

# **SKRIPSI**

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL GRAND MALEBU  
MENGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
BERDASARKAN SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013**



**Disusun Oleh :**

**ANUGRAH PRAMANA NUGRAHA**

**NIM. 14.219.06**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2016**



**MEMORANDUM**

TO : THE CHIEF OF BUREAU OF LAND MANAGEMENT  
FROM : THE CHIEF OF BUREAU OF REVENUE AND CUSTOMS  
SUBJECT: ...

...

**ANASIRIN AYANANIN HADIRIN**

...

...


**LEMBAR PERSETUJUAN  
SKRIPSI**

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL GRAND MALEBU  
MENGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN (SRPM)  
BERDASARKAN SNI 1726-2012 DAN SNI 2847-2013**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil (S-1)  
*Institut Teknologi Nasional Malang*


**Disusun oleh:  
ANUGRAH PRAMANA NUGRAHA  
NIM. 14.219.06**

Dosen Pembimbing I

  
**( Ir. Ester Priskasari, MT )**

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing II

  
**( Mohammad Erfan, ST, MT )**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

  
**( Ir. A. Agus Santosa, MT )**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2016

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SKRIPSI**

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL GRAND MALEBU  
MENGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN (SRPM)  
BERDASARKAN SNI 1726-2012 DAN SNI 2847-2013**

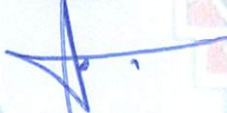
*Dipertahankan Dihadapan Dewan Majelis Penguji Sidang Skripsi  
Jenjang Strata Satu (S-1)  
Pada hari : Senin  
Tanggal : 15 Agustus 2016*

*Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

**Disusun oleh:**  
**ANUGRAH PRAMANA NUGRAHA**  
**NIM. 14.219.06**

Disahkan oleh:  
Panitia Ujian

Ketua



( Ir. A. Agus Santosa, MT )

Sekretaris



( Ir. Munasih, MT )

Anggota Penguji,

Penguji I



( Ir. A. Agus Santosa, MT )

Penguji II



( Ir. Sudirman Indra, M.Sc )

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2016

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Anugrah Pramana Nugraha  
NIM : 14.219.06  
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil / S-1  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

**“ PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL GRAND MALEBU  
MENGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
BERDASARKAN SNI 1726 – 2012 DAN 2847 – 2013 “**

Adalah hasil karya saya sendiri, dan bukan merupakan plagiasi baik sebagian maupun seluruhnya kecuali yang telah disebutkan sumbernya. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini hasil plagiasi, baik sebagian atau seluruhnya, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Malang, 25 Agustus 2016

Yang membuat pernyataan



( Anugrah Pramana Nugraha )

NIM. 14.219.06

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Yang Utama Dari Segalanya...*

Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Rahmat dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selalu terlimpahkan keharibaan junjungan kita Rasulullah Muhammad SAW beserta pengikutnya hingga akhir zaman.

Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat kukasihi dan kusayangi :

*Ibunda dan Ayahanda Tercinta*

Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Ibu dan Ayah yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ibu dan Ayah bahagia karena kusadar, selama ini belum bisa berbuat yang lebih. Untuk Ibu dan Ayah yang selalu membuatku termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakanku, selalu menasehatiku menjadi lebih baik,

Terima Kasih Ibu... Terima Kasih Ayah...

*My Brother's and Sister...*

Untuk kakak ku *Adhiyatma Prima Wibawa* serta adik-adikku *Hilli Bagus Waspada* dan *Luwes Elok Hidayati*, tiada hal yang paling menyenangkan saat kumpul bersama kalian, terima kasih atas doa kalian selama ini, hanya ini yang dapat aku persembahkan. Maaf belum bisa jadi panutan seutuhnya, tapi aku akan selalu berusaha menjadi yang terbaik untuk kalian semua..

*My Sweet Heart "Annisa Ayu Saraswati"*

Sebagai tanda kasih sayangku, aku persembahkan karya kecil ini untukmu, terima kasih atas kasih sayang, perhatian, kesabaranmu yang telah memberikanku semangat dan inspirasi dalam menyelesaikan skripsi ini, semoga engkau pilihan yang terbaik buatku dan masa depanku. Terima kasih.

*My Friend's...*

Buat teman-teman anak transferan 2014, *Zulkifli, Riski, Afif, Dimas, Eduardo, Rijal*, dan *Umma*, terima kasih atas bantuan, doa dan semangat yang kalian berikan. Buat anak-anak angkatan 2012 yang tak bisa disebutkan satu – persatu, saya ucapkan terima kasih atas bantuannya dan pertemanannya selama ini. Tetap semangat, semoga keakraban antara kita selalu terjaga.

*Dosen Pembimbing Skripsiku...*

Ibu *Ir. Ester Priskasari, MT* dan Bapak *Mohammad Erfan, ST, MT* selaku dosen pembimbing skripsi saya, terima kasih pak...bu..., saya sudah dibimbing selama ini, sudah diberi pengetahuan, sudah diajari, saya tidak akan lupa atas bantuan dan kesabaran dari bapak dan ibu.

Serta semua pihak yang sudah membantu selama penyelesaian skripsi ini. Thank's all.

## ABSTRAKSI

ANUGRAH PRAMANA NUGRAHA, 2016. “PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM ) BERDASARKAN SNI 1726 – 2012 DAN SNI 2847 – 2013”.

Dosen Pembimbing I : Ir. Ester Priskasari, MT, Dosen Pembimbing II : Mohammad Erfan, ST, MT

---

---

Seiring dengan kemajuan ilmu dalam bidang konstruksi, bentuk dan desain bangunan gedung semakin bervariasi dan beragam. Perencanaan gedung bertingkat tinggi terhadap beban gempa saat ini di Indonesia sudah sangat dipertimbangkan pengaruhnya mengingat banyak daerah rawan gempa di sebagian wilayah Indonesia. Sehingga dalam perencanaan gedung banyak digunakan Sistem Rangka Gedung, Sistem Ganda dan Sistem Rangka Pemikul Momen untuk mendapatkan bangunan yang tahan terhadap gempa.

SNI 03 – 1726 – 2012 dan SNI 03 – 2847 – 2013 merupakan peraturan yang digunakan untuk perencanaan gedung Hotel Grand Malebu Makassar. Komponen struktur yang direncanakan meliputi : balok, kolom dan hubungan balok – kolom. Peraturan pembebanan yang digunakan adalah peraturan pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG) 1987, analisa gempa rencana digunakan staktik ekivalen dengan analisa statiknya digunakan program bantu computer ETABS 2015. Gedung Grand Malebu Makassar memiliki panjang 25 m, lebar 18 m dan tinggi 33,5 m. dalam perencanaan digunakan mutu beton  $f_c' = 30$  MPa dan mutu baja tulangan  $f_y = 400$  MPa.

Dari hasil perhitungan dan perencanaan gedung Grand Malebu direncanakan dengan metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus ( SRPMK ) dengan nilai  $R = 8$  ;  $\Omega = 3$  ; dan  $C_d = 5,5$ . Pada Balok B126 dengan dimensi 35/60 pada lantai 1 digunakan untuk daerah tumpuan kiri dan kanan berjumlah 7 D22 untuk tulangan tarik dan 4 D22 untuk tulangan tekan, sedangkan untuk daerah lapangan digunakan 3 D22 untuk tulangan tekan dan 5 D22 untuk tulangan tarik. Untuk tulangan geser daerah sendi plastis dipasang 2 kaki  $\emptyset 10 - 95$  mm dan luar sendi plastis dipasang 3 kaki  $\emptyset 10 - 160$  mm. Pada kolom C30 lantai 1 dengan dimensi 60/60 digunakan jumlah tulangan 16 D25 dipasang tulangan geser daerah sendi plastis 4 kaki  $\emptyset 12 - 100$  mm, daerah sambungan lewatan 4 kaki  $\emptyset 12 - 90$  mm, dan daerah luar sendi plastis dipasang 4 kaki  $\emptyset 12 - 150$  mm. Pada hubungan balok kolom dipasang pengekang 4 kaki 6  $\emptyset 12$ .

**Kata Kunci** : SRPMK, Analisa Statik Ekivalen, Perancangan Balok dan Kolom

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, atas segala limpahan karunia, rahmat, dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam tak lupa juga saya ucapkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW dan para pengikutnya hingga akhir masa serta berbagai pihak yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyusun Skripsi ini yang berjudul **“Perencanaan Struktur Gedung Hotel Grand Malebu Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) berdasarkan SNI 1726 - 2012 dan SNI 2847 – 2013”** dengan baik.

Dalam penyelesaian penyusunan Skripsi ini tentu tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan serta saran-saran dari pihak di sekitar. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan apresiasi kepada:

1. Bapak **Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT** selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak **Ir. Sudirman Indra, M.Sc** selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak **Ir. A. Agus Santosa, MT** selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ibu **Ir. Ester Priskasari, MT**. sebagai dosen pembimbing 1 yang telah banyak membantu dalam penyusunan Skripsi ini.
5. Bapak **Mohammad Erfan, ST, MT**. sebagai pembimbing 2 yang telah banyak membantu dalam penyusunan Skripsi ini.
6. **Bapak dan Ibu Dosen** Institut Teknologi Nasional Malang yang telah memberikan ilmu pengetahuannya yang menunjang dalam penyusunan dan selesainya Skripsi ini.
7. Orang tua, saudara dan rekan-rekan Mahasiswa Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.



8. Seluruh **Staff** Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang yang telah membantu dari segi administrasi dan informasi
9. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam mengumpulkan data dan informasi yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu. Terima kasih.

Akhir kata saya mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan pada penulisan laporan berikutnya di masa yang akan datang. Semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca pada umumnya.

Malang,        Agustus 2016

Anugrah Pramana Nugraha

1421906

# DAFTAR ISI

<b>ABSTRAKSI</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xii
<b>BAB I     PENDAHULUAN</b>	
1.1.    Latar Belakang .....	1
1.2.    Rumusan Masalah .....	2
1.3.    Tujuan .....	2
1.4.    Batasan Masalah .....	2
1.5.    Manfaat Skripsi .....	3
<b>BAB II    DASAR TEORI</b>	
2.1.    Bangunan Tahan Gempa .....	4
2.1.1. Perencanaan Kapasitas ( <i>Capacity Design</i> ) .....	5
2.2.    Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) .....	7
2.3.    Struktur Bangunan Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan .....	8
2.3.1. Ketidakberaturan Horizontal .....	8
2.3.2. Ketidakberaturan Vertikal .....	11
2.4.    Metode Analisis Gempa .....	13
2.5.    Analisa Pembebanan .....	13
2.5.1. Beban Vertikal .....	13
2.5.1.1. Beban Mati .....	13
2.5.1.2. Beban Hidup .....	14
2.5.2. Beban Horizontal .....	14
2.5.2.1. Beban Angin .....	14
2.5.2.2. Beban Gempa .....	14
2.6.    Kombinasi Pembebanan .....	26
2.7.    Pengaruh beban gempa vertikal .....	27

2.8.	Simpangan Antar Lantai .....	28
2.9.	Syarat detail tulangan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) .....	29
2.9.1.	Detail Penulangan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SPRMM) .....	29
2.9.1.1.	Komponen struktur lentur Rangka Momen Menengah	29
2.9.1.2.	Tulangan Transversal Balok .....	30
2.9.1.3.	Persyaratan Kekuatan Geser Balok .....	30
2.9.1.4.	Komponen struktur rangka momen khusus yang dikenai beban lentur dan aksial .....	31
2.9.1.5.	Tulangan Transversal Kolom .....	31
2.9.1.6.	Persyaratan kekuatan geser kolom .....	32
2.9.1.7.	Hubungan Balok – Kolom (HBK) .....	33
2.9.2.	Detail Penulangan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) .....	34
2.9.2.1.	Komponen struktur lentur rangka momen khusus .....	34
2.9.2.2.	Tulangan Longitudinal .....	35
2.9.2.3.	Tulangan Transversal Balok .....	36
2.9.2.4.	Persyaratan kekuatan geser balok .....	37
2.9.2.5.	Komponen struktur rangka momen khusus yang dikenai beban lentur dan aksial .....	38
2.9.2.6.	Tulangan Longitudinal Kolom .....	39
2.9.2.7.	Tulangan Transversal Kolom .....	40
2.9.2.8.	Persyaratan kekuatan geser kolom .....	43
2.9.2.9.	Hubungan Balok – Kolom (HBK) .....	43
2.10.	Perhitungan Penulangan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) .....	45
2.10.1.	Perencanaan Balok “T” .....	46
2.10.1.1.	Balok T dengan Tulangan Rangkap .....	46
2.10.2.	Perencanaan tulangan Kolom terhadap beban lentur dan aksial	50
2.10.2.1.	Asumsi dasar perencanaan kolom .....	50

### **BAB III DATA DAN PERENCANAAN**

3.1.	Data Bangunan .....	52
3.2.	Perencanaan Dimensi Penampang Balok dan Kolom .....	52

3.2.1.	Dimensi Balok .....	52
3.2.2.	Penentuan Tebal Plat .....	54
3.2.3.	Dimensi Kolom .....	56
3.3.	Data Pembebanan .....	57
3.3.1.	Perhitungan Beban Gravitasi .....	57
3.4.	Berat Massa Bangunan .....	64
3.5.	Perhitungan Beban Gempa .....	72
3.5.1.	Menentukan Parameter Percepatan Gempa ( $S_s$ , $S_1$ ) .....	72
3.5.2.	Menentukan Kategori Resiko Struktur Bangunan (I-IV) dan Faktor Keutamaan ( $I_e$ ) .....	73
3.5.3.	Menentukan Kelas Situs (SA – SF) .....	75
3.5.4.	Menentukan Koefisien Situs dan Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Resiko – Tertarget ( $MCER$ ) .....	75
3.5.5.	Menentukan Percepatan Spektral Desain Sds dan SD1 .....	77
3.5.6.	Menentukan Kategori Desain Seismik (A-D) .....	77
3.5.7.	Menentukan Spektrum Respons Desain .....	78
3.5.8.	Batasan Perioda Fundamental Struktur ( $T$ ) .....	80
3.5.9.	Batasan Penggunaan Prosedur Analisis Gaya Lateral Ekuivalen ( $ELF$ ) .....	81
3.5.10.	Pemilihan Sistem Struktur dan Parameter Sistem ( $R, C_d, \Omega_0$ ) .....	82
3.5.11.	Perhitungan Geser Dasar Seismik .....	82
3.5.12.	Perhitungan Gaya Gempa Lateral $F_x$ .....	84
3.6.	Kombinasi Pembebanan .....	87
3.6.1.	Pengaruh Beban Gempa Vertikal .....	87
3.6.2.	Pengaruh Beban Gempa Horisontal .....	87
3.6.3.	Kombinasi Beban Gempa yang Digunakan .....	88
3.7.	Simpangan Antar Lantai .....	89
 <b>BAB IV PERHITUNGAN PENULANGAN STRUKTUR</b>		
4.1	Perhitungan Penulangan Balok .....	92
4.1.1.	Perhitungan Tulangan Lentur Balok .....	92
4.1.2.	Penulangan Geser Balok .....	113

4.2	Perhitungan Penulangan Kolom .....	125
4.2.1	Perhitungan Tulangan Longitudinal Kolom.....	125
4.2.2	Perhitungan Penulangan Geser Kolom.....	141
4.2.3	Sambungan Lewatan Tulangan Vertikal Kolom .....	146
4.2.4	Persyaratan “ <i>Strong Column Weak Beam</i> ” .....	148
4.3	Perhitungan Pertemuan Balok – Kolom .....	150
<b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan .....	158
5.2	Saran .....	159
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>160</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Ketidakberaturan horizontal pada struktur .....	10
Tabel 2.2 Ketidakberaturan vertical pada struktur .....	12
Tabel 2.3 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk beban Gempa .....	16
Tabel 2.4 Faktor Keutamaan Gempa .....	18
Tabel 2.5 Klasifikasi situs .....	19
Tabel 2.6 Koefisien situs $F_a$ .....	19
Tabel 2.7 Kategori Lokasi $F_v$ untuk menentukan Nilai $S_1$ .....	20
Tabel 2.8 Kategori Desain Gempa ( KDG) Berdasarkan Parameter Percepatan Perioda pendek .....	21
Tabel 2.9 Katagori Desain Gempa ( KDG) Berdasarkan Parameter Percepatan Perioda 1.0 detik .....	21
Tabel 2.10 Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk sistem penahan gaya gempa .....	21
Tabel 2.11 Koefisien untuk Batas Atas pada perioda yang dihitung .....	25
Tabel 2.12 Nilai Parameter Perioda Pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	25
Tabel 2.13 Kombinasi Pembebanan .....	26
Tabel 2.14 Simpangan antar lantai tingkat ijin ( $\Delta a$ ) .....	28
Tabel 3.1 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung .....	74
Tabel 3.2 Faktor Keutamaan Gempa .....	75
Tabel 3.3 Klasifikasi Kelas Situs Tanah .....	76
Tabel 3.4 Koefisien Situs $F_a$ .....	76
Tabel 3.5 Koefisien Situs $F_v$ .....	77
Tabel 3.6 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Perioda Pendek .....	78
Tabel 3.7 Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Perioda 1 detik .....	79
Tabel 3.8 Nilai $S_a$ untuk $T < T_a$ .....	80
Tabel 3.9 Nilai $S_a$ untuk $T_s < T_a < 1,0$ .....	80
Tabel 3.10 Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung .....	82

Tabel 3.11 Faktor R, Cd dan $\Omega_0$ untuk Sistem Penahan gaya gempa .....	83
Tabel 3.12 Gaya Gempa lateral dibagi ke setiap Lantai Diafragma .....	86
Tabel 3.13 Beban gempa yang bekerja di pusat massa .....	87

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Mekanisme leleh pada struktur gedung akibat beban gempa .....	8
Gambar 2.2 Spektrum respons desain .....	25
Gambar 2.3 Geser desain untuk balok (SRPMM) .....	30
Gambar 2.4 Geser desain untuk kolom (SRPMM) .....	32
Gambar 2.5 Penempatan tulangan pada slab .....	34
Gambar 2.6 Sengkang tertutup saling tumpang .....	36
Gambar 2.7 Geser desain untuk kolom (SRPMK) .....	38
Gambar 2.8 Tulangan Transversal pada kolom .....	41
Gambar 2.9 Hubungan Balok - Kolom .....	45
Gambar 2.10 Syarat lebar efektif Balok T .....	46
Gambar 2.11 Diagram Regangan – Tegangan Balok “T” Bertulangan Rangkap .....	46
Gambar 2.12 Diagram Regangan – Tegangan Kolom .....	51
Gambar 3.1 Denah Perataan Beban .....	62
Gambar 3.2 Aplikasi Puskim untuk mencari nilai $S_s$ dan $S_1$ .....	72
Gambar 4.1 Portal Line E .....	92
Gambar 4.2 Lebar Efektif Balok T .....	93
Gambar 4.3 Flexural Design Balok B126 .....	94
Gambar 4.4 Penampang balok dan diagram regangan – tegangan momen negative tumpuan kiri .....	95
Gambar 4.5 Penampang balok dan diagram regangan – tegangan momen positif tumpuan kiri yang sudah dihitung ulang .....	99
Gambar 4.6 Penampang balok dan diagram tegangan momen positif lapangan .....	102
Gambar 4.7 Penampang balok dan diagram tegangan momen negative tumpuan kanan .....	105
Gambar 4.8 Penampang balok dan diagram regangan – tegangan momen positif tumpuan kanan yang sudah dihitung ulang .....	109
Gambar 4.9 Detail Panjang penulangan kait .....	112
Gambar 4.10 Desain gaya geser gempa akibat goyangan gempa ke kiri .....	115
Gambar 4.11 Desain gaya geser gempa akibat goyangan gempa ke kanan .....	116
Gambar 4.12 Penulangan geser pada balok .....	123



Gambar 4.13 Penulangan torsi pada balok .....	124
Gambar 4.14 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi seimbang .....	126
Gambar 4.15 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi seimbang 1,25 fy .....	128
Gambar 4.16 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi patah desak .....	131
Gambar 4.17 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi patah Tarik .....	133
Gambar 4.18 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi 1 lentur murni .....	135
Gambar 4.19 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi 2 lentur murni .....	136
Gambar 4.20 Diagram Interaksi Kolom Desain .....	139
Gambar 4.21 Diagram Interaksi Kolom Lantai 2 .....	140
Gambar 4.22 Diagram Interaksi Kolom Lantai 1 .....	140
Gambar 4.23 Detail Penulangan Longitudinal dan Transversal Kolom C30 .....	149
Gambar 4.24 Analisa geser dari hubungan balok kolom (Joint 69) .....	150
Gambar 4.25 Luas efektif (Aj) untuk HBK .....	151
Gambar 4.26 Penulangan Hubungan Balok Kolom (Joint 69) .....	154
Gambar 4.27 Pendetailan Tulangan Joint 69 .....	157

## DAFTAR NOTASI

$a$	tinggi blok tegangan persegi ekuivalen	(mm)
$A_{ch}$	luas komponen struktur yang diukur sampai tepi luar tulangan transversal	(mm <sup>2</sup> )
$A_g$	luas bruto penampang beton kolom	(mm <sup>2</sup> )
$A_{sh}$	luas penampang total tulangan transversal dalam rentang spasi $s$	(mm <sup>2</sup> )
$A_{st}$	luas penampang tulangan kolom	(mm <sup>2</sup> )
$b_w$	lebar komponen lentur	
$c_c$	gaya tekan beton	(N)
$C_d$	faktor amplifikasi defleksi ditentukan oleh jenis struktur penahan gaya gempa terpilih	
$C_s$	koefisien respons seismik.	
$C_{vx}$	faktor distribusi vertikal	
$d$	tinggi efektif penampang komponen lentur	(mm)
$DL$	beban mati	
$E$	beban gempa	
$E_{cb}$	modulus elastisitas balok beton	(MPa)
$E_{cs}$	modulus elastisitas pelat beton	(MPa)
$E_h$	pengaruh beban gempa horizontal	
$f_y$	kekuatan leleh tulangan	(MPa)
$f_{yt}$	kuat leleh tulangan transversal	(MPa)
$f'_c$	kekuatan tekan beton	(MPa)
$h_i$ dan $h_x$	tinggi dari dasar sampai tingkat $i$ atau $x$	(m)
$I_b$	momen inersia balok tak retak	(mm <sup>4</sup> )
$I_e$	faktor keutamaan gempa	
$k$	eksponen yang terkait dengan perioda struktur berikut ini: struktur dengan perioda 0,5 atau kurang, $k=1$ struktur dengan perioda 2,5 atau lebih, $k=2$ struktur dengan perioda 0,5 -2,5 $k=2$ , atau interpolasi linear antara 1 dan 2	
$LL$	beban hidup	
$\ell_n$	panjang bentang bersih	(mm)
$M_{E,a}$	momen di kolom di atas joint karena gaya gempa	(kNm)
$M_{E,b}$	momen di kolom di bawah joint karena gaya gempa	(kNm)
$M_n$	momen nominal	(N-mm)
$M_{nc,a}$	momen nominal kolom di atas joint	(kNm)
$M_{nc,b}$	momen nominal kolom di bawah joint	(kNm)
$\sum M_{nb}$	jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka ke dalam joint	(kNm)
$\sum M_{nc}$	jumlah kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint. Kekuatan lentur kolom harus dihitung untuk gaya aksial terfaktor, sesuai dengan arah gaya-gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan nilai kekuatan lentur nominal terendah.	(kNm)

$M_{pr1}$	probable moment di perletakan 1 akibat goyangan ke kiri atau ke kanan.	(kNm)
$M_{pr2}$	probable moment di perletakan 2 akibat goyangan ke kiri atau ke kanan.	(kNm)
$M_u$	momen terfaktor	(N-mm)
$M_x$	momen yang bekerja pada tiang tegak lurus sumbu x yang bekerja pada pondasi, diperhitungkan terhadap pusat berat seluruh tiang yang terdapat dalam pilecap	(kN-m)
$M_y$	momen yang bekerja pada tiang tegak lurus sumbu y yang bekerja pada pondasi, diperhitungkan terhadap	(kN-m)
$n$	Jumlah tulangan	
$P_u$	beban terfaktor pada kolom	(kN)
$Q_E$	pengaruh gaya gempa horizontal dari $V$ atau $F_p$	
$R$	faktor modifikasi respons yang ditentukan oleh sistem penahan gempa yang dipilih	(kN)
$RL$	beban hujan	
$R_n$	kuat nominal	
$s$	spasi tulangan transversal	(mm)
$S_1$	parameter percepatan spektrum respons maksimum	(m)
$S_{D1}$	parameter percepatan spektrum respons desain pada periode 1,0 detik	
$S_{DS}$	parameter percepatan spektrum respons desain pada periode pendek	
$T$	periode fundamental struktur	(kPa)
$T_s$	gaya tarik baja tulangan	
$U$	kuat perlu periode fundamental struktur	(detik)
$V$	gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur	(N)
$V_c$	kuat geser yang disumbangkan oleh beton	(kN)
$V_e$	gaya geser terfaktor balok akibat gempa	
$V_n$	kuat geser nominal	(kN)
$v_s$	gaya geser total terfaktor	(m/detik)
$W$	berat seismik efektif	(kN)
$w_i$ dan $w_x$	bagian berat seismik efektif total struktur ( $W$ ) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat $i$ atau $x$	(%) (kN)
$WL$ dan $W_u$	beban angin	
$x$	Pengaruh beban gravitasi	
$\alpha$	rasio kekuatan lentur penampang balok terhadap kekuatan lentur pelat	(mm)
$\alpha_{fm}$	nilai rata-rata nilai $\alpha$ untuk semua balok pada tepi panel	
$\beta$	rasio dimensi panjang terhadap lebar kolom	
$\rho$	faktor redundansi	
$\rho$	rasio penulangan	
$\rho_s$	rasio tulangan spiral atau pengikat bulat	
$\eta$	efisiensi	
$\delta_x$	defleksi pada lokasi yang disyaratkan	(mm)
$\Phi$	faktor reduksi kekuatan	

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dengan kemajuan ilmu dalam bidang konstruksi, bentuk dan desain bangunan gedung yang semakin bervariasi dan beragam. Sebagai seorang calon *engineer*, hal tersebut merupakan sebuah tantangan baru untuk mewujudkannya. Pada perencanaan pembangunan untuk gedung bertingkat tinggi haruslah diperhatikan pada beberapa aspek penting seperti aspek lingkungan, ekonomi, serta aspek keamanan. Untuk itu diperlukan suatu perencanaan yang matang sehingga setiap hambatan yang mungkin terjadi di masa yang akan datang dapat teratasi dengan baik. Hal tersebut yang menjadi landasan utama dalam setiap pekerjaan khususnya di bidang teknik sipil.

