	103	90	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
141	92	104	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
142	105	94	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
143	102	101	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	2.900
144	103	102	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	2.500
145	104	103	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
146	105	104	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
147	106	102	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
148	107	103	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
149	104	108	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
150	109	105	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
151	107	106	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	2.500
152	108	107	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
153	109	108	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
154	110	106	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
155	111	107	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
156	108	112	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
157	113	109	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
158	111	110	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	2.500
159	112	111	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
160	113	112	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
161	114	110	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
162	115	111	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
163	112	116	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
164	117	113	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
165	115	114	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	2.500
166	116	115	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
167	116	117	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
168	114	118	B25X30	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
169	115	119	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
170	117	120	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	3.600
171	119	118	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	2.500
172	119	120	B50X50	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	7.200
173	82	121	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.500
174	83	122	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.500
175	84	123	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.500
176	85	124	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.500
177	86	125	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.500
178	87	126	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.500
179	127	88	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.500
180	90	129	K70X70	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.500

civil engineering-iii

M A T E R I A L P R O P E R T Y D A T A

MAT LABEL	MODULUS OF ELASTICITY	POISSON'S RATIO	THERMAL COEFF	WEIGHT PER UNIT VOL	MASS PER UNIT VOL
STEEL	199957598	0.300	1.170E-05	76.815	7.827
CONC	23500000.0	0.200	9.900E-06	23.562	2.401
OTHER	24821128.4	0.200	9.900E-06	23.562	2.401

civil engineering-iii

M A T E R I A L D E S I G N D A T A

MAT LABEL	DESIGN CODE	STEEL FY	CONCRETE FC	REBAR FY	CONCRETE FCS	REBAR FYS
STEEL	S	245166.255				
CONC	C		25000.000	400000.000	27579.032	275790.320
OTHER	N					

civil engineering-iii

F R A M E S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

SECTION LABEL	MAT LABEL	SECTION TYPE	DEPTH	FLANGE WIDTH TOP	FLANGE THICK TOP	WEB THICK	FLANGE WIDTH BOTTOM	FLANGE THICK BOTTOM
FSEC1	CONC		0.500	0.300	0.000	0.000	0.000	0.000
B25X30	CONC		0.500	0.300	0.000	0.000	0.000	0.000
B50X50	CONC		0.500	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000
K70X70	CONC		0.700	0.700	0.000	0.000	0.000	0.000
B15X15	CONC		0.150	0.150	0.000	0.000	0.000	0.000
B25X40	CONC		0.400	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000

civil engineering-iii

F R A M E S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

SECTION LABEL	AREA	TORSIONAL INERTIA	MOMENTS OF INERTIA		SHEAR AREAS	
			I33	I22	A2	A3
FSEC1	0.150	2.817E-03	3.125E-03	1.125E-03	0.125	0.125
B25X30	0.150	2.817E-03	3.125E-03	1.125E-03	0.125	0.125
B50X50	0.250	8.802E-03	5.208E-03	5.208E-03	0.208	0.208
K70X70	0.490	3.381E-02	2.001E-02	2.001E-02	0.408	0.408
B15X15	2.250E-02	7.130E-05	4.219E-05	4.219E-05	1.875E-02	1.875E-02
B25X40	0.100	1.273E-03	1.333E-03	5.208E-04	8.333E-02	8.333E-02

civil engineering-iii

F R A M E S E C T I O N P R O P E R T Y D A T A

SECTION LABEL	SECTION MODULII		PLASTIC MODULII		RADI OF GYRATION	
	S33	S22	Z33	Z22	R33	R22
FSEC1	1.250E-02	7.500E-03	1.875E-02	1.125E-02	0.144	8.660E-02
B25X30	1.250E-02	7.500E-03	1.875E-02	1.125E-02	0.144	8.660E-02
B50X50	2.083E-02	2.083E-02	3.125E-02	3.125E-02	0.144	0.144
K70X70	5.717E-02	5.717E-02	8.575E-02	8.575E-02	0.202	0.202
B15X15	5.625E-04	5.625E-04	8.438E-04	8.438E-04	4.330E-02	4.330E-02
B25X40	6.667E-03	4.167E-03	1.000E-02	6.250E-03	0.115	7.217E-02



civil engineering-iii

FRAME SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	TOTAL WEIGHT	TOTAL MASS
FSEC1	254.465	25.928
B25X30	1191.746	121.427
B50X50	6485.330	660.793
K70X70	5859.181	596.994
B15K15	0.000	0.000
B25X40	135.715	13.828

civil engineering-iii

SHELL SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	MAT LABEL	SHELL TYPE	MEMBRANE THICK	BENDING THICK	MATERIAL ANGLE
SSEC1	CONC	4	1.000	1.000	0.000

civil engineering-iii

SHELL SECTION PROPERTY DATA

SECTION LABEL	TOTAL WEIGHT	TOTAL MASS
SSEC1	0.000	0.000

civil engineering-iii

GROUP DATA Group B.ATAP

Frames	597	598	610	609	621	619	607	618	606	599
Frames	608	611	620	624	623	622				

civil engineering-iii

GROUP DATA Group B.KOLOM

Frames	62	186	356	526	532	362	192	68	63	187
Frames	357	527	64	188	358	528	65	109	350	529
Frames	66	190	360	530	67	191	361	531	534	364
Frames	194	70	69	193	363	533	71	195	365	535
Frames	73	196	366	536	74	197	367	537	75	198
Frames	368	538	76	199	369	539	77	200	370	540

civil engineering-iii

GROUP MASS DATA

GROUP	M-X	M-Y	M-Z
B.INDUK	1418.970	1418.970	1418.970
B.ATAP	20.742	20.742	20.742
B.KOLOM	284.969	284.969	284.969
B.ANAK	0.000	0.000	0.000
B.TEMBOK	0.000	0.000	0.000

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
1	MATI	0.00	-694.02	-12.69	-42.45	-5.73	-11.85	-16.56
		6.8E-01	-686.22	-12.69	-42.45	-5.73	16.80	-7.99
		1.35	-678.43	-12.69	-42.45	-5.73	45.45	5.728E-01
1	HIDUP	0.00	-44.22	-1.73	7.185E-01	-4.151E-01	9.04	-4.81
		6.8E-01	-44.22	-1.73	7.185E-01	-4.151E-01	8.56	-3.65
		1.35	-44.22	-1.73	7.185E-01	-4.151E-01	8.07	-2.48
1	GEMPA1	0.00	211.02	29.35	40.37	-6.06	144.21	84.89
		6.8E-01	211.02	29.35	40.37	-6.06	116.96	65.08
		1.35	211.02	29.35	40.37	-6.06	89.71	45.27
1	GEMPA2	0.00	127.36	38.98	-10.92	-3.28	-51.51	110.65
		6.8E-01	127.36	38.98	-10.92	-3.28	-44.14	84.34
		1.35	127.36	38.98	-10.92	-3.28	-36.76	58.03
1	GEMPA3	0.00	-44.52	22.73	-56.61	1.49	-217.52	63.33
		6.8E-01	-44.52	22.73	-56.61	1.49	-179.30	47.99
		1.35	-44.52	22.73	-56.61	1.49	-141.09	32.65
1	GEMPA4	0.00	-165.85	-2.80	-63.41	3.92	-237.64	-9.78
		6.8E-01	-165.85	-2.80	-63.41	3.92	-194.84	-7.89
		1.35	-165.85	-2.80	-63.41	3.92	-152.04	-6.00
1	GEMPA5	0.00	-127.36	-38.98	10.92	3.28	51.51	-110.65
		6.8E-01	-127.36	-38.98	10.92	3.28	44.14	-84.34
		1.35	-127.36	-38.98	10.92	3.28	36.76	-58.03
1	GEMPA6	0.00	-211.02	-29.35	-40.37	6.06	-144.21	-84.89
		6.8E-01	-211.02	-29.35	-40.37	6.06	-116.96	-65.08
		1.35	-211.02	-29.35	-40.37	6.06	-89.71	-45.27
1	GEMPA7	0.00	165.85	2.80	63.41	-3.92	237.64	9.78
		6.8E-01	165.85	2.80	63.41	-3.92	194.84	7.89
		1.35	165.85	2.80	63.41	-3.92	152.04	6.00
1	GEMPA8	0.00	44.52	-22.73	56.61	-1.49	217.52	-63.33
		6.8E-01	44.52	-22.73	56.61	-1.49	179.30	-47.99
		1.35	44.52	-22.73	56.61	-1.49	141.09	-32.65
1	KOMBO1	0.00	-903.57	-17.99	-49.79	-7.53	2.408E-01	-27.57
		6.8E-01	-894.22	-17.99	-49.79	-7.53	33.85	-15.43
		1.35	-884.86	-17.99	-49.79	-7.53	67.45	-3.28
1	KOMBO2A	0.00	-413.59	17.93	2.17	-11.21	133.54	69.99
		6.8E-01	-406.58	17.93	2.17	-11.21	132.08	57.89
		1.35	-399.56	17.93	2.17	-11.21	130.61	45.79
1	KOMBO2B	0.00	835.64	-40.77	-78.57	9.041E-01	-154.88	-99.80
		6.8E-01	-828.63	-40.77	-78.57	9.041E-01	-101.84	-72.28
		1.35	-821.61	-40.77	-78.57	9.041E-01	-48.80	-44.76
1	KOMBO3A	0.00	-535.00	16.40	-1.72	-12.63	144.67	68.72
		6.8E-01	-526.82	16.40	-1.72	-12.63	145.83	57.65
		1.35	-518.63	16.40	-1.72	-12.63	147.00	46.58
1	KOMBO3B	0.00	-978.15	-45.23	-86.51	8.658E-02	-158.17	-109.56
		6.8E-01	-969.97	-45.23	-86.51	8.658E-02	-99.78	-79.03
		1.35	-961.78	-45.23	-86.51	8.658E-02	-41.39	-48.50

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
62	MATI	0.00	-641.80	-12.58	-24.36	-2.14	19.65	-26.25
		1.70	-622.18	-12.58	-24.36	-2.14	61.06	-4.86
		3.40	-602.55	-12.58	-24.36	-2.14	102.47	16.52
62	HIDUP	0.00	-43.74	-2.19	6.384E-02	-5.913E-01	10.62	-4.59
		1.70	-43.74	-2.19	6.384E-02	-5.913E-01	10.52	-8.649E-01
		3.40	-43.74	-2.19	6.384E-02	-5.913E-01	10.41	2.86
62	GEMPA1	0.00	182.99	29.03	39.42	-8.79	123.58	75.90
		1.70	182.99	29.03	39.42	-8.79	56.56	26.55
		3.40	182.99	29.03	39.42	-8.79	-10.46	-22.81
62	GEMPA2	0.00	106.46	37.99	-11.01	-3.11	-48.67	99.83
		1.70	106.46	37.99	-11.01	-3.11	-29.95	35.24
		3.40	106.46	37.99	-11.01	-3.11	-11.22	-29.34
62	GEMPA3	0.00	-44.26	21.71	-55.81	4.36	-191.70	58.05
		1.70	-44.26	21.71	-55.81	4.36	-96.82	21.14
		3.40	-44.26	21.71	-55.81	4.36	-1.94	-15.78
62	GEMPA4	0.00	-148.21	-3.17	-62.41	7.21	-207.41	-8.18
		1.70	-148.21	-3.17	-62.41	7.21	-101.31	-2.79
		3.40	-148.21	-3.17	-62.41	7.21	4.78	2.61
62	GEMPA5	0.00	-106.46	-37.99	11.01	3.11	48.67	-99.83
		1.70	-106.46	-37.99	11.01	3.11	29.95	-35.24
		3.40	-106.46	-37.99	11.01	3.11	11.22	29.34
62	GEMPA6	0.00	-182.99	-29.03	-39.42	8.79	-123.58	-75.90
		1.70	-182.99	-29.03	-39.42	8.79	-56.56	-26.55
		3.40	-182.99	-29.03	-39.42	8.79	10.46	22.81
62	GEMPA7	0.00	148.21	3.17	62.41	-7.21	207.41	8.18
		1.70	148.21	3.17	62.41	-7.21	101.31	2.79
		3.40	148.21	3.17	62.41	-7.21	-4.78	-2.61
62	GEMPA8	0.00	44.26	-21.71	55.81	-4.36	191.70	-58.05
		1.70	44.26	-21.71	55.81	-4.36	96.82	-21.14
		3.40	44.26	-21.71	55.81	-4.36	1.94	15.78
62	KOMBO1	0.00	-840.14	-18.60	-29.13	-3.52	40.58	-38.84
		1.70	-816.59	-18.60	-29.13	-3.52	90.09	-7.22
		3.40	-793.04	-18.60	-29.13	-3.52	139.61	24.40
62	KOMBO2A	0.00	-394.63	17.71	17.50	-10.72	141.26	52.28
		1.70	-376.97	17.71	17.50	-10.72	111.51	22.17
		3.40	-359.31	17.71	17.50	-10.72	81.77	-7.94
62	KOMBO2B	0.00	-760.61	-40.35	-61.35	6.86	-105.90	-99.52
		1.70	-742.95	-40.35	-61.35	6.86	-1.61	-30.93
		3.40	-725.28	-40.35	-61.35	6.86	102.68	37.67
62	KOMBO3A	0.00	-509.31	15.90	15.86	-11.85	157.08	49.25
		1.70	-488.70	15.90	15.86	-11.85	130.13	22.23
		3.40	-468.09	15.90	15.86	-11.85	103.17	-4.80
62	KOMBO3B	0.00	-893.59	-45.07	-66.93	6.60	-102.44	-110.15
		1.70	-872.98	-45.07	-66.93	6.60	11.34	-33.53
		3.40	-852.37	-45.07	-66.93	6.60	125.13	43.09



civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
186	MATI	0.00	-469.61	-13.91	-10.57	-4.16	5.63	-31.14
		2.13	-445.07	-13.91	-10.57	-4.16	28.10	-1.58
		4.25	-420.54	-13.91	-10.57	-4.16	50.56	27.98
186	HIDUP	0.00	-28.58	-2.50	-9.561E-02	-6.576E-01	3.33	-5.47
		2.13	-28.58	-2.50	-9.561E-02	-6.576E-01	3.54	-1.666E-01
		4.25	-28.58	-2.50	-9.561E-02	-6.576E-01	3.74	5.14
186	GEMPA1	0.00	122.77	23.02	30.26	-7.46	71.72	48.27
		2.13	122.77	23.02	30.26	-7.46	7.42	-6.367E-01
		4.25	122.77	23.02	30.26	-7.46	-56.89	-49.54
186	GEMPA2	0.00	64.56	30.91	-12.95	7.044E-01	-39.21	65.35
		2.13	64.56	30.91	-12.95	7.044E-01	-11.68	-3.312E-01
		4.25	64.56	30.91	-12.95	7.044E-01	15.85	-66.02
186	GEMPA3	0.00	-40.29	18.60	-47.19	8.18	-122.36	40.70
		2.13	-40.29	18.60	-47.19	8.18	-22.08	1.18
		4.25	-40.29	18.60	-47.19	8.18	78.20	-38.34
186	GEMPA4	0.00	-107.63	-2.02	-50.65	8.98	-128.01	-4.36
		2.13	-107.63	-2.02	-50.65	8.98	-20.39	-7.256E-02
		4.25	-107.63	-2.02	-50.65	8.98	87.23	4.21
186	GEMPA5	0.00	-64.56	-30.91	12.95	-7.044E-01	39.21	-65.35
		2.13	-64.56	-30.91	12.95	-7.044E-01	11.68	3.312E-01
		4.25	-64.56	-30.91	12.95	-7.044E-01	-15.85	66.02
186	GEMPA6	0.00	-122.77	-23.02	-30.26	7.46	-71.72	-48.27
		2.13	-122.77	-23.02	-30.26	7.46	-7.42	6.367E-01
		4.25	-122.77	-23.02	-30.26	7.46	56.89	49.54
186	GEMPA7	0.00	107.63	2.02	50.65	-8.98	128.01	4.36
		2.13	107.63	2.02	50.65	-8.98	20.39	7.256E-02
		4.25	107.63	2.02	50.65	-8.98	-87.23	-4.21
186	GEMPA8	0.00	40.29	-18.60	47.19	-8.18	122.36	-40.70
		2.13	40.29	-18.60	47.19	-8.18	22.08	-1.18
		4.25	40.29	-18.60	47.19	-8.18	-78.20	38.34
186	KOMBO1	0.00	-609.25	-20.69	-12.84	-6.05	12.09	-46.12
		2.13	-579.81	-20.69	-12.84	-6.05	39.38	-2.16
		4.25	-550.37	-20.69	-12.84	-6.05	66.66	41.80
186	KOMBO2A	0.00	-299.87	10.50	20.75	-11.21	76.79	20.25
		2.13	-277.79	10.50	20.75	-11.21	32.70	-2.06
		4.25	-255.71	10.50	20.75	-11.21	-11.38	-24.36
186	KOMBO2B	0.00	-545.42	-35.53	-39.78	3.72	-66.65	-76.29
		2.13	-523.34	-35.53	-39.78	3.72	17.87	-7.855E-01
		4.25	-501.26	-35.53	-39.78	3.72	102.40	74.72
186	KOMBO3A	0.00	-382.18	7.99	20.61	-12.62	83.32	14.54
		2.13	-356.42	7.99	20.61	-12.62	39.52	-2.43
		4.25	-330.66	7.99	20.61	-12.62	-4.28	-19.41
186	KOMBO3B	0.00	-640.00	-40.34	-42.93	3.05	-67.29	-86.83
		2.13	-614.24	-40.34	-42.93	3.05	23.95	-1.10
		4.25	-588.48	-40.34	-42.93	3.05	115.18	84.63

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
356	MATI	0.00	-290.65	-14.87	-11.17	-2.28	-21.61	-27.76
		2.13	-266.11	-14.87	-11.17	-2.28	2.12	3.83
		4.25	-241.58	-14.87	-11.17	-2.28	25.86	35.42
356	HIDUP	0.00	-13.92	-2.29	-4.803E-02	-4.696E-01	-3.193E-01	-3.86
		2.13	-13.92	-2.29	-4.803E-02	-4.696E-01	-2.172E-01	1.00
		4.25	-13.92	-2.29	-4.803E-02	-4.696E-01	-1.152E-01	5.87
356	GEMPA1	0.00	62.77	15.58	21.83	-4.90	30.63	19.42
		2.13	62.77	15.58	21.83	-4.90	-15.75	-13.69
		4.25	62.77	15.58	21.83	-4.90	-62.13	-46.80
356	GEMPA2	0.00	27.37	21.33	-11.74	2.18	-23.49	26.65
		2.13	27.37	21.33	-11.74	2.18	1.46	-18.67
		4.25	27.37	21.33	-11.74	2.18	26.42	-64.00
356	GEMPA3	0.00	-31.36	14.68	-32.55	7.65	-61.78	19.25
		2.13	-31.36	14.68	-32.55	7.65	7.40	-11.94
		4.25	-31.36	14.68	-32.55	7.65	76.57	-43.13
356	GEMPA4	0.00	-62.45	-2.15	-34.45	7.44	-63.03	-2.87
		2.13	-62.45	-2.15	-34.45	7.44	10.17	1.70
		4.25	-62.45	-2.15	-34.45	7.44	83.36	6.27
356	GEMPA5	0.00	-27.37	-21.33	11.74	-2.18	23.49	-26.65
		2.13	-27.37	-21.33	11.74	-2.18	-1.46	18.67
		4.25	-27.37	-21.33	11.74	-2.18	-26.42	64.00
356	GEMPA6	0.00	-62.77	-15.58	-21.83	4.90	-30.63	-19.42
		2.13	-62.77	-15.58	-21.83	4.90	15.75	13.69
		4.25	-62.77	-15.58	-21.83	4.90	62.13	46.80
356	GEMPA7	0.00	62.45	2.15	34.45	-7.44	63.03	2.87
		2.13	62.45	2.15	34.45	-7.44	-10.17	-1.70
		4.25	62.45	2.15	34.45	-7.44	-83.36	-6.27
356	GEMPA8	0.00	31.36	-14.68	32.55	-7.65	61.78	-19.25
		2.13	31.36	-14.68	32.55	-7.65	-7.40	11.94
		4.25	31.36	-14.68	32.55	-7.65	-76.57	43.13
356	KOMBO1	0.00	-371.05	-21.50	-13.48	-3.48	-26.45	-39.49
		2.13	-341.60	-21.50	-13.48	-3.48	2.20	6.20
		4.25	-312.16	-21.50	-13.48	-3.48	30.84	51.89
356	KOMBO2A	0.00	-198.81	2.20	11.77	-6.95	11.18	-5.57
		2.13	-176.73	2.20	11.77	-6.95	-13.84	-10.25
		4.25	-154.65	2.20	11.77	-6.95	-38.86	-14.93
356	KOMBO2B	0.00	-324.36	-28.96	-31.88	2.85	-50.09	-44.40
		2.13	-302.28	-28.96	-31.88	2.85	17.66	17.14
		4.25	-280.20	-28.96	-31.88	2.85	85.40	78.68
356	KOMBO3A	0.00	-248.04	-6.902E-01	11.16	-7.84	9.27	-11.19
		2.13	-222.27	-6.902E-01	11.16	-7.84	-14.44	-9.73
		4.25	-196.51	-6.902E-01	11.16	-7.84	-38.16	-8.26
356	KOMBO3B	0.00	-379.86	-33.41	-34.68	2.46	-55.06	-51.97
		2.13	-354.10	-33.41	-34.68	2.46	18.63	19.03
		4.25	-328.34	-33.41	-34.68	2.46	92.32	90.03