*Hotel Grand Malebu* merupakan salah satu bangunan di kota Makassar yang dimaksudkan untuk tujuan bisnis. Bangunan tersebut berjumlah 8 tingkat dengan tinggi bangunan 33.5 m. Dalam perencanaan gedung bertingkat tinggi harus memperhitungkan aspek – aspek yang mungkin saja terjadi di kemudian hari yang berkaitan dengan kekuatan struktur. Perencanaan gedung bertingkat tinggi terhadap beban gempa saat ini sudah diperhitungkan mengingat indonesia sendiri termasuk zona rawan terhadap gempa, tidak terkecuali daerah Makassar yang tidak menutup kemungkinan beberapa tahun mendatang masuk dalam zona gempa yang dikategorikan rawan karena adanya pergeseran lempeng bumi.

Untuk itu, dalam skripsi ini akan direncanakan struktur gedung Grand Malebu menggunakan bantuan software ETABS dengan mengacu pada peraturan SNI 03-1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung,

serta SNI 03-2847-2013 tentang Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Perencanaan struktur hanya dilakukan untuk kolom dan balok saja sebagai komponen struktur atas.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada Skripsi ini adalah :

1. Bagaimana merencanakan gedung dengan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)?
2. Bagaimana menentukan penulangan pada balok, kolom dan hubungan balok kolom (HBK) ?
3. Bagaimana gambar detail penulangan balok, kolom dan hubungan balok kolom (HBK) dari hasil perencanaan?

## **1.3 Tujuan**

Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah :

1. Mampu merencanakan gedung dengan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM).
2. Mampu menentukan penulangan pada balok, kolom dan hubungan balok kolom (HBK).
3. Mampu menggambarkan hasil perhitungan balok, kolom dan hubungan balok kolom (HBK) ke detail penulangan.

## **1.4 Batasan Masalah**

Skripsi ini membatasi permasalahan pada perencanaan beton bertulang meliputi :

1. Gedung yang direncanakan adalah Hotel Grand Malebu yang terletak di Makassar dengan tinggi bangunan 33.5 m.
2. Analisa gempa rencana menggunakan statik ekuivalen.
3. Analisa struktur dengan menggunakan program Etabs v15.
4. Analisis struktur beton bertulang menggunakan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung SNI-03-2847-2013.

5. Perencanaan gempa dengan menggunakan Peraturan Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung SNI 03-1726-2012.
6. Perencanaan Pembebanan menggunakan peraturan SNI 03-1727-2013 dan PPIUG 1987.

### **1.5 Manfaat Skripsi**

1. Menambah pengetahuan tentang bagaimana mendesain bangunan gedung dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) berdasarkan peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang baik dan benar.
2. Sebagai bahan referensi bagi penulis – penulis lain yang tertarik pada objek yang sama.

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Bangunan Tahan Gempa**

Filosofi dasar dari perencanaan bangunan tahan gempa adalah terdapatnya komponen struktur yang diperbolehkan mengalami kelelahan. Komponen struktur yang leleh tersebut merupakan komponen yang menyerap energi gempa selama gempa terjadi. Agar memenuhi konsep perencanaan struktur bangunan tahan gempa tersebut, maka pada saat gempa kelelahan yang terjadi hanya pada balok. Oleh karena itu kolom dan sambungan harus dirancang sedemikian rupa agar kedua komponen struktur tersebut tidak mengalami kelelahan pada saat gempa terjadi.

Pada perencanaan struktur bangunan tahan gempa, perlu ditinjau 3 taraf beban gempa, yaitu gempa ringan, gempa sedang dan gempa kuat, untuk merencanakan elemen-elemen dari sistem struktur, agar tetap mempunyai kinerja yang baik pada saat terjadi gempa. Gempa Ringan, Gempa Sedang, dan Gempa Kuat untuk keperluan prosedur perencanaan struktur didefinisikan sebagai berikut :

##### **a) Gempa Ringan**

Gempa Ringan adalah gempa yang peluang atau resiko terjadinya dalam periode umur rencana bangunan 50 tahun adalah 92% ( $R_n = 92\%$ ), atau gempa yang periode ulangnya adalah 20 tahun ( $T_R = 20$  tahun). Akibat Gempa Ringan ini struktur bangunan harus tetap berperilaku elastis, ini berarti bahwa pada saat terjadi gempa elemen-elemen struktur bangunan tidak diperbolehkan mengalami kerusakan structural maupun kerusakan non-struktural. Pada saat terjadi gempa ringan, penampang dari elemen-elemen pada system struktur dianggap tepat mencapai kapasitas nominalnya, dan akan berdeformasi lebih lanjut secara tidak elastis (inelastis) jika terjadi gempa yang lebih kuat.

Karena risiko terjadinya Gempa Ringan adalah 92%, maka dapat dianggap bahwa selama umur rencananya, struktur bangunan pasti akan mengalami Gempa Ringan, atau risiko terjadinya Gempa Ringan adalah 100% ( $R_N = 100\%$ ).

b) Gempa Sedang

Gempa Sedang adalah gempa yang peluang atau risiko terjadinya dalam periode umur rencana bangunan 50 tahun adalah 50% ( $R_N = 50\%$ ), atau gempa yang periode ulangnya adalah 75 tahun ( $T_R = 75$  tahun). Akibat Gempa Sedang ini struktur bangunan tidak boleh mengalami kerusakan struktural, namun diperkenankan mengalami kerusakan yang bersifat non-struktural. Gempa Sedang akan menyebabkan struktur bangunan berperilaku tidak elastis, tetapi tingkat kerusakan struktur masih ringan dan dapat diperbaiki dengan biaya yang terbatas.

c) Gempa Kuat

Gempa Kuat adalah gempa yang peluang atau risiko terjadinya dalam periode umur rencana bangunan 50 tahun adalah 2% ( $R_N = 2\%$ ), atau gempa yang periode ulangnya adalah 2500 tahun ( $T_R = 2500$  tahun). Akibat Gempa Kuat ini struktur bangunan dapat mengalami kerusakan struktural yang berat, namun struktur harus tetap berdiri dan tidak boleh runtuh sehingga korban jiwa dapat dihindarkan. Gempa Kuat akan menyebabkan struktur bangunan berperilaku tidak elastis, dengan kerusakan yang berat tetapi masih berdiri dan dapat diperbaiki.

### 2.1.1. Perencanaan Kapasitas (*Capacity Design*)

Untuk mendapatkan struktur bangunan yang cukup ekonomis, tetapi tidak mengalami keruntuhan pada saat terjadi Gempa Kuat, maka sistem struktur harus direncanakan bersifat daktail. Untuk mendapatkan sistem struktur yang daktail, disarankan untuk merencanakan struktur bangunan dengan menggunakan cara Perencanaan Kapasitas. Pada prosedur Perencanaan Kapasitas ini, elemen-elemen dari struktur bangunan yang akan memancarkan energi gempa melalui mekanisme perubahan bentuk atau



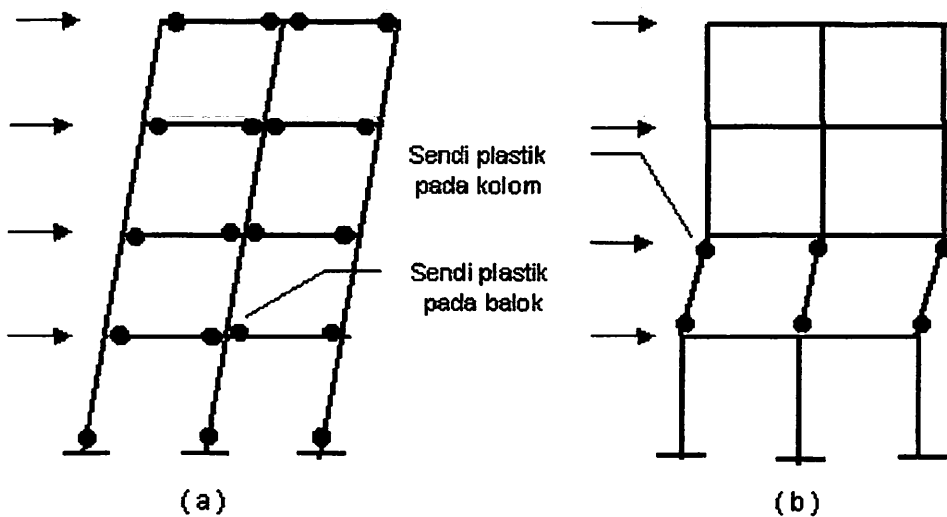
deformasi plastis, dapat terlebih dahulu dipilih dan ditentukan tempatnya. Sedangkan elemen-elemen lainnya, direncanakan dengan kekuatan yang lebih besar untuk menghindari terjadinya kerusakan.

Pada struktur beton bertulang, tempat-tempat terjadinya deformasi plastis yaitu tempat-tempat dimana penulangan mengalami pelehan, disebut daerah sendi plastis. Karena sendi-sendi plastis yang terbentuk pada struktur portal akibat dilampauinya Beban Gempa Rencana dapat diatur tempatnya, maka mekanisme kerusakan yang terjadi tidak akan mengakibatkan keruntuhan dari struktur bangunan secara keseluruhan.

Karena pada prosedur Perencanaan Kapasitas ini terlebih dahulu harus ditentukan tempat-tempat di mana sendi-sendi plastis akan terbentuk, maka dalam hal ini perlu diketahui mekanisme leleh yang dapat terjadi pada sistem struktur portal. Dua jenis mekanisme leleh yang dapat terjadi pada struktur gedung akibat pembebanan gempa kuat, ditunjukkan pada Gambar 2.1.

Kedua jenis mekanisme leleh atau terbentuknya sendi-sendi plastis pada struktur gedung adalah :

- 1) Mekanisme Kelelahan Pada Balok (*Beam Sidesway Mechanism*), yaitu keadaan dimana sendi-sendi plastis terbentuk pada balok-balok dari struktur bangunan, akibat penggunaan kolom-kolom yang kuat (*Strong Column–Weak Beam*). Seperti pada gambar 2.1(a).
- 2) Mekanisme Kelelahan Pada Kolom (*Column Sidesway Mechanism*), yaitu keadaan dimana sendi-sendi plastis terbentuk pada kolom-kolom dari struktur bangunan pada suatu tingkat, akibat penggunaan balok-balok yang kaku dan kuat (*Strong Beam– Weak Column*). Seperti pada gambar 2.1(b).



**Gambar 2.1 Mekanisme leleh pada struktur gedung akibat beban gempa**  
**(a) Mekanisme leleh pada balok, (b) Mekanisme leleh pada kolom**

*Sumber : Aplikasi SNI Gempa 1726-2012*

## 2.2 Sistem Rangka Pemikul Momen ( SRPM )

Sistem Rangka Pemikul Momen adalah sistem struktur yang pada dasarnya memiliki memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap, sedangkan beban lateral yang diakibatkan oleh gempa dipikul oleh rangka pemikul momen melalui mekanisme lentur. Rangka dimana komponen struktur dan joint menahan gaya melalui lentur, geser, dan gaya aksial. Sistem penahan gaya gempa dapat dikategorikan sebagai berikut :

1. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) adalah rangka beton cor ditempat atau pracetak yang memenuhi persyaratan SNI 2847:2013 pasal 1 sampai 18, dan dalam kasus rangka momen biasa ditetapkan sebagai Kategori Desain Seismik B, juga memenuhi pasal 21.2.
2. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) adalah rangka cor di tempat yang memenuhi persyaratan SNI 2847:2013 pasal 21.3, sebagai tambahan pada persyaratan untuk rangka momen biasa.
3. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) adalah rangka cor di tempat yang memenuhi persyaratan SNI 2847:2013 pasal 21.1.3 sampai

21.1.7, 21.5 sampai 21.7, atau rangka pracetak yang memenuhi persyaratan pasal 21.1.3 sampai 21.1.7 dan 21.5 sampai 21.8. Sebagai tambahan, persyaratan untuk rangka momen biasa harus dipenuhi.

### **2.3 Struktur Bangunan Gedung Beraturan dan Tidak Beraturan**

Menurut SNI 1726:2012 pasal 7.3.2 untuk struktur bangunan gedung harus diklasifikasikan sebagai gedung beraturan atau tidak beraturan. Klasifikasi tersebut harus didasarkan pada konfigurasi horizontal dan vertikal dari struktur bangunan gedung.

Struktur bangunan gedung ditetapkan sebagai struktur bangunan gedung beraturan, apabila memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- Tinggi struktur bangunan gedung diukur dari taraf penjepitan lateral tidak lebih dari 10 tingkat atau 40 m.
- Denah struktur bangunan gedung adalah persegi panjang tanpa tonjolan dan walaupun mempunyai tonjolan, panjang tonjolan tersebut tidak lebih dari 25% dari ukuran terbesar denah struktur bangunan gedung dalam arah tonjolan tersebut.
- Denah struktur bangunan gedung tidak menunjukkan coakan sudut dan walaupun mempunyai coakan sudut, panjang sisi coakan tersebut tidak lebih dari 15% dari ukuran terbesar denah struktur bangunan gedung dalam arah sisi coakan tersebut.
- Sistem struktur bangunan gedung terbentuk oleh subsistem-subsistem pemikul beban lateral yang arahnya saling tegak lurus dan sejajar dengan sumbu-sumbu utama ortogonal denah struktur bangunan gedung secara keseluruhan. dll

#### **2.3.1. Ketidakberaturan Horizontal**

Menurut SNI 1726:2012 pasal 7.3.2.1 struktur bangunan gedung yang mempunyai satu atau lebih tipe ketidakberaturan seperti tabel 2.1 harus dianggap mempunyai ketidakberaturan horizontal. Struktur yang dirancang untuk kategori desain seismik sebagaimana terdaftar dalam tabel harus memenuhi persyaratan dalam tabel tersebut.

Tabel 2.1 Ketidakberaturan horisontal pada struktur

	Tipe dan penjelasan ketidakberaturan	Pasal Referensi SNI 1726:201	Penerapan kategori desain seismik
1a.	Ketidakberaturan torsi didefinisikan ada jika simpangan antar lantai tingkat maksimum, torsi yang dihitung termasuk tak terduga, di sebuah ujung struktur melintang terhadap sumbu lebih dari 1,2 kali simpangan antar lantai tingkat rata-rata di kedua ujung struktur. Persyaratan ketidakberaturan torsi dalam pasal-pasal referensi berlaku hanya untuk struktur di mana diafragmanya kaku atau setengah kaku.	7.3.3.4 7.7.3 7.8.4.3 7.12.1 Tabel 13 12.2.2	D, E, dan F B, C, D, E, dan F C, D, E, dan F C, D, E, dan F D, E, dan F B, C, D, E, dan F
1b.	Ketidakberaturan torsi berlebihan didefinisikan ada jika simpangan antar lantai tingkat maksimum, torsi yang dihitung termasuk tak terduga, di sebuah ujung struktur melintang terhadap sumbu lebih dari 1,4 kali simpangan antar lantai tingkat rata-rata di kedua ujung struktur. Persyaratan ketidakberaturan torsi berlebihan dalam pasal-pasal referensi berlaku hanya untuk struktur di mana diafragmanya kaku atau setengah kaku.	7.3.3.1 7.3.3.4 7.7.3 7.8.4.3 7.12.1 Tabel 13 12.2.2	E dan F D B, C, dan D C dan D C dan D D B, C, dan D

2.	Ketidakberaturan sudut dalam didefinisikan ada jika kedua proyeksi denah struktur dari sudut dalam lebih besar dari 15 persen dimensi denah struktur dalam arah yang ditentukan.	7.3.3.4 Tabel 13	D, E, dan F D, E, dan F
3.	Ketidakberaturan diskontinuitas diafragma didefinisikan ada jika terdapat diafragma dengan diskontinuitas atau variasi kekakuan mendadak, termasuk yang mempunyai daerah terpotong atau terbuka lebih besar dari 50 persen daerah diafragma bruto yang melingkupinya, atau perubahan kekakuan diafragma efektif lebih dari 50 persen dari suatu tingkat ke tingkat selanjutnya.	7.3.3.4 Tabel 13	D, E, dan F D, E, dan F
4.	Ketidakberaturan pergeseran melintang terhadap bidang didefinisikan ada jika terdapat diskontinuitas dalam lintasan tahanan gaya lateral, seperti pergeseran melintang terhadap bidang elemen vertikal.	7.3.3.3 7.3.3.4 7.7.3 Tabel 13 12.2.2	B, C, D, E, dan F D, E, dan F B, C, D, E, dan F D, E, dan F B, C, D, E, dan F
5.	Ketidakberaturan sistem nonparalel didefninisikan ada jika elemen penahan gaya lateral vertikal tidak paralel atau simetris terhadap sumbu-sumbu ortogonal utama sistem penahan gaya gempa.	7.5.3 7.7.3 Tabel 13 12.2.2	C, D, E, dan F B, C, D, E, dan F D, E, dan F B, C, D, E, dan F

### 2.3.2. Ketidakberaturan Vertikal

Menurut SNI 1726:2012 pasal 7.3.2.2 struktur bangunan gedung yang mempunyai satu atau lebih tipe ketidakberaturan seperti tabel 2.2 harus dianggap mempunyai ketidakberaturan vertikal. Struktur yang dirancang untuk kategori desain seismik sebagaimana terdaftar dalam tabel harus memenuhi persyaratan dalam tabel tersebut.

Tabel 2.2 Ketidakberaturan vertikal pada struktur

	Tipe dan penjelasan ketidakberaturan	Pasal Referensi SNI 1726:201	Penerapan Kategori Desain seismik
1a.	Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak didefinisikan ada jika terdapat suatu tingkat di mana kekakuan lateralnya kurang dari 70 persen kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 80 persen kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya.	Tabel 13	D, E, dan F
1b.	Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan didefinisikan ada jika terdapat suatu tingkat di mana kekakuan lateralnya kurang dari 60 persen kekakuan lateral tingkat di atasnya atau kurang dari 70 persen kekakuan rata-rata tiga tingkat di atasnya.	7.3.3.1 Tabel 13	E dan F D, E, dan F
2.	Ketidakberaturan Berat (Massa) didefinisikan ada jika massa efektif semua tingkat lebih dari 150 persen massa efektif tingkat di dekatnya. Atap yang lebih ringan dari lantai di bawahnya tidak perlu ditinjau.	Tabel 13	D, E, dan F

3.	Ketidakberaturan Geometri Vertikal didefinisikan ada jika dimensi horisontal sistem penahan gaya gempa di semua tingkat lebih dari 130 persen dimensi horisontal sistem penahan gaya gempa tingkat di dekatnya.	Tabel 13	D, E, dan F
4.	Diskontinuitas Arah Bidang dalam Ketidakberaturan Elemen Penahan Gaya Lateral Vertikal didefinisikan gaya lateral lebih besar dari panjang elemen itu atau terdapat reduksi kekakuan elemen penahan di tingkat di bawahnya.	7.3.3.3 7.3.3.4 Tabel 13	B, C, D, E, dan F D, E, dan F D, E, dan F
5a.	Diskontinuitas dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat didefinisikan ada jika kuat lateral tingkat kurang dari 80 persen kuat lateral tingkat di atasnya. Kuat lateral tingkat adalah kuat lateral total semua elemen penahan seismik yang berbagi geser tingkat untuk arah yang ditinjau.	7.3.3.1 Tabel 13	E dan F D, E, dan F
5b.	Diskontinuitas dalam Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat yang Berlebihan didefinisikan ada jika kuat lateral tingkat kurang dari 65 persen kuat lateral tingkat di atasnya. Kuat tingkat adalah kuat total semua elemen penahan seismik yang berbagi geser tingkat untuk arah yang ditinjau.	7.3.3.1 7.3.3.2 Tabel 13	D, E, dan F B dan C D, E, dan F

## **2.4 Metode Analisis Gempa**

Secara umum analisa struktur terhadap beban gempa dibagi menjadi 2 macam, yaitu:

1. Analisis beban statik ekuivalen adalah suatu cara analisis struktur dimana pengaruh gempa pada struktur dianggap sebagai beban statik horizontal yang diperoleh dengan hanya memperhitungkan respon ragam getar yang pertama. Biasanya distribusi gaya geser tingkat ragam getar yang pertama ini disederhanakan sebagai segitiga terbalik.
2. Analisis dinamik adalah analisis struktur dimana pembagian gaya geser gempa di seluruh tingkat diperoleh dengan memperhitungkan pengaruh dinamis gerakan tanah terhadap struktur. Analisis dinamik terbagi menjadi 2, yaitu:
  - a. Analisis ragam respon spektrum dimana total respon didapat melalui superposisi dari respon masing-masing ragam geser.
  - b. Analisis riwayat waktu adalah analisis dinamis dimana pada model struktur diberikan suatu catatan rekaman gempa dan respon struktur dihitung dengan langkah demi langkah interval tertentu.

## **2.5 Analisa Pembebanan**

Berdasarkan SNI 1727:2013, beban yang bekerja pada struktur dapat digolongkan menjadi dua bagian yaitu beban vertikal yang meliputi beban mati dan beban hidup, serta beban horizontal yang berupa beban gempa dan beban angin.

### **2.5.1. Beban Vertikal**

#### **2.5.1.1 Beban Mati**

Beban mati mencakup semua bagian struktur gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisah dari suatu gedung.



### **2.5.1.2 Beban Hidup**

Beban hidup merupakan semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat dipindah.

## **2.5.2 Beban Horizontal**

### **2.5.2.1 Beban Angin**

Mencakup semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Dalam perencanaan gedung ini beban horizontal akibat angin diabaikan karena pengaruhnya relatif lebih kecil dibandingkan dengan beban horizontal akibat gempa.

### **2.5.2.2 Beban Gempa**

Dalam SNI 1726:2012 terdapat beberapa perubahan cara perhitungan beban gempa dibanding dengan peraturan sebelumnya, seperti perubahan peta gerak tanah seismik, penambahan kategori desain seismik, perubahan grafik respon spektrum desain dan lain-lain. Untuk perhitungan gaya geser akibat gempa digunakan analisis sebagai berikut:

*a.* Menentukan nilai spektral percepatan gempa  $S_S$  dan  $S_I$

Nilai spektral percepatan gempa untuk perioda pendek ( $S_S$ ) dan spektral percepatan gempa untuk perioda 1 detik ( $S_I$ ) didapat dari peta gempa dalam SNI 1726:2012.

*b.* Menentukan kategori risiko bangunan dan faktor keutamaan gempa ( $I_e$ ) Menurut SNI 1726:2012 pasal 4.2.1 untuk berbagai kategori risiko struktur gedung dan non gedung sesuai tabel 2.3, pengaruh gempa rencananya harus dikalikan dengan faktor keutamaan ( $I_e$ ) menurut tabel 2.4.

Tabel 2.3 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk beban gempa

Jenis Pemanfaatan	Katagori Resiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki lisiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan penkanan</li> <li>- Fasilitas sementara</li> <li>- Gudang penyimpanan</li> <li>- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori resiko I,II,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen / rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan / mall</li> <li>- Bangunan industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> <li>- Pabrik</li> </ul>	II
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki resiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioskop</li> <li>- Gedung pertemuan</li> <li>- Stadion</li> <li>- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan gawat darurat</li> <li>- Fasilitas penitipan anak</li> </ul>	III

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penjara</li> <li>- Bangunan untuk orang jompo</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori resiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehian-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>- Fasilitas penanganan air</li> <li>- Fasilitas penanganan urn bah</li> <li>- Pusat telekomunikasi</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori resiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang periting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan-bangunan monumental</li> <li>- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>- Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat</li> <li>- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> </ul>	IV

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>- Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> <li>- Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran ) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk kedalam katagori resiko IV.</p>	
--	--

Tabel 2.4. Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Resiko Bangunan	Faktor keutamaan gempa, I
I atau II	1.0
III	1.25
IV	1.5

Sumber : SNI 1726 2012

c. Menentukan Klasifikasi Situs

Menurut SNI-1726 2012 pasal 5.3 klasifikasi kelas situs dibagi menjadi 6 diantaranya SA, SB, SC, SD, SE dan SF. Kelas situs tersebut meliputi batuan keras batuan, tanah keras, sangat padat dan batuan lunak, tanah sedang, tanah lunak, dan tanah khusus yang membutuhkan investigasi geoteknik dan analisis respon spesifik. Kelas situs tersebut didefinisikan secara lebih rinci seperti pada tabel 2.7.

Tabel 2.5. Klasifikasi situs

Kelas situs	V <sub>s</sub> (m/detik)	N atau N <sub>ch</sub>	S <sub>n</sub> (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE ( tanah lunak)	<175	<15	<50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3m tanah dengan karakteristik sebagai berikut: 1. Indeks plastisitas, PI>20 2. Kadar air, w>40% 3. Kuat geser niralir Su<25 kPa		
SF ( tanah khusus yang membutuhkan investigasi	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik sebagai berikut: Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi Lemah Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan H>3m) Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan H> 7,5m dengan Indeks Plastisitas PI>75) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan H> 35 m dengan Su < 50 kPa		

Sumber : SNI 1726 2012

d. Menentukan Koefisien Situs Fa dan Fv

Menurut SNI 1726-2012 pasal 6.1.2 koefisien situs Fa ( faktor amplifikasi terkait percepatan pada getaran periode pendek ) dan Fv ( faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik ) harus mengikuti tabel 2.8 dan tabel 2.9.

Tabel 2.6. Koefisien situs Fa

Kelas Situs	Parameter respon spectral percepatan gempa (MCER) terpetakan pada periode pada periode pendek, T=0,2 detik, S <sub>s</sub>				
	S <sub>s</sub> ≤0,25	S <sub>s</sub> = 0,5	S <sub>s</sub> = 0,75	S <sub>s</sub> = 1.0	S <sub>s</sub> ≥ 1.2
SA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
SB	1	1	1	1	1
SC	1.2	1.2	1.1	1	1
SD	1.6	1.4	1.2	1.1	1
SE	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
SF	S <sub>s</sub> <sup>b</sup>				

Tabel 2.7. Kategori Lokasi Fv untuk menentukan Nilai S<sub>1</sub>

Kelas Situs	Mapped Maximum Consideret Earthquake Spectral Respon Acceleration Parameter at 1-s periode				
	S <sub>s</sub> ≤ 0,1	S <sub>s</sub> = 0,2	S <sub>s</sub> = 0,3	S <sub>s</sub> = 0,4	S <sub>s</sub> ≥ 0,5
SA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
SB	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
SC	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
SD	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
SE	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
SF	SS <sup>b</sup>				

Sumber : SNI 1726 2012

Catatan :

Untuk nilai – nilai antara S1 dapat dilakukan interpolasi linear

SS = situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respon situs – spesifik, lihat pasal 6.10.1 SNI 1726 2012

- e. Menentukan percepatan spektral desain S<sub>ds</sub> dan S<sub>D1</sub>

$$S_{Ds} = 2/3 (F_a S_s) \quad (2.6-1a)$$

$$S_{D1} = 2/3 (F_v S_1) \quad (2.6-1b)$$

- f. Menentukan Kategori Desain Seismik

Menurut SNI 1726:2012 pasal 6.5 suatu struktur harus ditetapkan kategori desain seismiknya berdasarkan kategori risikonya dan parameter respons spektral percepatan desainnya sesuai pada tabel 2.8 dan tabel 2.9. Selain itu, menurut SNI 1726:2012 struktur dengan kategori risiko I, II, atau III yang berlokasi di mana parameter respons spektral percepatan terpetakan pada perioda 1 detik (S<sub>1</sub>) lebih besar dari atau sama dengan 0,75 harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik E. Struktur yang berkategori risiko IV yang berlokasi di mana parameter respons spektral percepatan terpetakan pada perioda 1 detik (S<sub>1</sub>) lebih besar dari atau sama dengan 0,75, harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik F.

Tabel 2.8. Kategori Desain Gempa (KDG) Berdasarkan Parameter Percepatan Periode pendek

Nilai $S_{DS}$	Kategori Resiko Bangunan	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0.167$	A	A
$0.167 \leq S_{DS} < 0.33$	B	B
$0.330 \leq S_{DS} < 0.50$	C	C
$0.500 \leq S_{DS}$	D	D

Sumber : SNI 1726 2012

Tabel 2.9. Kategori Desain Gempa (KDG) Berdasarkan Parameter Percepatan Periode 1.0 detik

Nilai $S_{D1}$	Kategori Resiko Bangunan	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0.67$	A	A
$0.067 \leq S_{D1} < 0.133$	B	B
$0.133 \leq S_{D1} < 0.20$	C	C
$0.200 \leq S_{D1}$	D	D

Sumber : SNI 1726 2012

g. Pemilihan sistem struktur

Sistem penahan gaya gempa lateral dan vertikal dasar harus memenuhi salah satu tipe yang ditunjukkan dalam tabel 2.12.

Tabel 2.10 Faktor R, Cd, dan  $\Omega_0$  untuk sistem penahan gaya gempa

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, $R^a$	Faktor kuat-lebih sistem, $\Omega_0^x$	Faktor pembesaran defleksi, $C_d^k$	Batasan sistem struktur dan batasan tinggistruktur, $h_x$ (m) <sup>c</sup>				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D <sup>d</sup>	E <sup>d</sup>	F <sup>e</sup>
<b>A. Sistem dinding penumpu</b>	<b>7.1.1</b>	<b>7.1.2</b>	<b>7.1.3</b>	<b>7.1.4</b>	<b>7.1.5</b>	<b>7.1.6</b>	<b>7.1.7</b>	<b>7.1.8</b>
1. Dinding geser beton bertulang khusus	5	2½	5	TB	TB	48	48	30
2. Dinding geser beton bertulang biasa	4	2½	4	TB	TB	TI	TI	TI
3. Dinding geser beton polos didetail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
4. Dinding geser beton polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
5. Dinding geser pracetak menengah	4	2½	4	TB	TB	12 <sup>d</sup>	12 <sup>d</sup>	12 <sup>d</sup>
6. Dinding geser pracetak biasa	3	2½	3	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5	2½	3½	TB	TB	48	48	30
8. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3½	2½	2¼	TB	TB	TI	TI	TI
9. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2½	1½	TB	48	TI	TI	TI

Sumber: SNI 1726:2012

**CATATAN:** TB = Tidak Dibatasi TI = Tidak Diiijinkan

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, $R^d$	Faktor kuat-lebih sistem, $\Omega_0^s$	Faktor pembesaran defleksi, $C_d^k$	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, $h_n$ (m) <sup>c</sup>				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D <sup>d</sup>	E <sup>d</sup>	F <sup>e</sup>
10. Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
11. Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
13. Dinding geser batu bata ringan (AAC) bertulang biasa	2	2½	2	TB	10	TI	TI	TI
14. Dinding geser batu bata ringan (AAC) polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
15. Dinding rangka ringan (kayu) dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6½	3	4	TB	TB	20	20	20
16. Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6½	3	4	TB	TB	20	20	20
17. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2	2½	2	TB	TB	10	TI	TI
18. Sistem dinding rangka ringan (baja canal dingin) menggunakan bresing strip datar	4	2	3½	TB	TB	20	20	20
<b>B. Sistem rangka bangunan</b>								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2	4	TB	TB	48	48	30
2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	6	2	5	TB	TB	48	48	30
3. Rangka baja dengan bresing konsentris biasa	3½	2	3½	TB	TB	10'	10'	TI
4. Dinding geser beton bertulang khusus	6	2½	5	TB	TB	48	48	30
5. Dinding geser beton bertulang biasa	5	2½	4½	TB	TB	TI	TI	TI
6. Dinding geser beton polos detail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser beton polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Dinding geser pracetak menengah	5	2½	4½	TB	TB	12'	12'	12'
9. Dinding geser pracetak biasa	4	2½	4	TB	TI	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris	8	2	4	TB	TB	48	48	30
11. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	5	2	4½	TB	TB	48	48	30
12. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing biasa	3	2	3	TB	TB	TI	TI	TI
13. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	6½	2½	5½	TB	TB	48	48	30
14. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	6	2½	5	TB	TB	48	48	30
15. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	5	2½	4½	TB	TB	TI	TI	TI
16. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5½	2½	4	TB	TB	48	48	30
17. Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	2½	4	TB	TB	TI	TI	TI
18. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2½	2	TB	48	TI	TI	TI
19. Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
20. Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
21. Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
22. Dinding rangka ringan (kayu) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
23. Dinding rangka ringan (baja canal dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22

Sumber: SNI 1726:2012

**CATATAN:**

TB = Tidak Dibatasi    TI = Tidak Diiijinkan



Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, $R^a$	Faktor kuat-lebih sistem, $\Omega_0^c$	Faktor pembesaran defleksi, $C_d^b$	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, $h_s$ (m) <sup>e</sup>				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D <sup>d</sup>	E <sup>d</sup>	F <sup>e</sup>
24. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26. Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
<b>C. Sistem rangka pemikul momen</b>								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 <sup>h</sup>	TI <sup>f</sup>	TI
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI <sup>g</sup>	TI <sup>f</sup>	TI
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canal dingin pemikul momen khusus dengan pambautan	3½	3 <sup>g</sup>	3½	10	10	10	10	10
<b>D. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 persen gaya gempa yang ditetapkan</b>								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	7	2½	5½	TB	TB	TB	TB	TB
3. Dinding geser beton bertulang khusus	7	2½	5½	TB	TB	TB	TB	TB
4. Dinding geser beton bertulang biasa	6	2½	5	TB	TB	TI	TI	TI
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris	8	2½	4	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	6	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB
7. Dinding geser pelat baja dan beton komposit	7½	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB
8. Dinding geser baja dan beton komposit khusus	7	2½	6	TB	TB	TB	TB	TB
9. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	6	2½	5	TB	TB	TI	TI	TI
10. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5½	3	5	TB	TB	TB	TB	TB
11. Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	3	3½	TB	TB	TI	TI	TI
12. Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	TB	TB	TB
13. Dinding geser pelat baja khusus	8	2½	6½	TB	TB	TB	TB	TB
<b>E. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen menengah mampu menahan paling sedikit 25 persen gaya gempa yang ditetapkan</b>								
1. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	6	2½	5	TB	TB	10	TI	TI <sup>h</sup>
2. Dinding geser beton bertulang khusus	6½	2½	5	TB	TB	48	30	30

Sumber: SNI 1726:2012

**CATATAN:**

TB = Tidak Dibatasi    TI = Tidak Dijinkan

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, $R^c$	Faktor kuantitas lebih sistem, $\Omega_0^e$	Faktor pembesaran defleksi, $C_d^h$	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, $h_n$ (m) <sup>c</sup>				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D <sup>d</sup>	E <sup>d</sup>	F <sup>d</sup>
3. Dinding geser batu bata bertulang biasa	3	3	2½	TB	48	TI	TI	TI
4. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3½	3	3	TB	TB	TI	TI	TI
5. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	5½	2½	4½	TB	TB	48	30	TI
6. Rangka baja dan beton komposit dengan bresing biasa	3½	2½	3	TB	TB	TI	TI	TI
7. Dinding geser baja dan beton komposit biasa	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
8. Dinding geser beton bertulang biasa	3½	2½	4½	TB	TB	TI	TI	TI
F. Sistem interaktif dinding geser-rangka dengan rangka pemikul momen beton bertulang biasa dan dinding geser beton bertulang biasa	4½	2½	4	TB	TI	TI	TI	TI
G. Sistem kolom kantilever didetail untuk memenuhi persyaratan untuk :								
1. Sistem kolom baja dengan kantilever khusus	2½	1½	2½	10	10	10	10	10
2. Sistem kolom baja dengan kantilever biasa	1½	1½	1½	10	10	TI	TI <sup>d</sup>	TI <sup>d</sup>
3. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	2½	1½	2½	10	10	10	10	10
4. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	1½	1½	1½	10	10	TI	TI	TI
5. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	1	1½	1	10	TI	TI	TI	TI
6. Rangka kayu	1½	1½	1½	10	10	10	TI	TI
H. Sistem baja tidak didetail secara khusus untuk ketahanan seismik, tidak termasuk sistem kolom kantilever	3	3	3	TB	TB	TI	TI	TI

Sumber: SNI 1726:2012

CATATAN: TB = Tidak Dibatasi TI = Tidak Dijinkan

#### h. Membuat Spektrum respon desain

berdasarkan SNI 1726 2012 pasal 6.4 kurva spektrum respon desain harus dikembangkan dan mengacu pada gambar 2.1 dan mengikuti ketentuan sebagai berikut :

- Untuk perioda yang lebih kecil dari  $T_0$

$$S_a = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (2.6-2a)$$

- Untuk perioda lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil dari atau sama dengan  $T_s$  , spektrum respon percepatan desain ( $S_a$ ) sama dengan  $S_{DS}$
- Untuk perioda yang lebih besar dari  $T_s$

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (2.6-2b)$$

Dimana :

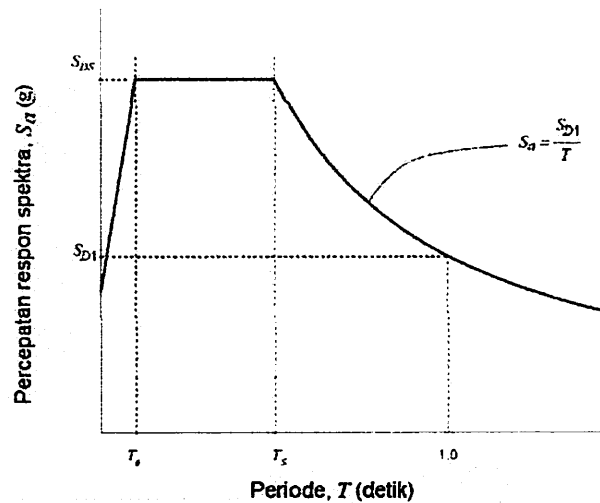
$S_a$  = respon spektrum desain

$T$  = perioda getar fundamental struktur

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{Ds}} \quad (2.6-2c)$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{Ds}} \quad (2.6-2d)$$

Rumusan di atas dapat dinyatakan dalam bentuk kurva spektrum desain sebagai berikut :



Gambar 2.2. spektrum respons desain

Sumber : SNI 1726 2012

i. Batasan Perioda fundamental

Perioda fundamental struktur ( $T$ ), dalam detik, ditentukan dari persamaan berikut :

$$T_a = C_t \cdot h_n^x \quad (2.6-2e)$$

Keterangan :

$h_n$  adalah ketinggian struktur, dalam (m), di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur, dan koefisien  $C_t$  dan  $x$  ditentukan dari tabel 2.11 dan tabel 2.12 berikut :

Tabel 2.11 Koefisien untuk Batas Atas pada perioda yang dihitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, $S_{D1}$	Koefisien $C_u$
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Sumber : SNI 1726 2012

Tabel 2.12 Nilai Parameter perioda pendekatan  $C_t$  dan  $x$

Tipe struktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka pemikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:		
Rangka baja pemikul momen	0,0724 <sup>a</sup>	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466 <sup>a</sup>	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731 <sup>a</sup>	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731 <sup>a</sup>	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488 <sup>a</sup>	0,75

Sumber : SNI 1726 2012

Dijijinkan untuk menentukan perioda fundamental pendekatan ( $T_a$ ), dalam detik, dari persamaan berikut untuk struktur dengan ketinggian tidak melebihi 12 tingkat dimana system penahan gaya gempa terdiri dari rangka penahan momen beton atau baja secara keseluruhan dan tinggi tingkat paling sedikit 3 m.

$$T_a = 0,1 N \quad (2.6-2f)$$

Keterangan :

N adalah jumlah tingkat

- j. Batasan Penggunaan Prosedur Analisis Gaya Lateral Ekuivalen (ELF)

$$T_s = S_{D1} / S_{DS} \text{ dimana, } T < 3,5 T_S \quad (2.6-2g)$$

- k. Geser dasar seismic

Geser dasar seismic,  $V$ , dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut :

$$V = C_s \cdot W \quad (2.6-2h)$$

Keterangan :

$C_s$  = koefisien respons seismic yang ditentukan.

$W$  = berat seismic efektif.

1. Distribusi Vertikal Gaya Gempa

$$F_x = C_{vx} \cdot V \quad (2.6-2i)$$

Dan,

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad (2.6-2j)$$

Keterangan :

$C_{vx}$  = Faktor distribusi vertikal

$V$  = Gaya lateral design total atau geser di dasar struktur

$W_i$  &  $W_x$  = Bagian berat seismic efektif total struktur ( $W$ ) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat  $i$  atau  $x$ .

$h_i$  &  $h_x$  = Tinggi (m) dari dasar sampai tingkat  $i$  atau  $x$ .

## 2.6 Kombinasi Pembebanan

Agar suatu struktur atau komponen dapat memenuhi syarat-syarat keamanan dan kelayakan pakai terhadap macam-macam kombinasi yang ada, maka harus diperhitungkan faktor-faktor beban tersebut sehingga pembebanan mempunyai persamaan tersendiri, berikut ini kombinasi pembebanan menurut SNI-03-1727-2013 yaitu:

- **Kuat Perlu**

Struktur dan komponen struktur harus direncanakan hingga semua penampang mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu, yang dihitung berdasarkan kombinasi beban dan gaya terfaktor yang sesuai dengan ketentuan tata cara. Keamanan untuk beban – beban tersebut dapat dibuat secara kombinasi, dengan ketentuan sebagai berikut:

Tabel 2.13. Kombinasi Pembebanan

No.	Kombinasi Beban	Pers.
1.	$U = 1,4 D$	2.7-1a
2.	$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$	2.7-1b
3.	$U = 1,2 D + 1,6(L_r \text{ atau } R) + (1,0L \text{ atau } 0,5W)$	2.7-1c
4.	$U = 1,2 D + 1,0 W + 1,0 L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$	2.7-1d
5.	$U = 1,2 + 1,0 E + 1,0 L$	2.7-1e
6.	$U = 0,9 D + 1,0 W$	2.7-1f
7.	$U = 0,9 D + 1,0 E$	2.7-1g

Sumber : SNI 03-1727-2013

Keterangan :

- U = Beban Kombinasi ultimit
- D = Beban Mati
- L = Beban Hidup
- W = Beban Angin
- E = Beban Gempa

#### - Kuat Rencana

Kuat rencana suatu komponen struktur, sambungannya dengan komponen struktur lain dan penampangnya, sehubungan dengan perilaku lentur, beban normal, geser dan torsi harus diambil sebagai hasil kuat nominal, yang dihitung berdasarkan ketentuan dan asumsi dari tata cara ini, dengan suatu faktor reduksi kekuatan ( $\phi$ ) berdasarkan pasal 9.3 SNI 2847:2013.

1. Penampang terkendali tarik  $\phi = 0,90$
2. Penampang terkontrol tekan :
  - a. Komponen struktur dengan tulangan spiral  $\phi = 0,75$
  - b. Komponen struktur bertulang lainnya  $\phi = 0,65$
3. Geser dan Torsi  $\phi = 0,75$
4. Tumpuan pada beton  $\phi = 0,65$

#### 2.7 Pengaruh beban gempa vertikal

Pengaruh beban gempa vertikal  $E_v$ , harus ditentukan sesuai dengan persamaan sebagai berikut :

$$E_v = 0,2 S_{DS} D \quad (2.8-1)$$

Kombinasi beban seismik akibat pengaruh gempa vertical

$$(1,2 + 0,2S_{DS}) D + Q_E + L \quad (2.8-1a)$$

$$(0,9 - 0,2S_{DS}) D + Q_E \quad (2.8-1b)$$

Keterangan :

$S_{DS}$  = parameter percepatan spektrum respons desain pada perioda pendek yang diperoleh dari analisa respons desain situs

D = pengaruh beban mati

## 2.8 Simpangan Antar Lantai

Penentuan simpangan antar lantai tingkat desain ( $\Delta$ ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang di tinjau. Apabila pusat massa tidak terletak segaris dalam arah vertikal, diijinkan untuk menghitung defleksi di dasar tingkat berdasarkan proyeksi vertikal dari pusat massa tingkat di atasnya.

Bagi struktur yang dirancang untuk kategori desain seismik C, D, E atau F yang memiliki ketidakberaturan horisontal tipe 1a atau 1b pada tabel 2.11, simpangan antar lantai desain ( $\Delta$ ) harus dihitung sebagai selisih terbesar dari defleksi titik-titik di atas dan di bawah tingkat yang diperhatikan yang letaknya segaris secara vertikal, di sepanjang salah satu bagian tepi struktur.