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
526	MATI	0.00	-113.78	-9.32	-22.69	-1.50	-47.37	-17.09
		2.13	-89.24	-9.32	-22.69	-1.50	8.524E-01	2.72
		4.25	-64.71	-9.32	-22.69	-1.50	49.08	22.53
526	HIDUP	0.00	1.279E-01	-9.093E-01	3.920E-02	-3.864E-01	-4.77	-1.60
		2.13	1.279E-01	-9.093E-01	3.920E-02	-3.864E-01	-4.85	3.285E-01
		4.25	1.279E-01	-9.093E-01	3.920E-02	-3.864E-01	-4.93	2.26
526	GEMPA1	0.00	20.12	4.17	10.06	-3.214E-01	8.82	-2.81
		2.13	20.12	4.17	10.06	-3.214E-01	-12.57	-11.67
		4.25	20.12	4.17	10.06	-3.214E-01	-33.95	-20.53
526	GEMPA2	0.00	7.69	4.87	-8.41	4.77	-12.94	-5.56
		2.13	7.69	4.87	-8.41	4.77	4.94	-15.92
		4.25	7.69	4.87	-8.41	4.77	22.81	-26.27
526	GEMPA3	0.00	-13.16	1.53	-30.97	6.17	-56.29	-7.55
		2.13	-13.16	1.53	-30.97	6.17	9.51	-10.79
		4.25	-13.16	1.53	-30.97	6.17	75.32	-14.03
526	GEMPA4	0.00	-21.79	1.956E-01	-31.35	5.04	-55.96	2.11
		2.13	-21.79	1.956E-01	-31.35	5.04	10.66	1.69
		4.25	-21.79	1.956E-01	-31.35	5.04	77.27	1.28
526	GEMPA5	0.00	-7.69	-4.87	8.41	-4.77	12.94	5.56
		2.13	-7.69	-4.87	8.41	-4.77	-4.94	15.92
		4.25	-7.69	-4.87	8.41	-4.77	-22.81	26.27
526	GEMPA6	0.00	-20.12	-4.17	-10.06	3.214E-01	-8.82	2.81
		2.13	-20.12	-4.17	-10.06	3.214E-01	12.57	11.67
		4.25	-20.12	-4.17	-10.06	3.214E-01	33.95	20.53
526	GEMPA7	0.00	21.79	-1.956E-01	31.35	-5.04	55.96	-2.11
		2.13	21.79	-1.956E-01	31.35	-5.04	-10.66	-1.69
		4.25	21.79	-1.956E-01	31.35	-5.04	-77.27	-1.28
526	GEMPA8	0.00	13.16	-1.53	30.97	-6.17	56.29	7.55
		2.13	13.16	-1.53	30.97	-6.17	-9.51	10.79
		4.25	13.16	-1.53	30.97	-6.17	-75.32	14.03
526	KOMBO1	0.00	-136.33	-12.64	-27.17	-2.42	-64.47	-23.07
		2.13	-106.89	-12.64	-27.17	-2.42	-6.74	3.79
		4.25	-77.45	-12.64	-27.17	-2.42	51.00	30.65
526	KOMBO2A	0.00	-82.28	-4.22	-10.36	-1.67	-33.81	-18.19
		2.13	-60.20	-4.22	-10.36	-1.67	-11.80	-9.22
		4.25	-38.12	-4.22	-10.36	-1.67	10.21	-2.476E-01
526	KOMBO2B	0.00	-122.51	-12.56	-30.49	-1.03	-51.45	-12.57
		2.13	-100.43	-12.56	-30.49	-1.03	13.33	14.12
		4.25	-78.35	-12.56	-30.49	-1.03	78.12	40.80
526	KOMBO3A	0.00	-98.26	-5.98	-13.24	-2.16	-43.48	-21.90
		2.13	-72.50	-5.98	-13.24	-2.16	-15.36	-9.19
		4.25	-46.74	-5.98	-13.24	-2.16	12.77	3.53
526	KOMBO3B	0.00	-140.51	-14.74	-34.37	-1.48	-62.00	-16.00
		2.13	-114.75	-14.74	-34.37	-1.48	11.03	15.32
		4.25	-88.99	-14.74	-34.37	-1.48	84.07	46.63

ivil engineering-iii

R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
577	MATI	0.00	-103.37	-17.99	24.94	5.50	-70.36	-8.35
		8.7E-01	-93.26	-17.99	24.94	5.50	-92.18	7.39
		1.75	-83.16	-17.99	24.94	5.50	-114.01	23.13
577	HIDUP	0.00	-2.69	-1.58	1.493E-02	5.562E-01	-4.78	-2.835E-01
		8.7E-01	-2.69	-1.58	1.493E-02	5.562E-01	-4.79	1.10
		1.75	-2.69	-1.58	1.493E-02	5.562E-01	-4.81	2.48
577	GEMPA1	0.00	1.03	4.90	9.81	-9.674E-02	-16.63	-11.05
		8.7E-01	1.03	4.90	9.81	-9.674E-02	-25.21	-15.34
		1.75	1.03	4.90	9.81	-9.674E-02	-33.80	-19.62
577	GEMPA2	0.00	17.81	7.33	-6.87	-1.50	10.56	-9.33
		8.7E-01	17.81	7.33	-6.87	-1.50	16.57	-15.74
		1.75	17.81	7.33	-6.87	-1.50	22.59	-22.15
577	GEMPA3	0.00	25.64	4.61	-28.75	-1.62	24.57	-1.59
		8.7E-01	25.64	4.61	-28.75	-1.62	49.73	-5.62
		1.75	25.64	4.61	-28.75	-1.62	74.89	-9.66
577	GEMPA4	0.00	19.73	1.70	-29.34	-1.75	25.48	5.62
		8.7E-01	19.73	1.70	-29.34	-1.75	51.15	4.13
		1.75	19.73	1.70	-29.34	-1.75	76.82	2.64
577	GEMPA5	0.00	-17.81	-7.33	6.87	1.50	-10.56	9.33
		8.7E-01	-17.81	-7.33	6.87	1.50	-16.57	15.74
		1.75	-17.81	-7.33	6.87	1.50	-22.59	22.15
577	GEMPA6	0.00	-1.03	-4.90	-9.81	9.674E-02	16.63	11.05
		8.7E-01	-1.03	-4.90	-9.81	9.674E-02	25.21	15.34
		1.75	-1.03	-4.90	-9.81	9.674E-02	33.80	19.62
577	GEMPA7	0.00	-19.73	-1.70	29.34	1.75	-25.48	-5.62
		8.7E-01	-19.73	-1.70	29.34	1.75	-51.15	-4.13
		1.75	-19.73	-1.70	29.34	1.75	-76.82	-2.64
577	GEMPA8	0.00	-25.64	-4.61	28.75	1.62	-24.57	1.59
		8.7E-01	-25.64	-4.61	28.75	1.62	-49.73	5.62
		1.75	-25.64	-4.61	28.75	1.62	-74.89	9.66
577	KOMBO1	0.00	-128.34	-24.12	29.95	7.49	-92.08	-10.47
		8.7E-01	-116.21	-24.12	29.95	7.49	-118.29	10.63
		1.75	-104.09	-24.12	29.95	7.49	-144.50	31.73
577	KOMBO2A	0.00	-92.00	-11.29	32.26	4.85	-79.95	-18.57
		8.7E-01	-82.91	-11.29	32.26	4.85	-108.17	-8.69
		1.75	-73.82	-11.29	32.26	4.85	-136.40	1.20
577	KOMBO2B	0.00	-94.05	-21.09	12.64	5.04	-46.70	3.54
		8.7E-01	-84.96	-21.09	12.64	5.04	-57.75	21.99
		1.75	-75.87	-21.09	12.64	5.04	-68.81	40.45
577	KOMBO3A	0.00	-109.15	-14.74	36.50	6.02	-94.34	-20.55
		8.7E-01	-98.54	-14.74	36.50	6.02	-126.28	-7.65
		1.75	-87.93	-14.74	36.50	6.02	-158.22	5.25
577	KOMBO3B	0.00	-111.30	-25.03	15.90	6.22	-59.43	2.66
		8.7E-01	-100.70	-25.03	15.90	6.22	-73.34	24.56
		1.75	-90.09	-25.03	15.90	6.22	-87.25	46.46

ivil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
513	MATI	0.00	-193.24	-25.55	27.67	-4.45	61.73	-32.70
		1.25	-178.81	-25.55	27.67	-4.45	27.15	-7.620E-01
		2.50	-164.38	-25.55	27.67	-4.45	-7.44	31.17
513	HIDUP	0.00	-4.63	-3.73	1.06	-7.600E-01	-1.88	-6.06
		1.25	-4.63	-3.73	1.06	-7.600E-01	-3.20	-1.40
		2.50	-4.63	-3.73	1.06	-7.600E-01	-4.53	3.27
513	GEMPA1	0.00	19.64	22.90	12.85	-3.52	11.04	10.72
		1.25	19.64	22.90	12.85	-3.52	-5.02	-17.90
		2.50	19.64	22.90	12.85	-3.52	-21.08	-46.52
513	GEMPA2	0.00	37.92	24.64	-9.06	5.22	-14.24	14.30
		1.25	37.92	24.64	-9.06	5.22	-2.92	-16.50
		2.50	37.92	24.64	-9.06	5.22	8.40	-47.30
513	GEMPA3	0.00	33.69	8.79	-34.44	9.96	-60.04	5.50
		1.25	33.69	8.79	-34.44	9.96	-16.98	-5.49
		2.50	33.69	8.79	-34.44	9.96	26.07	-16.47
513	GEMPA4	0.00	16.10	-3.45	-35.53	9.70	-59.97	4.26
		1.25	16.10	-3.45	-35.53	9.70	-15.56	8.57
		2.50	16.10	-3.45	-35.53	9.70	28.85	12.88
513	GEMPA5	0.00	-37.92	-24.64	9.06	-5.22	14.24	-14.30
		1.25	-37.92	-24.64	9.06	-5.22	2.92	16.50
		2.50	-37.92	-24.64	9.06	-5.22	-8.40	47.30
513	GEMPA6	0.00	-19.64	-22.90	-12.85	3.52	-11.04	-10.72
		1.25	-19.64	-22.90	-12.85	3.52	5.02	17.90
		2.50	-19.64	-22.90	-12.85	3.52	21.08	46.52
513	GEMPA7	0.00	-16.10	3.45	35.53	-9.70	59.97	-4.26
		1.25	-16.10	3.45	35.53	-9.70	15.56	-8.57
		2.50	-16.10	3.45	35.53	-9.70	-28.85	-12.88
513	GEMPA8	0.00	-33.69	-8.79	34.44	-9.96	60.04	-5.50
		1.25	-33.69	-8.79	34.44	-9.96	16.98	5.49
		2.50	-33.69	-8.79	34.44	-9.96	-26.07	16.47
513	KOMBO1	0.00	-239.31	-36.63	34.90	-6.56	71.07	-48.94
		1.25	-221.99	-36.63	34.90	-6.56	27.45	-3.15
		2.50	-204.67	-36.63	34.90	-6.56	-16.17	42.64
513	KOMBO2A	0.00	-154.28	-9.214E-02	37.75	-7.52	66.60	-18.70
		1.25	-141.29	-9.214E-02	37.75	-7.52	19.41	-18.59
		2.50	-128.30	-9.214E-02	37.75	-7.52	-27.77	-18.47
513	KOMBO2B	0.00	-193.56	-45.89	12.05	-4.891E-01	44.52	-40.15
		1.25	180.57	-45.89	12.05	-4.891E-01	29.45	17.21
		2.50	-167.59	-45.89	12.05	-4.891E-01	14.38	74.58
513	KOMBO3A	0.00	-185.20	-5.13	43.21	-8.84	75.23	-26.89
		1.25	-170.05	-5.13	43.21	-8.84	21.22	-20.47
		2.50	-154.89	-5.13	43.21	-8.84	-32.80	-14.06
513	KOMBO3B	0.00	-226.45	-53.22	16.23	-1.46	52.04	-49.41
		1.25	-211.30	-53.22	16.23	-1.46	31.75	17.12
		2.50	-196.14	-53.22	16.23	-1.46	11.47	83.64



civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
407	MATI	0.00	-422.19	-26.92	16.62	-3.46	-39.02	-14.10
		8.8E-01	-412.08	-26.92	16.62	-3.46	-53.56	9.46
		1.75	-401.98	-26.92	16.62	-3.46	-68.11	33.02
407	HIDUP	0.00	-42.04	-4.21	1.17	-4.911E-01	-1.48	-6.298E-01
		8.8E-01	-42.04	-4.21	1.17	-4.911E-01	-2.50	3.05
		1.75	-42.04	-4.21	1.17	-4.911E-01	-3.52	6.73
407	GEMPA1	0.00	31.66	31.88	23.54	-5.53	-19.79	6.63
		8.8E-01	31.66	31.88	23.54	-5.53	-40.38	-21.27
		1.75	31.66	31.88	23.54	-5.53	-60.98	-49.17
407	GEMPA2	0.00	81.11	30.49	-9.85	1.06	9.16	7.13
		8.8E-01	81.11	30.49	-9.85	1.06	17.78	-19.55
		1.75	81.11	30.49	-9.85	1.06	26.40	-46.23
407	GEMPA3	0.00	82.62	11.65	-31.89	7.25	19.79	3.76
		8.8E-01	82.62	11.65	-31.89	7.25	47.69	-6.43
		1.75	82.62	11.65	-31.89	7.25	75.59	-16.63
407	GEMPA4	0.00	45.15	-13.72	-34.77	7.41	20.86	-1.39
		8.8E-01	45.15	-13.72	-34.77	7.41	51.28	10.61
		1.75	45.15	-13.72	-34.77	7.41	81.70	22.61
407	GEMPA5	0.00	-81.11	-30.49	9.85	-1.06	-9.16	-7.13
		8.8E-01	-81.11	-30.49	9.85	-1.06	-17.78	19.55
		1.75	-81.11	-30.49	9.85	-1.06	-26.40	46.23
407	GEMPA6	0.00	-31.66	-31.88	-23.54	5.53	19.79	-6.63
		8.8E-01	-31.66	-31.88	-23.54	5.53	40.38	21.27
		1.75	-31.66	-31.88	-23.54	5.53	60.98	49.17
407	GEMPA7	0.00	-45.15	13.72	34.77	-7.41	-20.86	1.39
		8.8E-01	-45.15	13.72	34.77	-7.41	-51.28	-10.61
		1.75	-45.15	13.72	34.77	-7.41	-81.70	-22.61
407	GEMPA8	0.00	-82.62	-11.65	31.89	-7.25	-19.79	-3.76
		8.8E-01	-82.62	-11.65	31.89	-7.25	-47.69	6.43
		1.75	-82.62	-11.65	31.89	-7.25	-75.59	16.63
407	KOMBO1	0.00	-573.89	-39.04	21.81	-4.93	-49.19	-17.93
		8.8E-01	-561.77	-39.04	21.81	-4.93	-68.27	16.23
		1.75	-549.65	-39.04	21.81	-4.93	-87.36	50.39
407	KOMBO2A	0.00	-348.31	7.65	38.50	-8.64	-54.90	-6.06
		8.8E-01	-339.22	7.65	38.50	-8.64	-88.59	-12.76
		1.75	-330.13	7.65	38.50	-8.64	-122.27	-19.45
407	KOMBO2B	0.00	-411.63	-56.11	-8.58	2.42	-15.33	-19.31
		8.8E-01	-402.53	-56.11	-8.58	2.42	-7.83	29.79
		1.75	-393.44	-56.11	-8.58	2.42	-3.214E-01	78.89
407	KOMBO3A	0.00	-436.54	2.56	42.90	-9.74	-62.67	-8.24
		8.8E-01	-425.93	2.56	42.90	-9.74	-100.21	-10.48
		1.75	-415.33	2.56	42.90	-9.74	-137.75	-12.72
407	KOMBO3B	0.00	-503.02	-64.40	-6.52	1.87	-21.12	-22.16
		8.8E-01	-492.42	-64.40	-6.52	1.87	-15.41	34.19
		1.75	-481.81	-64.40	-6.52	1.87	-9.71	90.54

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
343	MATI	0.00	-513.52	-25.63	19.95	-5.66	72.11	-35.67
		1.25	-499.08	-25.63	19.95	-5.66	47.17	-3.64
		2.50	-484.65	-25.63	19.95	-5.66	22.23	28.39
343	HIDUP	0.00	-44.33	-4.18	1.74	-1.11	3.05	-6.87
		1.25	-44.33	-4.18	1.74	-1.11	8.799E-01	-1.64
		2.50	-44.33	-4.18	1.74	-1.11	-1.29	3.58
343	GEMPA1	0.00	70.28	44.04	24.78	-4.97	32.69	43.79
		1.25	70.28	44.04	24.78	-4.97	1.71	-11.27
		2.50	70.28	44.04	24.78	-4.97	-29.27	-66.32
343	GEMPA2	0.00	119.53	43.72	-11.42	5.87	-24.59	44.23
		1.25	119.53	43.72	-11.42	5.87	-10.31	-10.42
		2.50	119.53	43.72	-11.42	5.87	3.97	-65.07
343	GEMPA3	0.00	96.54	15.80	34.78	12.10	-65.02	17.43
		1.25	96.54	15.80	-34.78	12.10	-21.54	-2.32
		2.50	96.54	15.80	-34.78	12.10	21.93	-22.07
343	GEMPA4	0.00	31.77	-15.74	-37.68	11.39	-66.34	-15.13
		1.25	31.77	-15.74	-37.68	11.39	-19.24	4.54
		2.50	31.77	-15.74	-37.68	11.39	27.87	24.22
343	GEMPA5	0.00	-119.53	-43.72	11.42	-5.87	24.59	-44.23
		1.25	-119.53	-43.72	11.42	-5.87	10.31	10.42
		2.50	-119.53	-43.72	11.42	-5.87	-3.97	65.07
343	GEMPA6	0.00	-70.28	-44.04	-24.78	4.97	-32.69	-43.79
		1.25	-70.28	-44.04	-24.78	4.97	-1.71	11.27
		2.50	-70.28	-44.04	-24.78	4.97	29.27	66.32
343	GEMPA7	0.00	-31.77	15.74	37.68	-11.39	66.34	15.13
		1.25	-31.77	15.74	37.68	-11.39	19.24	-4.54
		2.50	-31.77	15.74	37.68	-11.39	-27.87	-24.22
343	GEMPA8	0.00	-96.54	-15.80	34.78	-12.10	65.02	-17.43
		1.25	-96.54	-15.80	34.78	-12.10	21.54	2.32
		2.50	-96.54	-15.80	34.78	-12.10	-21.93	22.07
343	KOMBO1	0.00	-687.14	-37.44	26.72	-8.56	91.42	-53.79
		1.25	-669.82	-37.44	26.72	-8.56	58.02	-7.00
		2.50	-652.50	-37.44	26.72	-8.56	24.62	39.80
343	KOMBO2A	0.00	-391.88	20.98	42.74	-10.07	97.59	11.68
		1.25	-378.89	20.98	42.74	-10.07	44.16	-14.54
		2.50	-365.91	20.98	42.74	-10.07	-9.26	-40.77
343	KOMBO2B	0.00	-532.45	-67.11	-6.83	-1.187E-01	32.22	-75.89
		1.25	-519.46	-67.11	-6.83	-1.187E-01	40.75	7.99
		2.50	-506.47	-67.11	-6.83	-1.187E-01	49.28	91.88
343	KOMBO3A	0.00	-493.32	16.71	48.06	-11.86	111.96	4.19
		1.25	-478.17	16.71	48.06	-11.86	51.88	-16.69
		2.50	-463.01	16.71	48.06	-11.86	-8.20	-37.57
343	KOMBO3B	0.00	-640.91	-75.79	-3.98	-1.42	43.32	-87.76
		1.25	-625.76	-75.79	-3.98	-1.42	48.29	6.97
		2.50	-610.61	-75.79	-3.98	-1.42	53.27	101.71

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
237	MATI	0.00	-741.43	-23.95	19.97	-5.12	-18.72	-12.60
		8.8E-01	-731.33	-23.95	19.97	-5.12	-36.20	8.35
		1.75	-721.23	-23.95	19.97	-5.12	-53.68	29.30
237	HIDUP	0.00	-81.98	-4.08	1.39	-7.523E-01	3.17	-1.05
		8.8E-01	-81.98	-4.08	1.39	-7.523E-01	1.96	2.52
		1.75	-81.98	-4.08	1.39	-7.523E-01	7.405E-01	6.09
237	GEMPA1	0.00	95.77	40.07	33.58	-8.40	2.33	20.93
		8.8E-01	95.77	40.07	33.58	-8.40	-27.05	-14.13
		1.75	95.77	40.07	33.58	-8.40	-56.43	-49.19
237	GEMPA2	0.00	179.43	38.70	-10.52	8.615E-01	-1.94	21.27
		8.8E-01	179.43	38.70	-10.52	8.615E-01	7.27	-12.59
		1.75	179.43	38.70	-10.52	8.615E-01	16.48	-46.45
237	GEMPA3	0.00	152.23	12.50	-47.38	9.37	-4.11	9.05
		8.8E-01	152.23	12.50	-47.38	9.37	37.35	-1.89
		1.75	152.23	12.50	-47.38	9.37	78.81	-12.83
237	GEMPA4	0.00	55.74	-14.81	-52.48	10.42	-4.72	-7.48
		8.8E-01	55.74	-14.81	-52.48	10.42	41.20	5.47
		1.75	55.74	-14.81	-52.48	10.42	87.12	18.43
237	GEMPA5	0.00	-179.43	-38.70	10.52	-8.615E-01	1.94	-21.27
		8.8E-01	-179.43	-38.70	10.52	-8.615E-01	-1.27	12.59
		1.75	-179.43	-38.70	10.52	-8.615E-01	-16.48	46.45
237	GEMPA6	0.00	-95.77	-40.07	-33.58	8.40	-2.33	-20.93
		8.8E-01	-95.77	-40.07	-33.58	8.40	27.05	14.13
		1.75	-95.77	-40.07	-33.58	8.40	56.43	49.19
237	GEMPA7	0.00	-55.74	14.81	52.48	-10.42	4.72	7.48
		8.8E-01	-55.74	14.81	52.48	-10.42	-41.20	-5.47
		1.75	-55.74	14.81	52.48	-10.42	-87.12	-18.43
237	GEMPA8	0.00	-152.23	-12.50	47.38	-9.37	4.11	-9.05
		8.8E-01	-152.23	-12.50	47.38	-9.37	-37.35	1.89
		1.75	-152.23	-12.50	47.38	-9.37	-78.81	12.83
237	KOMBO1	0.00	-1020.89	-35.26	26.19	-7.35	-17.39	-16.80
		8.8E-01	-1008.77	-35.26	26.19	-7.35	-40.31	14.05
		1.75	-996.64	-35.26	26.19	-7.35	-63.23	44.90
237	KOMBO2A	0.00	-571.52	18.52	51.56	-13.01	-14.52	9.58
		8.8E-01	-562.43	18.52	51.56	-13.01	-59.63	-6.62
		1.75	-553.34	18.52	51.56	-13.01	-104.74	-22.82
237	KOMBO2B	0.00	-763.06	-61.62	-15.60	3.79	-19.18	-32.27
		8.8E-01	-753.96	-61.62	-15.60	3.79	-5.53	21.65
		1.75	-744.87	-61.62	-15.60	3.79	8.12	75.56
237	KOMBO3A	0.00	-729.60	14.36	57.11	-14.67	-15.21	8.08
		8.8E-01	-718.99	14.36	57.11	-14.67	-65.18	4.49
		1.75	-708.38	14.36	57.11	-14.67	-115.15	-17.05
237	KOMBO3B	0.00	-930.71	-69.79	-13.41	2.96	-20.11	-35.87
		8.8E-01	-920.10	-69.79	-13.41	2.96	-8.37	25.19
		1.75	-909.49	-69.79	-13.41	2.96	3.36	86.25