Faktor pembesaran defleksi ( $C_d$ ) sesuai SNI 1726 2012 pasal 7.2.2 dan defleksi pusat massa di tingkat  $x$  ( $\delta_x$ ) (mm) harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut :

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \quad (2.9-1)$$

Simpangan antar lantai tingkat desain ( $\Delta$ ) tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat ijin ( $\Delta_a$ ) seperti pada tabel 2.12 untuk semua tingkat dengan  $h_{sx}$  adalah tinggi tingkat dibawah tingkat  $x$ .

Tabel 2.14 Simpangan antar lantai tingkat ijin ( $\Delta a$ )

Struktur	Kategori risiko		
	I dan II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat.	0,025 $h_{sx}$	0,020 $h_{sx}$	0,015 $h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata	0,010 $h_{sx}$	0,010 $h_{sx}$	0,010 $h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	0,007 $h_{sx}$	0,007 $h_{sx}$	0,007 $h_{sx}$
Semua struktur lainnya	0,020 $h_{sx}$	0,015 $h_{sx}$	0,010 $h_{sx}$

Sumber: SNI 1726:2012

## 2.9 Syarat detail tulangan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)

### 2.9.1 Detail Penulangan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)

Detail tulangan pada komponen struktur rangka pada balok harus memenuhi syarat bila gaya tekan aksial terfaktor,  $P_u$ , untuk komponen struktur yang tidak melebihi  $A_g f' / 10$ . Bila  $P_u$  lebih besar, detail tulangan rangka harus memenuhi syarat. Bila sistem slab dua arah tanpa balok membentuk sebagian dari sistem penahan gaya gempa, detail tulangan pada sebarang bentang yang menahan momen yang diakibatkan oleh  $E$  harus memenuhi syarat slab dua arah tanpa balok.

#### 2.9.1.1 Komponen struktur lentur Rangka Momen Menengah

1. Kekuatan momen positif pada muka joint tidak boleh kurang dari sepertiga kekuatan momen negatif yang disediakan pada muka joint. Baik kekuatan momen negatif atau positif pada sebarang penampang sepanjang panjang balok tidak boleh kurang dari seperlima kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu joint.



2. Pada kedua ujung balok, sengkang harus disediakan sepanjang panjang tidak kurang dari  $2h$  diukur dari muka komponen struktur penumpu ke arah tengah bentang. Sengkang pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu. Spasi sengkang tidak boleh melebihi yang terkecil dari :
  - (a)  $d/4$ ;
  - (b) 8 kali diameter batang tulangan longitudinal terkecil yang dilingkupi;
  - (c) 24 kali diameter batang tulangan sengkang;
  - (d) 300 mm.

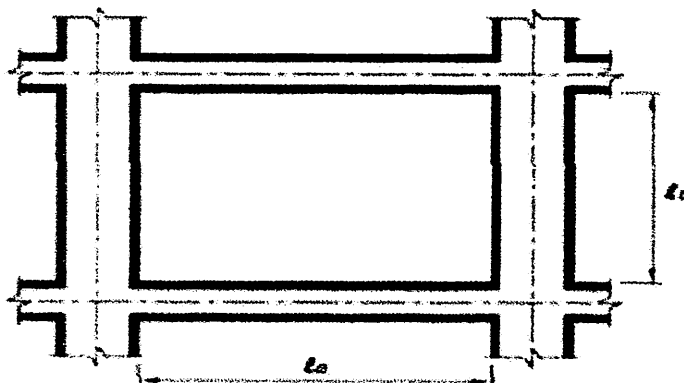
#### 2.9.1.2 Tulangan Transversal Balok

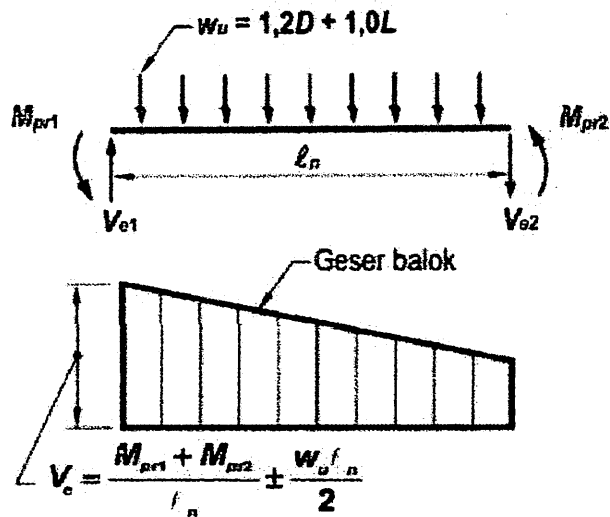
1. Sengkang harus dispasikan tidak lebih dari  $d/2$  sepanjang panjang balok.

#### 2.9.1.3 Persyaratan kekuatan geser balok

$\phi V_n$  balok yang menahan pengaruh gempa,  $E$  tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari (a) dan (b):

- (a) Jumlah geser yang terkait dengan pengembangan  $M_n$  balok pada setiap ujung bentang bersih yang terkekang akibat lentur kurvatur balik dan geser yang dihitung untuk beban gravitasi terfaktor.
- (b) Geser maksimum yang diperoleh dari kombinasi beban desain yang melibatkan  $E$ , dengan diasumsikan sebesar 2 kali yang ditetapkan oleh tata cara bangunan umum yang diadopsi secara legal untuk desain tahan gempa.





**Gambar 2.3 Geser desain untuk balok (SRPMM)**

#### 2.9.1.4 Komponen struktur rangka momen menengah yang dikenai beban lentur dan aksial

1. Pada kedua ujung kolom, sengkang harus disediakan dengan spasi  $s_o$  sepanjang panjang  $\ell$ , diukur dari muka joint. Spasi  $s_o$  tidak boleh melebihi yang terkecil dari :
  - (a) 8 kali diameter batang tulangan longitudinal terkecil yang dilingkupi;
  - (b) 24 kali diameter batang tulangan begel;
  - (c) Setengah dimensi penampang kolom terkecil;
  - (d) 300 mm.
2. Panjang  $\ell$  tidak boleh kurang dari yang terbesar dari :
  - (a) 1/6 bentang bersih kolom;
  - (b) Dimensi penampang maksimum kolom;
  - (c) 450 mm.

#### 2.9.1.5 Tulangan Transversal Kolom

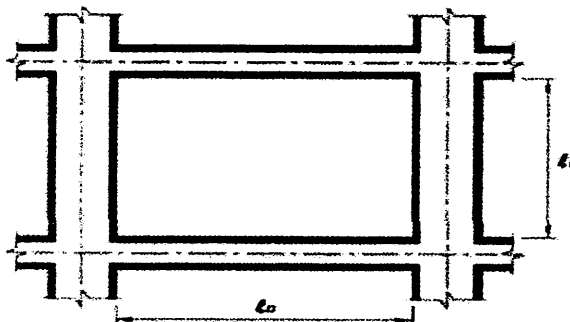
1. Sengkang tertutup pertama harus ditempatkan tidak lebih dari  $s_o / 2$  dari muka joint.

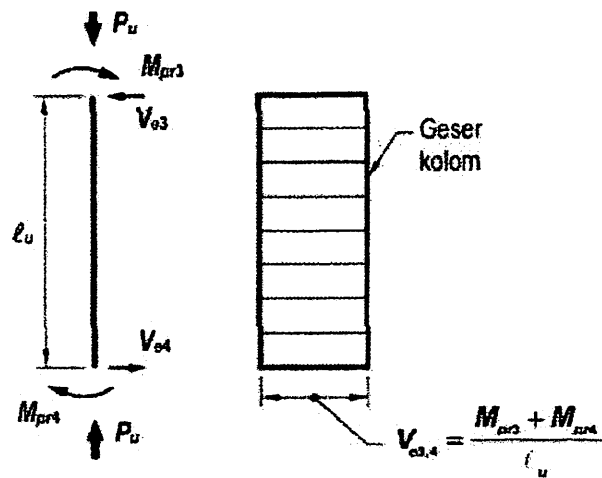
2. Diluar panjang  $\ell$ , spasi tulangan transversal harus memenuhi syarat yang tercantum pada SNI 2847:2013 pasal 7.10 dan pasal 11.4.5.1.
3. Tulangan transversal joint harus memenuhi SNI 2847:2013 pasal 11.10.
4. Kolom yang menumpu reaksi dari komponen struktur kaku tak menerus, seperti dinding, harus disediakan dengan tulangan transversal dengan spasi,  $s_o$ , seperti didefinisikan dalam SNI 2847:2013 pasal 21.3.5.2 sepanjang tinggi penuh di bawah tingkat dimana diskontinuitas terjadi jika bagian gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur ini terkait dengan pengaruh gempa yang melebihi  $A_g f'_c / 10$ . Bila gaya desain harus diperbesar untuk memperhitungkan kekuatan elemen vertikal sistem penahan gaya gempa, batas  $A_g f'_c / 10$  harus ditingkatkan menjadi  $A_g f'_c / 4$ . Tulangan transversal ini harus menerus di atas dan di bawah kolom seperti yang disyaratkan dalam SNI 2847:2013 pasal 21.6.4.6(b).

#### 2.9.1.6 Persyaratan kekuatan geser kolom

$\phi V_n$  kolom yang menahan pengaruh gempa,  $E$ , tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari (a) dan (b):

- (a) Geser yang terkait dengan pengembangan kekuatan momen nominal kolom pada setiap ujung terkekang dari panjang yang tak tertumpu akibat lentur kurvatur balik. Kekuatan lentur kolom harus dihitung untuk gaya aksial terfaktor, konsisten dengan arah gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kekuatan lentur tertinggi.
- (b) Geser maksimum yang diperoleh dari kombinasi beban desain yang melibatkan  $E$ , dengan  $E$  ditingkatkan oleh  $\Omega_0$ .





**Gambar 2.4 Geser desain untuk kolom (SRPMM)**

### 2.9.1.7 Hubungan Balok - Kolom

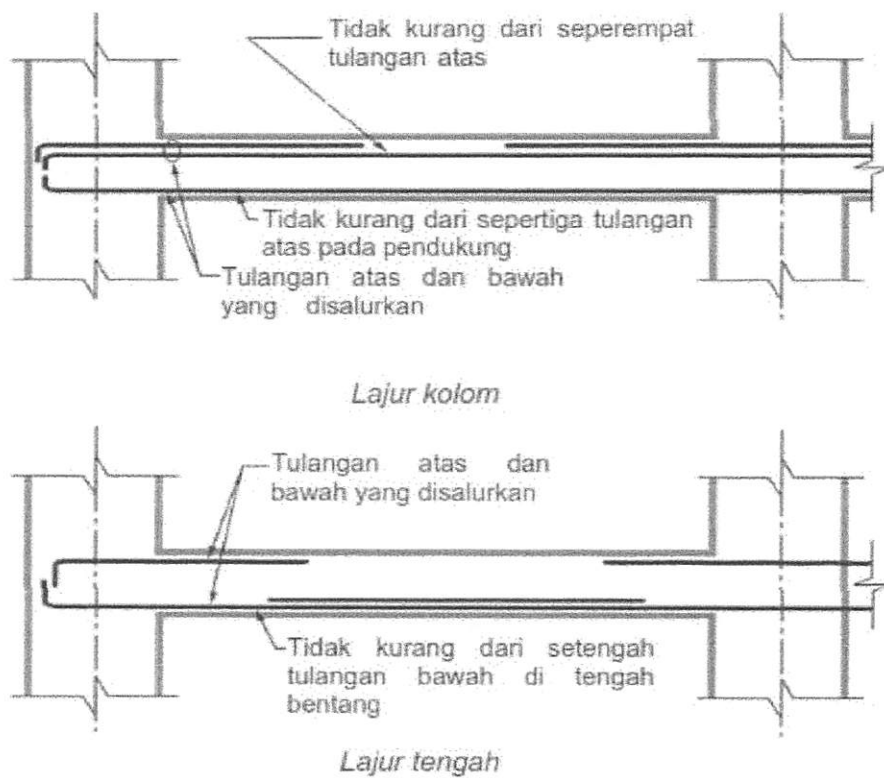
Integrasi menyeluruh Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) sangat tergantung pada perilaku hubungan balok kolom (HBK). Degradasi pada HBK akan menghasilkan deformasi lateral besar yang dapat menyebabkan kerusakan berlebihan atau bahkan keruntuhan. Syarat – syarat untuk hubungan balok kolom untuk Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) sebetulnya tidak dituntut pendetailan secara khusus, tetapi ada baiknya tetap dikontrol kuat geser dari hubungan balok kolom tersebut (Rachmat Purwono, 2005).

## 2.9.2 Detail Penulangan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

### (SRPMK)

#### 2.9.2.1 Komponen struktur lentur rangka momen khusus

Persyaratan ini berlaku untuk komponen struktur rangka momen khusus yang membentuk bagian sistem penahan gaya gempa dan diproposirkan terutama untuk menahan lentur. Komponen struktur rangka ini juga harus memenuhi kondisi-kondisi dari SNI 2847-2013 pasal 21.11.1.1 hingga 21.11.1.4.



**Gambar 2.5. Penempatan tulangan pada slab**

1. Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur  $P_u$ , tidak boleh melebihi  $A_g f'_c / 10$
2. Bentang bersih untuk komponen struktur,  $\ell_n$ , tidak boleh kurang dari empat kali tinggi efektifnya.
3. Lebar komponen,  $b_w$ , tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari  $0,3h$  dan 250 mm.

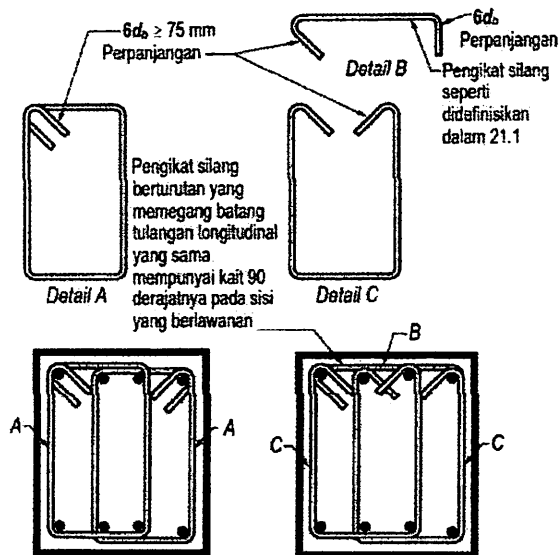
4. Lebar komponen struktur,  $b_w$ , tidak boleh melebihi lebar komponen struktur penumpu,  $c_2$ , ditambah suatu jarak pada masing-masing sisi komponen struktur penumpu yang sama dengan yang lebih kecil dari:
  - (a) Lebar komponen struktur penumpu,  $c_2$ , dan
  - (b) 0,75 kali dimensi keseluruhan komponen struktur penumpu,  $c_1$

### 2.9.2.2 Tulangan Longitudinal Balok

1. Pada sebarang penampang komponen struktur lentur, untuk tulangan atas maupun bawah, jumlah tulangan tidak boleh kurang dari  $A_{s,min} = \frac{0,25 \sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d$  tetapi tidak kurang dari  $1,4b_w d/f_y$ , dan rasio tulangan,  $p$ , tidak boleh melebihi 0,025. Paling sedikit 2 batang tulangan harus disediakan menerus pada kedua sisi atas dan bawah.
2. Kekuatan momen positif pada muka joint harus tidak kurang dari setengah kekuatan momen negatif yang disediakan pada muka joint tersebut. Baik kekuatan momen negatif atau positif pada sebarang penampang sepanjang panjang komponen struktur tidak boleh kurang dari 1/4 kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu dari joint tersebut.
3. Sambungan lewatan tulangan lentur diizinkan hanya jika tulangan sengkang atau spiral disediakan sepanjang panjang sambungan. Spasi tulangan transversal yang melingkupi batang tulangan yang disambung lewatan tidak boleh melebihi yang lebih kecil dari  $d/4$  dan 100 mm. Sambungan lewatan tidak boleh digunakan :
  - (a) Dalam joint
  - (b) Dalam jarak dua kali tinggi komponen struktur dari muka joint, dan
  - (c) Bila analisis menunjukkan pelelehan lentur diakibatkan oleh perpindahan lateral inelastis rangka.

### 2.9.2.3 Tulangan Transversal Balok

1. Sengkang harus dipasang pada daerah komponen struktur rangka berikut:



**Gambar 2.6 Sengkang tertutup saling tumpang**

- (a) Sepanjang suatu panjang yang sama dengan dua kali tinggi komponen struktur yang diukur dari muka komponen struktur penumpu ke arah tengah bentang, di kedua ujung komponen struktur lentur.
  - (b) Sepanjang panjang-panjang yang sama dengan dua kali tinggi komponen struktur pada kedua sisi suatu penampang dimana pelelehan lentur sepertinya terjadi dalam hubungan dengan perpindahan lateral inelastis rangka.
2. Sengkang tertutup pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu. Spasi sengkang tertutup tidak boleh melebihi yang terkecil dari :
    - (a)  $d/4$
    - (b) Enam kali diameter terkecil batang tulangan lentur utama tidak termasuk tulangan kulit longitudinal yang disyaratkan, dan
    - (c) 150 mm
  3. Bila sengkang tertutup diperlukan, batang tulangan lentur utama yang terdekat ke muka tarik dan tekan harus mempunyai tumpuan

lateral yang memenuhi SNI 2847-2013 pasal 7.10.5.3 atau 7.10.5.4. Spasi batang tulangan lentur yang tertumpu secara transversal tidak boleh melebihi 350 mm. Tulangan kulit yang diisyaratkan oleh SNI 2847-2013 pasal 10.6.7 tidak perlu tertumpu secara lateral.

4. Bila sengkang tertutup tidak diperlukan, sengkang dengan kait gempu pada kedua ujung harus dispasikan dengan jarak tidak lebih dari  $d/2$  sepanjang panjang komponen struktur.
5. Sengkang atau pengikat yang diperlukan untuk menahan geser harus berupa sengkang panjang komponen struktur dalam **gambar 2.5**.
6. Sengkang ada pada komponen struktur lentur diizinkan terbentuk dari dua potong tulangan sebuah sengkang yang mempunyai kait gempu pada kedua ujungnya dan ditutup oleh pengikat silang. Pengikat silang berurutan yang mengikat batangan tulangan memanjang yang sama harus mempunyai kait 90 derajatnya pada sisi komponen struktur lentur yang berlawanan. Jika batang tulangan memanjang yang diamankan oleh pengikat silang dikekang oleh slab hanya pada satu sisi komponen struktur rangka lentur, kait pengikat silang 90 derajat harus ditempatkan pada sisi tersebut.

#### **2.9.2.4 Persyaratan kekuatan geser balok**

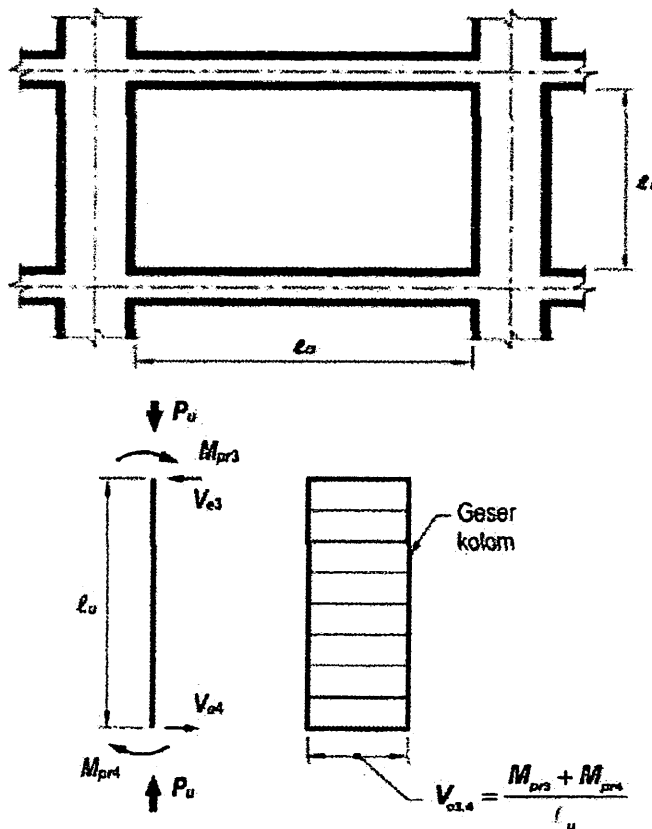
1. Gaya geser desain  $V_e$ , harus ditentukan dari peninjauan gaya statis pada bagian komponen struktur antara muka-muka joint. Harus diasumsikan bahwa momen-momen dengan tanda berlawanan yang berhubungan dengan kekuatan momen lentur yang mungkin  $M_{pr}$ , bekerja pada muka-muka joint bahwa komponen struktur dibebani dengan beban gravitasi tributari terfaktor sepanjang bentangnya.
2. Tulangan transversal sepanjang panjang yang diidentifikasi dalam SNI 2847-2013 pasal 21.5.3.1 harus diproporsirkan untuk menahan geser dengan mengasumsikan  $V_C = 0$  bilamana keduanya terjadi:
  - (a) Gaya geser yang ditimbulkan gempa yang dihitung sesuai dengan 21.5.4.1 mewakili setengah atau lebih dari kekuatan geser perlu maksimum dalam panjang tersebut.



- (b) Gaya tekan aksial terfaktor,  $P_u$ , termasuk pengaruh gempa kurang dari  $A_g f'_c / 20$ .

**2.9.2.5 Komponen struktur rangka momen khusus yang dikenai beban lentur dan aksial**

1. Persyaratan ini berlaku untuk komponen rangka momen khusus yang membentuk bagian sistem penahan gaya gempa dan yang menahan gaya tekan aksial terfaktor  $P_u$  akibat sebarang kombinasi beban yang melebihi  $A_g f'_c / 10$ . Komponen struktur rangka ini harus juga memenuhi kondisi-kondisi dari SNI 2847-2013 pasal 21.6.1.1 dan 21.6.1.2.
  - a. Dimensi penampang terpendek, diukur pada garis lurus yang melalui pusat geometri, tidak boleh kurang dari 300.
  - b. Rasio dimensi penampang terpendek terhadap dimensi tegak lurus tidak boleh kurang dari 0,4.
2. Kekuatan lentur minimum kolom
  1. Kekuatan lentur kolom harus memenuhi :



**Gambar 2.7 Geser desain untuk kolom (SPRMK)**

**Catatan pada gambar :**

1. Arah gaya geser  $V_e$  tergantung pada besaran relatif beban gravitasi dan geser dihasilkan oleh momen-momen ujung.
2. Momen-momen ujung  $M_{pr}$  berdasarkan pada tegangan tarik baja sebesar  $1,25f_y$  adalah kekuatan leleh yang ditetapkan. (Kedua momen ujung harus ditinjau dalam kedua arah, searah jarum jam dan bellawanan jarum jam).
3. Momen ujung  $M_{pr}$  untuk kolom tidak perlu lebih besar dari momen-momen yang dihasilkan oleh  $M_{pr}$  balok-balok yang merangka ke dalam joint balok-kolom  $V_e$  tidak boleh kurang dari yang diisyaratkan oleh analisis struktur.

$$\Sigma M_{nc} \geq (1,2)\Sigma M_{nb} \quad (2.10-1)$$

$\Sigma M_{nc}$  = jumlah kekuatan lentur nomina kolom yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint. Kekuatan lentur kolom harus dihitung untuk gaya aksial terfaktor, konsisten dengan arah gaya-gaya lateral yang ditinjau, yang akan menghasilkan kekuatan lentur terendah.

$\Sigma M_{nb}$  = jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint. Pada konstruksi balok-T, bilamana slab dalam kondisi tarik akibat momen-momen di muka-muka joint, tulangan slab dalam lebar slab efektif yang didefinisikan dalam SNI 2847-2013 pasal 8.12 harus diasumsikan menyumbang kepada  $M_{nb}$  jika tulangan slab disalurkan pada penampang kritis untuk lentur.

3. Jika kekuatan kolom lentur tidak dipenuhi pada suatu joint, kekuatan lateral dan kekakuan kolom yang merangka ke dalam joint tersebut harus diabaikan bilamana menentukan kekuatan dan kekakuan struktur yang dihitung.

#### **2.9.2.6 Tulangan Longitudinal Kolom**

1. Luas tulangan memanjang  $A_s$  tidak boleh kurang dari  $0,01A_g$  atau lebih dari  $0,06A_g$ .
2. Pada kolom dengan sengkang tertutup bulat, jumlah batang tulangan longitudinal minimum harus 6.

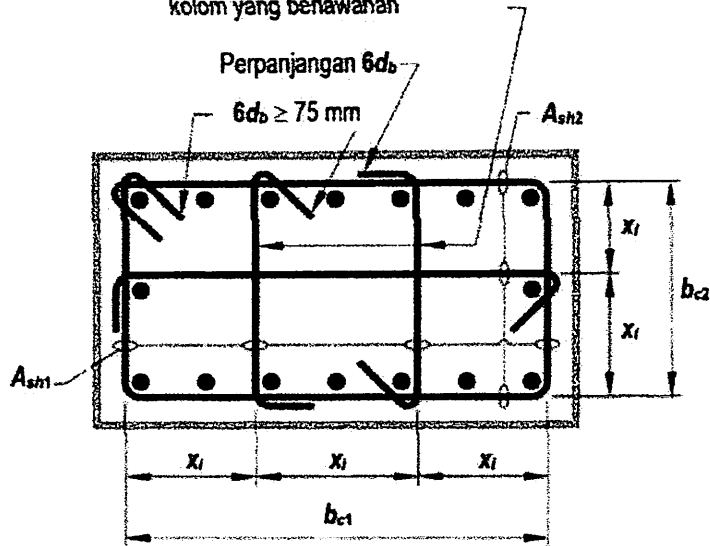
### 2.9.2.7 Tulangan Transversal Kolom

1. Tulangan transversal yang diisyaratkan dalam SNI 2847-2013 pasal 21.6.4.2 sampai 21.6.4.4 harus dipasang sepanjang panjang  $\ell_o$  dari setiap muka joint dan pada kedua sisi sebarang penampang dimana pelelehan lentur sepertinya terjadi sebagai akibat dari perpindahan lateral inelastis rangka. Panjang  $\ell_o$  tidak boleh kurang dari yang terbesar dari :
  - (a) Tinggi komponen struktur pada muka joint atau pada penampang dimana pelelehan lentur sepertinya terjadi.
  - (b) 1/6 bentang bersih komponen struktur, dan
  - (c) 450 mm.
2. Tulangan transversal harus disediakan dengan salah satu dari spiral tunggal atau saling tumpuk, sengkang bulat atau sengkang persegi dengan atau tanpa pengikat silang. Pengikat silang dengan ukuran batang tulangan yang sama atau yang lebih kecil seperti begelnya diizinkan. Setiap ujung pengikat silang harus memegang batang tulangan longitudinal terluar. Pengikat silang yang berurutan harus diseling ujung-ujungnya sepanjang tulangan longitudinal. Spasi pengikat silang atau kaki-kaki sengkang persegi,  $h_x$ , dalam penampang komponen struktur tidak boleh melebihi 350 mm pusat ke pusat. (Gambar 2.7)
3. Spasi tulangan transversal sepanjang panjang  $\ell_o$  komponen struktur tidak boleh melebihi yang terkecil dari :
  - (a) 1/4 dimensi komponen struktur minimum
  - (b) 6 kali diameter batang tulangan longitudinal yang terkecil dan
  - (c)  $S_o$  seperti didefinisikan oleh Pers. Berikut :

$$S_o = 100 + \left( \frac{350 - h_x}{3} \right) \quad (2.10-1a)$$

Nilai  $S_o$  tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak perlu diambil kurang dari 100 mm.

Pengikat silang berturutan yang memegang batang tulangan longitudinal yang sama mempunyai kait 90 derajatnya pada sisi kolom yang berlawanan



Dimensi  $x_l$  dari garis pusat ke garis pusat kaki-kaki pengikat tidak melebihi 350 mm.

**Gambar 2.8 Tulangan transversal pada kolom**

4. Jumlah tulangan transversal yang diisyaratkan dalam (a) atau (b) harus disediakan kecuali bila jumlah yang lebih besar diisyaratkan oleh persyaratan kekuatan geser.

(a) Rasio volume tulangan spiral atau sengkang bulat  $P_s$  tidak boleh kurang dari yang diisyaratkan oleh Pers. Berikut :

$$S_o = 0,12 \left( \frac{f'_c}{f'_{ct}} \right) \quad (2.10-1b)$$

(b) Luas penampang total tulangan sengkang persegi,  $A_{sh}$ , tidak boleh kurang dari yang diisyaratkan oleh pers. Berikut :

$$A_{sh} = 0,3 \frac{s b_c f'_c}{f_{yt}} \left[ \left( \frac{A_g}{f'_{ct}} \right) - 1 \right] \quad (2.10-1c)$$

$$A_{sh} = 0,09 \frac{s b_c f'_c}{f_{yt}} \quad (2.10-1d)$$

(c) Di luar panjang  $\ell_o$  yang ditetapkan dalam SNI 2847-2013 pasal 21.6.4.1, kolom harus mengandung tulangan spiral atau sengkang yang memenuhi SNI 2847-2013 pasal 7.10 dengan spasi pusat ke pusat,  $s$ , tidak melebihi yang lebih kecil dai 6 kali

diameter batang tulangan kolom longitudinal terkecil dan 150 mm.

- (d) Kolom yang menumpu reaksi dari komponen struktur kaku yang tak menerus, seperti dinding, harus memenuhi :
- a. Tulangan transversal disediakan sepanjang tinggi keseluruhannya pada semua tingkat di bawah diskontinuitas jika gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur ini berhubungan dengan pengaruh gempa melebihi  $A_g f'_c / 10$ . Bilamana gaya desain telah diperbesar untuk memperhitungkan kekuatan lebih elemen vertikal sistem penahan gaya gempa, batasan  $A_g f'_c / 10$  harus ditingkatkan menjadi  $A_g f'_c / 4$ .
  - b. Tulangan transversal harus menerus ke dalam komponen struktur tak menerus paling sedikit sejarak sama dengan  $\ell_d$ , dimana  $\ell_d$  ditentukan sesuai dengan SNI 2847-2013 pasal 21.7.5 untuk batang tulangan kolom longitudinal terbesar. Bilamana ujung bawah kolom berhenti pada suatu dinding, tulangan transversal perlu harus menerus ke dalam dinding paling sedikit  $\ell_d$  dari batang tulangan kolom longitudinal terbesar di titik pemutusan. Bilamana kolom berhenti pada pondasi tapak (*footing*), setempat, atau penutup tiang fondasi, tulangan transversal perlu harus menerus paling sedikit 300 mm ke dalam fondasi tapak, setempat, atau penutup tiang fondasi.
- (e) Bila selimut beton di luar tulangan transversal pengekuat yang ditetapkan melebihi 100 mm, tulangan transversal tambahan harus disediakan. Selimut beton untuk tulangan transversal tambahan tidak boleh melebihi 300 mm.

### 2.9.2.8 Persyaratan kekuatan geser kolom

1. Gaya desain,  $V_e$ , harus ditentukan dari peninjauan terhadap gaya-gaya maksimum yang dapat dihasilkan di muka-muka pertemuan-pertemuan (*joint*) di setiap ujung komponen struktur. Gaya-gaya joint ini harus ditentukan menggunakan kekuatan momen maksimum yang mungkin,  $M_{pr}$ , di setiap ujung komponen struktur yang berhubungan dengan rentang dari beban aksial terfaktor,  $P_U$  yang bekerja pada komponen struktur. Geser komponen struktur tidak perlu melebihi yang ditentukan dari kekuatan joint berdasarkan pada  $M_{pr}$ , komponen struktur transversal yang merangka ke dalam joint. Dalam semua kasus  $v_e$ , tidak boleh kurang dari geser terfaktor yang ditentukan oleh analisis struktur.
2. Tulangan transversal sepanjang  $\ell_o$ , harus diproporsikan untuk menahan geser dengan mengasumsikan  $V_c = 0$  bilamana terjadi :
  - (a) Gaya geser ditimbulkan gempa, yang dihitung dalam gaya geser desain  $V_c$ , mewakili  $1/2$  atau lebih dari kekuatan geser perlu maksimum dalam  $\ell_o$ .
  - (b) Gaya tekan aksial terfaktor,  $P_u$ , termasuk pengaruh gempa kurang dari  $A_g f_c / 10$ .

### 2.9.2.9 Hubungan Balok - Kolom (HBK)

Dalam perencanaan hubungan balok-kolom (join) dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) harus memperhatikan beberapa hal, yaitu : ketentuan umum, ketentuan tulangan transversal, ketentuan kuat geser.

#### 1. Ketentuan Umum

- a) Gaya – gaya pada tulangan longitudinal balok di muka hubungan balok-kolom harus ditentukan dengan menganggap bahwa tegangan pada tulangan tarik lentur adalah  $1,25 f_y$ .
- b) Tulangan longitudinal balok yang berhenti pada suatu kolom harus diteruskan hingga mencapai sisi jauh dari inti kolom dan diangkur.

- c) Bila tulangan longitudinal balok diteruskan hingga melewati hubungan balok-kolom, dimensi kolom dalam arah paralel terhadap tulangan longitudinal balok tidak boleh kurang dari pada 26 kali diameter tulangan longitudinal terbesar balok.

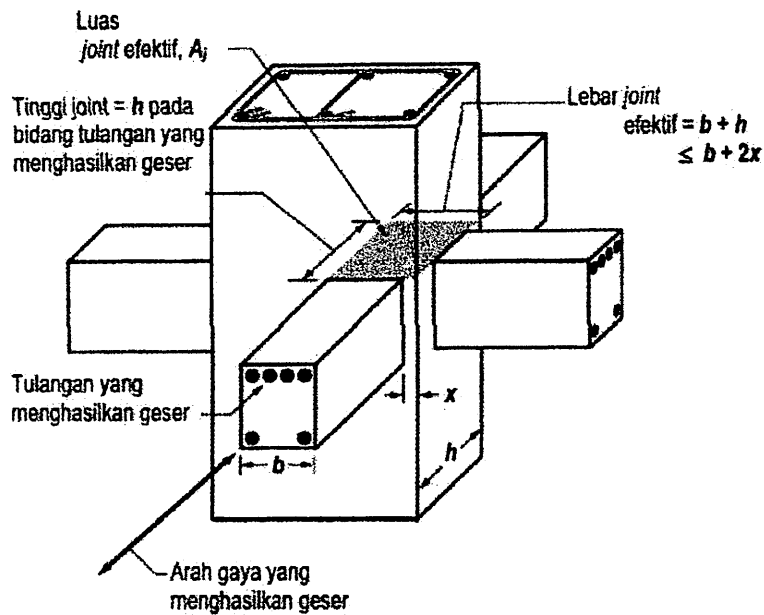
## 2. Ketentuan Tulangan Transversal

- a) Tulangan transversal berbentuk sengkang tertutup harus dipasang dalam hubungan balok-kolom.
- b) Pada hubungan balok-kolom dimana balok-balok dengan lebar setidak-tidaknya sebesar  $\frac{3}{4}$  lebar kolom, merangka pada keempat sisinya harus dipasang tulangan transversal setidak-tidaknya 0,5 dari  $A_{sh}$ . Tulangan transversal ini dipasang di daerah hubungan balok-kolom setinggi balok terendah yang merangka ke hubungan tersebut. Pada daerah tersebut, spasi tulangan transversal yang ditentukan sebesar  $s_x$  dapat diperbesar menjadi 150 mm.
- c) Tulangan balok longitudinal di luar inti kolom harus dkekang dengan tulangan transversal yang melewati kolom apabila pengekangan tersebut tidak disediakan oleh suatu balok yang merangka ke dalam join.

## 3. Ketentuan Kuat Geser

- a) Kuat geser nominal hubungan balok-kolom tidak boleh diambil lebih besar dari pada ketentuan berikut ini:
- Untuk hubungan balok-kolom yang terkekang pada keempat sisinya,  $V_n = 1,7 \sqrt{f'_c \cdot A_j}$
  - Untuk hubungan yang terkekang pada ketiga sisinya yang berlawanan  $V_n = 1,2 \sqrt{f'_c \cdot A_j}$
  - Untuk hubungan lainnya  $V_n = 1,0 \sqrt{f'_c \cdot A_j}$

Luas efektif hubungan balok-kolom  $A_j$  ditunjukkan pada gambar berikut :



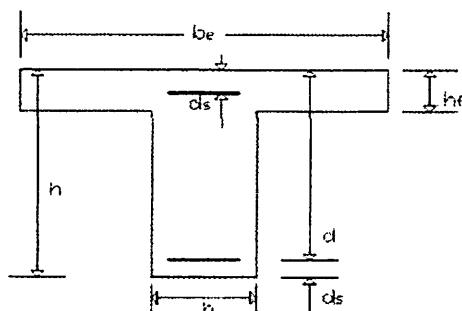
**Gambar 2.9 Hubungan Balok - Kolom**

## 2.10 Perhitungan Penulangan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)

### 2.10.1 Perencanaan Balok T

Balok T didefinisikan sebagai balok yang dibangun menyatu dengan pelat, atau bila tidak harus dilekatkan bersama secara efektif, dimana pelat tersebut mengalami tekan. Menurut SNI 2847:2013 pasal 8.12.2 lebar pelat efektif ( $b_e$ ) sebagai sayap balok-T tidak boleh melebihi  $\frac{1}{4}$  panjang bentang balok, dan lebar efektif sayap yang menggantung pada masing-masing sisi badan balok tidak boleh melebihi:

- a. 8 kali tebal slab; dan
- b.  $\frac{1}{2}$  jarak bersih ke badan di sebelahnya.



$$b_e \leq \frac{1}{4} \cdot \lambda$$

$$b_e \leq 8 \cdot h_f$$

$$b_e \leq \frac{1}{2} \cdot \lambda_n, \text{ dengan :}$$

$$\lambda = \text{bentang balok (as-as), mm}$$

$$\lambda_n = \text{bentang bersih pelat, mm}$$

**Gambar 2.10. Syarat lebar efektif Balok T**



Berdasarkan jenis tulangan yang akan dipasang pada balok, hitungan balok T dibedakan menjadi 2 macam, yaitu :

1. Balok “T” dengan tulangan tunggal

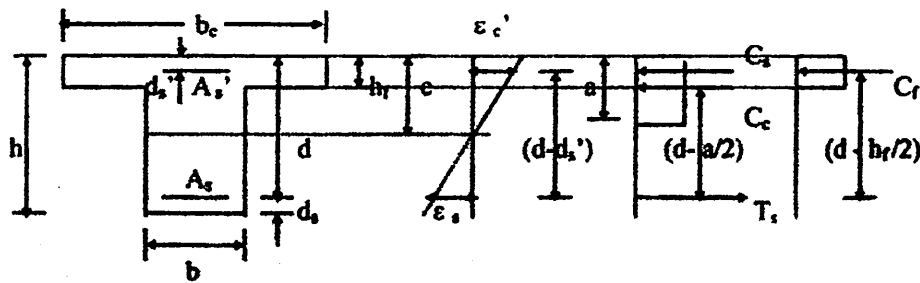
Balok “T” dengan tulangan tunggal yaitu balok “T” tersebut hanya di pasang tulangan pada daerah penampang tarik saja. Keadaan ini terjadi jika faktor momen pikul  $K \leq K_{maks}$ .

2. Balok “T” dengan tulangan rangkap

Balok “T” dengan tulangan rangkap yaitu balok “T” tersebut dipasang tulangan pada daerah penampang Tarik dan penampang tekan. Keadaan ini terjadi jika faktor momen pikul  $K > K_{maks}$ .

**2.10.1.1 Balok T dengan Tulangan Rangkap**

Bentuk penampang, gambar diagram regangan – tegangan balok “T” dengan tulangan rangkap digambarkan sebagai berikut:



(a). Penampang balok T (b). Diagram regangan (c). Diagram tegangan

**Gambar 2.11. Diagram Regangan – Tegangan Balok “T” Bertulangan Rangkap**

Perencanaan balok T tulangan rangkap adalah proses menentukan dimensi tebal dan lebar flens. Lebar dan tinggi efektif balok, dan luas tulangan baja tarik. Balok T juga didefinisikan sebagai balok yang menyatu dengan plat, dimana plat tersebut mengalami tekanan.

Dengan nilai  $M_{D b}$ ,  $M_{L b}$ ,  $M_{E b}$ , dimana kombinasi untuk  $M_u$  balok :

$$\begin{aligned}
 &= 1,4M_{D b} \\
 &= 1,2M_{D b} + 1,6M_{L b} \\
 &= 1,2M_{D b} + 1,0M_{L b} \pm 1,0M_{E b} \\
 &= 0,9M_{D b} \pm 1,0M_{E b}
 \end{aligned}$$

Dari keempat kombinasi di atas maka diambil nilai Mu yang paling besar. Balok persegi memiliki tulangan rangkap apabila momen yang harus ditahan cukup besar dan  $A_s \text{ perlu} > A_s \text{ Maks}$ .

Untuk tulangan maksimum ada persyaratan bahwa balok atau komponen struktur lain yang menerima beban lentur murni harus bertulang lemah (under reinforced) SNI 2847-2013 memberikan batasan tulangan tarik maksimum sebesar 75% dari yang diperlukan pada keadaan regang seimbang.  $A_s \text{ maks} = 0,75 \rho_b$ .

$$A_s \text{ maks} = 0,75 \left( \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

Untuk tulangan minimum agar menghindari terjadinya kahancuran getas pada balok, maka SNI 2847-2013 pada halaman 76 juga mengatur jumlah minimum tulangan yang harus terpasang pada balok, yaitu :

$$A_s \text{ min} = \frac{0,25 \sqrt{f_c'}}{4 \cdot f_y} \cdot b_w \cdot d \text{ dan tidak lebih kecil dari } A_s \text{ min} = \frac{1,4}{f_y} \cdot b_w \cdot d$$

Langkah-langkah perencanaan balok T tulangan rangkap :

➤ Dapatkan nilai  $M_{D b}$ ,  $M_{L b}$ ,  $M_{E b}$ , dimana kombinasi untuk Mu balok :

$$\begin{aligned} &= 1,4M_{D b} \\ &= 1,2M_{D b} + 1,6M_{L b} \\ &= 1,2M_{D b} + 1,0M_{L b} \pm 1,0M_{E b} \\ &= 0,9M_{D b} \pm 1,0M_{E b} \end{aligned}$$

1. Tentukan tulangan tarik dan tekan
2. Hitung nilai  $d'$  = tebal selimut beton + diameter sengkang +  $\frac{1}{2}$  x diameter tulangan tarik. Setelah itu hitung  $d = h - d'$ .

Menurut SNI 2847-2013 pasal 8.12.2, lebar plat efektif yang diperhitungkan bekerja sama dengan rangka menahan momen lentur ditentukan sebagai berikut :

- a. Jika balok mempunyai plat dua sisi.

Lebar efektif diambil nilai terkecil dari :

$$b_{\text{eff}} < \frac{1}{4} \text{ dari bentang balok (panjang balok)}$$

$$< b_w + 8h_{f_{\text{kiri}}} + 8h_{f_{\text{kanan}}}$$

$$< b_w + \frac{1}{2} \text{ jarak bersih ke badan di sebalahnya.}$$

b. Jika balok hanya mempunyai plat satu sisi.

Lebar efektif diambil nilai terkecil dari :

- $b_{eff} < 1/12$  dari bentang balok (panjang balok)  $L$
- $b_{eff} < b_w + (6 \times hf_{kir}) + (6 \times hf_{kanan})$
- $b_{eff} < b_w + 1/2$  jarak bersih ke badan di sebalahnya.

### 3. Mencari letak garis netral

Analisa balok bertulang rangkap dimana tulangan tekan sudah leleh. Misalkan tulangan tarik dan tulangan leleh.

$$C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b$$

$$C_s = A_s' \cdot f_s' = A_s' \cdot f_y$$

$$T_s = A_s \cdot f_y$$

$$\sum H = 0 \rightarrow C_c + C_s = T_s$$

$$0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b + A_s' \cdot f_y = A_s \cdot f_y$$

$$0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b = A_s \cdot f_y - A_s' \cdot f_y = f_y (A_s - A_s')$$

$$\text{Sehingga nilai } a = \frac{f_y (A_s - A_s')}{0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b} \cdot b \cdot d$$

Dengan nilai tersebut kita kontrol tegangan yang terjadi apakah tulangan tekan leleh apa belum. Jika leleh, perhitungan dapat dilanjutkan dan jika belum leleh nilai  $a$  kita hitung kembali dengan persamaan lain.

$$\text{Tinggi garis netral } c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{f_y (A_s - A_s')}{\beta_1 \cdot 0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$\text{Dari diagram regangan } \frac{\epsilon'_s}{\epsilon'_c} = \frac{(c-d)}{c} \rightarrow \epsilon'_s = \frac{(c-d)}{c} \epsilon'_c$$

Jika  $\epsilon'_s < \epsilon_y = f_y/\epsilon_s \rightarrow$  berarti tulangan tekan belum leleh maka perhitungan diulang.

Jika  $\epsilon'_s > \epsilon_y = f_y/\epsilon_s \rightarrow$  berarti tulangan tekan belum leleh maka perhitungan dilanjutkan.

$$M_n = C_c \cdot z_1 + C_s \cdot z_2 \text{ dimana : } z_1 = d - \frac{a}{2} \text{ dan } z_2 = z - z'$$

Analisis balok bertulang rangkap dimana tulangan tekan belum leleh.