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
173	MATI	0.00	-832.62	8.57	21.39	-6.05	94.39	50.25
		1.25	-818.18	8.57	21.39	-6.05	67.66	39.54
		2.50	-803.75	8.57	21.39	-6.05	40.92	28.82
173	HIDUP	0.00	-84.04	-3.75	1.52	-1.11	6.95	-6.60
		1.25	-84.04	-3.75	1.52	-1.11	5.05	-1.92
		2.50	-84.04	-3.75	1.52	-1.11	3.15	2.77
173	GEMPA1	0.00	148.51	45.68	34.18	-4.57	74.43	35.95
		1.25	148.51	45.68	34.18	-4.57	31.70	-21.14
		2.50	148.51	45.68	34.18	-4.57	-11.03	-78.24
173	GEMPA2	0.00	230.76	44.54	-11.74	5.00	-39.18	36.45
		1.25	230.76	44.54	-11.74	5.00	-24.51	-19.22
		2.50	230.76	44.54	-11.74	5.00	-9.84	-74.89
173	GEMPA3	0.00	168.78	14.12	-49.25	10.41	-124.85	13.66
		1.25	168.78	14.12	-49.25	10.41	-63.29	-3.99
		2.50	168.78	14.12	-49.25	10.41	-1.72	-21.64
173	GEMPA4	0.00	36.84	-15.98	-54.19	9.50	-131.07	-11.60
		1.25	36.84	-15.98	-54.19	9.50	-63.33	8.38
		2.50	36.84	-15.98	-54.19	9.50	4.41	28.35
173	GEMPA5	0.00	-230.76	-44.54	11.74	-5.00	39.18	-36.45
		1.25	-230.76	-44.54	11.74	-5.00	24.51	19.22
		2.50	-230.76	-44.54	11.74	-5.00	9.84	74.89
173	GEMPA6	0.00	-148.51	-45.68	-34.18	4.57	-74.43	-35.95
		1.25	-148.51	-45.68	-34.18	4.57	-31.70	21.14
		2.50	-148.51	-45.68	-34.18	4.57	11.03	78.24
173	GEMPA7	0.00	-36.84	15.98	54.19	-9.50	131.07	11.60
		1.25	-36.84	15.98	54.19	-9.50	63.33	-8.38
		2.50	-36.84	15.98	54.19	-9.50	-4.41	-28.35
173	GEMPA8	0.00	-168.78	-14.12	49.25	-10.41	124.85	-13.66
		1.25	-168.78	-14.12	49.25	-10.41	63.29	3.99
		2.50	-168.78	-14.12	49.25	-10.41	1.72	21.64
173	KOMBO1	0.00	-1133.60	4.28	28.10	-9.03	124.39	49.73
		1.25	-1116.29	4.28	28.10	-9.03	89.27	44.37
		2.50	-1098.97	4.28	28.10	-9.03	54.15	39.02
173	KOMBO2A	0.00	-600.84	53.39	53.43	-10.01	159.39	81.17
		1.25	-587.85	53.39	53.43	-10.01	92.59	14.44
		2.50	-574.87	53.39	53.43	-10.01	25.80	-52.30
173	KOMBO2B	0.00	-897.87	-37.96	-14.94	-8.726E-01	10.52	9.27
		1.25	-884.88	-37.96	-14.94	-8.726E-01	29.19	56.73
		2.50	-871.89	-37.96	-14.94	-8.726E-01	47.86	104.18
173	KOMBO3A	0.00	-771.26	54.59	59.31	-11.84	181.65	86.34
		1.25	-756.10	54.59	59.31	-11.84	107.51	18.10
		2.50	-740.95	54.59	59.31	-11.84	33.37	-50.14
173	KOMBO3B	0.00	-1083.13	-41.32	-12.48	-2.25	25.33	10.85
		1.25	-1067.98	-41.32	-12.48	-2.25	40.93	62.51
		2.50	-1052.82	-41.32	-12.48	-2.25	56.53	114.16

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
72	MATI	0.00	-1041.51	201.61	43.11	-1.27	12.05	145.42
		1.70	-1061.14	201.61	43.11	-1.27	-61.25	-197.32
		3.40	-1080.77	201.61	43.11	-1.27	-134.54	-540.06
72	HIDUP	0.00	-120.38	2.36	1.09	-6.237E-01	-7.56	5.47
		1.70	-120.38	2.36	1.09	-6.237E-01	-9.41	1.47
		3.40	-120.38	2.36	1.09	-6.237E-01	-11.27	-2.54
72	GEMPA1	0.00	194.98	-67.63	39.94	-7.36	11.04	-96.15
		1.70	194.98	-67.63	39.94	-7.36	-56.86	18.82
		3.40	194.98	-67.63	39.94	-7.36	-124.77	133.79
72	GEMPA2	0.00	305.41	-64.00	-11.05	-1.51	10.96	-90.13
		1.70	305.41	-64.00	-11.05	-1.51	29.75	18.66
		3.40	305.41	-64.00	-11.05	-1.51	48.53	127.46
72	GEMPA3	0.00	222.78	-17.95	-56.41	4.79	9.394E-01	-24.23
		1.70	222.78	-17.95	-56.41	4.79	96.84	6.29
		3.40	222.78	-17.95	-56.41	4.79	192.73	36.80
72	GEMPA4	0.00	48.61	25.55	-63.06	6.98	-5.64	36.83
		1.70	48.61	25.55	-63.06	6.98	101.57	-6.60
		3.40	48.61	25.55	-63.06	6.98	208.77	-50.03
72	GEMPA5	0.00	-305.41	64.00	11.05	1.51	-10.96	90.13
		1.70	-305.41	64.00	11.05	1.51	-29.75	-18.66
		3.40	-305.41	64.00	11.05	1.51	-48.53	-127.46
72	GEMPA6	0.00	-194.98	67.63	-39.94	7.36	-11.04	96.15
		1.70	-194.98	67.63	-39.94	7.36	56.86	-18.82
		3.40	-194.98	67.63	-39.94	7.36	124.77	-133.79
72	GEMPA7	0.00	-48.61	-25.55	63.06	-6.98	5.64	-36.83
		1.70	-48.61	-25.55	63.06	-6.98	-101.57	6.60
		3.40	-48.61	-25.55	63.06	-6.98	-208.77	50.03
72	GEMPA8	0.00	-222.78	17.95	56.41	-4.79	-9.394E-01	24.23
		1.70	-222.78	17.95	56.41	-4.79	-96.84	-6.29
		3.40	-222.78	17.95	56.41	4.79	-192.73	-36.80
72	KOMBO1	0.00	-1442.43	245.70	53.48	-2.52	2.35	183.26
		1.70	-1465.98	245.70	53.48	-2.52	-88.56	-234.44
		3.40	-1489.53	245.70	53.48	-2.52	-179.47	-652.14
72	KOMBO2A	0.00	-742.38	113.82	78.75	-8.50	21.88	34.72
		1.70	-760.05	113.82	78.75	-8.50	-111.99	-158.77
		3.40	-777.71	113.82	78.75	-8.50	-245.86	-352.26
72	KOMBO2B	0.00	-1132.34	249.08	-1.14	6.22	-2.007E-01	227.03
		1.70	-1150.01	249.08	-1.14	6.22	1.74	-196.41
		3.40	-1167.67	249.08	-1.14	6.22	3.68	-619.84
72	KOMBO3A	0.00	-964.70	142.16	87.90	-9.46	19.48	55.18
		1.70	-985.31	142.16	87.90	-9.46	-129.95	-186.50
		3.40	-1005.92	142.16	87.90	-9.46	-279.38	-428.18
72	KOMBO3B	0.00	-1374.16	284.19	4.01	6.00	-3.71	257.10
		1.70	-1394.77	284.19	4.01	6.00	-10.53	-226.02
		3.40	-1415.37	284.19	4.01	6.00	-17.36	-709.14

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
11	MATI	0.00	-1224.01	203.39	62.38	-7.67	79.36	536.59
		6.8E-01	-1231.80	203.39	62.38	-7.67	37.26	399.31
		1.35	-1239.59	203.39	62.38	-7.67	-4.85	262.02
11	HIDUP	0.00	-121.05	2.30	4.375E-01	-4.091E-01	-8.79	-2.54
		6.8E-01	-121.05	2.30	4.375E-01	-4.091E-01	-9.08	-4.09
		1.35	-121.05	2.30	4.375E-01	-4.091E-01	-9.38	-5.64
11	GEMPA1	0.00	186.09	-67.47	40.63	-7.32	-89.01	122.82
		6.8E-01	186.09	-67.47	40.63	-7.32	-116.44	168.37
		1.35	186.09	-67.47	40.63	-7.32	-143.86	213.91
11	GEMPA2	0.00	309.15	-63.64	-10.78	-2.58	37.07	120.61
		6.8E-01	309.15	-63.64	-10.78	-2.58	44.35	163.57
		1.35	309.15	-63.64	-10.78	-2.58	51.63	206.53
11	GEMPA3	0.00	236.89	-17.67	-56.76	3.43	140.72	39.17
		6.8E-01	236.89	-17.67	-56.76	3.43	179.03	51.09
		1.35	236.89	-17.67	-56.76	3.43	217.34	63.01
11	GEMPA4	0.00	63.76	25.64	-63.70	6.09	151.32	-42.06
		6.8E-01	63.76	25.64	-63.70	6.09	194.32	-59.37
		1.35	63.76	25.64	-63.70	6.09	237.32	-76.68
11	GEMPA5	0.00	-309.15	63.64	10.78	2.58	-37.07	-120.61
		6.8E-01	-309.15	63.64	10.78	2.58	-44.35	-163.57
		1.35	-309.15	63.64	10.78	2.58	-51.63	-206.53
11	GEMPA6	0.00	-186.09	67.47	-40.63	7.32	89.01	-122.82
		6.8E-01	-186.09	67.47	-40.63	7.32	116.44	-168.37
		1.35	-186.09	67.47	-40.63	7.32	143.86	-213.91
11	GEMPA7	0.00	-63.76	-25.64	63.70	-6.09	-151.32	42.06
		6.8E-01	-63.76	-25.64	63.70	-6.09	-194.32	59.37
		1.35	-63.76	-25.64	63.70	-6.09	-237.32	76.68
11	GEMPA8	0.00	-236.89	17.67	56.76	-3.43	-140.72	-39.17
		6.8E-01	-236.89	17.67	56.76	-3.43	-179.03	-51.09
		1.35	-236.89	17.67	56.76	-3.43	-217.34	-63.01
11	KOMBO1	0.00	-1662.49	247.75	75.55	-9.86	81.18	639.86
		6.8E-01	-1671.85	247.75	75.55	-9.86	30.18	472.63
		1.35	-1681.20	247.75	75.55	-9.86	-20.82	305.39
11	KOMBO2A	0.00	-915.52	115.58	96.77	-14.23	-17.59	605.76
		6.8E-01	-922.53	115.58	96.77	-14.23	-82.90	527.75
		1.35	-929.54	115.58	96.77	-14.23	-148.22	449.73
11	KOMBO2B	0.00	-1287.70	250.52	15.51	4.178E-01	160.44	360.11
		6.8E-01	-1294.71	250.52	15.51	4.178E-01	149.97	191.01
		1.35	-1301.73	250.52	15.51	4.178E-01	139.50	21.91
11	KOMBO3A	0.00	-1166.08	144.16	108.43	-16.00	-15.67	690.79
		6.8E-01	-1174.26	144.16	108.43	-16.00	-88.86	593.48
		1.35	-1182.44	144.16	108.43	-16.00	-162.05	496.17
11	KOMBO3B	0.00	-1556.87	285.85	23.11	-6.247E-01	171.26	432.86
		6.8E-01	-1565.05	285.85	23.11	-6.247E-01	155.66	239.91
		1.35	-1573.23	285.85	23.11	-6.247E-01	140.06	46.96

civil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
28	MATI	0.00	-19.31	-22.27	1.73	14.00	6.35	-26.66
		1.80	-19.31	-11.67	1.73	14.00	3.24	3.89
		3.60	-19.31	-1.07	1.73	14.00	1.350E-01	15.36
		5.40	-19.31	9.53	1.73	14.00	-2.97	7.74
		7.20	-19.31	20.14	1.73	14.00	-6.08	-18.96
28	HIDUP	0.00	6.535E-01	6.726E-01	-5.202E-02	-1.527E-02	-1.877E-01	2.40
		1.80	6.535E-01	6.726E-01	-5.202E-02	-1.527E-02	-9.405E-02	1.18
		3.60	6.535E-01	6.726E-01	-5.202E-02	-1.527E-02	-4.115E-04	-2.565E-02
		5.40	6.535E-01	6.726E-01	-5.202E-02	-1.527E-02	9.322E-02	-1.24
		7.20	6.535E-01	6.726E-01	-5.202E-02	-1.527E-02	1.869E-01	-2.45
28	GEMPA1	0.00	-6.649E-01	9.35	1.291E-01	3.55	5.525E-01	33.69
		1.80	-6.649E-01	9.35	1.291E-01	3.55	3.201E-01	16.86
		3.60	-6.649E-01	9.35	1.291E-01	3.55	8.776E-02	2.552E-02
		5.40	-6.649E-01	9.35	1.291E-01	3.55	-1.446E-01	-16.81
		7.20	-6.649E-01	9.35	1.291E-01	3.55	-3.769E-01	-33.64
28	GEMPA2	0.00	-2.560E-01	-3.47	3.364E-01	2.72	1.16	-12.47
		1.80	-2.560E-01	-3.47	3.364E-01	2.72	5.571E-01	-6.23
		3.60	-2.560E-01	-3.47	3.364E-01	2.72	-4.829E-02	1.060E-02
		5.40	-2.560E-01	-3.47	3.364E-01	2.72	-6.537E-01	6.25
		7.20	-2.560E-01	-3.47	3.364E-01	2.72	-1.26	12.49
28	GEMPA3	0.00	3.394E-01	-14.25	2.886E-01	1.065E-01	9.042E-01	-51.30
		1.80	3.394E-01	-14.25	2.886E-01	1.065E-01	3.847E-01	-25.66
		3.60	3.394E-01	-14.25	2.886E-01	1.065E-01	-1.348E-01	-1.326E-02
		5.40	3.394E-01	-14.25	2.886E-01	1.065E-01	-6.543E-01	25.63
		7.20	3.394E-01	-14.25	2.886E-01	1.065E-01	-1.17	51.27
28	GEMPA4	0.00	6.264E-01	-15.51	1.141E-01	-1.77	2.601E-01	-55.85
		1.80	6.264E-01	-15.51	1.141E-01	-1.77	5.482E-02	-27.94
		3.60	6.264E-01	-15.51	1.141E-01	-1.77	-1.505E-01	-2.514E-02
		5.40	6.264E-01	-15.51	1.141E-01	-1.77	-3.558E-01	27.89
		7.20	6.264E-01	-15.51	1.141E-01	-1.77	-5.610E-01	55.80
28	GEMPA5	0.00	2.560E-01	3.47	-3.364E-01	-2.72	-1.16	12.47
		1.80	2.560E-01	3.47	-3.364E-01	-2.72	-5.571E-01	6.23
		3.60	2.560E-01	3.47	-3.364E-01	-2.72	4.829E-02	-1.060E-02
		5.40	2.560E-01	3.47	-3.364E-01	-2.72	6.537E-01	-6.25
		7.20	2.560E-01	3.47	-3.364E-01	-2.72	1.26	-12.49
28	GEMPA6	0.00	6.649E-01	-9.35	-1.291E-01	-3.55	-5.525E-01	-33.69
		1.80	6.649E-01	-9.35	-1.291E-01	-3.55	-3.201E-01	-16.86
		3.60	6.649E-01	-9.35	-1.291E-01	-3.55	-8.776E-02	-2.552E-02
		5.40	6.649E-01	-9.35	-1.291E-01	-3.55	1.446E-01	16.81
		7.20	6.649E-01	-9.35	-1.291E-01	-3.55	3.769E-01	33.64
28	GEMPA7	0.00	-6.264E-01	15.51	-1.141E-01	1.77	-2.601E-01	55.85
		1.80	-6.264E-01	15.51	-1.141E-01	1.77	-5.482E-02	27.94
		3.60	-6.264E-01	15.51	-1.141E-01	1.77	1.505E-01	2.514E-02
		5.40	-6.264E-01	15.51	-1.141E-01	1.77	3.558E-01	-27.89
		7.20	-6.264E-01	15.51	-1.141E-01	1.77	5.610E-01	-55.80
28	GEMPA8	0.00	-3.394E-01	14.25	-2.886E-01	-1.065E-01	-9.042E-01	51.30
		1.80	-3.394E-01	14.25	-2.886E-01	-1.065E-01	-3.847E-01	25.66
		3.60	-3.394E-01	14.25	-2.886E-01	-1.065E-01	1.348E-01	1.326E-02
		5.40	-3.394E-01	14.25	-2.886E-01	-1.065E-01	6.543E-01	-25.63
		7.20	-3.394E-01	14.25	-2.886E-01	-1.065E-01	1.17	-51.27
28	KOMBO1	0.00	-22.12	-25.65	1.99	16.77	7.33	-28.16
		1.80	-22.12	-12.93	1.99	16.77	3.74	6.57
		3.60	-22.12	-2.068E-01	1.99	16.77	1.613E-01	18.39
		5.40	-22.12	12.52	1.99	16.77	-3.42	7.31
		7.20	-22.12	25.24	1.99	16.77	-7.00	-26.67
28	KOMBO2A	0.00	-18.04	-10.70	1.68	16.15	6.27	9.70
		1.80	-18.04	-1.15	1.68	16.15	3.24	20.36
		3.60	-18.04	8.39	1.68	16.15	2.092E-01	13.85
		5.40	-18.04	17.93	1.68	16.15	-2.82	-9.84
		7.20	-18.04	27.47	1.68	16.15	-5.85	-50.70
28	KOMBO2B	0.00	-16.71	-29.40	1.43	9.05	5.17	-57.68
		1.80	-16.71	-19.86	1.43	9.05	2.60	-13.35
		3.60	-16.71	-10.31	1.43	9.05	3.370E-02	13.80
		5.40	-16.71	-7.713E-01	1.43	9.05	-2.53	23.78
		7.20	-16.71	8.77	1.43	9.05	-5.10	16.58
28	KOMBO3A	0.00	-20.56	-13.15	1.92	18.42	7.13	8.90
		1.80	-20.56	-2.01	1.92	18.42	3.68	22.54

	3.60	-20.56	9.12	1.92	18.42	2.338E-01	16.14
	5.40	-20.56	20.25	1.92	18.42	-3.22	-10.30
	7.20	-20.56	31.39	1.92	18.42	-6.67	-56.77
28	KOMBO3B						
	0.00	-19.16	-32.78	1.65	10.96	5.97	-61.86
	1.80	-19.16	-21.65	1.65	10.96	3.01	-12.87
	3.60	-19.16	-10.52	1.65	10.96	4.930E-02	16.09
	5.40	-19.16	6.149E-01	1.65	10.96	-2.91	25.00
	7.20	-19.16	11.75	1.65	10.96	-5.88	13.87



ivil engineering-iii

R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
87	MATI	0.00	-16.55	18.85	2.151E-01	8.47	-2.21	96.58
		9.0E-01	-16.55	34.42	2.151E-01	8.47	-2.40	72.88
		1.80	-16.55	53.64	2.151E-01	8.47	-2.60	33.53
		2.70	-16.55	72.87	2.151E-01	8.47	-2.79	-23.67
		3.60	-16.55	88.44	2.151E-01	8.47	-2.98	-96.53
87	HIDUP	0.00	2.429E-01	8.179E-01	-2.888E-02	1.36	1.507E-01	10.51
		9.0E-01	2.429E-01	1.83	-2.888E-02	1.36	1.767E-01	9.47
		1.80	2.429E-01	4.87	-2.888E-02	1.36	2.027E-01	6.61
		2.70	2.429E-01	7.91	-2.888E-02	1.36	2.287E-01	7.060E-01
		3.60	2.429E-01	8.92	-2.888E-02	1.36	2.547E-01	-7.02
87	GEMPA1	0.00	3.29	-23.87	3.11	-3.90	2.04	-5.53
		9.0E-01	3.29	-23.87	3.11	-3.90	-7.565E-01	15.95
		1.80	3.29	-23.87	3.11	-3.90	-3.55	37.43
		2.70	3.29	-23.87	3.11	-3.90	-6.35	58.91
		3.60	3.29	-23.87	3.11	-3.90	-9.14	80.39
87	GEMPA2	0.00	1.48	5.99	3.05	-6.20	1.80	-5.92
		9.0E-01	1.48	5.99	3.05	-6.20	-9.475E-01	-11.31
		1.80	1.48	5.99	3.05	-6.20	-3.69	-16.70
		2.70	1.48	5.99	3.05	-6.20	-6.44	-22.09
		3.60	1.48	5.99	3.05	-6.20	-9.18	-27.47
87	GEMPA3	0.00	-1.08	32.13	7.898E-01	-4.46	1.982E-01	-2.45
		9.0E-01	-1.08	32.13	7.898E-01	-4.46	-5.126E-01	-31.36
		1.80	-1.08	32.13	7.898E-01	-4.46	-1.22	-60.28
		2.70	-1.08	32.13	7.898E-01	-4.46	-1.93	-89.20
		3.60	-1.08	32.13	7.898E-01	-4.46	-2.64	-118.11
87	GEMPA4	0.00	-2.60	36.63	-9.925E-01	-3.340E-01	-7.831E-01	1.59
		9.0E-01	-2.60	36.63	-9.925E-01	-3.340E-01	1.101E-01	-31.37
		1.80	-2.60	36.63	-9.925E-01	-3.340E-01	1.00	-64.34
		2.70	-2.60	36.63	-9.925E-01	-3.340E-01	1.90	-97.31
		3.60	-2.60	36.63	-9.925E-01	-3.340E-01	2.79	-130.28
87	GEMPA5	0.00	-1.48	-5.99	-3.05	6.20	-1.80	5.92
		9.0E-01	-1.48	-5.99	-3.05	6.20	9.475E-01	11.31
		1.80	-1.48	-5.99	-3.05	6.20	3.69	16.70
		2.70	-1.48	-5.99	-3.05	6.20	6.44	22.09
		3.60	-1.48	-5.99	-3.05	6.20	9.18	27.47
87	GEMPA6	0.00	-3.29	23.87	-3.11	3.90	-2.04	5.53
		9.0E-01	-3.29	23.87	-3.11	3.90	7.565E-01	-15.95
		1.80	-3.29	23.87	-3.11	3.90	3.55	-37.43
		2.70	-3.29	23.87	-3.11	3.90	6.35	-58.91
		3.60	-3.29	23.87	-3.11	3.90	9.14	-80.39
87	GEMPA7	0.00	2.60	-36.63	9.925E-01	3.340E-01	7.831E-01	-1.59
		9.0E-01	2.60	-36.63	9.925E-01	3.340E-01	-1.101E-01	31.37
		1.80	2.60	-36.63	9.925E-01	3.340E-01	-1.00	64.34
		2.70	2.60	-36.63	9.925E-01	3.340E-01	-1.90	97.31
		3.60	2.60	-36.63	9.925E-01	3.340E-01	-2.79	130.28
87	GEMPA8	0.00	1.08	-32.13	-7.898E-01	4.46	-1.982E-01	2.45
		9.0E-01	1.08	-32.13	-7.898E-01	4.46	5.126E-01	31.36
		1.80	1.08	-32.13	-7.898E-01	4.46	1.22	60.28
		2.70	1.08	-32.13	-7.898E-01	4.46	1.93	89.20
		3.60	1.08	-32.13	-7.898E-01	4.46	2.64	118.11
87	KOMBO1	0.00	-19.47	23.92	2.119E-01	12.34	-2.41	132.70
		9.0E-01	-19.47	44.23	2.119E-01	12.34	-2.60	102.61
		1.80	-19.47	72.16	2.119E-01	12.34	-2.79	50.80
		2.70	-19.47	100.09	2.119E-01	12.34	-2.98	-27.28
		3.60	-19.47	120.39	2.119E-01	12.34	-3.17	-127.06
87	KOMBO2A	0.00	-11.60	-6.91	3.30	3.72	5.148E-02	81.39
		9.0E-01	-11.60	7.11	3.30	3.72	-2.92	81.54
		1.80	-11.60	24.41	3.30	3.72	-5.89	67.61
		2.70	-11.60	41.71	3.30	3.72	-8.86	37.61
		3.60	-11.60	55.72	3.30	3.72	-11.83	-6.49
87	KOMBO2B	0.00	-18.18	40.83	-2.91	11.52	-4.03	92.45
		9.0E-01	-18.18	54.84	-2.91	11.52	-1.41	49.64
		1.80	-18.18	72.14	-2.91	11.52	1.22	-7.25
		2.70	-18.18	89.45	-2.91	11.52	3.84	-80.22
		3.60	-18.18	103.46	-2.91	11.52	6.46	-167.27
87	KOMBO3A	0.00	-13.77	-4.76	3.47	5.66	-8.296E-02	102.22
		9.0E-01	-13.77	12.23	3.47	5.66	-3.21	99.24