Ini terjadi jika nilai  $\epsilon'_s > \epsilon_y = f_y/\epsilon_s$

Untuk itu dicari nilai  $a$  dengan persamaan-persamaan sebagai berikut :

$\sum H = 0$ , maka  $C_c + C_s = T_s$

$$0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b + A_s' \cdot f_y = A_s \cdot f_y$$

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot \epsilon_s, \text{ dimana : } \epsilon_s' = \frac{(c-d')}{c} \epsilon_s'$$

$$f_s' = \frac{(c-d')}{c} \epsilon_s' \cdot \epsilon_s = \frac{(c-d')}{c} \cdot 0,003 \cdot 200000$$

$$f_s' = \frac{(c-d')}{c} \cdot 600$$

Maka  $0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b + A_s' \cdot 600 = A_s \cdot f_y$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b) \cdot x + A_s' \cdot (c - d') \cdot 600 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

Dengan substitusi nilai  $a = \beta_1 \cdot c$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b) \cdot c + A_s' \cdot (c - d') \cdot 600 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

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

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

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

Dengan rumus ABC nilai  $x$  dapat dihitung :

$$c_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Selanjutnya dapat dihitung dengan nilai-nilai :

$$f_s' = \frac{(c - d')}{c} \cdot 600$$

$$C_c = 0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b \quad \text{dimana } a = \beta_1 \cdot x$$

$$C_s = A_s' \cdot f_s'$$

$$z_1 = d - \frac{a}{2} \quad \text{dan } z_2 = d - d'$$

$$M_n = C_c \cdot z_1 + C_s \cdot z_2$$

## **2.10.2 Perencanaan Tulangan Kolom Terhadap Beban Lentur dan Aksial**

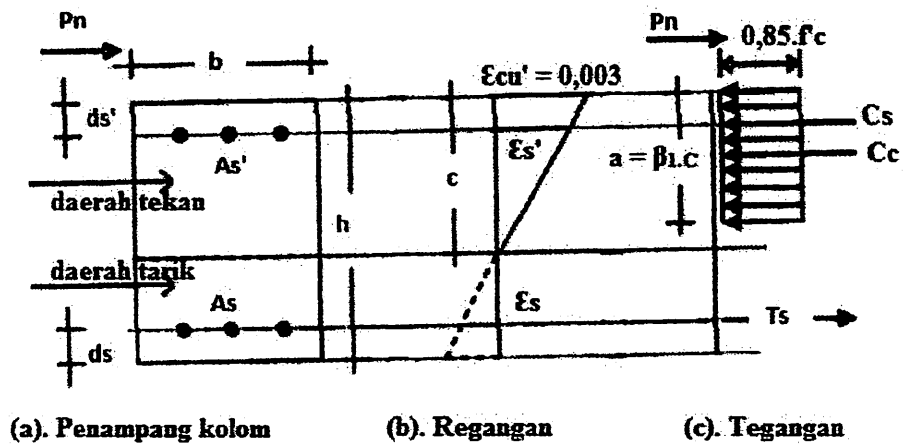
Pada suatu konstruksi bangunan gedung, kolom berfungsi sebagai pendukung beban-beban dari balok dan pelat, untuk diteruskan ke tanah dasar melalui pondasi. Beban dari balok dan pelat ini berupa beban aksial tekan serta momen lentur (akibat kontinuitas konstruksi). Oleh karena itu dapat didefinisikan, kolom ialah suatu struktur yang mendukung beban aksial dengan/tanpa momen lentur.

Pada struktur bangunan atas, kolom merupakan komponen struktur yang paling penting untuk diperhatikan, karena apabila kolom ini mengalami kegagalan, maka dapat berakibat keruntuhan struktur bangunan atas dari gedung secara keseluruhan. (Ali Asroni, 2010).

### **2.10.2.1 Asumsi dasar perencanaan kolom**

- a) SNI 03-2847-2013 pasal 8.10.1, Kolom harus dirancang untuk menahan gaya aksial dari beban terfaktor pada semua lantai atau atap dan momen maksimum dari beban terfaktor pada satu bentang lantai atau atap bersebelahan yang ditinjau. Kondisi pembebanan yang memberikan rasio momen maksimum terhadap beban aksial harus juga di tinjau.
- b) SNI 03-2847-2013 pasal 8.10.2, Pada rangka atau konstruksi menerus, pertimbangan harus diberikan pada pengaruh beban lantai atau atap tak seimbang pada baik kolom eksterior dan interior dan dari pembebanan eksentris akibat penyebab lainnya.
- c) SNI 03-2847-2013 pasal 8.10.3, Dalam menghitung momen beban gravitasi pada kolom, diizinkan untuk mengasumsikan ujung jauh kolom yang dibangun menyatu dengan struktur sebagai terjepit.
- d) SNI 03-2847-2013 pasal 8.10.4, Tahanan terhadap momen pada setiap tingkat lantai atau atap harus disediakan dengan mendistribusikan momen di antara kolom-kolom langsung di atas dan di bawah lantai ditetapkan dalam proporsi terhadap kekakuan kolom relative dan kondisi kekangan.

- e) Bila hubungan antara distribusi tegangan dan regangan beton diasumsikan berbentuk tegangan beton persegi ekuivalen, maka dipakai nilai tegangan beton sebesar  $0,85 \cdot f'c$  yang terdistribusi secara merata pada daerah tekan ekuivalen yang dibatasi oleh tepi penampang dan suatu garis lurus yang sejajar garis netral sejarak  $a = \beta_1 \cdot c$  dari serat tekan maksimal.



**Gambar 2.12. Diagram Regangan - Tegangan Kolom**

- f) Faktor  $\beta_1$  diambil sebagai berikut :
- i. Untuk  $f'c \leq 30$  MPa,  $\beta_1 = 0,85$
  - ii. Untuk  $f'c \geq 30$  MPa,  $\beta_1 = 0,85 - 0,05 \left( \frac{f'c - 30}{7} \right)$  tetapi  $\beta_1 \geq 0,65$
- g) Untuk komponen struktur non-prategang dengan tulangan pengikat:
- $$\phi P_{n(max)} = 0,80 \cdot \phi [ 0,85 \cdot f'c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st} ]$$

## **BAB III**

### **DATA DAN PERENCANAAN**

#### **3.1 Data Bangunan**

Adapun data bangunan adalah sebagai berikut :

- Nama Gedung : Hotel Grand Malebu
- Lokasi Gedung : Makassar
- Fungsi Bangunan : Hotel
- Jumlah Lantai : 9 Lantai
- Jenis Struktur : Beton Bertulang
- Tinggi Bangunan : 33.5 m

Mutu Bahan

- Mutu Beton : 30 Mpa
- Mutu Baja ulir : 400 Mpa
- Mutu Baja polos : 260 Mpa

#### **3.2 Perencanaan Dimensi Penampang Balok dan Kolom**

##### **3.2.1 Dimensi Balok**

Menurut SNI 2847-2013 pasal 21.5.1.3 bahwa lebar balok (b) tidak boleh kurang dari 250 mm dan perbandingan lebar (b) terhadap dari 250 mm dan perbandingan lebar (b) terhadap tinggi (h) tidak boleh kurang dari 0,3.

- Panjang balok = 7 m

Penentuan Tinggi Balok  $h = 1/10 L - 1/15 L$

$$h = 1/10 \cdot 7 = 0,70 \text{ m}$$

$$h = 1/15 \cdot 7 = 0,47 \text{ m}$$

Digunakan tinggi balok  $h = 0,6 \text{ m} = 60 \text{ cm}$

Penentuan Lebar Balok  $b = 1/2 h - 2/3 h$

$$b = 1/2 \cdot 0,60 = 0,30 \text{ m}$$

$$b = 2/3 \cdot 0,60 = 0,40 \text{ m}$$

Digunakan lebar balok  $b = 0,35 \text{ m}$

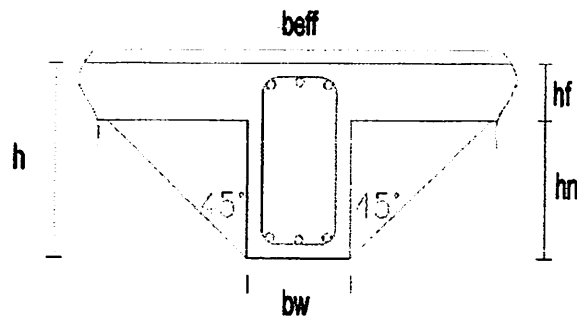
Maka digunakan balok dengan ukura  $35 / 60 \text{ cm}$

Kontrol perbandingan lebar (b) terhadap tinggi (h)

$$b / h > 0,3$$

$$35 / 60 = 0,6 > 0,3 \quad \text{OK}$$

#### - Perhitungan lebar efektif balok T



$$bw = 35 \text{ cm} \quad hn = 48 \text{ cm} \quad hf = 12 \text{ cm}$$

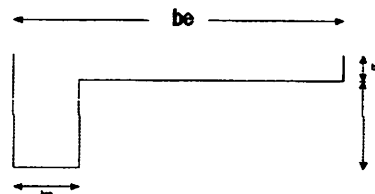
$$\begin{aligned} b_{\text{eff}} &= (2 \cdot hn) + bw \\ &= (2 \cdot 48) + 35 \\ &= 131 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dalam SNI 2847-2013 pasal 8.12.2 hal 63 lebar efektif (be) masing-masing sisi badan balok tidak boleh melebihi 8x tebal pelat

$$b_{\text{eff}} = \frac{131 - 35}{2} = 48 \text{ cm} < 8 \cdot 12 = 96 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

#### - Perhitungan lebar efektif balok L

$$\begin{aligned} be &= (6 \cdot hf) + Bw \\ &= (6 \cdot 12) + 35 \\ &= 107 \text{ cm} \end{aligned}$$



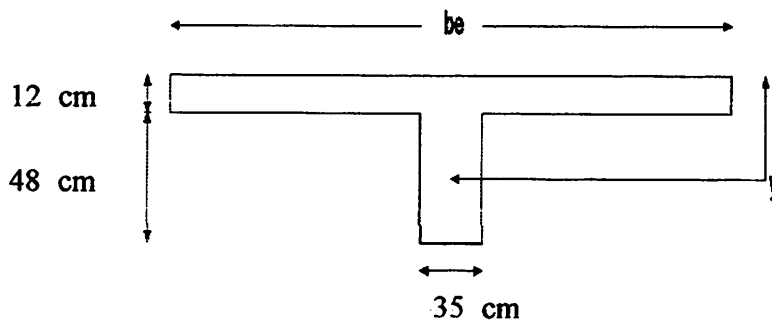


Dalam SNI 2847-2013 pasal 8.12.2 hal 63 lebar efektif ( $b_e$ ) pada satu sisi badan balok tidak boleh melebihi 6x tebal pelat

$$b_e = \frac{107 - 35}{2} = 36 \text{ cm} < 6 \cdot 12 = 72 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

### 3.2.2 Penentuan tebal pelat

Digunakan balok ukuran 35 / 60 cm



#### - Penentuan titik berat Balok T

$$\begin{aligned} P1 &= [hf \times Be \times 1/2 hf] + [Bw \times hn \times (1/2 hn + hf)]y \\ &= [12 \times 131 \times 1/2 \cdot 12] + [35 \times 48 \times (1/2 \cdot 48 + 12)]y \\ &= [9432] + [60480]y \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P2 &= [hf \times Be] + [Bw \times hn]y \\ &= [12 \times 131] + [35 \times 48]y \\ &= [1572] + [1680]y \end{aligned}$$

$$y = \frac{9432 + 60480}{1572 + 1680} = 21,5 \text{ cm} = 215 \text{ mm}$$

#### - Perhitungan momen inersia Balok T

$$I_b = 1/3 \times Bw \times [y - hf]^3 + 1/12 \times Be \times hf^3 + Be \times hf \times [y - hf/2]^2 + 1/3 Bw \times [h - y - hf/2]^3$$

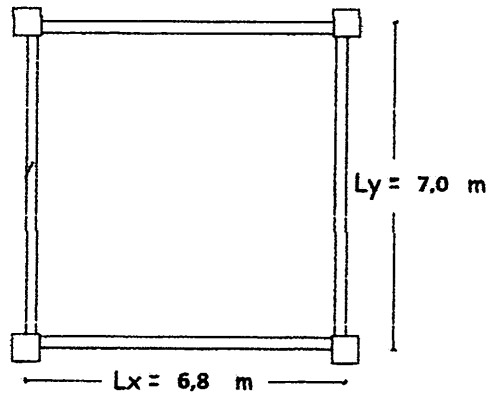
$$\begin{aligned}
&= 1/3 \times 35 \times (21,5 - 12)^3 + 1/12 \times 131 \times 12^3 + 131 \times 12 \\
&\quad \times (21,5 - 6,0)^2 + 1/3 \times 35 \times (60 - 21,5 - 6,0)^3 \\
&= 9996,88 + 18864 + 377583,1 + 400563 \\
&= 807006,98 \text{ cm}^4
\end{aligned}$$

- Menghitung momen inersia pelat

$$\begin{aligned}
I_p &= 1/12 \cdot L \cdot hf^3 \quad (\text{ukuran pelat } 700 \times 680 \text{ cm}) \\
&= 1/12 \cdot 700 \cdot 12^3 \\
&= 100800 \text{ cm}^4
\end{aligned}$$

- Menghitung modulus elastisitas (Ecb) dan (Ecp)

$$\begin{aligned}
E_{cb} &= 4700 \sqrt{f_c} \\
&= 4700 \cdot \sqrt{30} \\
&= 25742,96 \text{ MPa}
\end{aligned}$$



Menghitung  $\alpha_{fm}$

$$\begin{aligned}
\alpha_{fm} &= \frac{E_{cb} \cdot I_p}{E_{cb} \cdot I_p} \\
&= \frac{25742,96 \cdot 8070069790}{25742,96 \cdot 1008000000} \\
&= 8,01 > 2
\end{aligned}$$

Untuk  $\alpha_{fm}$  lebih besar dari 2 ketebalan plat minimum tidak boleh kurang dari runn dibawah (SNI 2847-2013 pasal 9.5.3.3 hal : 72)

$$\begin{aligned}
h_{min} &= \frac{ln \ 0,8 + f_y / 1400}{36 + 9 \times \beta} \\
&= \frac{665 \times 0,8 + 260 / 1400}{36 + 9 \times 1,029} = 11,76 \text{ cm}
\end{aligned}$$

Untuk ketebalan plat maksimum yaitu :

$$\begin{aligned}h_{\text{maks}} &= \frac{ln \ 0,8 + fy / 1400}{36} \\ &= \frac{665 \cdot 0,8 + 260 / 1400}{36} \\ &= 14,78 \text{ cm}\end{aligned}$$

Kontrol tebal pelat  $h_{\text{min}} < h < h_{\text{maks}}$

$$11,76 < 12 < 14,78 \quad \dots\text{Ok}$$

Maka direncanakan pelat dengan ketebalan 12 cm

### 3.2.3 Dimensi Kolom

Menurut SNI 2847-2013 pasal 21.6.1.1 dan 26.6.1.2 bahwa ukuran penampang terkecil tidak boleh kurang dari 300 mm dan perbandingan antara antara ukuran terkecil penampang terhadap ukuran dalam arah tegak lurus nya tidak boleh kurang dari 0,4

- Digunakan ukuran kolom = 60 / 60 cm
- Digunakan ukuran kolom = 30 / 50 cm

### 3.3 Data Pembebanan

#### a. Beban Mati Bangunan (PPIUG 1987)

- Beton Bertulang	=	2400	kg/m <sup>3</sup>
- Keramik per cm tebal	=	24	kg/m <sup>2</sup>
- Spesi per cm tebal	=	21	kg/m <sup>2</sup>
- Plafond	=	11	kg/m <sup>2</sup>
- Pasangan Dinding 1/2 bata	=	250	kg/m <sup>2</sup>
- Penggantung	=	7	kg/m <sup>2</sup>
- Pasir	=	1600	kg/m <sup>3</sup>
- Dinding Kaca (t = 10 mm)	=	20	kg/m <sup>2</sup>
- Berat Equipment	=	35	kg/m <sup>2</sup>
- Berat ME	=	20	kg/m <sup>2</sup>

#### b. Beban Hidup Bangunan (SNI 1272:2013)

- Beban Hidup Atap	=	96	kg/m <sup>2</sup>
- Beban Hidup Air hujan	=	1000	kg/m <sup>3</sup>
- Beban hidup lantai	=	192	kg/m <sup>2</sup>
- Beban hidup tangga	=	479	kg/m <sup>2</sup>

#### 3.3.1 Perhitungan Beban Gravitasi

##### a. Perhitungan Pembebanan Plat Lantai Atap

###### Beban mati :

Berat sendiri pelat	=	0,10 x 2400	=	240	Kg/m <sup>2</sup>
Berat Spesi (t = 3cm)	=	3,00 x 21	=	63	Kg/m <sup>2</sup>
Berat ME	=		=	20	Kg/m <sup>2</sup>
Berat equipment	=		=	35	Kg/m <sup>2</sup>
Berat Langit-langit dan penggantung	=		=	<u>18</u>	<u>Kg/m<sup>2</sup></u>
<b>qd</b>	=		=	<b>376</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>

**Beban hidup :**

$$\begin{aligned} \text{Berat beban hidup} &= 96 \text{ Kg/m}^2 \\ \text{Beban hidup air hujan} &= 0,05 \times 1000 = \underline{50 \text{ Kg/m}^2} \\ \mathbf{q_l} &= 146 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

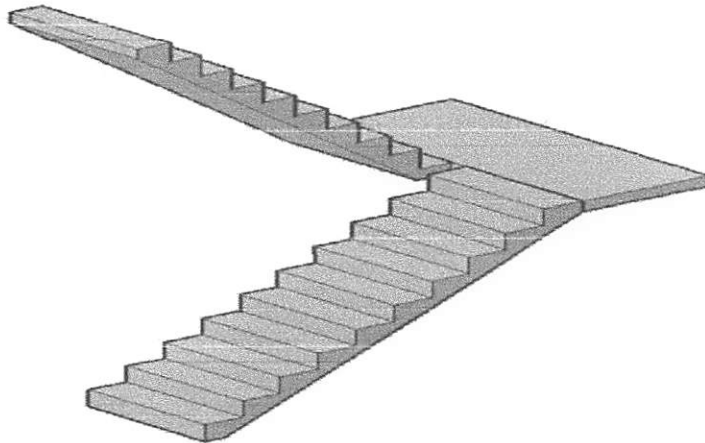
**b. Perhitungan Pembebanan Plat Lantai****Beban mati :**

$$\begin{aligned} \text{Berat sendiri pelat} &= 0,12 \times 2400 = 288 \text{ Kg/m}^2 \\ \text{Berat urugan pasir} &= 0,02 \times 1600 = 32 \text{ Kg/m}^2 \\ \text{Berat keramik} &= 1,00 \times 24 = 24 \text{ Kg/m}^2 \\ \text{Berat Spesi} &= 2,00 \times 21 = 42 \text{ Kg/m}^2 \\ \text{Berat ME} &= 20 \text{ Kg/m}^2 \\ \text{Berat equipment} &= 35 \text{ Kg/m}^2 \\ \text{Berat Langit-langit dan penggantung} &= \underline{18 \text{ Kg/m}^2} \\ \mathbf{q_d} &= 459 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\mathbf{\text{Beban hidup Lantai :}} = \underline{192 \text{ Kg/m}^2}$$

$$\mathbf{\text{Berat beban hidup}} \quad \mathbf{q_l} = 192 \text{ Kg/m}^2$$

#### d. Perhitungan Pembebanan Tangga



Tinggi Lantai	= 5,0 m	Optrade	= 0,18 m
Lebar Bordes	= 1,0 m	Antrede	= 0,28 m
Panjang Bordes	= 3 m	Tebal Plat (h=	0,12 m
$\alpha$ (kemiringan)	= 36	Bj. Beton	= 2400 kg/m <sup>3</sup>

Menghitung tebal ekivalen anak tangga :

$$h' = h + \frac{\text{optrade}}{2} \times \cos \alpha = 12 + \frac{18}{2} \times 0,81$$

$$h' = 19,28 \text{ cm} = 0,1928 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat tangga} &= h' \times p \times l \times \text{bj. Beton} \\ &= 0,1928 \times 6,5 \times 1,0 \times 2400 \\ &= 3007,86 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Bordes} &= p \times l \times t \times \text{bj beton} \\ &= 1,0 \times 1,0 \times 0,12 \times 2400 \\ &= 288,00 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Total} &= \text{Berat tangga} + \text{Berat Bordes} \\ &= 3007,86 + 288,00 = 3295,86 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

### Beban Mati Tangga

$$\text{Berat. Total Tangga} = 3295,9 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Berat keramik} = 1,0 \times 24 = 24 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Berat Spesi} = 3,0 \times 21 = \underline{63 \text{ Kg/m}}$$

$$\mathbf{qD} = 3382,9 \text{ Kg/m}$$

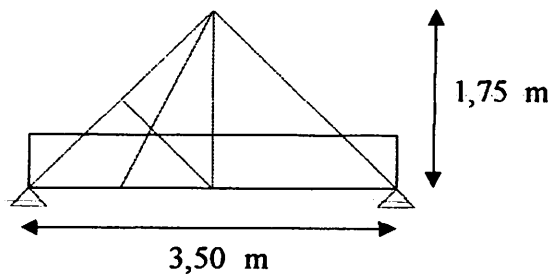
### Beban Hidup

$$\text{Beban Hidup Tangga} = 1,0 \times 479 = \underline{479 \text{ Kg/m}}$$

$$\mathbf{qL} = 479 \text{ Kg/m}$$

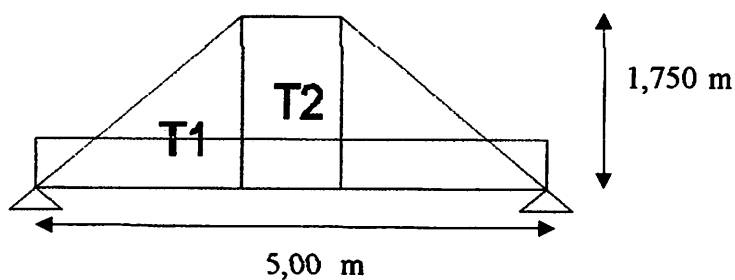
### e. Perhitungan Tributary Area

#### Perataan Beban Segitiga A



$$\begin{aligned} h &= 2/3 \times h \\ &= 2/3 \times 1,75 \\ &= 1,167 \text{ m} \end{aligned}$$

#### Perataan Beban Trapesium B



$$T1 = 1/2 \times 1,75 \times 1,75 = 1,531 \text{ m}^2$$

$$T2 = 1,50 \times 1,75 = 2,625 \text{ m}^2$$

$$\Sigma MB = 0$$

$$\rightarrow [ Ra \times 5,0 ] - [ 3,833 \times 1,531 ] - [ 2,50 \times 2,625 ] - [ 1,167 \times 1,531 ] = 0$$

$$\rightarrow 5,0 Ra - 14,219 = 0$$

$$\rightarrow 5,0 \quad R_a = 14,219$$

$$R_a = \frac{14,2}{5,0} = 2,84 \text{ m}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$\rightarrow [-R_b \times 5,00] + [3,83 \times 1,531] + [2,50 \times 2,625] + [1,17 \times 1,53] = 0$$

$$\rightarrow -5,00 \quad R_b + 14,22 = 0$$

$$\rightarrow -5,00 \quad R_b = -14,22$$

$$\rightarrow 5,00 \quad R_b = 14,22$$

$$R_b = \frac{14,22}{5,00} = 2,84 \text{ m}$$

Kontrol :

$$R_a + R_b = T_1 + T_2 + T_1$$

$$2,84 + 2,84 = 1,53 + 2,63 + 1,53$$

$$5,69 = 5,69 \quad \text{Ok}$$

$$t_1 = 1,53 \text{ m}^2$$

$$t_2 = 1,31 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= [R_a \times 1/2 L] - [T_1 \times 1,33] - [T_2 \times 0,38] \\ &= [2,84 \times 2,50] - [1,53 \times 1,33] - [1,31 \times 0,38] \end{aligned}$$

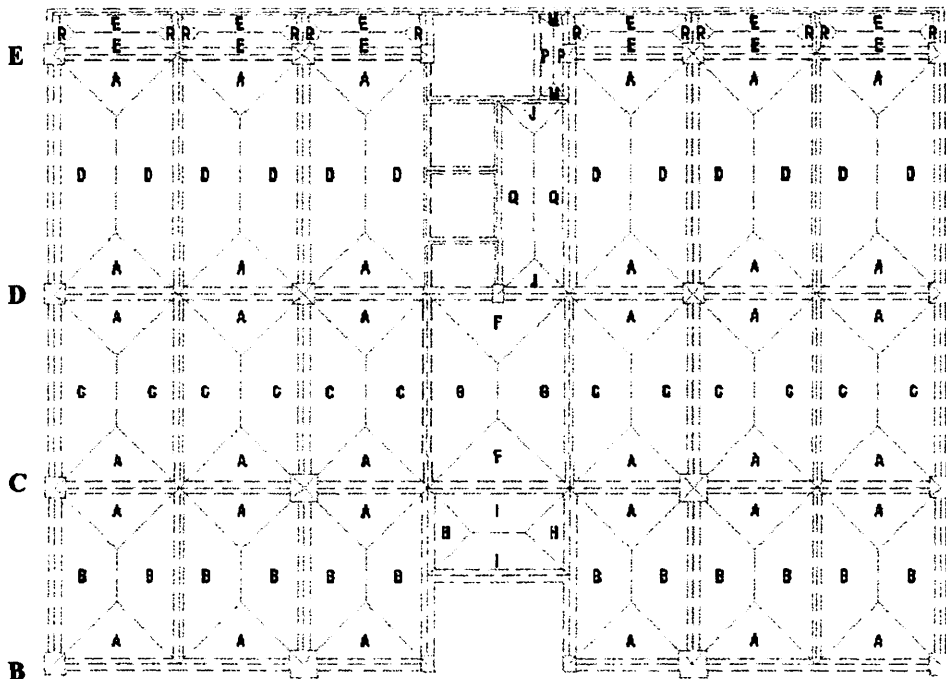
$$M_{\max 1} = 4,58 \text{ h}$$

$$M_{\max 2} = \frac{1}{8} \times h \times L^2 = \frac{1}{8} \times h \times 5,0^2 = 3,13 \text{ h}$$

$$h = \frac{M_{\max 1}}{M_{\max 2}} = \frac{4,58}{3,13} = 1,464 \text{ m}$$



## f. Perhitungan Pembebanan Pada Balok



Gambar 3.1 Denah Perataan beban

### Pembebanan Balok Lantai Dasar Line B (No. 1-1A)

Per. beban Segitiga A = 1,167 m

#### *Beban Mati*

- Berat Pelat Lantai =  $1,167 \times 459 = 535,5 \text{ Kg/m}$
  - Berat dinding 1/2 batu =  $1,55 \times 250 = 387,5 \text{ Kg/m}$
  - Dinding Kaca ( $t = 10 \text{ mm}$ ) =  $2,85 \times 20 = \underline{57,0 \text{ Kg/m}}$
- qD1 = 980,0 Kg/m**

#### *Beban Hidup*

- Per. Beban x Beb. Hidup Lantai =  $1,167 \times 192 = \underline{224,0 \text{ Kg/m}}$
- qL1 = 224,0 Kg/m**

### **Pembebanan Balok Lantai 1 Line A1 (No. 1-1A )**

Per. beban Trapesium  $k = 0,891$  m

#### ***Beban Mati***

- Per. Beban x Pemb. pelat Lantai =  $0,891 \times 459 = 409,0$  Kg/m
  - Berat dinding 1/2 batu =  $1,10 \times 250 = 275,0$  Kg/m
  - Dinding Kaca ( $t = 10$  mm) =  $2,30 \times 20 = \underline{46,0}$  Kg/m
- qD1 = 730,04 Kg/m**

#### ***Beban Hidup***

- Per. Beban x Beb. Hidup Lantai =  $0,891 \times 192 = \underline{171,10}$  Kg/m
- qL1 = 171,10 Kg/m**

### **Pembebanan Balok Lantai 2 - 5 Line B (No. 1-1A )**

Per. beban Segitiga A =  $1,167$  m      Per. beban Trapesium  $k = 0,891$  m

#### ***Beban Mati***

- Per. Beban x Pemb. pelat Lantai =  $2,058 \times 459 = 944,5$  Kg/m
  - Berat dinding 1/2 batu =  $2,90 \times 250 = \underline{725,0}$  Kg/m
- qD1 = 1669,5 Kg/m**

#### ***Beban Hidup***

- Per. Beban x Beb. Hidup Lantai =  $2,058 \times 192 = \underline{395,10}$  Kg/m
- qL1 = 395,10 Kg/m**

### **Pembebanan Balok Lantai 6 Line B (No. 1- 1A )**

Per. Beban Segitiga A =  $1,167$  m

#### ***Beban Mati***

- Per. Beban x Pemb. pelat Lantai =  $1,167 \times 459 = 535,5$  Kg/m
  - Berat dinding 1/2 batu =  $2,90 \times 250 = \underline{725,0}$  Kg/m
- qD1 = 1260,5 Kg/m**

#### ***Beban Hidup***

- Per. Beban x Beb. Hidup Lantai =  $1,167 \times 192 = \underline{224,0}$  Kg/m
- qL1 = 224,0 Kg/m**

### 3.4 Berat Massa Bangunan

#### • Beban Mati Lantai Atap

##### Elemen Horizontal

$$\begin{aligned}\text{Berat lantai Atap} &= p \times l \times qd \text{ lantai atap} \\ &= 18,5 \times 11,0 \times 376 \\ &= 76516,00 \text{ kg}\end{aligned}$$

Berat balok Arah X =  $b \times (h - t \text{ plat}) \times (L - n \cdot b \text{ kolom}) \times b_j$ . Beton x n balok

$$\begin{aligned}35/60 &= 0,35 \times [0,6 - 0,1] \times [11,0 - 3 \times 0,35] \times 2400 \times 5 \\ &= 20895,00 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}25/40 &= 0,25 \times [0,4 - 0,1] \times [2 - 1 \times 0,35] \times 2400 \times 2 \\ &= 594,00 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}22/35 &= 0,22 \times [0,35 - 0,1] \times 11,0 \times 2400 \times 1 \\ &= 1452,00 \text{ kg}\end{aligned}$$

Berat balok Arah Y =  $b \times (h - t \text{ plat}) \times (L - n \cdot b \text{ kolom}) \times b_j$ . Beton x n balok

$$\begin{aligned}35/60 &= 0,35 \times [0,6 - 0,1] \times [18,5 - 4 \times 0,6] \times 2400 \times 2 \\ &= 13524,00 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}35/60 &= 0,35 \times [0,6 - 0,1] \times [18,5 - 6 \times 0,5] \times 2400 \times 2 \\ &= 13020,00 \text{ kg}\end{aligned}$$

##### Elemen Vertical

Berat Kolom =  $b \times h \times (\frac{1}{2} h \text{ lantai atap}) \times B_j \times n \text{ kolom}$

$$60/60 = 0,60 \times 0,60 \times [1/2 \times 3,5] \times 2400 \times 8 = 12096,0 \text{ kg}$$

$$35/50 = 0,35 \times 0,50 \times [1/2 \times 3,5] \times 2400 \times 13 = 9555,0 \text{ kg}$$

Berat Dinding =  $(1/2 h \text{ lantai atap} - h \text{ balok}) \times L \times \text{Pas. } 1/2 \text{ Bata}$

$$\text{Arah X} = [(1/2 \times 3,5) - 0,60] \times 43,96 \times 250 = 12638,5 \text{ kg}$$

$$\text{Arah Y} = [(1/2 \times 3,5) - 0,60] \times 50,88 \times 250 = \underline{14628,0 \text{ kg}}$$

$$\text{Wd Lantai Atap} = 174918,5 \text{ kg}$$

### Beban Hidup Lantai Atap

$$\text{Beban hidup} = 146 \text{ kg/m}^2 \quad \text{Reduksi gempa} = 0,3$$

$$\begin{aligned} \text{Wl Lantai Atap} &= qL \text{ Atap} \times \phi \text{ beban hidup gempa} \times P \times L \\ &= 146 \times 0,30 \times 11,0 \times 18,50 = \underline{8913,30 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$\text{Wd Lantai Atap} = 8913,30 \text{ kg}$$

### • Beban Mati Lantai 7

Keterangan	Tinggi	Lebar	Panjang	Bj.	Jumlah	Beban Mati
Berat Lantai 7		18,50	25,40	459		215684,1 kg
<b>Berat Balok Arah X</b>						
Balok 35 / 60	0,35	0,48	23,50	2400	4	37900,80 kg
Balok 25 / 40	0,25	0,28	1,65	2400	2	554,40 kg
Balok 22 / 35	0,22	0,23	25,40	2400	1	3084,58 kg
<b>Berat Balok Arah Y</b>						
Balok 35 / 60	0,35	0,48	16,40	2400	4	26449,92 kg
Balok 35 / 60	0,35	0,48	14,90	2400	2	12015,36 kg
Balok 25 / 40	0,25	0,28	18,00	2400	2	6048,00 kg
<b>Berat Kolom</b>						
Kolom 60 / 60	3,50	0,60	0,60	2400	16	48384,00 kg
Kolom 35 / 60	3,50	0,35	0,60	2400	13	22932,00 kg
Berat Dinding Arah X	2,90		48,00	250		34800,00 kg
Berat Dinding Arah Y	2,90		55,50	250		40237,50 kg
<b>Total Beban Mati</b>						<b>448090,7 kg</b>

### Beban Hidup Lantai 7

Keterangan	Tinggi	Lebar	Panjang	Bj.	Koef. Reduksi	Beban Mati
Beban hidup lantai		18,50	25,40	192	0,30	27066,24 kg
<b>Total Beban Hidup</b>						<b>27066,24 kg</b>

### • Beban Mati Lantai 6

Keterangan	Tinggi	Lebar	Panjang	Bj.	Jumlah	Beban Mati
Berat Lantai 6		18,5	25,40	459		215684,1 kg
<b>Berat Balok Arah X</b>						
Balok 35 / 60	0,35	0,48	24,50	2400	4	39513,60 kg
Balok 25 / 40	0,25	0,28	1,65	2400	2	554,40 kg
Balok 22 / 35	0,22	0,23	25,40	2400	1	3084,58 kg
<b>Berat Balok Arah Y</b>						
Balok 35 / 60	0,35	0,48	16,70	2400	4	26933,76 kg
Balok 35 / 60	0,35	0,48	15,50	2400	2	12499,20 kg
Balok 25 / 40	0,25	0,28	18,50	2400	2	6216,00 kg
<b>Berat Kolom</b>						
Kolom 60 / 60	3,50	0,60	0,60	2400	16	48384,00 kg
Kolom 35 / 50	3,50	0,35	0,50	2400	13	19110,00 kg
Berat Dinding Arah X	2,90		67,70	250		49082,50 kg
Berat Dinding Arah Y	2,90		62,30	250		45167,50 kg
Berat Tangga						2809,05 kg
<b>Total Beban Mati</b>						<b>466229,6 kg</b>

### Beban Hidup Lantai 6

Keterangan	Tinggi	Lebar	Panjang	Bj.	Redu ksi	Beban Mati
Beban hidup lantai		18,5	25,40	192	0,30	27066,24 kg
<b>Total Beban Hidup</b>						<b>27066,24 kg</b>

### • Beban Mati Lantai 3-5

Keterangan	Tinggi	Lebar	Panjang	Bj.	Jumlah	Beban Mati
Berat Lantai 3-5		19,5	25,40	459		227342,7 kg
<b>Berat Balok Arah X</b>						
Balok 35 / 60	0,35	0,48	24,50	2400	4	39513,60 kg
Balok 25 / 40	0,25	0,28	1,65	2400	2	554,40 kg
Balok 22 / 35	0,22	0,23	25,40	2400	1	3084,58 kg
<b>Berat Balok Arah Y</b>						
Balok 35 / 60	0,35	0,48	17,10	2400	4	27578,88 kg
Balok 35 / 60	0,35	0,48	16,50	2400	2	13305,60 kg
Balok 25 / 40	0,25	0,28	19,50	2400	2	6552,00 kg
<b>Berat Kolom</b>						
Kolom 60 / 60	3,50	0,60	0,60	2400	16	48384,00 kg
Kolom 35 / 50	3,50	0,35	0,50	2400	13	19110,00 kg
Berat Dinding Arah X	2,90		114,80	250		83230,00 kg
Berat Dinding Arah Y	2,90		179,80	250		130355,0 kg
Berat Tangga						2809,05 kg
<b>Total Beban Mati</b>						<b>599010,8 kg</b>

### Beban Hidup Lantai 3-5

Keterangan	Tinggi	Lebar	Panjang	Bj.	Redu kai	Beban Mati
Beban hidup lantai		19,5	25,40	192	0,30	28529,28 kg
<b>Total Beban Hidup</b>						<b>28529,28 kg</b>

### • Beban Mati Lantai 2

Keterangan	Ting gi	Lebar	Panjang	Bj.	Jumlah	Beban Mati
Berat Lantai 2		20,5	25,40	459		239001,3 kg
<b>Berat Balok Arah X</b>						
Balok 35 / 60	0,35	0,48	24,50	2400	4	39513,60 kg
Balok 25 / 40	0,25	0,28	1,65	2400	2	554,40 kg
Balok 22 / 35	0,22	0,23	25,40	2400	2	6169,15 kg
<b>Berat Balok Arah Y</b>						
Balok 35 / 60	0,35	0,48	18,10	2400	4	29191,68 kg
Balok 35 / 60	0,35	0,48	17,50	2400	2	14112,00 kg
Balok 25 / 40	0,25	0,28	20,50	2400	2	6888,00 kg
<b>Berat Kolom</b>						
Kolom 60 / 60	3,75	0,60	0,60	2400	16	51840,00 kg
Kolom 35 / 50	3,75	0,35	0,50	2400	13	20475,00 kg
Berat Dinding Arah X	3,15		140,40	250		110565,0 kg
Berat Dinding Arah Y	3,15		179,80	250		141592,5 kg
Berat Dinding Kaca	1,15		18,00	20		414,00 kg
Berat Tangga						2809,05 kg
<b>Total Beban Mati</b>						<b>660316,6 kg</b>

• **Beban Hidup Lantai 2**

Keterangan	Tinggi	Lebar	Panjang	Bj.	Reduksi	Beban Mati
Beban hidup lantai		20,5	25,40	192	0,30	29992,32 kg
<b>Total Beban Hidup</b>						<b>29992,32 kg</b>

• **Beban Mati Lantai 1**

Keterangan	Tinggi	Lebar	Panjang	Bj.	Jumlah	Beban Mati
Berat Lantai 1		20,5	25,40	459		239001,3 kg
<b>Berat Balok Arah X</b>						
Balok 35 / 60	0,35	0,48	24,50	2400	4	39513,60 kg
Balok 25 / 40	0,25	0,28	1,65	2400	2	554,40 kg
Balok 22 / 35	0,22	0,23	25,40	2400	2	6169,15 kg
<b>Berat Balok Arah Y</b>						
Balok 35 / 60	0,35	0,48	18,10	2400	4	29191,68 kg
Balok 35 / 60	0,35	0,48	17,50	2400	2	14112,00 kg
Balok 25 / 40	0,25	0,28	20,50	2400	2	6888,00 kg
<b>Berat Kolom</b>						
Kolom 60 / 60	4,50	0,60	0,60	2400	16	62208,00 kg
Kolom 35 / 50	4,50	0,35	0,50	2400	13	24570,00 kg
Berat Dinding Arah X	3,90	-	70,05	250	-	68298,75 kg
Berat Dinding Arah Y	3,90	-	76,85	250	-	74928,75 kg
Berat Dinding Kaca	1,15	-	25,35	20	-	583,05 kg
Berat Tangga						3299,57 kg
<b>Total Beban Mati</b>						<b>566018,7 kg</b>



• **Beban Hidup Lantai 1**

Keterangan	Tinggi	Lebar	Panjang	Bj.	Koef.	Beban Mati
Beban hidup lantai 1		20,5	25,40	192	0,30	29992,32 kg
<b>Total Beban Hidup</b>						<b>29992,32 kg</b>

• **Beban Mati Lantai Dasar**

Keterangan	Tinggi	Lebar	Panjang	Bj.	Jumlah	Beban Mati
Berat Lantai Dasar		18,5	24,00	459		203796,0 kg
<b>Berat Balok Arah X</b>						
Balok 35 / 60	0,35	0,48	24,50	2400	4	39513,60 kg
Balok 25 / 40	0,25	0,28	1,65	2400	2	554,40 kg
Balok 22 / 35	0,22	0,23	25,60	2400	1	3108,86 kg
<b>Berat Balok Arah Y</b>						
Balok 35 / 60	0,35	0,48	16,10	2400	4	25966,08 kg
Balok 35 / 60	0,35	0,48	15,50	2400	2	12499,20 kg
Balok 25 / 40	0,25	0,28	18,50	2400	2	6216,00 kg
<b>Berat Kolom</b>						
Kolom 60 / 60	2,50	0,60	0,60	2400	16	34560,00 kg
Kolom 35 / 50	2,50	0,35	0,50	2400	13	13650,00 kg
Berat Dinding Arah X	1,90	-	56,70	250	-	26932,50 kg
Berat Dinding Arah Y	1,90	-	53,05	250	-	25198,75 kg
Berat Dinding Kaca	1,43	-	25,40	20	-	723,90 kg
Berat Tangga						3382,86 kg
<b>Total Beban Mati</b>						<b>396102,2 kg</b>

• **Beban Mati Lantai Dasar**

Keterangan	Tinggi	Lebar	Panjang	Bj.	Koef.	Beban Mati
Beban hidup lt. dasar		18,5	24,00	192	0,30	25574,4 kg
<b>Total Beban Hidup</b>						<b>25574,4 kg</b>

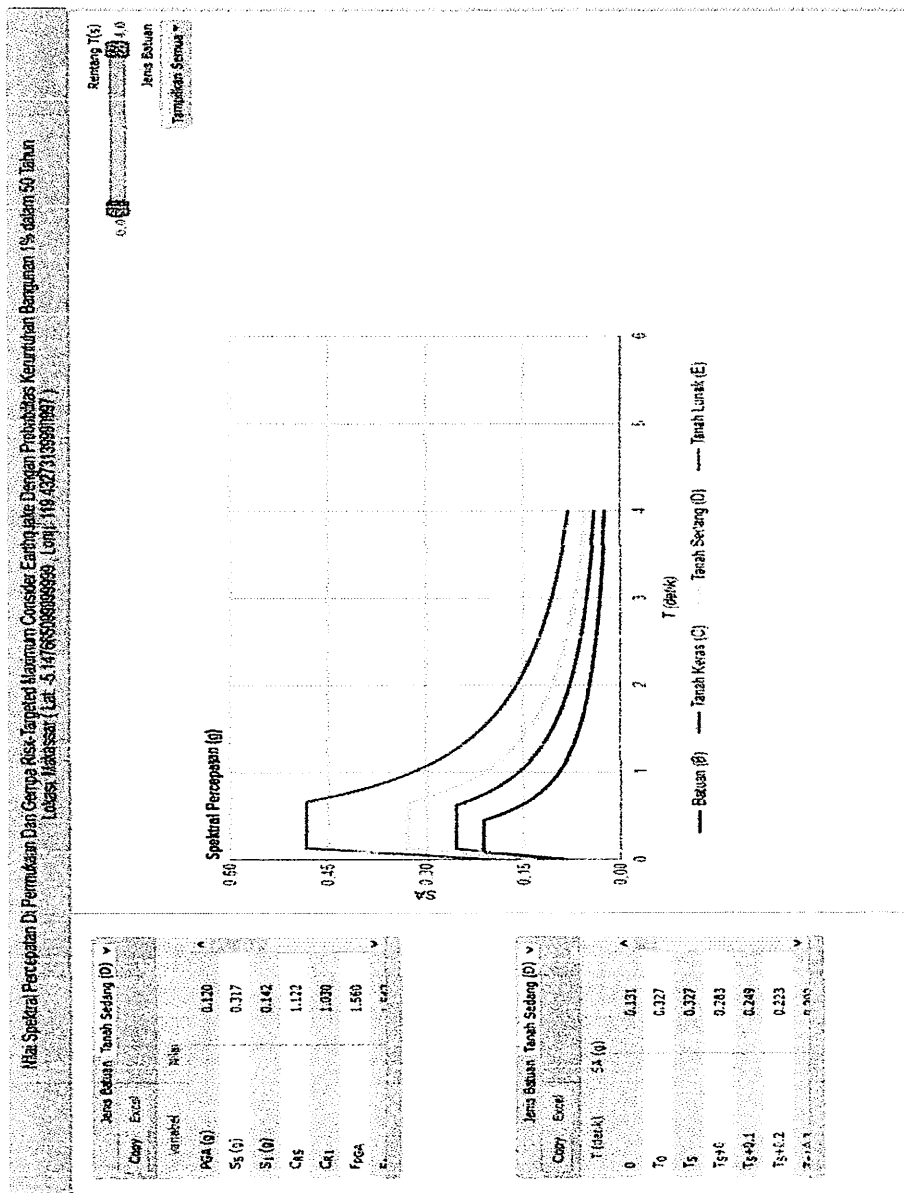
**Berat Total Bangunan**

Berat Total Bangunan	Beban Mati	Beban Hidup	Beban Gempa
Berat Lantai Dasar	396102,2 kg	25574,40 kg	421676,55 kg
Berat Lantai 1	566018,7 kg	29992,32 kg	596011,00 kg
Berat Lantai 2	660316,6 kg	29992,32 kg	690308,95 kg
Berat Lantai 3	599010,8 kg	29992,32 kg	629003,08 kg
Berat Lantai 4	599010,8 kg	29992,32 kg	629003,08 kg
Berat Lantai 5	599010,8 kg	29992,32 kg	629003,08 kg
Berat Lantai 6	466229,6 kg	27066,24 kg	493295,88 kg
Berat Lantai 7	448090,7 kg	27066,24 kg	475156,90 kg
Berat Lantai Atap	174918,5 kg	8913,30 kg	183831,80 kg
<b>Berat Total</b>	<b>4508709 Kg</b>	<b>238581,8 Kg</b>	<b>4747290,31 kg</b>

### 3.5 Perhitungan Beban Gempa

#### 3.5.1 Menentukan Parameter Percepatan Gempa ( $S_s$ , $S_1$ )

Menentukan nilai parameter percepatan gempa dapat menggunakan bantuan [puskim.pu.go.id](http://puskim.pu.go.id) untuk wilayah Makassar, sebagai berikut :



Gambar 3.2 Aplikasi Puskim untuk mencari nilai  $S_s$  dan  $S_1$

Berdasarkan hasil penelusuran tersebut, dapat diketahui nilai parameter yakni :

$S_s$  : 0,317 g

$S_1$  : 0,142 g

### 3.5.2 Menentukan Kategori Resiko Struktur Bangunan (I-IV) dan faktor Keutamaan (*Ie*)

Untuk berbagai kategori resiko struktur bangunan gedung dan non gedung sesuai Tabel 1 pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan *Ie* menurut Tabel. 2.