	1.80	-13.77	34.33	3.47	5.66	-6.33	78.87
	2.70	-13.77	56.43	3.47	5.66	-9.45	37.44
	3.60	-13.77	73.42	3.47	5.66	-12.57	-21.37
87	KOMBO3B						
	0.00	-20.68	45.36	-3.05	13.84	-4.37	113.83
	9.0E-01	-20.68	62.35	-3.05	13.84	-1.62	65.74
	1.80	-20.68	84.45	-3.05	13.84	1.13	6.665E-02
	2.70	-20.68	106.55	-3.05	13.84	3.88	-86.27
	3.60	-20.68	123.54	-3.05	13.84	6.63	-190.19

ivil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
105	MATI	0.00	-18.73	-110.11	5.00	-13.79	11.63	-174.30
		9.0E-01	-18.73	-94.54	5.00	-13.79	7.13	-81.94
		1.80	-18.73	-75.31	5.00	-13.79	2.63	-5.23
		2.70	-18.73	-56.09	5.00	-13.79	-1.87	53.63
		3.60	-18.73	-40.52	5.00	-13.79	-6.37	96.83
105	HIDUP	0.00	4.049E-01	-14.13	-3.676E-01	-9.872E-01	-8.748E-01	-25.74
		9.0E-01	4.049E-01	-13.11	-3.676E-01	-9.872E-01	-5.440E-01	-13.33
		1.80	4.049E-01	-10.08	-3.676E-01	-9.872E-01	-2.132E-01	-2.74
		2.70	4.049E-01	-7.04	-3.676E-01	-9.872E-01	1.177E-01	4.81
		3.60	4.049E-01	-6.03	-3.676E-01	-9.872E-01	4.485E-01	10.53
105	GEMPA1	0.00	-2.272E-01	-17.92	4.59	9.66	12.13	-69.71
		9.0E-01	-2.272E-01	-17.92	4.59	9.66	8.00	-53.58
		1.80	-2.272E-01	-17.92	4.59	9.66	3.88	-37.45
		2.70	-2.272E-01	-17.92	4.59	9.66	-2.526E-01	-21.32
		3.60	-2.272E-01	-17.92	4.59	9.66	-4.38	-5.19
105	GEMPA2	0.00	-1.85	12.56	4.80	8.77	12.98	39.28
		9.0E-01	-1.85	12.56	4.80	8.77	8.66	27.97
		1.80	-1.85	12.56	4.80	8.77	4.35	16.67
		2.70	-1.85	12.56	4.80	8.77	2.787E-02	5.37
		3.60	-1.85	12.56	4.80	8.77	-4.29	-5.94
105	GEMPA3	0.00	-1.82	35.02	1.56	2.11	4.46	123.29
		9.0E-01	-1.82	35.02	1.56	2.11	3.05	91.77
		1.80	-1.82	35.02	1.56	2.11	1.64	60.26
		2.70	-1.82	35.02	1.56	2.11	2.375E-01	28.74
		3.60	-1.82	35.02	1.56	2.11	-1.17	-2.78
105	GEMPA4	0.00	-1.34	35.09	-1.27	-3.86	-3.07	127.52
		9.0E-01	-1.34	35.09	-1.27	-3.86	-1.92	95.94
		1.80	-1.34	35.09	-1.27	-3.86	-7.831E-01	64.36
		2.70	-1.34	35.09	-1.27	-3.86	3.585E-01	32.77
		3.60	-1.34	35.09	-1.27	-3.86	1.50	1.19
105	GEMPA5	0.00	1.85	-12.56	-4.80	-8.77	-12.98	-39.28
		9.0E-01	1.85	-12.56	-4.80	-8.77	-8.66	-27.97
		1.80	1.85	-12.56	-4.80	-8.77	-4.35	-16.67
		2.70	1.85	-12.56	-4.80	-8.77	-2.787E-02	-5.37
		3.60	1.85	-12.56	-4.80	-8.77	4.29	5.94
105	GEMPA6	0.00	2.272E-01	17.92	-4.59	-9.66	-12.13	69.71
		9.0E-01	2.272E-01	17.92	-4.59	-9.66	-8.00	53.58
		1.80	2.272E-01	17.92	-4.59	-9.66	-3.88	37.45
		2.70	2.272E-01	17.92	-4.59	-9.66	2.526E-01	21.32
		3.60	2.272E-01	17.92	-4.59	-9.66	4.38	5.19
105	GEMPA7	0.00	1.34	-35.09	1.27	3.86	3.07	-127.52
		9.0E-01	1.34	-35.09	1.27	3.86	1.92	-95.94
		1.80	1.34	-35.09	1.27	3.86	7.831E-01	-64.36
		2.70	1.34	-35.09	1.27	3.86	-3.585E-01	-32.77
		3.60	1.34	-35.09	1.27	3.86	-1.50	-1.19
105	GEMPA8	0.00	1.82	-35.02	-1.56	-2.11	-4.46	-123.29
		9.0E-01	1.82	-35.02	-1.56	-2.11	-3.05	-91.77
		1.80	1.82	-35.02	-1.56	-2.11	-1.64	-60.26
		2.70	1.82	-35.02	-1.56	-2.11	-2.375E-01	-28.74
		3.60	1.82	-35.02	-1.56	-2.11	1.17	2.78
105	KOMBO1	0.00	-21.83	-154.73	5.41	-18.12	12.55	-250.34
		9.0E-01	-21.83	-134.43	5.41	-18.12	7.69	-119.65
		1.80	-21.83	-106.50	5.41	-18.12	2.82	-10.66
		2.70	-21.83	-78.57	5.41	-18.12	-2.05	72.04
		3.60	-21.83	-58.26	5.41	-18.12	-6.92	133.05
105	KOMBO2A	0.00	-17.09	-117.02	9.09	-2.75	22.60	-226.58
		9.0E-01	-17.09	-103.01	9.09	-2.75	14.42	-127.33
		1.80	-17.09	-85.70	9.09	-2.75	6.24	-42.16
		2.70	-17.09	-68.40	9.09	-2.75	-1.93	26.94
		3.60	-17.09	-54.39	9.09	-2.75	-10.11	81.95
105	KOMBO2B	0.00	-16.63	-81.17	-8.874E-02	-22.07	-1.67	-87.16
		9.0E-01	-16.63	-67.16	-8.874E-02	-22.07	-1.59	-20.16
		1.80	-16.63	-49.86	-8.874E-02	-22.07	-1.51	32.75
		2.70	-16.63	-32.56	-8.874E-02	-22.07	-1.43	69.59
		3.60	-16.63	-18.54	-8.874E-02	-22.07	-1.35	92.34
105	KOMBO3A	0.00	-19.65	-143.33	9.83	-4.96	24.40	-272.43
		9.0E-01	-19.65	-126.34	9.83	-4.96	15.55	-150.69

	1.80	-19.65	-104.24	9.83	-4.96	6.70	-46.54
	2.70	-19.65	-82.15	9.83	-4.96	-2.15	36.95
	3.60	-19.65	-65.16	9.83	-4.96	-11.00	102.85
105	KOMBO3B						
	0.00	-19.17	-105.69	2.001E-01	-25.24	-1.08	-126.03
	9.0E-01	-19.17	-88.71	2.001E-01	-25.24	-1.26	-38.17
	1.80	-19.17	-66.61	2.001E-01	-25.24	-1.44	32.11
	2.70	-19.17	-44.51	2.001E-01	-25.24	-1.62	81.73
	3.60	-19.17	-27.52	2.001E-01	-25.24	-1.80	113.76

ivil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
123	MATI	0.00	-5.183E-01	17.16	-4.59	11.77	-1.42	-1.12
		6.3E-01	-5.183E-01	21.72	-4.59	11.77	1.45	-13.18
		1.25	-5.183E-01	28.05	-4.59	11.77	4.32	-28.64
		1.88	-5.183E-01	34.37	-4.59	11.77	7.18	-48.24
		2.50	-5.183E-01	38.94	-4.59	11.77	10.05	-71.24
123	HIDUP	0.00	2.894E-02	7.93	1.311E-01	2.98	5.518E-02	-8.895E-01
		6.3E-01	2.894E-02	9.51	1.311E-01	2.98	-2.677E-02	-5.97
		1.25	2.894E-02	10.27	1.311E-01	2.98	-1.087E-01	-11.77
		1.88	2.894E-02	12.03	1.311E-01	2.98	-1.907E-01	-18.80
		2.50	2.894E-02	12.61	1.311E-01	2.98	-2.726E-01	-26.56
123	GEMPA1	0.00	1.273E-01	-5.77	-9.832E-01	-13.83	2.714E-01	-4.739E-01
		6.3E-01	1.273E-01	-5.77	-9.832E-01	-13.83	8.859E-01	3.13
		1.25	1.273E-01	-5.77	-9.832E-01	-13.83	1.50	6.74
		1.88	1.273E-01	-5.77	-9.832E-01	-13.83	2.11	10.35
		2.50	1.273E-01	-5.77	-9.832E-01	-13.83	2.73	13.96
123	GEMPA2	0.00	-3.936E-01	-5.02	-1.79	-12.11	-6.712E-01	-9.932E-01
		6.3E-01	-3.936E-01	-5.02	-1.79	-12.11	4.475E-01	2.15
		1.25	-3.936E-01	-5.02	-1.79	-12.11	1.57	5.29
		1.88	-3.936E-01	-5.02	-1.79	-12.11	2.68	8.42
		2.50	-3.936E-01	-5.02	-1.79	-12.11	3.80	11.56
123	GEMPA3	0.00	-5.654E-01	-1.00	-1.13	-2.53	-1.01	-8.119E-01
		6.3E-01	-5.654E-01	-1.00	-1.13	-2.53	-2.985E-01	-1.838E-01
		1.25	-5.654E-01	-1.00	-1.13	-2.53	4.108E-01	4.443E-01
		1.88	-5.654E-01	-1.00	-1.13	-2.53	1.12	1.07
		2.50	-5.654E-01	-1.00	-1.13	-2.53	1.83	1.70
123	GEMPA4	0.00	-4.876E-01	2.55	-3.644E-01	6.04	-8.941E-01	-2.788E-01
		6.3E-01	-4.876E-01	2.55	-3.644E-01	6.04	-6.663E-01	-1.87
		1.25	-4.876E-01	2.55	-3.644E-01	6.04	-4.386E-01	-3.46
		1.88	-4.876E-01	2.55	-3.644E-01	6.04	-2.108E-01	-5.06
		2.50	-4.876E-01	2.55	-3.644E-01	6.04	1.699E-02	-6.65
123	GEMPA5	0.00	3.936E-01	5.02	1.79	12.11	6.712E-01	9.932E-01
		6.3E-01	3.936E-01	5.02	1.79	12.11	-4.475E-01	-2.15
		1.25	3.936E-01	5.02	1.79	12.11	-1.57	-5.29
		1.88	3.936E-01	5.02	1.79	12.11	-2.68	-8.42
		2.50	3.936E-01	5.02	1.79	12.11	-3.80	-11.56
123	GEMPA6	0.00	-1.273E-01	5.77	9.832E-01	13.83	-2.714E-01	4.739E-01
		6.3E-01	-1.273E-01	5.77	9.832E-01	13.83	-8.859E-01	-3.13
		1.25	-1.273E-01	5.77	9.832E-01	13.83	-1.50	-6.74
		1.88	-1.273E-01	5.77	9.832E-01	13.83	-2.11	-10.35
		2.50	-1.273E-01	5.77	9.832E-01	13.83	-2.73	-13.96
123	GEMPA7	0.00	4.876E-01	-2.55	3.644E-01	-6.04	8.941E-01	2.788E-01
		6.3E-01	4.876E-01	-2.55	3.644E-01	-6.04	6.663E-01	1.87
		1.25	4.876E-01	-2.55	3.644E-01	-6.04	4.386E-01	3.46
		1.88	4.876E-01	-2.55	3.644E-01	-6.04	2.108E-01	5.06
		2.50	4.876E-01	-2.55	3.644E-01	-6.04	-1.699E-02	6.65
123	GEMPA8	0.00	5.654E-01	1.00	1.13	2.53	1.01	8.119E-01
		6.3E-01	5.654E-01	1.00	1.13	2.53	2.985E-01	1.838E-01
		1.25	5.654E-01	1.00	1.13	2.53	-4.108E-01	-4.443E-01
		1.88	5.654E-01	1.00	1.13	2.53	-1.12	-1.07
		2.50	5.654E-01	1.00	1.13	2.53	-1.83	-1.70
123	KOMBO1	0.00	-5.756E-01	33.27	-5.30	18.88	-1.62	-2.77
		6.3E-01	-5.756E-01	39.69	-5.30	18.88	1.69	-25.36
		1.25	-5.756E-01	50.09	-5.30	18.88	5.00	-53.21
		1.88	-5.756E-01	60.49	-5.30	18.88	8.32	-87.97
		2.50	-5.756E-01	66.90	-5.30	18.88	11.63	-127.99
123	KOMBO2A	0.00	-3.392E-01	9.67	-5.11	-3.24	-1.01	-1.48
		6.3E-01	-3.392E-01	13.78	-5.11	-3.24	2.19	-8.73
		1.25	-3.392E-01	19.47	-5.11	-3.24	5.38	-19.04
		1.88	-3.392E-01	25.16	-5.11	-3.24	8.58	-33.07
		2.50	-3.392E-01	29.27	-5.11	-3.24	11.78	-50.16
123	KOMBO2B	0.00	-5.937E-01	21.22	-3.15	24.42	-1.55	-5.349E-01
		6.3E-01	-5.937E-01	25.32	-3.15	24.42	4.161E-01	-15.00
		1.25	-5.937E-01	31.02	-3.15	24.42	2.38	-32.52
		1.88	-5.937E-01	36.71	-3.15	24.42	4.35	-53.76
		2.50	-5.937E-01	40.81	-3.15	24.42	6.32	-78.07
123	KOMBO3A	0.00	-3.923E-01	16.95	-5.77	-2.888E-01	-1.17	-2.23
		6.3E-01	-3.923E-01	22.11	-5.77	-2.888E-01	2.43	-14.31

	1.25	-3.923E-01	29.86	-5.77	-2.888E-01	6.04	-30.41
	1.88	-3.923E-01	37.61	-5.77	-2.888E-01	9.64	-51.63
	2.50	-3.923E-01	42.77	-5.77	-2.888E-01	13.25	-76.88
123	KOMBO3B						
	0.00	-6.596E-01	29.07	-3.70	28.75	-1.74	-1.24
	6.3E-01	-6.596E-01	34.23	-3.70	28.75	5.719E-01	-20.89
	1.25	-6.596E-01	41.98	-3.70	28.75	2.89	-44.57
	1.88	-6.596E-01	49.73	-3.70	28.75	5.20	-73.36
	2.50	-6.596E-01	54.89	-3.70	28.75	7.52	-106.19

ivil engineering-iii

R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
209	MATI	0.00	5.063E-01	-33.60	1.44	7.78	2.62	-60.86
		6.3E-01	5.063E-01	-29.33	1.44	7.78	1.72	-41.14
		1.25	5.063E-01	-23.87	1.44	7.78	8.197E-01	-24.45
		1.88	5.063E-01	-18.41	1.44	7.78	-8.265E-02	-11.30
		2.50	5.063E-01	-14.14	1.44	7.78	-9.850E-01	-1.19
209	HIDUP	0.00	7.292E-02	-1.405E-01	2.279E-01	2.557E-01	4.355E-01	-2.378E-01
		6.3E-01	7.292E-02	-1.405E-01	2.279E-01	2.557E-01	2.931E-01	-1.500E-01
		1.25	7.292E-02	-1.405E-01	2.279E-01	2.557E-01	1.506E-01	-6.217E-02
		1.88	7.292E-02	-1.405E-01	2.279E-01	2.557E-01	8.177E-03	2.564E-02
		2.50	7.292E-02	-1.405E-01	2.279E-01	2.557E-01	-1.343E-01	1.134E-01
209	GEMPA1	0.00	-1.116E-01	4.71	-8.977E-01	-11.27	-2.04	11.55
		6.3E-01	-1.116E-01	4.71	-8.977E-01	-11.27	-1.48	8.61
		1.25	-1.116E-01	4.71	-8.977E-01	-11.27	-9.198E-01	5.66
		1.88	-1.116E-01	4.71	-8.977E-01	-11.27	-3.588E-01	2.72
		2.50	-1.116E-01	4.71	-8.977E-01	-11.27	2.023E-01	-2.267E-01
209	GEMPA2	0.00	-7.088E-01	3.93	-2.33	-9.44	-4.55	8.92
		6.3E-01	-7.088E-01	3.93	-2.33	-9.44	-3.09	6.46
		1.25	-7.088E-01	3.93	-2.33	-9.44	-1.63	4.01
		1.88	-7.088E-01	3.93	-2.33	-9.44	-1.701E-01	1.55
		2.50	-7.088E-01	3.93	-2.33	-9.44	1.29	-9.064E-01
209	GEMPA3	0.00	-6.586E-01	6.294E-01	-1.71	-1.58	-3.07	6.277E-01
		6.3E-01	-6.586E-01	6.294E-01	-1.71	-1.58	-2.00	2.343E-01
		1.25	-6.586E-01	6.294E-01	-1.71	-1.58	-9.369E-01	-1.591E-01
		1.88	-6.586E-01	6.294E-01	-1.71	-1.58	1.294E-01	-5.525E-01
		2.50	-6.586E-01	6.294E-01	-1.71	-1.58	1.20	-9.459E-01
209	GEMPA4	0.00	-4.528E-01	-2.24	-9.039E-01	5.34	-1.44	-6.11
		6.3E-01	-4.528E-01	-2.24	-9.039E-01	5.34	-8.734E-01	-4.71
		1.25	-4.528E-01	-2.24	-9.039E-01	5.34	-3.085E-01	-3.31
		1.88	-4.528E-01	-2.24	-9.039E-01	5.34	2.565E-01	-1.91
		2.50	-4.528E-01	-2.24	-9.039E-01	5.34	8.214E-01	-5.054E-01
209	GEMPA5	0.00	7.088E-01	-3.93	2.33	9.44	4.55	-8.92
		6.3E-01	7.088E-01	-3.93	2.33	9.44	3.09	-6.46
		1.25	7.088E-01	-3.93	2.33	9.44	1.63	-4.01
		1.88	7.088E-01	-3.93	2.33	9.44	1.701E-01	-1.55
		2.50	7.088E-01	-3.93	2.33	9.44	1.29	9.064E-01
209	GEMPA6	0.00	1.116E-01	4.71	8.977E-01	11.27	2.04	-11.55
		6.3E-01	1.116E-01	-4.71	8.977E-01	11.27	1.48	-0.61
		1.25	1.116E-01	-4.71	8.977E-01	11.27	9.198E-01	-5.66
		1.88	1.116E-01	-4.71	8.977E-01	11.27	3.588E-01	2.72
		2.50	1.116E-01	-4.71	8.977E-01	11.27	-2.023E-01	2.267E-01
209	GEMPA7	0.00	4.528E-01	2.24	9.039E-01	-5.34	1.44	6.11
		6.3E-01	4.528E-01	2.24	9.039E-01	-5.34	8.734E-01	4.71
		1.25	4.528E-01	2.24	9.039E-01	-5.34	3.085E-01	3.31
		1.88	4.528E-01	2.24	9.039E-01	-5.34	-2.565E-01	1.91
		2.50	4.528E-01	2.24	9.039E-01	-5.34	-8.214E-01	5.054E-01
209	GEMPA8	0.00	6.586E-01	-6.294E-01	1.71	1.58	3.07	-6.277E-01
		6.3E-01	6.586E-01	-6.294E-01	1.71	1.58	2.00	-2.343E-01
		1.25	6.586E-01	-6.294E-01	1.71	1.58	9.369E-01	1.591E-01
		1.88	6.586E-01	-6.294E-01	1.71	1.58	-1.294E-01	5.525E-01
		2.50	6.586E-01	-6.294E-01	1.71	1.58	-1.20	9.459E-01
209	KOMBO1	0.00	7.243E-01	-40.54	2.10	9.75	3.85	-73.42
		6.3E-01	7.243E-01	-35.42	2.10	9.75	2.54	-49.60
		1.25	7.243E-01	-28.87	2.10	9.75	1.22	-29.44
		1.88	7.243E-01	-22.32	2.10	9.75	-8.610E-02	-13.52
		2.50	7.243E-01	-17.19	2.10	9.75	-1.40	-1.25
209	KOMBO2A	0.00	3.441E-01	-25.53	4.016E-01	-4.27	3.199E-01	-43.23
		6.3E-01	3.441E-01	-21.68	4.016E-01	-4.27	6.886E-02	-28.42
		1.25	3.441E-01	-16.77	4.016E-01	-4.27	-1.821E-01	-16.34
		1.88	3.441E-01	-11.86	4.016E-01	-4.27	-4.332E-01	-7.45
		2.50	3.441E-01	-8.01	4.016E-01	-4.27	-6.842E-01	-1.30
209	KOMBO2B	0.00	5.673E-01	-34.95	2.20	18.28	4.40	-66.33
		6.3E-01	5.673E-01	-31.10	2.20	18.28	3.03	-45.63
		1.25	5.673E-01	-26.19	2.20	18.28	1.66	-27.67
		1.88	5.673E-01	-21.28	2.20	18.28	2.844E-01	-12.89
		2.50	5.673E-01	-17.43	2.20	18.28	-1.09	-8.458E-01
209	KOMBO3A	0.00	4.604E-01	-30.42	7.169E-01	-3.50	8.858E-01	-51.93
		6.3E-01	4.604E-01	-25.93	7.169E-01	-3.50	4.378E-01	-34.25

	1.25	4.604E-01	-20.20	7.169E-01	-3.50	-1.029E-02	-19.77
	1.88	4.604E-01	-14.47	7.169E-01	-3.50	-4.583E-01	-9.00
	2.50	4.604E-01	-9.99	7.169E-01	-3.50	-9.064E-01	-1.42
209	KOMBO3B						
	0.00	6.948E-01	-40.31	2.60	20.17	5.17	-76.18
	6.3E-01	6.948E-01	-35.83	2.60	20.17	3.55	-52.32
	1.25	6.948E-01	-30.10	2.60	20.17	1.92	-31.66
	1.88	6.948E-01	-24.37	2.60	20.17	2.951E-01	-14.70
	2.50	6.948E-01	-19.88	2.60	20.17	-1.33	-9.417E-01



ivil engineering-iii

R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
257	MATI	0.00	1.16	-81.81	3.107E-01	10.06	5.223E-01	-72.93
		9.0E-01	1.16	-66.24	3.107E-01	10.06	2.427E-01	-6.04
		1.80	1.16	-47.01	3.107E-01	10.06	-3.697E-02	45.20
		2.70	1.16	-27.79	3.107E-01	10.06	-3.166E-01	78.59
		3.60	1.16	-12.22	3.107E-01	10.06	-5.963E-01	96.32
257	HIDUP	0.00	2.433E-01	-8.09	-1.423E-01	1.41	-4.441E-01	-4.04
		9.0E-01	2.433E-01	-7.08	-1.423E-01	1.41	-3.161E-01	2.93
		1.80	2.433E-01	-4.04	-1.423E-01	1.41	-1.880E-01	8.09
		2.70	2.433E-01	-1.00	-1.423E-01	1.41	-5.998E-02	10.21
		3.60	2.433E-01	8.885E-03	-1.423E-01	1.41	6.807E-02	10.50
257	GEMPA1	0.00	4.042E-01	25.14	3.93	-4.43	9.76	86.07
		9.0E-01	4.042E-01	25.14	3.93	-4.43	6.22	63.44
		1.80	4.042E-01	25.14	3.93	-4.43	2.69	40.82
		2.70	4.042E-01	25.14	3.93	-4.43	-8.473E-01	18.19
		3.60	4.042E-01	25.14	3.93	-4.43	-4.38	-4.43
257	GEMPA2	0.00	-1.34	-9.28	4.55	-6.68	11.56	-38.32
		9.0E-01	-1.34	-9.28	4.55	-6.68	7.47	-29.97
		1.80	-1.34	-9.28	4.55	-6.68	3.38	-21.61
		2.70	-1.34	-9.28	4.55	-6.68	-7.163E-01	-13.26
		3.60	-1.34	-9.28	4.55	-6.68	-4.81	-4.90
257	GEMPA3	0.00	-1.82	-37.51	1.68	-4.71	4.45	-137.29
		9.0E-01	-1.82	-37.51	1.68	-4.71	2.94	-103.53
		1.80	-1.82	-37.51	1.68	-4.71	1.43	-69.77
		2.70	-1.82	-37.51	1.68	-4.71	-7.855E-02	-36.02
		3.60	-1.82	-37.51	1.68	-4.71	-1.59	-2.26
257	GEMPA4	0.00	-1.57	-41.35	-2.556E-01	-3.377E-02	-3.882E-01	-147.63
		9.0E-01	-1.57	-41.35	-2.556E-01	-3.377E-02	-1.581E-01	-110.42
		1.80	-1.57	-41.35	-2.556E-01	-3.377E-02	7.192E-02	-73.21
		2.70	-1.57	-41.35	-2.556E-01	-3.377E-02	3.020E-01	-36.00
		3.60	-1.57	-41.35	-2.556E-01	-3.377E-02	5.320E-01	1.21
257	GEMPA5	0.00	1.34	9.28	-4.55	6.68	-11.56	38.32
		9.0E-01	1.34	9.28	-4.55	6.68	-7.47	29.97
		1.80	1.34	9.28	-4.55	6.68	-3.38	21.61
		2.70	1.34	9.28	-4.55	6.68	7.163E-01	13.26
		3.60	1.34	9.28	-4.55	6.68	4.81	4.90
257	GEMPA6	0.00	-4.042E-01	-25.14	-3.93	4.43	-9.76	-86.07
		9.0E-01	-4.042E-01	-25.14	-3.93	4.43	-6.22	-63.44
		1.80	-4.042E-01	-25.14	-3.93	4.43	-2.69	-40.82
		2.70	-4.042E-01	-25.14	-3.93	4.43	8.473E-01	-18.19
		3.60	-4.042E-01	-25.14	-3.93	4.43	4.38	4.43
257	GEMPA7	0.00	1.57	41.35	2.556E-01	3.377E-02	3.882E-01	147.63
		9.0E-01	1.57	41.35	2.556E-01	3.377E-02	1.581E-01	110.42
		1.80	1.57	41.35	2.556E-01	3.377E-02	-7.192E-02	73.21
		2.70	1.57	41.35	2.556E-01	3.377E-02	-3.020E-01	36.00
		3.60	1.57	41.35	2.556E-01	3.377E-02	-5.320E-01	-1.21
257	GEMPA8	0.00	1.82	37.51	-1.68	4.71	-4.45	137.29
		9.0E-01	1.82	37.51	-1.68	4.71	-2.94	103.53
		1.80	1.82	37.51	-1.68	4.71	-1.43	69.77
		2.70	1.82	37.51	-1.68	4.71	7.855E-02	36.02
		3.60	1.82	37.51	-1.68	4.71	1.59	2.26
257	KOMBO1	0.00	1.78	-111.12	1.452E-01	14.33	-8.385E-02	-93.99
		9.0E-01	1.78	-90.81	1.452E-01	14.33	-2.145E-01	-2.55
		1.80	1.78	-62.88	1.452E-01	14.33	-3.452E-01	67.18
		2.70	1.78	-34.95	1.452E-01	14.33	-4.759E-01	110.64
		3.60	1.78	-14.65	1.452E-01	14.33	-6.066E-01	132.39
257	KOMBO2A	0.00	1.45	-48.49	4.21	4.62	10.23	20.42
		9.0E-01	1.45	-34.48	4.21	4.62	6.44	58.01
		1.80	1.45	-17.18	4.21	4.62	2.65	81.50
		2.70	1.45	1.263E-01	4.21	4.62	-1.13	88.92
		3.60	1.45	14.14	4.21	4.62	-4.92	82.26
257	KOMBO2B	0.00	6.375E-01	-98.77	-3.65	13.48	-9.29	-151.71
		9.0E-01	6.375E-01	-84.75	-3.65	13.48	-6.00	-68.88
		1.80	6.375E-01	-67.45	-3.65	13.48	-2.72	-1.388E-01
		2.70	6.375E-01	-50.15	-3.65	13.48	5.624E-01	52.53
		3.60	6.375E-01	-36.14	-3.65	13.48	3.84	91.11
257	KOMBO3A	0.00	1.79	-64.60	4.36	6.80	10.51	11.24
		9.0E-01	1.79	-47.62	4.36	6.80	6.59	62.12

	1.80	1.79	-25.52	4.36	6.80	2.66	95.42
	2.70	1.79	-3.42	4.36	6.80	-1.26	108.05
	3.60	1.79	13.57	4.36	6.80	-5.18	103.10
257	KOMBO3B						
	0.00	9.442E-01	-117.39	-3.89	16.10	-9.97	-169.50
	9.0E-01	9.442E-01	-100.40	-3.89	16.10	-6.48	-71.11
	1.80	9.442E-01	-78.31	-3.89	16.10	-2.98	9.70
	2.70	9.442E-01	-56.21	-3.89	16.10	5.195E-01	69.84
	3.60	9.442E-01	-39.22	-3.89	16.10	4.02	112.40

ivil engineering-iii

R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
275	MATI	0.00	1.43	46.31	-9.737E-01	-9.26	-1.09	96.56
		9.0E-01	1.43	61.88	-9.737E-01	-9.26	-2.175E-01	48.15
		1.80	1.43	81.10	-9.737E-01	-9.26	6.588E-01	-15.91
		2.70	1.43	100.33	-9.737E-01	-9.26	1.54	-97.83
		3.60	1.43	115.90	-9.737E-01	-9.26	2.41	-195.41
275	HIDUP	0.00	4.696E-01	6.89	-3.763E-01	-1.02	-3.462E-01	10.54
		9.0E-01	4.696E-01	7.91	-3.763E-01	-1.02	-7.572E-03	4.03
		1.80	4.696E-01	10.94	-3.763E-01	-1.02	3.311E-01	-4.30
		2.70	4.696E-01	13.98	-3.763E-01	-1.02	6.698E-01	-15.67
		3.60	4.696E-01	14.99	-3.763E-01	-1.02	1.01	-28.86
275	GEMPA1	0.00	-2.48	20.43	2.49	6.38	8.962E-01	-4.09
		9.0E-01	-2.48	20.43	2.49	6.38	-1.34	-22.48
		1.80	-2.48	20.43	2.49	6.38	-3.58	-40.87
		2.70	-2.48	20.43	2.49	6.38	-5.83	-59.26
		3.60	-2.48	20.43	2.49	6.38	-8.07	-77.65
275	GEMPA2	0.00	-5.16	-14.69	4.07	5.76	2.17	-4.94
		9.0E-01	-5.16	-14.69	4.07	5.76	-1.49	8.28
		1.80	-5.16	-14.69	4.07	5.76	-5.16	21.51
		2.70	-5.16	-14.69	4.07	5.76	-8.83	34.73
		3.60	-5.16	-14.69	4.07	5.76	-12.50	47.95
275	GEMPA3	0.00	-3.57	-40.17	2.37	1.42	1.62	-2.63
		9.0E-01	-3.57	-40.17	2.37	1.42	-5.127E-01	33.52
		1.80	-3.57	-40.17	2.37	1.42	-2.64	69.68
		2.70	-3.57	-40.17	2.37	1.42	-4.77	105.84
		3.60	-3.57	-40.17	2.37	1.42	-6.90	141.99
275	GEMPA4	0.00	-1.83	-40.23	9.411E-01	-2.60	1.01	7.784E-01
		9.0E-01	-1.83	-40.23	9.411E-01	-2.60	1.612E-01	36.98
		1.80	-1.83	-40.23	9.411E-01	-2.60	-6.858E-01	73.19
		2.70	-1.83	-40.23	9.411E-01	-2.60	-1.53	109.40
		3.60	-1.83	-40.23	9.411E-01	-2.60	-2.38	145.60
275	GEMPA5	0.00	5.16	14.69	-4.07	-5.76	-2.17	4.94
		9.0E-01	5.16	14.69	-4.07	-5.76	1.49	-8.28
		1.80	5.16	14.69	-4.07	-5.76	5.16	-21.51
		2.70	5.16	14.69	-4.07	-5.76	8.83	-34.73
		3.60	5.16	14.69	-4.07	-5.76	12.50	-47.95
275	GEMPA6	0.00	2.48	-20.43	-2.49	-6.38	-8.962E-01	4.09
		9.0E-01	2.48	-20.43	-2.49	-6.38	1.34	22.48
		1.80	2.48	-20.43	-2.49	-6.38	3.58	40.87
		2.70	2.48	-20.43	-2.49	-6.38	5.83	59.26
		3.60	2.48	-20.43	-2.49	-6.38	8.07	77.65
275	GEMPA7	0.00	1.83	40.23	-9.411E-01	2.60	-1.01	-7.784E-01
		9.0E-01	1.83	40.23	-9.411E-01	2.60	-1.612E-01	-36.98
		1.80	1.83	40.23	-9.411E-01	2.60	6.858E-01	-73.19
		2.70	1.83	40.23	-9.411E-01	2.60	1.53	-109.40
		3.60	1.83	40.23	-9.411E-01	2.60	2.38	-145.60
275	GEMPA8	0.00	3.57	40.17	-2.37	-1.42	-1.62	2.63
		9.0E-01	3.57	40.17	-2.37	-1.42	5.127E-01	-33.52
		1.80	3.57	40.17	-2.37	-1.42	2.64	-69.68
		2.70	3.57	40.17	-2.37	-1.42	4.77	-105.84
		3.60	3.57	40.17	-2.37	-1.42	6.90	-141.99
275	KOMBO1	0.00	2.47	66.60	-1.77	-12.75	-1.87	132.73
		9.0E-01	2.47	86.90	-1.77	-12.75	-2.731E-01	64.23
		1.80	2.47	114.83	-1.77	-12.75	1.32	-25.98
		2.70	2.47	142.76	-1.77	-12.75	2.91	-142.46
		3.60	2.47	163.06	-1.77	-12.75	4.51	-280.66
275	KOMBO2A	0.00	-1.19	62.11	1.61	-1.96	-8.815E-02	82.81
		9.0E-01	-1.19	76.12	1.61	-1.96	-1.54	20.86
		1.80	-1.19	93.42	1.61	-1.96	-2.99	-55.19
		2.70	-1.19	110.73	1.61	-1.96	-4.44	-147.31
		3.60	-1.19	124.74	1.61	-1.96	-5.90	-253.52
275	KOMBO2B	0.00	3.76	21.24	-3.37	-14.71	-1.88	90.99
		9.0E-01	3.76	35.26	-3.37	-14.71	1.15	65.82
		1.80	3.76	52.56	-3.37	-14.71	4.18	26.55
		2.70	3.76	69.86	-3.37	-14.71	7.21	-28.79
		3.60	3.76	83.87	-3.37	-14.71	10.24	-98.21
275	KOMBO3A	0.00	-8.054E-01	74.42	1.35	-3.67	-4.255E-01	103.73
		9.0E-01	-8.054E-01	91.41	1.35	-3.67	-1.64	29.49

	1.80	-8.054E-01	113.51	1.35	-3.67	-2.86	-62.33
	2.70	-8.054E-01	135.61	1.35	-3.67	-4.08	-174.82
	3.60	-8.054E-01	152.59	1.35	-3.67	-5.30	-304.89
275 KOMBO3B	0.00	4.40	31.51	-3.87	-17.07	-2.31	112.32
	9.0E-01	4.40	48.50	-3.87	-17.07	1.18	76.70
	1.80	4.40	70.60	-3.87	-17.07	4.66	23.50
	2.70	4.40	92.69	-3.87	-17.07	8.15	-50.37
	3.60	4.40	109.68	-3.87	-17.07	11.64	-141.82

ivil engineering-iii

R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
293	MATI	0.00	6.548E-01	-38.75	1.79	8.59	3.28	-71.29
		6.3E-01	6.548E-01	-34.19	1.79	8.59	2.16	-48.40
		1.25	6.548E-01	-27.86	1.79	8.59	1.04	-28.92
		1.88	6.548E-01	-21.54	1.79	8.59	-7.381E-02	-13.57
		2.50	6.548E-01	-16.98	1.79	8.59	-1.19	-1.62
293	HIDUP	0.00	1.043E-01	-12.68	3.382E-01	3.09	6.559E-01	-26.71
		6.3E-01	1.043E-01	-12.09	3.382E-01	3.09	4.445E-01	-18.91
		1.25	1.043E-01	-10.33	3.382E-01	3.09	2.331E-01	-11.85
		1.88	1.043E-01	-8.57	3.382E-01	3.09	2.172E-02	-6.00
		2.50	1.043E-01	-7.99	3.382E-01	3.09	-1.897E-01	-8.830E-01
293	GEMPA1	0.00	1.391E-01	4.05	-4.371E-01	-9.84	-1.34	9.95
		6.3E-01	1.391E-01	4.05	-4.371E-01	-9.84	-1.06	7.42
		1.25	1.391E-01	4.05	-4.371E-01	-9.84	-7.907E-01	4.88
		1.88	1.391E-01	4.05	-4.371E-01	-9.84	-5.174E-01	2.35
		2.50	1.391E-01	4.05	-4.371E-01	-9.84	-2.442E-01	-1.874E-01
293	GEMPA2	0.00	-5.878E-01	3.44	-2.54	-8.36	-5.27	7.80
		6.3E-01	-5.878E-01	3.44	-2.54	-8.36	-3.69	5.66
		1.25	-5.878E-01	3.44	-2.54	-8.36	-2.10	3.51
		1.88	-5.878E-01	3.44	-2.54	-8.36	-5.075E-01	1.36
		2.50	-5.878E-01	3.44	-2.54	-8.36	1.08	-7.927E-01
293	GEMPA3	0.00	-7.471E-01	6.489E-01	-2.37	-1.60	-4.56	7.741E-01
		6.3E-01	-7.471E-01	6.489E-01	-2.37	-1.60	-3.08	3.685E-01
		1.25	-7.471E-01	6.489E-01	-2.37	-1.60	-1.60	-3.701E-02
		1.88	-7.471E-01	6.489E-01	-2.37	-1.60	-1.162E-01	-4.425E-01
		2.50	-7.471E-01	6.489E-01	-2.37	-1.60	1.37	-8.481E-01
293	GEMPA4	0.00	-6.396E-01	-1.91	-1.67	4.64	-3.01	-5.24
		6.3E-01	-6.396E-01	-1.91	-1.67	4.64	-1.97	-4.04
		1.25	-6.396E-01	-1.91	-1.67	4.64	-9.263E-01	-2.85
		1.88	-6.396E-01	-1.91	-1.67	4.64	1.167E-01	-1.66
		2.50	-6.396E-01	-1.91	-1.67	4.64	1.16	-4.605E-01
293	GEMPA5	0.00	5.878E-01	-3.44	2.54	8.36	5.27	-7.80
		6.3E-01	5.878E-01	-3.44	2.54	8.36	3.69	-5.66
		1.25	5.878E-01	-3.44	2.54	8.36	2.10	-3.51
		1.88	5.878E-01	-3.44	2.54	8.36	5.075E-01	-1.36
		2.50	5.878E-01	-3.44	2.54	8.36	-1.08	7.927E-01
293	GEMPA6	0.00	-1.391E-01	-4.05	4.371E-01	9.84	1.34	-9.95
		6.3E-01	-1.391E-01	-4.05	4.371E-01	9.84	1.06	-7.42
		1.25	-1.391E-01	-4.05	4.371E-01	9.84	7.907E-01	-4.88
		1.88	-1.391E-01	-4.05	4.371E-01	9.84	5.174E-01	-2.35
		2.50	-1.391E-01	-4.05	4.371E-01	9.84	2.442E-01	1.874E-01
293	GEMPA7	0.00	6.396E-01	1.91	1.67	-4.64	3.01	5.24
		6.3E-01	6.396E-01	1.91	1.67	-4.64	1.97	4.04
		1.25	6.396E-01	1.91	1.67	-4.64	9.263E-01	2.85
		1.88	6.396E-01	1.91	1.67	-4.64	-1.167E-01	1.66
		2.50	6.396E-01	1.91	1.67	-4.64	-1.16	4.605E-01
293	GEMPA8	0.00	7.471E-01	-6.489E-01	2.37	1.60	4.56	-7.741E-01
		6.3E-01	7.471E-01	-6.489E-01	2.37	1.60	3.08	-3.685E-01
		1.25	7.471E-01	-6.489E-01	2.37	1.60	1.60	3.701E-02
		1.88	7.471E-01	-6.489E-01	2.37	1.60	1.162E-01	4.425E-01
		2.50	7.471E-01	-6.489E-01	2.37	1.60	-1.37	8.481E-01
293	KOMBO1	0.00	9.526E-01	-66.79	2.69	15.25	4.99	-128.29
		6.3E-01	9.526E-01	-60.37	2.69	15.25	3.31	-88.34
		1.25	9.526E-01	-49.97	2.69	15.25	1.63	-53.65
		1.88	9.526E-01	-39.57	2.69	15.25	-5.382E-02	-25.88
		2.50	9.526E-01	-33.15	2.69	15.25	-1.73	-3.36
293	KOMBO2A	0.00	7.284E-01	-30.82	1.17	-2.11	1.62	-54.21
		6.3E-01	7.284E-01	-26.72	1.17	-2.11	8.832E-01	-36.14
		1.25	7.284E-01	-21.02	1.17	-2.11	1.497E-01	-21.14
		1.88	7.284E-01	-15.33	1.17	-2.11	-5.839E-01	-9.87
		2.50	7.284E-01	-11.22	1.17	-2.11	-1.32	-1.65
293	KOMBO2B	0.00	4.502E-01	-38.93	2.05	17.58	4.29	-74.11
		6.3E-01	4.502E-01	-34.83	2.05	17.58	3.01	-50.97
		1.25	4.502E-01	-29.13	2.05	17.58	1.73	-30.91
		1.88	4.502E-01	-23.44	2.05	17.58	4.510E-01	-14.56
		2.50	4.502E-01	-19.33	2.05	17.58	-8.290E-01	-1.27
293	KOMBO3A	0.00	8.993E-01	-44.42	1.63	6.320E-01	2.46	-81.23
		6.3E-01	8.993E-01	-39.26	1.63	6.320E-01	1.43	-54.95

	1.25	8.993E-01	-31.51	1.63	6.320E-01	4.137E-01	-32.70
	1.88	8.993E-01	-23.76	1.63	6.320E-01	6.071E-01	-15.56
	2.50	8.993E-01	-18.60	1.63	6.320E-01	-1.63	-2.46
293	KOMBO3B						
	0.00	6.072E-01	-52.93	2.55	21.30	5.26	-102.13
	6.3E-01	6.072E-01	-47.77	2.55	21.30	3.67	-70.52
	1.25	6.072E-01	-40.02	2.55	21.30	2.07	-42.95
	1.88	6.072E-01	-32.28	2.55	21.30	4.795E-01	-20.49
	2.50	6.072E-01	-27.12	2.55	21.30	-1.12	-2.07

ivil engineering-iii

R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
379	MATI	0.00	1.25	-33.91	3.26	8.37	5.86	-61.72
		6.3E-01	1.25	-29.63	3.26	8.37	3.82	-41.81
		1.25	1.25	-24.18	3.26	8.37	1.79	-24.93
		1.88	1.25	-18.72	3.26	8.37	-2.516E-01	-11.59
		2.50	1.25	-14.44	3.26	8.37	-2.29	-1.28
379	HIDUP	0.00	2.370E-01	-1.868E-01	6.480E-01	3.362E-01	1.19	-3.640E-01
		6.3E-01	2.370E-01	-1.868E-01	6.480E-01	3.362E-01	7.820E-01	-2.473E-01
		1.25	2.370E-01	-1.868E-01	6.480E-01	3.362E-01	3.769E-01	-1.305E-01
		1.88	2.370E-01	-1.868E-01	6.480E-01	3.362E-01	-2.808E-02	-1.371E-02
		2.50	2.370E-01	-1.868E-01	6.480E-01	3.362E-01	-4.331E-01	1.031E-01
379	GEMPA1	0.00	4.349E-01	3.35	8.906E-01	-8.29	1.40	8.25
		6.3E-01	4.349E-01	3.35	8.906E-01	-8.29	8.472E-01	6.15
		1.25	4.349E-01	3.35	8.906E-01	-8.29	2.906E-01	4.06
		1.88	4.349E-01	3.35	8.906E-01	-8.29	-2.661E-01	1.97
		2.50	4.349E-01	3.35	8.906E-01	-8.29	-8.227E-01	-1.235E-01
379	GEMPA2	0.00	-8.699E-01	2.81	-2.80	-6.94	-5.42	6.30
		6.3E-01	-8.699E-01	2.81	-2.80	-6.94	3.68	4.54
		1.25	-8.699E-01	2.81	-2.80	-6.94	-1.93	2.79
		1.88	-8.699E-01	2.81	-2.80	-6.94	-1.810E-01	1.03
		2.50	-8.699E-01	2.81	-2.80	-6.94	1.57	-7.262E-01
379	GEMPA3	0.00	-1.36	5.231E-01	-3.93	-1.28	-7.33	4.735E-01
		6.3E-01	-1.36	5.231E-01	-3.93	-1.28	-4.87	1.466E-01
		1.25	-1.36	5.231E-01	-3.93	-1.28	-2.42	-1.803E-01
		1.88	-1.36	5.231E-01	-3.93	-1.28	3.730E-02	-5.073E-01
		2.50	-1.36	5.231E-01	-3.93	-1.28	2.49	-8.342E-01
379	GEMPA4	0.00	-1.33	-1.61	-3.69	4.02	-6.79	-4.53
		6.3E-01	-1.33	-1.61	-3.69	4.02	-4.49	-3.52
		1.25	-1.33	-1.61	-3.69	4.02	-2.18	-2.51
		1.88	-1.33	-1.61	-3.69	4.02	1.269E-01	-1.50
		2.50	-1.33	-1.61	-3.69	4.02	2.43	-4.908E-01
379	GEMPA5	0.00	8.699E-01	-2.81	2.80	6.94	5.42	-6.30
		6.3E-01	8.699E-01	-2.81	2.80	6.94	3.68	-4.54
		1.25	8.699E-01	-2.81	2.80	6.94	1.93	-2.79
		1.88	8.699E-01	-2.81	2.80	6.94	1.810E-01	-1.03
		2.50	8.699E-01	-2.81	2.80	6.94	-1.57	7.262E-01
379	GEMPA6	0.00	-4.349E-01	-3.35	-8.906E-01	8.29	-1.40	-8.25
		6.3E-01	-4.349E-01	-3.35	-8.906E-01	8.29	-8.472E-01	-6.15
		1.25	-4.349E-01	-3.35	-8.906E-01	8.29	-2.906E-01	-4.06
		1.88	-4.349E-01	-3.35	-8.906E-01	8.29	2.661E-01	-1.97
		2.50	-4.349E-01	-3.35	-8.906E-01	8.29	8.227E-01	1.235E-01
379	GEMPA7	0.00	1.33	1.61	3.69	-4.02	6.79	4.53
		6.3E-01	1.33	1.61	3.69	-4.02	4.49	3.52
		1.25	1.33	1.61	3.69	-4.02	2.18	2.51
		1.88	1.33	1.61	3.69	-4.02	-1.269E-01	1.50
		2.50	1.33	1.61	3.69	-4.02	-2.43	4.908E-01
379	GEMPA8	0.00	1.36	-5.231E-01	3.93	1.28	7.33	-4.735E-01
		6.3E-01	1.36	-5.231E-01	3.93	1.28	4.87	-1.466E-01
		1.25	1.36	-5.231E-01	3.93	1.28	2.42	1.803E-01
		1.88	1.36	-5.231E-01	3.93	1.28	-3.730E-02	5.073E-01
		2.50	1.36	-5.231E-01	3.93	1.28	-2.49	8.342E-01
379	KOMBO1	0.00	1.88	-40.99	4.95	10.58	8.93	-74.65
		6.3E-01	1.88	-35.86	4.95	10.58	5.84	-50.56
		1.25	1.88	-29.31	4.95	10.58	2.75	-30.12
		1.88	1.88	-22.76	4.95	10.58	-3.468E-01	-13.92
		2.50	1.88	-17.63	4.95	10.58	-3.44	-1.38
379	KOMBO2A	0.00	1.56	-27.17	3.82	-7.573E-01	6.68	-47.31
		6.3E-01	1.56	-23.32	3.82	-7.573E-01	4.29	-31.47
		1.25	1.56	-18.41	3.82	-7.573E-01	1.90	-18.37
		1.88	1.56	-13.50	3.82	-7.573E-01	-4.925E-01	-8.46
		2.50	1.56	-9.65	3.82	-7.573E-01	-2.88	-1.28
379	KOMBO2B	0.00	6.932E-01	-33.87	2.04	15.82	3.87	-63.80
		6.3E-01	6.932E-01	-30.02	2.04	15.82	2.59	-43.78
		1.25	6.932E-01	-25.11	2.04	15.82	1.32	-26.50
		1.88	6.932E-01	-20.19	2.04	15.82	3.963E-02	-12.40
		2.50	6.932E-01	-16.35	2.04	15.82	-1.24	-1.03
379	KOMBO3A	0.00	1.92	-32.21	4.77	2.953E-01	8.37	-56.38
		6.3E-01	1.92	-27.72	4.77	2.953E-01	5.40	-37.59

	1.25	1.92	-21.99	4.77	2.953E-01	2.42	-21.99
	1.88	1.92	-16.26	4.77	2.953E-01	-5.612E-01	-10.11
	2.50	1.92	-11.77	4.77	2.953E-01	-3.54	-1.41
379	KOMBO3B						
	0.00	1.01	-39.24	2.89	17.70	5.43	-73.70
	6.3E-01	1.01	-34.75	2.89	17.70	3.62	-50.51
	1.25	1.01	-29.02	2.89	17.70	1.81	-30.52
	1.88	1.01	-23.29	2.89	17.70	-2.492E-03	-14.24
	2.50	1.01	-18.80	2.89	17.70	-1.81	-1.15



vil engineering-iii

R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
427	MATI	0.00	12.93	-81.39	-1.11	10.16	-2.63	-71.43
		9.0E-01	12.93	-65.82	-1.11	10.16	-1.62	-4.92
		1.80	12.93	-46.59	-1.11	10.16	-6.216E-01	45.94
		2.70	12.93	-27.37	-1.11	10.16	3.813E-01	78.94
		3.60	12.93	-11.80	-1.11	10.16	1.38	96.29
427	HIDUP	0.00	2.475E-01	-8.21	-2.827E-01	1.29	-7.011E-01	-4.46
		9.0E-01	2.475E-01	-7.20	-2.827E-01	1.29	-4.466E-01	2.63
		1.80	2.475E-01	-4.16	-2.827E-01	1.29	-1.922E-01	7.90
		2.70	2.475E-01	-1.13	-2.827E-01	1.29	6.229E-02	10.12
		3.60	2.475E-01	-1.136E-01	-2.827E-01	1.29	3.167E-01	10.53
427	GEMPA1	0.00	1.27	20.26	5.10	-2.66	11.09	70.12
		9.0E-01	1.27	20.26	5.10	-2.66	6.50	51.89
		1.80	1.27	20.26	5.10	-2.66	1.91	33.66
		2.70	1.27	20.26	5.10	-2.66	-2.69	15.42
		3.60	1.27	20.26	5.10	-2.66	-7.28	-2.81
427	GEMPA2	0.00	-2.14	-9.81	6.73	-4.00	15.82	-38.44
		9.0E-01	-2.14	-9.81	6.73	-4.00	9.76	-29.60
		1.80	-2.14	-9.81	6.73	-4.00	3.70	-20.77
		2.70	-2.14	-9.81	6.73	-4.00	-2.36	-11.94
		3.60	-2.14	-9.81	6.73	-4.00	-8.42	-3.10
427	GEMPA3	0.00	-3.86	-35.97	3.07	-2.81	7.94	-130.88
		9.0E-01	-3.86	-35.97	3.07	-2.81	5.17	-98.51
		1.80	-3.86	-35.97	3.07	-2.81	2.41	-66.14
		2.70	-3.86	-35.97	3.07	-2.81	-3.541E-01	-33.77
		3.60	-3.86	-35.97	3.07	-2.81	-3.12	-1.40
427	GEMPA4	0.00	-3.59	-38.39	8.548E-01	-5.068E-02	3.21	-137.47
		9.0E-01	-3.59	-38.39	8.548E-01	-5.068E-02	2.44	-102.92
		1.80	-3.59	-38.39	8.548E-01	-5.068E-02	1.67	-68.37
		2.70	-3.59	-38.39	8.548E-01	-5.068E-02	9.052E-01	-33.82
		3.60	-3.59	-38.39	8.548E-01	-5.068E-02	1.359E-01	7.246E-01
427	GEMPA5	0.00	2.14	9.81	-6.73	4.00	-15.82	38.44
		9.0E-01	2.14	9.81	-6.73	4.00	-9.76	29.60
		1.80	2.14	9.81	-6.73	4.00	-3.70	20.77
		2.70	2.14	9.81	-6.73	4.00	2.36	11.94
		3.60	2.14	9.81	-6.73	4.00	8.42	3.10
427	GEMPA6	0.00	-1.27	-20.26	-5.10	2.66	-11.09	-70.12
		9.0E-01	-1.27	-20.26	-5.10	2.66	-0.50	-51.89
		1.80	-1.27	-20.26	-5.10	2.66	-1.91	-33.66
		2.70	-1.27	-20.26	-5.10	2.66	2.69	-15.42
		3.60	-1.27	-20.26	-5.10	2.66	7.28	2.81
427	GEMPA7	0.00	3.59	38.39	-8.548E-01	5.068E-02	-3.21	137.47
		9.0E-01	3.59	38.39	-8.548E-01	5.068E-02	-2.44	102.92
		1.80	3.59	38.39	-8.548E-01	5.068E-02	-1.67	68.37
		2.70	3.59	38.39	-8.548E-01	5.068E-02	-9.052E-01	33.82
		3.60	3.59	38.39	-8.548E-01	5.068E-02	-1.359E-01	-7.246E-01
427	GEMPA8	0.00	3.86	35.97	-3.07	2.81	7.94	130.88
		9.0E-01	3.86	35.97	-3.07	2.81	-5.17	98.51
		1.80	3.86	35.97	-3.07	2.81	-2.41	66.14
		2.70	3.86	35.97	-3.07	2.81	3.541E-01	33.77
		3.60	3.86	35.97	-3.07	2.81	3.12	1.40
427	KOMBO1	0.00	15.91	-110.80	-1.79	14.25	-4.27	-92.85
		9.0E-01	15.91	-90.50	-1.79	14.25	-2.66	-1.70
		1.80	15.91	-62.57	-1.79	14.25	-1.05	67.76
		2.70	15.91	-34.64	-1.79	14.25	5.572E-01	110.93
		3.60	15.91	-14.34	-1.79	14.25	2.17	132.40
427	KOMBO2A	0.00	12.90	-52.99	4.10	6.48	8.73	5.83
		9.0E-01	12.90	-38.97	4.10	6.48	5.04	47.46
		1.80	12.90	-21.67	4.10	6.48	1.35	75.00
		2.70	12.90	-4.37	4.10	6.48	-2.34	86.47
		3.60	12.90	9.64	4.10	6.48	-6.03	83.85
427	KOMBO2B	0.00	10.37	-93.51	-6.11	11.80	-13.46	-134.42
		9.0E-01	10.37	-79.49	-6.11	11.80	-7.96	-56.32
		1.80	10.37	-62.19	-6.11	11.80	-2.47	7.69
		2.70	10.37	-44.89	-6.11	11.80	3.03	55.63
		3.60	10.37	-30.88	-6.11	11.80	8.52	89.48
427	KOMBO3A	0.00	15.06	-69.36	4.01	8.68	8.45	-4.18
		9.0E-01	15.06	-52.37	4.01	8.68	4.84	50.98

	1.80	15.06	-30.27	4.01	8.68	-1.23	88.33
	2.70	15.06	-8.17	4.01	8.68	-2.38	105.46
	3.60	15.06	8.82	4.01	8.68	-5.99	104.79
427	KOMBO3B						
	0.00	12.40	-111.90	-6.71	14.27	-14.85	-151.45
	9.0E-01	12.40	-94.92	-6.71	14.27	-8.81	-57.99
	1.80	12.40	-72.82	-6.71	14.27	-2.78	17.87
	2.70	12.40	-50.72	-6.71	14.27	3.26	73.08
	3.60	12.40	-33.73	-6.71	14.27	9.30	110.70

ivil engineering-iii

R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
445	MATI	0.00	14.06	47.23	-1.67	-9.81	-6.832E-01	96.39
		9.0E-01	14.06	62.80	-1.67	-9.81	8.200E-01	47.15
		1.80	14.06	82.03	-1.67	-9.81	2.32	-17.75
		2.70	14.06	101.25	-1.67	-9.81	3.83	-100.50
		3.60	14.06	116.82	-1.67	-9.81	5.33	-198.91
445	HIDUP	0.00	5.157E-01	6.74	-3.770E-01	-1.05	-1.754E-01	10.55
		9.0E-01	5.157E-01	7.75	-3.770E-01	-1.05	1.639E-01	4.18
		1.80	5.157E-01	10.79	-3.770E-01	-1.05	5.032E-01	-4.01
		2.70	5.157E-01	13.83	-3.770E-01	-1.05	8.425E-01	-15.24
		3.60	5.157E-01	14.84	-3.770E-01	-1.05	1.18	-28.30
445	GEMPA1	0.00	-1.00	17.33	-2.545E-01	4.24	-3.13	-2.55
		9.0E-01	-1.00	17.33	-2.545E-01	4.24	-2.90	-18.15
		1.80	-1.00	17.33	-2.545E-01	4.24	-2.68	-33.75
		2.70	-1.00	17.33	-2.545E-01	4.24	-2.45	-49.35
		3.60	-1.00	17.33	-2.545E-01	4.24	-2.22	-64.94
445	GEMPA2	0.00	-6.67	-13.25	3.39	4.05	-1.309E-01	-3.12
		9.0E-01	-6.67	-13.25	3.39	4.05	-3.18	8.81
		1.80	-6.67	-13.25	3.39	4.05	-6.23	20.73
		2.70	-6.67	-13.25	3.39	4.05	-9.28	32.65
		3.60	-6.67	-13.25	3.39	4.05	-12.32	44.57
445	GEMPA3	0.00	-6.96	-37.70	4.02	1.23	2.55	-1.68
		9.0E-01	-6.96	-37.70	4.02	1.23	-1.07	32.25
		1.80	6.96	-37.70	4.02	1.23	-4.69	66.18
		2.70	-6.96	-37.70	4.02	1.23	-8.31	100.11
		3.60	-6.96	-37.70	4.02	1.23	-11.93	134.03
445	GEMPA4	0.00	-5.60	-37.82	3.96	-1.42	3.83	3.943E-01
		9.0E-01	-5.60	-37.82	3.96	-1.42	2.658E-01	34.43
		1.80	-5.60	-37.82	3.96	-1.42	-3.30	68.47
		2.70	-5.60	-37.82	3.96	-1.42	-6.86	102.50
		3.60	-5.60	-37.82	3.96	-1.42	-10.42	136.54
445	GEMPA5	0.00	6.67	13.25	-3.39	-4.05	1.309E-01	3.12
		9.0E-01	6.67	13.25	-3.39	-4.05	3.18	-8.81
		1.80	6.67	13.25	-3.39	-4.05	6.23	-20.73
		2.70	6.67	13.25	-3.39	-4.05	9.28	-32.65
		3.60	6.67	13.25	-3.39	-4.05	12.32	-44.57
445	GEMPA6	0.00	1.00	-17.33	2.545E-01	-4.24	3.13	2.55
		9.0E-01	1.00	-17.33	2.545E-01	-4.24	2.90	18.15
		1.80	1.00	-17.33	2.545E-01	-4.24	2.68	33.75
		2.70	1.00	-17.33	2.545E-01	-4.24	2.45	49.35
		3.60	1.00	-17.33	2.545E-01	-4.24	2.22	64.94
445	GEMPA7	0.00	5.60	37.82	-3.96	1.42	-3.83	-3.943E-01
		9.0E-01	5.60	37.82	-3.96	1.42	-2.650E-01	34.43
		1.80	5.60	37.82	-3.96	1.42	3.30	-68.47
		2.70	5.60	37.82	-3.96	1.42	6.86	-102.50
		3.60	5.60	37.82	-3.96	1.42	10.42	-136.54
445	GEMPA8	0.00	6.96	37.70	-4.02	-1.23	-2.55	1.68
		9.0E-01	6.96	37.70	-4.02	-1.23	1.07	-32.25
		1.80	6.96	37.70	-4.02	-1.23	4.69	-66.18
		2.70	6.96	37.70	-4.02	-1.23	8.31	-100.11
		3.60	6.96	37.70	-4.02	-1.23	11.93	-134.03
445	KOMBO1	0.00	17.69	67.47	-2.61	-13.45	-1.10	132.55
		9.0E-01	17.69	87.77	-2.61	-13.45	1.25	63.26
		1.80	17.69	115.70	-2.61	-13.45	3.59	-27.72
		2.70	17.69	143.63	-2.61	-13.45	5.94	-144.99
		3.60	17.69	163.93	-2.61	-13.45	8.29	-283.97
445	KOMBO2A	0.00	11.65	59.84	-1.76	-4.58	-3.75	84.20
		9.0E-01	11.65	73.86	-1.76	-4.58	-2.17	24.29
		1.80	11.65	91.16	-1.76	-4.58	-5.843E-01	-49.72
		2.70	11.65	108.46	-1.76	-4.58	9.977E-01	-139.80
		3.60	11.65	122.47	-1.76	-4.58	2.58	-243.96
445	KOMBO2B	0.00	13.65	25.18	-1.25	-13.07	2.52	89.30
		9.0E-01	13.65	39.19	-1.25	-13.07	3.64	60.58
		1.80	13.65	56.49	-1.25	-13.07	4.77	17.77
		2.70	13.65	73.80	-1.25	-13.07	5.89	-41.11
		3.60	13.65	87.81	-1.25	-13.07	7.01	-114.07
445	KOMBO3A	0.00	14.03	72.04	-2.26	-6.50	-4.12	105.18
		9.0E-01	14.03	89.03	-2.26	-6.50	-2.09	33.08

	1.80	14.03	111.13	-2.26	-6.50	-5.256E-02	-38.80
	2.70	14.03	133.23	-2.26	-6.50	1.98	-166.94
	3.60	14.03	150.21	-2.26	-6.50	4.01	-294.87
445	KOMBO3B						
	0.00	16.14	35.64	-1.72	-15.42	2.46	110.53
	9.0E-01	16.14	52.63	-1.72	-15.42	4.01	71.20
	1.80	16.14	74.73	-1.72	-15.42	5.57	14.27
	2.70	16.14	96.83	-1.72	-15.42	7.12	-63.32
	3.60	16.14	113.82	-1.72	-15.42	8.67	-158.49

ivil engineering-iii

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
463	MATI	0.00	1.39	-38.69	3.86	8.46	7.12	-71.07
		6.3E-01	1.39	-34.13	3.86	8.46	4.71	-48.22
		1.25	1.39	-27.80	3.86	8.46	2.30	-28.78
		1.88	1.39	-21.48	3.86	8.46	-1.160E-01	-13.47
		2.50	1.39	-16.91	3.86	8.46	-2.53	-1.56
463	HIDUP	0.00	2.874E-01	-12.69	8.017E-01	3.10	1.48	-26.76
		6.3E-01	2.874E-01	-12.10	8.017E-01	3.10	9.804E-01	-18.95
		1.25	2.874E-01	-10.34	8.017E-01	3.10	4.793E-01	-11.88
		1.88	2.874E-01	-8.59	8.017E-01	3.10	-2.172E-02	-6.02
		2.50	2.874E-01	-8.00	8.017E-01	3.10	-5.228E-01	-8.984E-01
463	GEMPA1	0.00	7.901E-01	2.49	1.76	-6.33	2.93	6.16
		6.3E-01	7.901E-01	2.49	1.76	-6.33	1.83	4.60
		1.25	7.901E-01	2.49	1.76	-6.33	7.354E-01	3.05
		1.88	7.901E-01	2.49	1.76	-6.33	-3.617E-01	1.49
		2.50	7.901E-01	2.49	1.76	-6.33	-1.46	-7.094E-02
463	GEMPA2	0.00	-7.690E-01	2.15	-3.05	-5.44	-6.24	4.82
		6.3E-01	-7.690E-01	2.15	-3.05	-5.44	-4.33	3.47
		1.25	-7.690E-01	2.15	-3.05	-5.44	-2.42	2.13
		1.88	-7.690E-01	2.15	-3.05	-5.44	-5.120E-01	7.896E-01
		2.50	-7.690E-01	2.15	-3.05	-5.44	1.40	-5.531E-01
463	GEMPA3	0.00	-1.65	4.369E-01	-5.23	-1.08	-10.05	4.381E-01
		6.3E-01	-1.65	4.369E-01	-5.23	1.08	6.78	1.650E-01
		1.25	-1.65	4.369E-01	-5.23	-1.08	-3.51	-1.081E-01
		1.88	-1.65	4.369E-01	-5.23	-1.08	-2.456E-01	-3.811E-01
		2.50	-1.65	4.369E-01	-5.23	-1.08	3.02	-6.542E-01
463	GEMPA4	0.00	-1.72	-1.10	-5.19	2.83	-9.82	-3.18
		6.3E-01	-1.72	-1.10	-5.19	2.83	-6.58	-2.49
		1.25	-1.72	-1.10	-5.19	2.83	-3.34	-1.80
		1.88	-1.72	-1.10	-5.19	2.83	-9.636E-02	-1.11
		2.50	-1.72	-1.10	-5.19	2.83	3.15	-4.218E-01
463	GEMPA5	0.00	7.690E-01	-2.15	3.05	5.44	6.24	-4.82
		6.3E-01	7.690E-01	-2.15	3.05	5.44	4.33	-3.47
		1.25	7.690E-01	-2.15	3.05	5.44	2.42	-2.13
		1.88	7.690E-01	-2.15	3.05	5.44	5.120E-01	-7.896E-01
		2.50	7.690E-01	-2.15	3.05	5.44	-1.40	5.531E-01
463	GEMPA6	0.00	-7.901E-01	-2.49	-1.76	6.33	-2.93	-6.16
		6.3E-01	-7.901E-01	-2.49	-1.76	6.33	-1.83	-4.60
		1.25	-7.901E-01	-2.49	-1.76	6.33	-7.354E-01	-3.05
		1.88	-7.901E-01	-2.49	-1.76	6.33	3.617E-01	-1.49
		2.50	-7.901E-01	-2.49	-1.76	6.33	1.46	7.094E-02
463	GEMPA7	0.00	1.72	1.10	5.19	-2.83	9.82	3.18
		6.3E-01	1.72	1.10	5.19	-2.83	6.58	2.49
		1.25	1.72	1.10	5.19	-2.83	3.34	1.80
		1.88	1.72	1.10	5.19	-2.83	9.636E-02	1.11
		2.50	1.72	1.10	5.19	2.83	-3.15	4.218E-01
463	GEMPA8	0.00	1.65	-4.369E-01	5.23	1.08	10.05	-4.381E-01
		6.3E-01	1.65	-4.369E-01	5.23	1.08	6.78	-1.650E-01
		1.25	1.65	-4.369E-01	5.23	1.08	3.51	1.081E-01
		1.88	1.65	-4.369E-01	5.23	1.08	2.456E-01	3.811E-01
		2.50	1.65	-4.369E-01	5.23	1.08	-3.02	6.542E-01
463	KOMBO1	0.00	2.13	-66.73	5.92	15.12	10.92	-128.10
		6.3E-01	2.13	-60.32	5.92	15.12	7.22	-88.19
		1.25	2.13	-49.91	5.92	15.12	3.52	-53.54
		1.88	2.13	-39.51	5.92	15.12	-1.739E-01	-25.80
		2.50	2.13	-33.10	5.92	15.12	-3.87	-3.31
463	KOMBO2A	0.00	2.04	-32.33	5.23	1.28	9.34	-57.80
		6.3E-01	2.04	-28.22	5.23	1.28	6.07	-38.80
		1.25	2.04	-22.53	5.23	1.28	2.80	-22.85
		1.88	2.04	-16.84	5.23	1.28	-4.660E-01	-10.64
		2.50	2.04	-12.73	5.23	1.28	-3.73	-1.48
463	KOMBO2B	0.00	4.600E-01	-37.32	1.72	13.95	3.48	-70.13
		6.3E-01	4.600E-01	-33.21	1.72	13.95	2.41	-48.01
		1.25	4.600E-01	-27.52	1.72	13.95	1.33	-28.95
		1.88	4.600E-01	-21.82	1.72	13.95	2.573E-01	-13.61
		2.50	4.600E-01	-17.72	1.72	13.95	-8.171E-01	-1.34
463	KOMBO3A	0.00	2.47	-46.00	6.40	4.19	11.49	-85.01
		6.3E-01	2.47	-40.84	6.40	4.19	7.49	-57.74

	1.25	2.47	-33.09	6.40	4.19	3.49	-34.50
	1.88	2.47	-25.34	6.40	4.19	-5.152E-01	-16.37
	2.50	2.47	-20.18	6.40	4.19	-4.52	-2.28
463	KOMBO3B						
	0.00	8.099E-01	-51.24	2.72	17.49	5.34	-97.95
	6.3E-01	8.099E-01	-46.08	2.72	17.49	3.64	-67.41
	1.25	8.099E-01	-38.33	2.72	17.49	1.94	-40.90
	1.88	8.099E-01	-30.58	2.72	17.49	2.443E-01	-19.50
	2.50	8.099E-01	-25.42	2.72	17.49	-1.45	-2.13



ivil engineering-iii

R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
549	MATI	0.00	1.89	-34.08	5.88	8.55	11.22	-62.38
		6.3E-01	1.89	-29.81	5.88	8.55	7.55	-42.36
		1.25	1.89	-24.35	5.88	8.55	3.87	-25.37
		1.88	1.89	-18.89	5.88	8.55	2.015E-01	-11.92
		2.50	1.89	-14.62	5.88	8.55	-3.47	-1.50
549	HIDUP	0.00	4.572E-01	-1.753E-01	1.26	3.027E-01	2.32	-3.579E-01
		6.3E-01	4.572E-01	-1.753E-01	1.26	3.027E-01	1.53	-2.483E-01
		1.25	4.572E-01	-1.753E-01	1.26	3.027E-01	7.420E-01	-1.387E-01
		1.88	4.572E-01	-1.753E-01	1.26	3.027E-01	-4.555E-02	-2.908E-02
		2.50	4.572E-01	-1.753E-01	1.26	3.027E-01	-8.331E-01	8.051E-02
549	GEMPA1	0.00	1.42	1.52	3.80	-4.09	6.84	3.82
		6.3E-01	1.42	1.52	3.80	-4.09	4.47	2.87
		1.25	1.42	1.52	3.80	-4.09	2.09	1.92
		1.88	1.42	1.52	3.80	-4.09	-2.774E-01	9.757E-01
		2.50	1.42	1.52	3.80	-4.09	-2.65	2.774E-02
549	GEMPA2	0.00	-1.20	1.35	-3.91	-3.55	-7.59	2.97
		6.3E-01	-1.20	1.35	-3.91	-3.55	-5.15	2.13
		1.25	-1.20	1.35	-3.91	-3.55	-2.71	1.29
		1.88	-1.20	1.35	-3.91	-3.55	-2.673E-01	4.451E-01
		2.50	-1.20	1.35	-3.91	-3.55	2.17	-3.959E-01
549	GEMPA3	0.00	-2.88	2.755E-01	-8.54	-6.505E-01	-16.05	1.533E-01
		6.3E-01	-2.88	2.755E-01	-8.54	-6.505E-01	-10.72	-1.094E-02
		1.25	-2.88	2.755E-01	-8.54	-6.505E-01	-5.38	-1.911E-01
		1.88	-2.88	2.755E-01	-8.54	-6.505E-01	-4.524E-02	-3.634E-01
		2.50	-2.88	2.755E-01	-8.54	-6.505E-01	5.29	-5.356E-01
549	GEMPA4	0.00	-3.09	-5.635E-01	-8.97	1.62	-16.75	-1.83
		6.3E-01	-3.09	-5.635E-01	-8.97	1.62	-11.14	-1.48
		1.25	-3.09	-5.635E-01	-8.97	1.62	-5.53	-1.12
		1.88	-3.09	-5.635E-01	-8.97	1.62	7.608E-02	-7.709E-01
		2.50	-3.09	-5.635E-01	-8.97	1.62	5.68	-4.188E-01
549	GEMPA5	0.00	1.20	-1.35	3.91	3.55	7.59	-2.97
		6.3E-01	1.20	-1.35	3.91	3.55	5.15	-2.13
		1.25	1.20	-1.35	3.91	3.55	2.71	-1.29
		1.88	1.20	-1.35	3.91	3.55	2.673E-01	-4.451E-01
		2.50	1.20	-1.35	3.91	3.55	-2.17	3.959E-01
549	GEMPA6	0.00	-1.42	-1.52	-3.80	4.09	-6.84	-3.82
		6.3E-01	-1.42	-1.52	-3.80	4.09	-4.47	-2.87
		1.25	-1.42	-1.52	-3.80	4.09	-2.09	-1.92
		1.88	-1.42	-1.52	-3.80	4.09	2.774E-01	-9.757E-01
		2.50	-1.42	-1.52	-3.80	4.09	2.65	-2.774E-02
549	GEMPA7	0.00	3.09	5.635E-01	8.97	-1.62	16.75	1.83
		6.3E-01	3.09	5.635E-01	8.97	-1.62	11.14	1.48
		1.25	3.09	5.635E-01	8.97	-1.62	5.53	1.12
		1.88	3.09	5.635E-01	8.97	-1.62	-7.608E-02	7.709E-01
		2.50	3.09	5.635E-01	8.97	-1.62	-5.68	4.188E-01
549	GEMPA8	0.00	2.88	-2.755E-01	8.54	6.505E-01	16.05	-1.533E-01
		6.3E-01	2.88	-2.755E-01	8.54	6.505E-01	10.72	1.894E-02
		1.25	2.88	-2.755E-01	8.54	6.505E-01	5.38	1.911E-01
		1.88	2.88	-2.755E-01	8.54	6.505E-01	4.524E-02	3.634E-01
		2.50	2.88	-2.755E-01	8.54	6.505E-01	-5.29	5.356E-01
549	KOMBO1	0.00	3.00	-41.18	9.07	10.75	17.17	-75.43
		6.3E-01	3.00	-36.05	9.07	10.75	11.50	-51.22
		1.25	3.00	-29.50	9.07	10.75	5.84	-30.66
		1.88	3.00	-22.95	9.07	10.75	1.689E-01	-14.34
		2.50	3.00	-17.83	9.07	10.75	-5.50	-1.68
549	KOMBO2A	0.00	3.13	-29.16	9.08	3.61	16.94	-52.33
		6.3E-01	3.13	-25.31	9.08	3.61	11.26	-35.25
		1.25	3.13	-20.40	9.08	3.61	5.58	-20.91
		1.88	3.13	-15.49	9.08	3.61	-9.603E-02	-9.75
		2.50	3.13	-11.64	9.08	3.61	-5.77	-1.33
549	KOMBO2B	0.00	2.798E-01	-32.19	1.49	11.78	3.26	-59.97
		6.3E-01	2.798E-01	-28.35	1.49	11.78	2.32	-40.99
		1.25	2.798E-01	-23.43	1.49	11.78	1.39	-24.75
		1.88	2.798E-01	-18.52	1.49	11.78	4.587E-01	-11.70
		2.50	2.798E-01	-14.68	1.49	11.78	-4.740E-01	-1.38
549	KOMBO3A	0.00	3.77	-34.31	10.95	4.88	20.42	-61.72
		6.3E-01	3.77	-29.82	10.95	4.88	13.58	-41.61

	1.25	3.77	-24.09	10.95	4.88	6.73	-24.70
	1.88	3.77	-18.36	10.95	4.88	-1.084E-01	-11.50
	2.50	3.77	-13.87	10.95	4.88	-6.95	-1.50
549	KOMBO3B						
	0.00	7.806E-01	-37.49	2.98	13.46	6.06	-69.74
	6.3E-01	7.806E-01	-33.00	2.98	13.46	4.20	-47.64
	1.25	7.806E-01	-27.27	2.98	13.46	2.34	-28.74
	1.88	7.806E-01	-21.54	2.98	13.46	4.741E-01	-13.55
	2.50	7.806E-01	-17.05	2.98	13.46	-1.39	-1.56

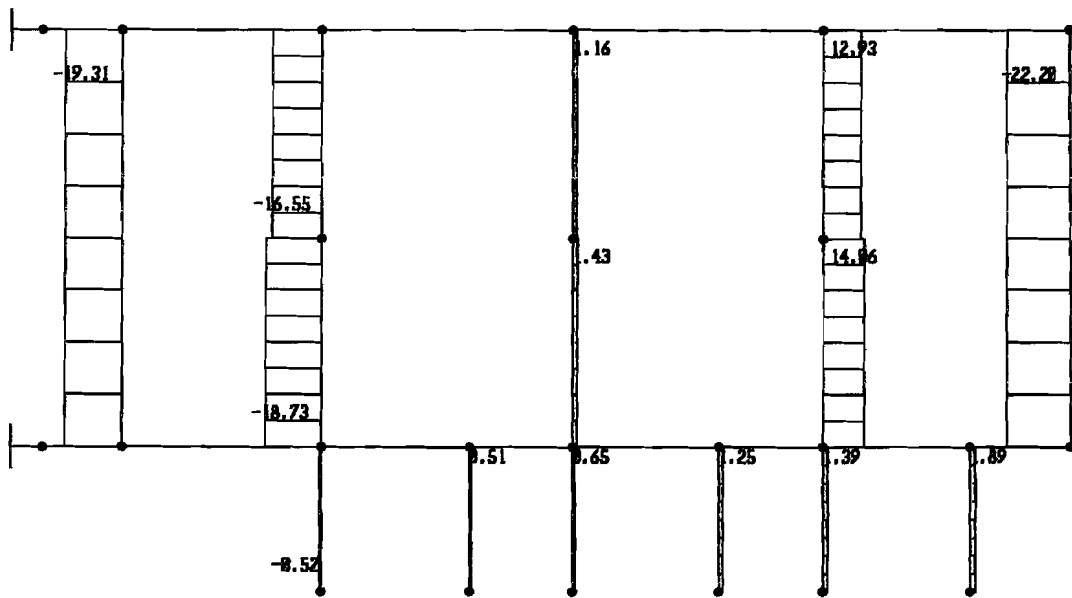


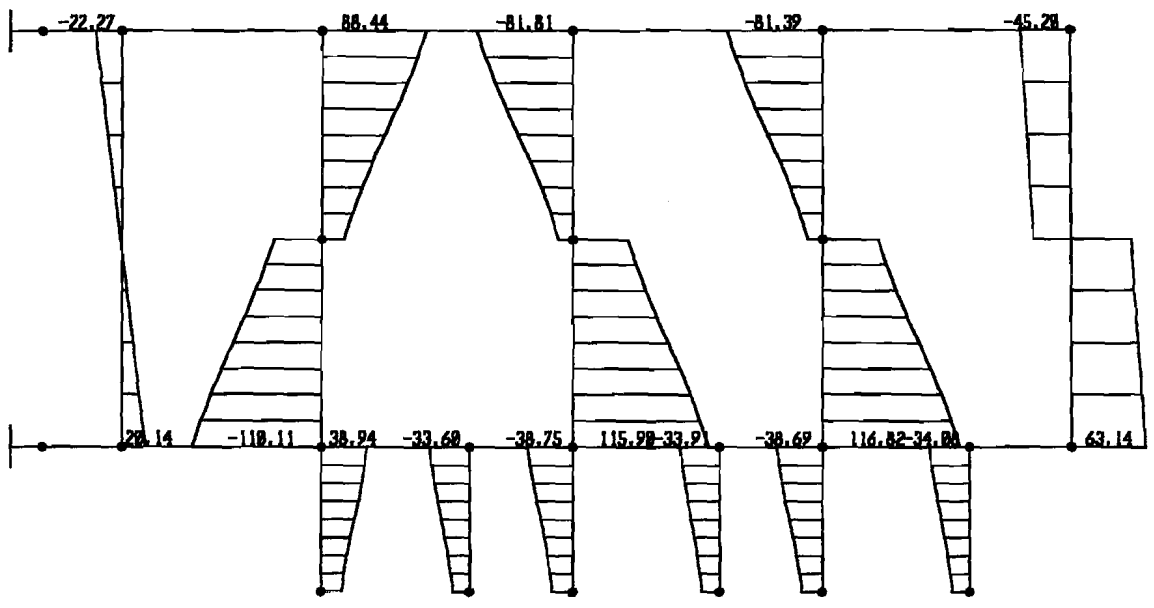
ivil engineering-iii

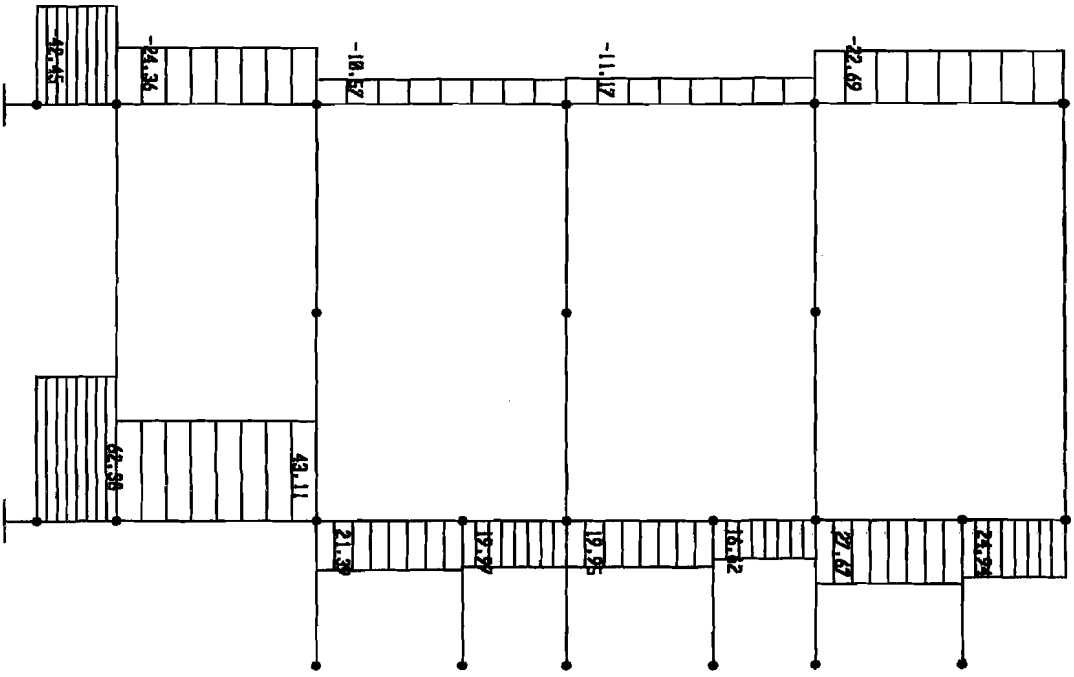
R A M E E L E M E N T F O R C E S

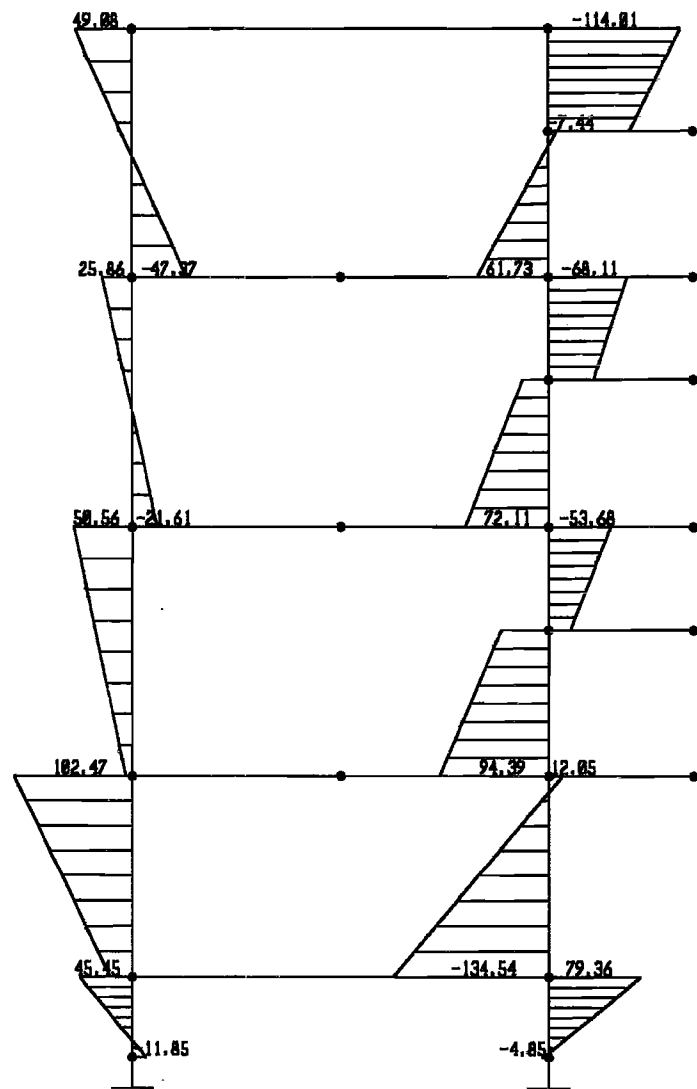
FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
600	MATI	0.00	-22.20	-45.20	-2.438E-01	5.148E-02	-7.479E-01	-53.94
		1.80	-22.20	-38.84	-2.438E-01	5.148E-02	-3.090E-01	21.70
		3.60	-22.20	-32.48	-2.438E-01	5.148E-02	1.298E-01	85.88
		5.40	-22.20	56.78	-2.438E-01	5.148E-02	5.686E-01	-10.60
		7.20	-22.20	63.14	-2.438E-01	5.148E-02	1.01	-118.53
600	HIDUP	0.00	2.113E-01	1.32	-6.060E-02	1.349E-02	-1.925E-01	4.74
		1.80	2.113E-01	1.32	-6.060E-02	1.349E-02	-8.341E-02	2.36
		3.60	2.113E-01	1.32	-6.060E-02	1.349E-02	2.566E-02	-2.064E-02
		5.40	2.113E-01	1.32	-6.060E-02	1.349E-02	1.347E-01	-2.40
		7.20	2.113E-01	1.32	-6.060E-02	1.349E-02	2.438E-01	-4.78
600	GEMPA1	0.00	2.149E-01	9.28	4.109E-01	7.385E-02	1.48	33.44
		1.80	2.149E-01	9.28	4.109E-01	7.385E-02	7.409E-01	16.74
		3.60	2.149E-01	9.28	4.109E-01	7.385E-02	1.313E-03	4.312E-02
		5.40	2.149E-01	9.28	4.109E-01	7.385E-02	-7.382E-01	-16.65
		7.20	2.149E-01	9.28	4.109E-01	7.385E-02	-1.48	-33.35
600	GEMPA2	0.00	-2.07	-6.14	1.03	-1.139E-03	3.55	-22.12
		1.80	-2.07	-6.14	1.03	-1.139E-03	1.69	-11.07
		3.60	-2.07	-6.14	1.03	-1.139E-03	-1.642E-01	-2.884E-02
		5.40	-2.07	-6.14	1.03	-1.139E-03	-2.02	11.02
		7.20	-2.07	-6.14	1.03	-1.139E-03	-3.88	22.06
600	GEMPA3	0.00	-2.76	-20.51	8.244E-01	-7.016E-02	2.77	-73.92
		1.80	-2.76	-20.51	8.244E-01	-7.016E-02	1.28	-37.00
		3.60	-2.76	-20.51	8.244E-01	-7.016E-02	-1.997E-01	-7.824E-02
		5.40	-2.76	-20.51	8.244E-01	-7.016E-02	-1.68	36.84
		7.20	-2.76	-20.51	8.244E-01	-7.016E-02	-3.17	73.77
600	GEMPA4	0.00	-2.46	-21.08	6.188E-01	-6.087E-02	2.06	-75.96
		1.80	-2.46	-21.08	6.188E-01	-6.087E-02	9.416E-01	-38.03
		3.60	-2.46	-21.08	6.188E-01	-6.087E-02	-1.722E-01	-8.764E-02
		5.40	-2.46	-21.08	6.188E-01	-6.087E-02	-1.29	37.85
		7.20	-2.46	-21.08	6.188E-01	-6.087E-02	-2.40	75.79
600	GEMPA5	0.00	2.07	6.14	-1.03	1.139E-03	-3.55	22.12
		1.80	2.07	6.14	-1.03	1.139E-03	-1.69	11.07
		3.60	2.07	6.14	-1.03	1.139E-03	1.642E-01	2.884E-02
		5.40	2.07	6.14	-1.03	1.139E-03	2.02	-11.02
		7.20	2.07	6.14	-1.03	1.139E-03	3.88	-22.06
600	GEMPA6	0.00	-2.149E-01	-9.28	-4.109E-01	-7.385E-02	-1.48	-33.44
		1.80	-2.149E-01	-9.28	-4.109E-01	-7.385E-02	-7.409E-01	-16.74
		3.60	-2.149E-01	-9.28	-4.109E-01	-7.385E-02	-1.313E-03	-4.312E-02
		5.40	-2.149E-01	-9.28	-4.109E-01	-7.385E-02	7.382E-01	16.65
		7.20	-2.149E-01	-9.28	-4.109E-01	-7.385E-02	1.48	33.35
600	GEMPA7	0.00	2.46	21.08	-6.188E-01	6.087E-02	-2.06	75.96
		1.80	2.46	21.08	-6.188E-01	6.087E-02	-9.416E-01	38.03
		3.60	2.46	21.08	-6.188E-01	6.087E-02	1.722E-01	8.764E-02
		5.40	2.46	21.08	-6.188E-01	6.087E-02	1.29	-37.85
		7.20	2.46	21.08	-6.188E-01	6.087E-02	2.40	-75.79
600	GEMPA8	0.00	2.76	20.51	-8.244E-01	7.016E-02	-2.77	73.92
		1.80	2.76	20.51	-8.244E-01	7.016E-02	-1.28	37.00
		3.60	2.76	20.51	-8.244E-01	7.016E-02	1.997E-01	7.824E-02
		5.40	2.76	20.51	-8.244E-01	7.016E-02	1.68	-36.84
		7.20	2.76	20.51	-8.244E-01	7.016E-02	3.17	-73.77
600	KOMBO1	0.00	-26.30	-52.13	-3.895E-01	8.335E-02	-1.21	-57.15
		1.80	-26.30	-44.49	-3.895E-01	8.335E-02	-5.043E-01	29.81
		3.60	-26.30	-36.86	-3.895E-01	8.335E-02	1.968E-01	103.03
		5.40	-26.30	70.26	-3.895E-01	8.335E-02	8.979E-01	-16.56
		7.20	-26.30	77.89	-3.895E-01	8.335E-02	1.60	-149.89
600	KOMBO2A	0.00	-19.76	-31.41	1.914E-01	1.202E-01	8.073E-01	-15.11
		1.80	-19.76	-25.68	1.914E-01	1.202E-01	4.627E-01	36.27
		3.60	-19.76	-19.96	1.914E-01	1.202E-01	1.181E-01	77.34
		5.40	-19.76	60.38	1.914E-01	1.202E-01	-2.265E-01	-26.19
		7.20	-19.76	66.11	1.914E-01	1.202E-01	-5.711E-01	-140.03
600	KOMBO2B	0.00	-20.19	-49.96	-6.303E-01	-2.751E-02	-2.15	-81.98
		1.80	-20.19	-44.23	-6.303E-01	-2.751E-02	-1.02	2.79
		3.60	-20.19	-38.51	-6.303E-01	-2.751E-02	1.155E-01	77.25
		5.40	-20.19	41.83	-6.303E-01	-2.751E-02	1.25	7.11
		7.20	-20.19	47.55	-6.303E-01	-2.751E-02	2.38	-73.33
600	KOMBO3A	0.00	-22.95	-36.89	1.372E-01	1.401E-01	6.479E-01	-18.55
		1.80	-22.95	-30.21	1.372E-01	1.401E-01	4.009E-01	41.84

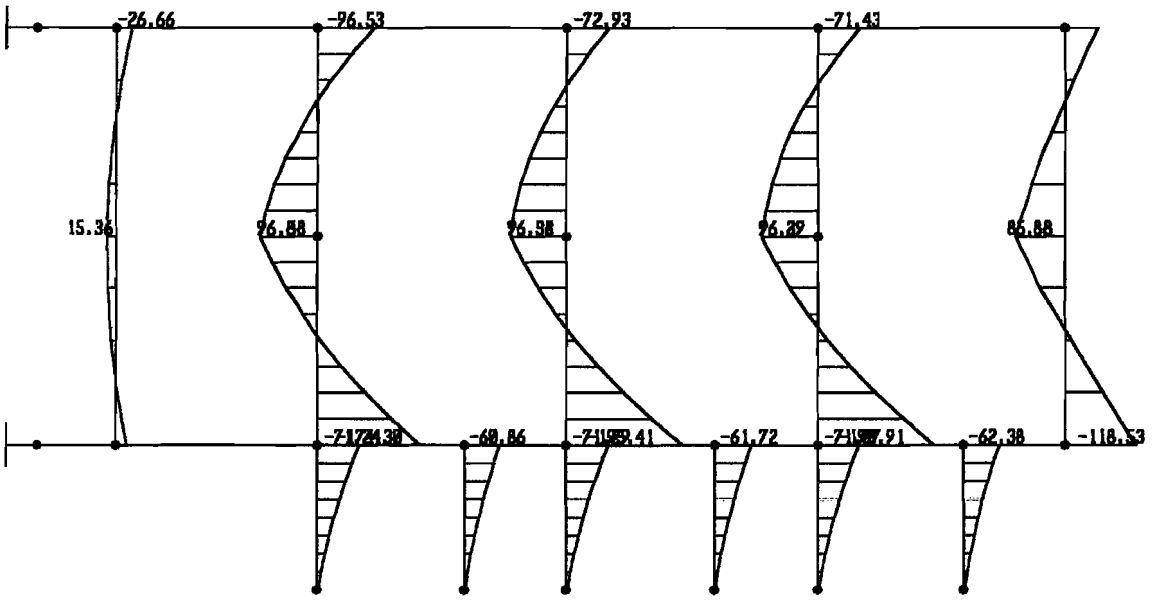
	3.60	-22.95	-23.53	1.372E-01	1.401E-01	1.538E-01	90.21
	5.40	-22.95	70.19	1.372E-01	1.401E-01	-9.320E-02	-30.13
	7.20	-22.95	76.87	1.372E-01	1.401E-01	-3.402E-01	-162.49
600	KOMBO3B						
	0.00	-23.40	-56.37	-7.256E-01	-1.499E-02	-2.46	-88.76
	1.80	-23.40	-49.69	-7.256E-01	-1.499E-02	-1.15	6.69
	3.60	-23.40	-43.01	-7.256E-01	-1.499E-02	1.511E-01	90.12
	5.40	-23.40	50.72	-7.256E-01	-1.499E-02	1.46	4.84
	7.20	-23.40	57.40	-7.256E-01	-1.499E-02	2.76	-92.45

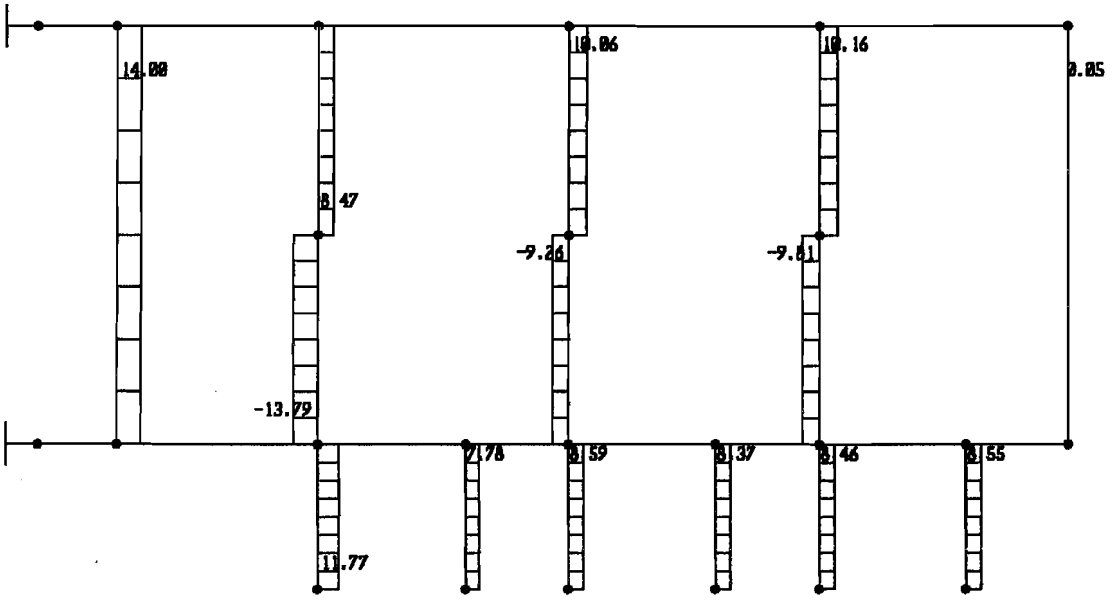














9

LAMPIRAN

LAPORAN  
PENYELIDIKAN TANAH

UNTUK:

PEMBANGUNAN GEDUNG  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
TAHAP-1, KAMPUS TAMBAKBAYAN  
JL. BABARSARI  
YOGYAKARTA

DILAKSANAKAN OLEH:

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS GADJAH MADA  
YOGYAKARTA  
2002

## **LAPORAN PENYELIDIKAN TANAH**

### **UNTUK PEMBANGUNAN GEDUNG UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN “ TAHAP-1, KAMPUS TAMBAKBAYAN JL. BABARSARI YOGYAKARTA**

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1. Umum**

Serangkaian penyelidikan tanah telah dilaksanakan oleh Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UGM di lokasi rencana pembangunan Gedung Induk Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Kampus Tambakbayan, Jl. Babarsari, 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 Januari 2002.

### **1.2. Lokasi Rencana dan rencana bangunan**

Lokasi yang diselidiki terletak di dalam kompleks Kampus UPN “Veteran”, Jl. Babarsari, Tambakbayan, Yogyakarta. Pada tahap-1 ini, pembangunan akan meliputi hanya sebagian kecil dari rencana bangunan induk, yaitu bagian depan sayap selatan dan bagian selatan membujur ke belakang. Bagian sayap depan mempunyai lebar sekitar 7.20 m, memanjang ke selatan sekitar 21.60 m, disambung bangunan penghubung dengan bangunan bagian selatan. Gedung bagian selatan mempunyai lebar sekitar 7.20 m memanjang ke belakang sekitar 14.40 m, disusul kemudian bangunan penghubung yang direncanakan untuk

gedung bagian belakang yang difungsikan sebagai tangga. Rencana bangunan tahap-1 ini akan menempati sebagian bangunan laboratorium yang masih ada (bangunan satu lantai), lahan parkir depan (beraspal), bangunan lama bagian selatan, lorong, lahan beraspal dan tempat parkir berlantai cor. Dengan kondisi tersebut, pekerjaan penyelidikan terpaksa agak lama karena harus membongkar lantai atau perkerasan untuk pengujian lapangan. Juga beberapa titik terpaksa agak digeser karena letaknya yang tidak memungkinkan atau terkena bangunan yang masih digunakan.

Pembangunan tahap-1 direncanakan berupa gedung berlantai-3 dari struktur portal beton bertulang yang mempunyai bentang sekitar 7.20 meter dan jarak antar portal sekitar 3.60 meter. Pada saat penyelidikan berlangsung, detail perencanaan struktur atas masih dalam proses penyelesaian.

### **1.3. Lingkup Pekerjaan**

Pekerjaan penyelidikan tanah lapangan yang telah dilaksanakan pada seluruh lahan rencana meliputi :

1. 8 (delapan) titik pengujian sondir berkapasitas 2.5 ton. Pengujian dilakukan sampai kedalaman lapisan tanah dengan nilai perlawanan konis lebih dari 200 kg/cm<sup>2</sup>.
2. 3 (tiga) titik pemboran dengan alat bor tangan sampai kedalaman sekitar 6 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 lantai dasar gedung dua lantai yang sudah ada di tenggara lahan yang diselidiki (digunakan untuk

Laboratorium Diplomasi Jurusan Ilmu Hubungan International) sebagai dasar elevasi + 100.00 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 DAN ANALISIS

### 2.1. Lapisan- lapisan Tanah

Sebagaimana umumnya daerah Sleman Yogyakarta, kondisi tanah tempat yang diselidiki ini berupa endapan vulkanik, dengan kondisi yang agak bervariasi, baik jenis tanah, ketebalan maupun kepadatannya. Secara umum deposit di lahan ini tersusun atas lapisan-lapisan pasir tipis yang berganti-ganti kondisi lapisan dan variasi campurannya. Hampir seluruh deposit berupa pasir, dari ukuran sangat halus sampai kasar dan sebagian kecil lapisan mengandung kerikil dan fraksi halus yang non plastis sebagai pengikat.

Lapisan bagian atas sangat bervariasi, dari yang relatif lepas sampai agak padat. Lapisan bagian atas yang kurang padat ini mempunyai ketebalan antara 0.50 m sampai sekitar 1.50 m, dengan nilai perlawanan konis sondir bisa kurang dari 10 kg/cm<sup>2</sup>. Lapisan di bawahnya umumnya lebih baik dengan nilai perlawanan konis sondir sekitar 40 kg/cm<sup>2</sup>, namun ada yang mencapai lebih dari 100 kg/cm<sup>2</sup>. Di bawah lapisan ini terdapat lapisan yang agak kurang padat tetapi tidak tebal dengan nilai perlawanan konis sekitar 30 kg/cm<sup>2</sup>. Pekerjaan sondir dihentikan pada kedalaman dengan nilai konis lebih dari 200 kg/cm<sup>2</sup> yang kedalamannya bervariasi antara 5.0 m sampai 6.50 m.

Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa tanah setempat berupa pasir berlanau sampai pasir bergadasi jelek (SM-SP) dengan fraksi halus bisa lebih dari 12%. Perlu diperhatikan bahwa tanah yang diuji diambil dari sampel tabung yang kandungan pasirnya dominan, sehingga kemungkinan terjadi pemadatan pada sampel. Uji geser langsung menunjukkan parameter kuat geser tanah berupa kohesi yang sangat rendah dan sudut gesek internal sekitar 35°. Untuk

perancangan data laboratorium perlu dikoreksi karena sampel yang diambil kualitasnya kurang baik atau telah memadat.

## 2.2. Muka Air Tanah

Pada saat penyelidikan lapangan (Januari 2002, musim penghujan) muka air tanah tidak dijumpai sampai akhir kedalaman pemboran sekitar 6.0 m di bawah muka tanah. Dari sumur di lokasi (dekat dengan titik no. 5), tercatat muka air terletak pada kedalaman sekitar 9.0 meter di bawah muka tanah.

## 2.3. Fondasi

Dengan keadaan tanah yang ada, dengan kondisi agak padat di bagian atas dan tanah keras pada kedalaman antara 5.0 m sampai 5.50 m di bawah muka tanah tanah, maka untuk bangunan gedung UPN Veteran tahap-1 yang menurut informasi berlantai 3 ini bisa menggunakan fondasi sebagai berikut.

### a. Fondasi menerus (continuous footing).

Jenis fondasi ini digunakan mengingat kondisi kepadatan tanah yang tidak merata sehingga penggunaan jenis fondasi ini diharapkan mampu mengakomodasi perbedaan penurunan yang mungkin terjadi akibat perbedaan kepadatan tanah. Fondasi ini bisa diletakkan pada kedalaman antara 1.10 m sampai 1.50 m di bawah muka tanah setempat atau pada elevasi sekitar 98.50 m terhadap elevasi dasar penyelidikan tanah. Apabila jenis fondasi ini yang dipilih, maka kapasitas dukung tanah yang diijinkan ( $q_a$ ) dapat diambil :

$$q_a = 1.25 - 1.50 \text{ kg/cm}^2 = 12.5 - 15 \text{ ton/m}^2$$

### b. Fondasi sumuran

Mengingat tanah yang cukup keras tidak terlalu dalam, sekitar 5.0 m sampai 5.50 m, maka fondasi sumuran dapat juga digunakan untuk bangunan yang lahannya diseidiki ini. Jika jenis fondasi ini yang dipilih, dasar fondasi dapat diletakkan pada kedalaman di atas (5.0 m sampai 5.50 m di bawah muka tanah setempat) atau pada elevasi + 94.50 m terhadap elevasi dasar penyelidikan. Kapasitas dukung tanah dasar yang diperbolehkan ( $q_a$ ) untuk

jenis dan kedalaman fondasi sebagaimana tersebut di atas (bangunan 3 lantai) bisa diambil sebesar :

$$q_a = 7.0 - 8.0 \text{ kg/cm}^2 = 70 - 80 \text{ ton/m}^2$$

Jika pada saat penggalian ternyata pada elevasi tersebut belum keras, maka disarankan untuk meneruskan sedikit sampai lapisan tanah padat.

### III. PENUTUP

Dalam pelaksanaan pekerjaan nanti, apabila ternyata dijumpai hal-hal yang menyimpang, meragukan, atau tak terduga, maka perlu diadakan penyesuaian dengan keadaan tersebut. Keputusan hendaknya diambil oleh pihak-pihak yang menguasai permasalahan.

Yogyakarta, Januari 2002

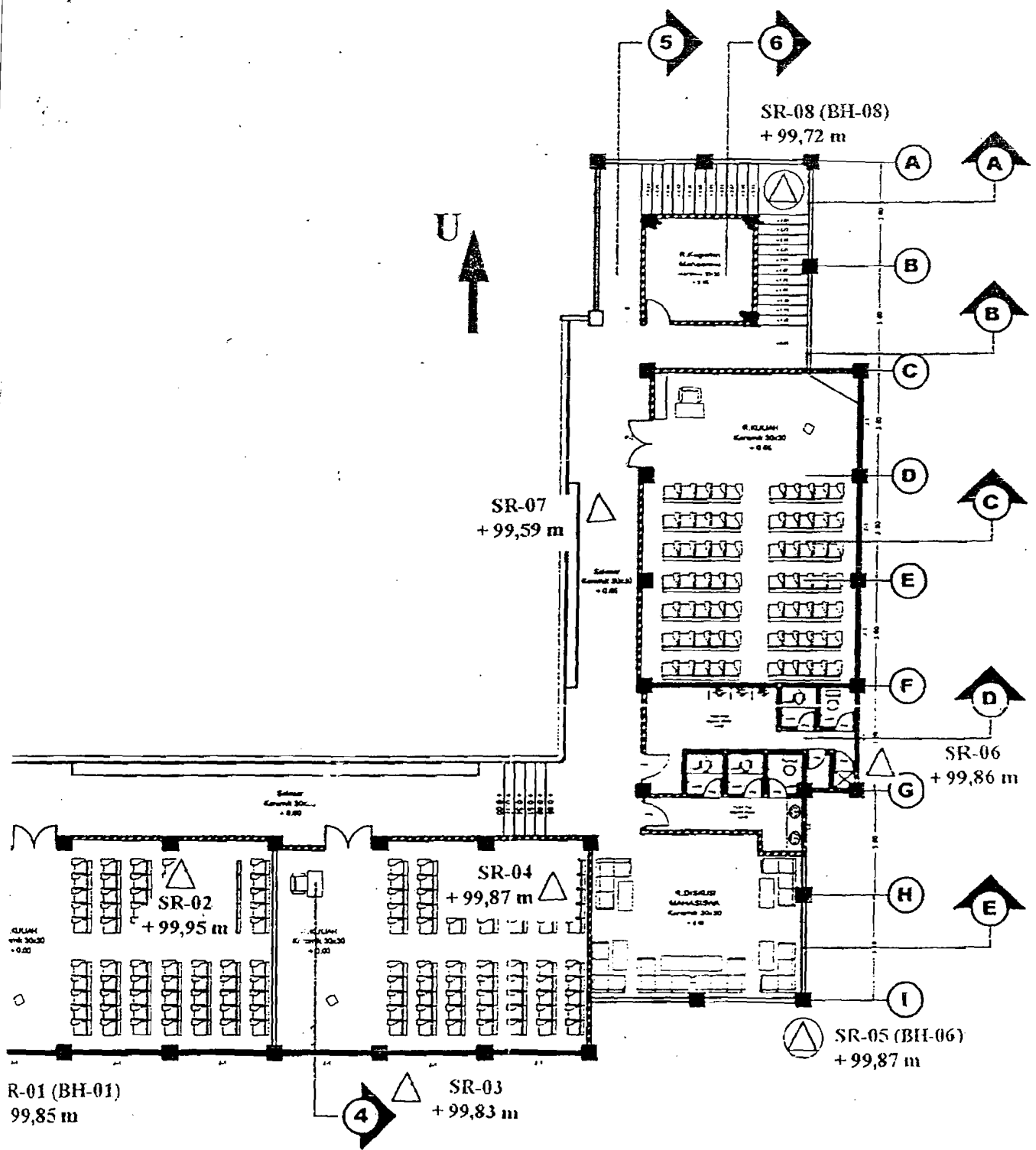
Laboratorium Mekanika Tanah  
Jurusan Teknik Sipil FT UGM

LABORATORIUM  
MEKANIKA TANAH  
FT UGM

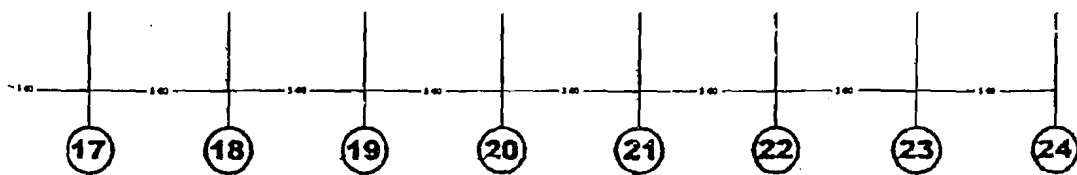


Ir. Agus Darmawan Adi, M.Sc., Ph.D

375



**DENAH TITIK PENYELIDIKAN TANAH**



NOTE:

△ = Sondir

○ = Bore hole



**10**

**LAMPIRAN**