**Tabel 3.1 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung**

Jenis pemanfaatan	Kategori resiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki resiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan</li> <li>- Fasilitas sementara</li> <li>- Gudang penyimpanan</li> <li>- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori resiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen/ rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan/ mall</li> <li>- Bangunan industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> <li>- Pabrik</li> </ul>	II
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki resiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioskop</li> <li>- Gedung pertemuan</li> <li>- Stadion</li> <li>- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas penitipan anak</li> <li>- Penjara</li> <li>- Bangunan untuk orang jompo</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori resiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>- Fasilitas penanganan air</li> <li>- Fasilitas penanganan limbah</li> <li>- Pusat telekomunikasi</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori resiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	III

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan-bangunan monumental</li> <li>- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>- Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat</li> <li>- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> <li>- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>- Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> <li>- Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran ) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	IV

Sumber : SNI 03-1726-2012 (Hal : 14 dari 138)

Berdasarkan Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non-Gedung Hotel Grand Malebu termasuk dalam kategori resiko II kemudian dikalikan dengan faktor keutamaan gempa dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 3.2 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, $I_e$
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Berdasarkan kategori resiko gedung ini yakni : II, maka faktor keutamaan gempa adalah  $I_e = 1,0$

### 3.5.3 Menentukan Kelas Situs (SA - SF)

Menentukan klasifikasi dan koefisien kelas situs. Klasifikasi situs dapat ditentukan berdasarkan tabel berikut :

Tabel 3.3 Klasifikasi Kelas Situs Tanah

Kelas Situs	$\bar{V}_r$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_a$	$\bar{S}_v$ (kPa)
SA (batuan keras)	> 1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	$\geq 100$
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	<15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Indeks plastisitas, <math>PI &gt; 20</math>.</li> <li>2. Kadar air, <math>w \geq 40\%</math>, dan</li> <li>3. Kuat geser ultimat <math>\bar{S}_v &lt; 25 kPa</math></li> </ol>		

Dengan mengetahui klasifikasi situs tanah yak Tanah Sedang maka kemudian ditentukan koefisien  $F_a$  dan  $F_v$  sesuai pada tabel 3

### 3.5.4 Menentukan Koefisien Situs dan Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang dipertimbangkan Resiko - Tertarget (MCER)

Tabel 3.4 Koefisien Situs  $F_a$

Kelas Situs	Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa (MCE <sub>R</sub> ) terpetakan pada perioda pendek, $T = 0,2$ detik ( $S_S$ )				
	$S_S \leq 0,25$	$S_S = 0,5$	$S_S = 0,75$	$S_S = 1,0$	$S_S \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	$SS^b$				

Catatan :

(a) Untuk nilai nilai

antara  $S_s$  dapat dilakukan interpolasi linear)

(b)  $SS =$

Situs  $v\alpha$  memerlukan inversiasi geoteknik spesifik & analisis respon situs spesifik

Untuk mendapatkan nilai koefisien  $F_a$  dilakukan interpolasi linear, sebagai berikut

Dengan mengetahui nilai  $S_s : 0,317$  dan berdasarkan tabel diatas maka diketahui

nilai  $S_s$  berada diantara :

untuk  $S_{s1} = 0,500 \quad F_{a1} = 1,4$

untuk  $S_{s2} = 0,250 \quad F_{a2} = 1,6$  Sehingga dapat diinterpolasi sebagai berikut :

$$F_a = F_{a2} + \frac{S_s - S_{s2}}{S_{s1} - S_{s2}} \times F_{a1} - F_{a2}$$

$$F_a = 1,6 + \frac{0,317 - 0,250}{0,500 - 0,250} \times 1,4 - 1,6 = 1,5464$$

Dengan demikian untuk  $S_s = 0,317$  diperoleh  $F_a = 1,546$

**Tabel 3.5 Koefisien Situs  $F_v$**

Kelas Situs	Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa ( $MCE_E$ ) terpetakan pada perioda 1 detik ( $S_I$ )				
	$S_I \leq 0,1$	$S_I = 0,2$	$S_I = 0,3$	$S_I = 0,4$	$S_I \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	$SS^b$				

Catatan :

(a) Untuk nilai nilai

antara  $S_s$  dapat dilakukan interpolasi linear)

(b)  $SS =$  Situs  $v\alpha$  memerlukan inversiasi geoteknik spesifik & analisis respon situs spesifik

Untuk mendapatkan nilai koefisien  $F_a$  dilakukan interpolasi linear, sebagai berikut

Dengan mengetahui nilai  $S_1 : 0,142$  dan berdasarkan tabel diatas maka diketahui

nilai  $S_1$  berada diantara :

$F_{v_x} = 2,0$  untuk  $S_{s_x} = 0,20$

$F_{v_y} = 2,4$  untuk  $S_{s_y} = 0,10$  Sehingga dapat diinterpolasi sebagai berikut :

$$F_v = F_{v_x} + \frac{S_1 - S_{1_x}}{S_{1_y} - S_{1_x}} \times F_{v_y} - F_{v_x}$$

$$F_v = 2,0 + \frac{0,142 - 0,200}{0,100 - 0,200} \times 2,4 - 2,0 = 2,23$$

Dengan demikian untuk  $S_1 = 0,142$  diperoleh  $F_v = 2,23$

### 3.5.5 Menentukan Percepatan Spektral Desain $S_{DS}$ dan $S_{D1}$

Dengan mengetahui klasifikasi dan koefisien kelas situs maka dapat ditentukan :

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \times F_a \times S_s \qquad S_{D1} = \frac{2}{3} \times F_v \times S_1$$

$$= \frac{2}{3} \times 1,546 \times 0,317 \qquad = \frac{2}{3} \times 2,23 \times 0,142$$

$$S_{DS} = 0,327 \text{ g} \qquad S_{D1} = 0,211 \text{ g}$$

### 3.5.6 Menentukan Kategori Desain Seismik (A-D)

Selanjutnya menentukan kategori desain seismik berdasarkan tabel dibawah ini :

*Tabel 3.6. Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Perioda pendek*

Nilai $S_{DS}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Diketahui nilai  $S_{DS} = 0,327 \text{ g} < 0,33$  Untuk Kategori Risiko : maka termasuk kategori desain seismik **B**



**Tabel 3.7. Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 detik**

Nilai $S_{DI}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DI} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{DI} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{DI} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{DI}$	D	D

Diketahui nilai  $S_{DI}$  0,211 g > 0,20 Untuk Kategori Risiko : maka termasuk kategori desain seismik **D**

### 3.5.7 Menentukan Spektrum Respons Desain

$$T_0 = 0,2 \times \frac{S_{DI}}{S_{DS}} \qquad T_s = \frac{S_{DI}}{S_{DS}}$$

$$T_0 = 0,2 \times \frac{0,211}{0,327} \qquad T_s = \frac{0,211}{0,327}$$

$$= 0,129 \text{ detik} \qquad = 0,647 \text{ detik}$$

Untuk  $T = 0$ , maka :

$$S_a = S_{DS} \times 0,4 = 0,327 \times 0,4$$

$$= 0,1307 \text{ detik}$$

Untuk  $T < T_0$ , maka :

$$S_a = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

$$S_a = 0,327 \left( 0,4 + 0,6 \frac{0,010}{0,1293} \right) = 0,1459 \text{ detik}$$

Selanjutnya dibuat tabel untuk nilai T berikutnya, seperti sebagai :

*Tabel 3.8. Nilai Sa untuk  $T < T_0$*

T	Sa	T	Sa
0,01	0,1459	0,06	0,2217
0,02	0,1611	0,07	0,2369
0,03	0,1762	0,08	0,252
0,04	0,1914	0,09	0,2672
0,05	0,2065	0,10	0,2824

Untuk  $T_s < T < 1.0$ , maka :

$$Sa = \frac{SD1}{T} \text{ misalkan } T = 0,350$$

$$= \frac{0,211}{0,35} = 0,6 \text{ detik, selanjutnya ditampilkan dalam tabel dibawah}$$

*Tabel 3.9. Nilai Sa untuk  $T_s < T < 1.0$*

T	Sa	T	Sa	T	Sa	T	Sa	T	Sa
0,65	0,3251	0,72	0,2935	0,79	0,2675	0,86	0,2457	0,93	0,2272
0,66	0,3201	0,73	0,2894	0,8	0,2641	0,87	0,2429	0,94	0,2248
0,67	0,3154	0,74	0,2855	0,81	0,2609	0,88	0,2401	0,95	0,2224
0,68	0,3107	0,75	0,2817	0,82	0,2577	0,89	0,2374	0,96	0,2201
0,69	0,3062	0,76	0,278	0,83	0,2546	0,9	0,2348	0,97	0,2178
0,7	0,3019	0,77	0,2744	0,84	0,2515	0,91	0,2322	0,98	0,2156
0,71	0,2976	0,78	0,2709	0,85	0,2486	0,92	0,2297	0,99	0,2134

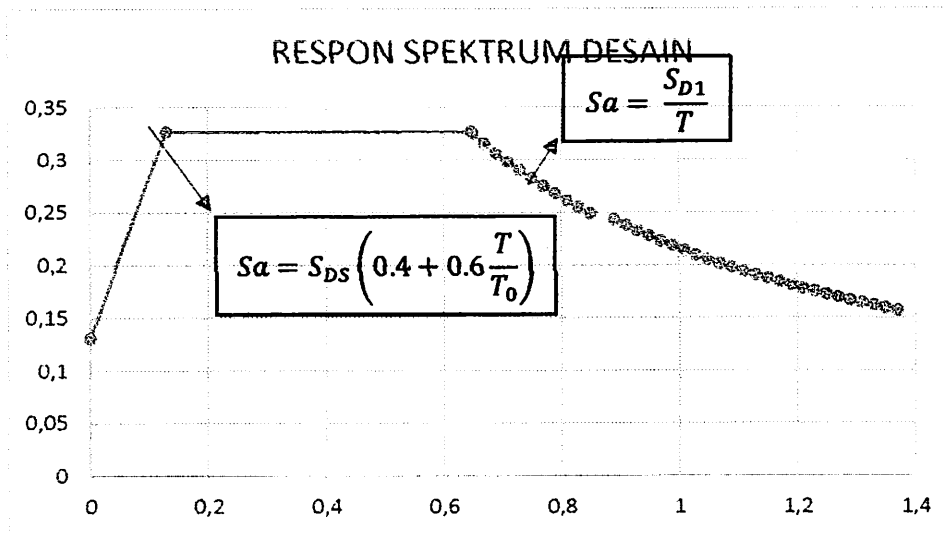
Untuk  $T = 1,0$  maka :

$$Sa = \frac{SD1}{T}$$

$$S_a = \frac{0,2113}{1,0}$$

$$= 0,211 \text{ detik}$$

Dengan demikian, diperoleh grafik respon spektrum sebagai berikut :



*Grafik 3.1. Desain Respon Spektrum*

### 3.5.8 Batasan Perioda Fundamental Struktur ( $T$ )

untuk struktur dengan ketinggian < 12 tingkat dimana sistem penahan gaya seismik terdiri dari rangka penahan momen beton atau baja secara keseluruhan dan tinggi tingkat paling sedikit 3 m.

$$T_a = 0,1 N$$

$N =$  Jumlah Tingkat

Batas perioda maksimum

$$T_{max} = C_u \cdot T_a$$

**Tabel 3.10. Koefisien untuk Batas Atas pada Perioda yg Dihitung**

Parameter percepatan respons spectral desain pada 1 detik ( $S_{DI}$ )	Koefisien $C_u$
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Diketahui  $S_{DI} = 0,211$  g maka koefisien  $C_u = 1,4$

Diketahui nilai N 9 Tingkat

• Arah x

$$\begin{aligned} T_a &= 0,1 N \\ &= 0,1 \times 9,0 \\ &= 0,90 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\max} &= C_u \cdot T_a \\ &= 1,4 \times 0,9 \\ &= 1,260 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$T_a < T_{\max} \dots \text{OK}$$

• Arah y

$$\begin{aligned} T_a &= 0,1 N \\ &= 0,1 \times 9,0 \\ &= 0,90 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\max} &= C_u \cdot T_a \\ &= 1,4 \times 0,9 \\ &= 1,260 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$T_a < T_{\max} \dots \text{OK}$$

### 3.5.9 Batasan Penggunaan Prosedur Analisis Gaya Lateral Ekuivalen (ELF)

Kontrol :

$$\begin{aligned} T_s &= S_{DI}/S_{DS} \\ &= 0,6465 \end{aligned}$$

$$3,5 T_s = 2,26$$

$T < 3,5 T_s$ , Sehingga digunakan prosedur analisa gempa statis ekuivalen

nilai :

$$S_{DS} = 0,327 \text{ g}$$

$$S_{DI} = 0,211 \text{ g}$$

### 3.5.10 Pemilihan Sistem Struktur dan Parameter Sistem ( $R, C_d, \Omega_0$ )

Tabel 3.11. (Faktor  $R$ ,  $C_d$  dan  $\Omega_0$  untuk sistem penahan gaya gempa

Sistem Penahan gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, $R$	Faktor kuat-lebih sistem $\Omega_0$	Faktor Pembesaran defleksi, $C_d$	batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, $h_x$				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D	E	F
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5,5	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5,5	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4,5	3	4	TB	TB	10	TI	TI
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3,5	3	3	TB	TB	TI	TI	TI
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5,5	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4,5	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2,5	TB	TB	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5,5	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4,5	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5,5	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2,5	TB	TB	TI	TI	TI
12. Rangka baja canai dingin pemikul momen khusus dengan	3,5	3	5,5	10	10	10	10	10

Dari Tabel diatas maka di dapat nilai Faktor  $R$ ,  $C_d$  dan  $\Omega_0$  untuk

Sistem penahan gaya dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen khusus adalah sebagai berikut :

$$R = 8,00 \quad C_d = 5,50 \quad \Omega_0 = 3,00$$

### 3.5.11 Perhitungan Geser Dasar Seismik

Perhitungan Geser Dasar Seismik, sebagai berikut :

$$V = C_s \times W$$

Dimana :

$W$  = Berat seismik efektif

$C_s$  = Koefisien respons seismik, perhitungan nilai  $C_s$  yakni :

$$C_s = \frac{S_{DS}}{(R/I_e)} = \frac{0,327}{(8 / 1)} = 0,0409$$

Dengan syarat :

- Nilai  $C_s$  tidak perlu melebihi berikut ini :

$$C_{s \max} = \frac{S_{D1}}{T \times (R/I_e)} = \frac{0,2113}{1,260 \times (8 / 1)} = 0,021$$

- Tidak kurang dari  $C_s = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01$

$$\begin{aligned} C_{s \min} &= 0,044 S_{DS} I_e \\ &= 0,044 \times 0,327 \times 1,0 \\ &= 0,0144 \end{aligned}$$

$$C_{s \min} \geq 0,010$$

Digunakan  $C_{s \min} = 0,0144$

- Untuk  $S_1 \geq 0,6$  g, nilai  $C_s$  harus tidak kurang dari :

$$C_{s \min} = \frac{0,5 \times S_1}{(R/I_e)} = \frac{1 \times 0,142}{8,0 / 1,0} = 0,0089$$

Karena nilai  $S_1 = 0,142 < 0,60$  maka rumusan ini tidak digunakan.

Sehingga,

$$C_{s \min} = 0,014 < C_{s \max} = 0,021 < C_s = 0,041$$

Maka digunakan  $C_{s_x} : 0,0210$

Maka digunakan  $C_{s_y} : 0,0210$

Sehingga nilai  $V_x$  dan  $V_y$  adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_x &= C_{s_x} \cdot W \\ &= 0,021 \times 4747290,31 = 99512,25 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_y &= C_{s_y} \cdot W \\ &= 0,021 \times 4747290,31 = 99512,25 \text{ Kg} \end{aligned}$$

### 3.5.12 Perhitungan Gaya Gempa Lateral $F_x$

$$F_x = C_{vx} \cdot V \quad \text{Pasal 7.8.3 SNI 1726-2012}$$

$$C_{vx} = \frac{W_x \cdot h_x^k}{\dots}$$

Dimana :

$C_{vx}$  = Faktor distribusi vertikal

$V$  = Gaya lateral design total atau geser di dasar struktur

$W_i$  &  $W_x$  = Bagian berat seismik sfektif total struktur ( $W$ ) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat  $i$  atau  $x$

$h_i$  &  $h_x$  = Tinggi (m) dari dasar sampai tingkat  $i$  atau  $x$

$K$  = Eksponen yang terkait dengan perioda struktur sebagai berikut :

Untuk struktur yang mempunyai dengan perioda sebesar 0,5 detik atau kurang ,  $K = 1$

Untuk struktur yang mempunyai dengan perioda sebesar 2,5 detik atau lebih ,  $K = 2$

Untuk struktur yang mempunyai dengan perioda sebesar 0,5 dan 2,5 detik  $k$  harus sebesar 2 atau harus ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2

Melalui Interpolasi Didapat  $T_x = 1,260$  Detik

Untuk nilai  $T_x$  1,26 g berada diantara nilai

$T_x = 0,50$      $K_x = 1,000$     Maka untuk mendapatkan nilai  $K$  dari  $T_x$  harus

$T_x = 2,50$      $K_x = 2,000$     di interpolasi terlebih dahulu sebagai berikut :

$T_x = 1,260$      $K_x = \dots\dots\dots?$

$$K_x = 1,000 + \frac{1,260 - 0,500}{2,500 - 0,500} \times 2,000 - 1,000 = 1,380$$

Melalui Interpolasi Didap.  $T_y = 1,260$  Detik

Untuk nilai  $T_y$  1,26.g berada diantara nilai

$T_y = 0,500$   $K_y = 1,000$  Maka untuk mendapatkan nilai  $K$  dari  $T_y$  harus

$T_y = 2,500$   $K_y = 2,000$  di interpolasi terlebih dahulu sebagai berikut :

$T_y = 1,260$   $K_y = \dots\dots?$

$$K_y = 1,000 + \frac{1,260 - 0,500}{2,500 - 0,500} \times 2,000 - 1,000 = 1,380$$

$$V_x = 99512,2 \text{ Kg} = 99,51 \text{ Ton}$$

$$V_y = 99512,2 \text{ Kg} = 99,51 \text{ Ton}$$

### ***Gaya Gempa Lateral***

**Tabel 3.12 Gaya gempa lateral dibagi ke setiap lantai diafragma**

Lantai	Weight (Wi) Kg	Tinggi (hi) m	$W_i \times h_i^{K_x}$	$W_i \times h_i^{K_y}$	$F_x$ (kg)	$F_y$ (kg)
Atap	183831,8	33,5	23387428,53	23387428,53	8496,9	8496,9
Lantai 7	475156,9	30,0	51911594,43	51911594,43	18860,1	18860,1
Lantai 6	493295,9	26,5	45413689,97	45413689,97	16499,3	16499,3
Lantai 5	629003,1	23,0	47625240,63	47625240,63	17302,8	17302,8
Lantai 4	629003,1	19,5	37922811,99	37922811,99	13777,8	13777,8
Lantai 3	629003,1	16,0	28862792,38	28862792,38	10486,2	10486,2
Lantai 2	690309,0	12,5	22530940,64	22530940,64	8185,7	8185,7
Lantai 1	596011,0	9,0	12362575,01	12362575,01	4491,5	4491,5
Lt. Dasar	421676,6	5,0	3886494,52	3886494,52	1412,0	1412,0
<b>Total</b>	<b>4747290,3</b>		<b>273903568,1</b>	<b>273903568,1</b>	<b>99512</b>	<b>99512</b>



### Beban gempa yang bekerja pada titik pusat massa

Tabel 3.13 Beban gempa yang bekerja di pusat massa

Lantai	F <sub>x</sub> (100%) kg	F <sub>x</sub> (30%) kg	F <sub>y</sub> (100%) kg	F <sub>y</sub> (30%) kg
Atap	8496,92	2549,07	8496,92	2549,07
Lantai 7	18860,07	5658,02	18860,07	5658,02
Lantai 6	16499,30	4949,79	16499,30	4949,79
Lantai 5	17302,79	5190,84	17302,79	5190,84
Lantai 4	13777,78	4133,34	13777,78	4133,34
Lantai 3	10486,18	3145,85	10486,18	3145,85
Lantai 2	8185,74	2455,72	8185,74	2455,72
Lantai 1	4491,46	1347,44	4491,46	1347,44
Lt. Dasar	1412,01	423,60	1412,01	423,60

### 3.6 Kombinasi Pembebanan

Agar suatu struktur atau komponen memenuhi syarat keamanan dan kelayakan pakai terhadap macam-macam kombinasi yang ada, maka harus diperhitungkan faktor-faktor beban menurut SNI 1727-2013 sebagai berikut :

#### No. Kombinasi Pembebanan

1.  $U = 1,4 D$
2.  $U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$
3.  $U = 1,2 D + 1,6 (Lr \text{ atau } R) + (1,0 L \text{ atau } 0,5 W)$
4.  $U = 1,2 D + 1,0 W + 1,0 L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$
5.  $U = 1,2 D + 1,0 E + 1,0 L$
6.  $U = 0,9 D + 1,0 W$
7.  $U = 0,9 D + 1,0 E$

#### 3.6.1 Pengaruh beban gempa vertikal

Pengaruh beban gempa vertikal  $E_v$ , harus ditentukan sesuai dengan persamaan :

$$E_v = 0,2 S_{Ds} D$$

Dari program spektra, diperoleh  $S_{D1} = 0,327 g$ . Berdasarkan tabel 3.4, karena nilai  $S_{Ds} > 0,20$ , maka gedung tersebut termasuk dalam kategori desain seismik D dengan faktor redundansi ( $\rho$ ) sebesar 1,3. dengan mensubstitusikan nilai tersebut ke dalam kombinasi pembebanan, maka diperoleh :

#### 3.6.2 Pengaruh beban gempa horisontal

Pengaruh beban gempa horisontal,  $E_h$ , harus ditentukan sesuai dengan persamaan sebagai berikut :

$$E_h = \rho Q_E$$

$Q_E$  = Pengaruh gaya gempa horisontal  $V$  atau  $F_p$

$\rho$  = Faktor redundansi, digunakan 1,3

### 3.6.3 Kombinasi Beban yang Digunakan

1. 1,4 DL
2. 1,2 DL + 1,6 LL
3.  $\left[ 1,2 + 0,2 S_{Ds} \right] D \pm \rho Q_{ex} \pm 0,3 \rho Q_{ey} + L$   
 $1,265 D + 1,3 Q_{ex} + 0,39 Q_{ey} + 1 L$   
 $1,265 D + 1,3 Q_{ex} - 0,39 Q_{ey} + 1 L$   
 $1,265 D - 1,3 Q_{ex} + 0,39 Q_{ey} + 1 L$   
 $1,265 D - 1,3 Q_{ex} - 0,39 Q_{ey} + 1 L$
4.  $\left[ 1,2 + 0,2 S_{Ds} \right] D \pm 0,3 \rho Q_{ex} \pm \rho Q_{ey} + L$   
 $1,265 D + 0,39 Q_{ex} + 1,3 Q_{ey} + 1 L$   
 $1,265 D + 0,39 Q_{ex} - 1,3 Q_{ey} + 1 L$   
 $1,265 D - 0,39 Q_{ex} + 1,3 Q_{ey} + 1 L$   
 $1,265 D - 0,39 Q_{ex} - 1,3 Q_{ey} + 1 L$
5.  $\left[ 0,9 - 0,2 S_{Ds} \right] D \pm \rho Q_{ex} \pm 0,3 \rho Q_{ey}$   
 $0,83 D + 1,3 Q_{ex} + 0,39 Q_{ey}$   
 $0,83 D + 1,3 Q_{ex} - 0,39 Q_{ey}$   
 $0,83 D - 1,3 Q_{ex} + 0,39 Q_{ey}$   
 $0,83 D - 1,3 Q_{ex} - 0,39 Q_{ey}$
6.  $\left[ 0,9 - 0,2 S_{Ds} \right] D \pm 0,3 \rho Q_{ex} \pm \rho Q_{ey}$   
 $0,83 D + 0,39 Q_{ex} + 1,3 Q_{ey}$   
 $0,83 D + 0,39 Q_{ex} - 1,3 Q_{ey}$   
 $0,83 D - 0,39 Q_{ex} + 1,3 Q_{ey}$   
 $0,83 D - 0,39 Q_{ex} - 1,3 Q_{ey}$

### 3.7 Simpangan Antar Lantai

Simpangan Antara Lantai 1 dan Lantai 2 =  $(\delta_2 - \delta_1)$

$$(\delta_2 - \delta_1) = [0,0030 - 0,0019] = 0,0011 \text{ m}$$

Tinggi tingkat ( $h_i$ ) = 4,00 m

Faktor Pemb. Defleksi ( $C_d$ ) = 5,5

Faktor Keutamaan Gempa ( $I_e$ ) = 1,00

Simpangan Antara Lantai yang diijinkan untuk gedung dengan kriteria risiko II :  
untuk sistem penahan gaya gempa yang terdiri dari rangka momen tidak boleh  
melebihi  $\Delta_a/\rho$ .

$$\Delta_a = 0,02 H_{sx}$$

Faktor redundansi untuk gedung dengan **KDS D** adalah :  $\rho = 1,3$

**Simpangan yang diperbesar :**

$$\begin{aligned}\Delta_3 &= (\delta_3 - \delta_2) \cdot C_d / I_e \\ &= [0,0030 - 0,002] \times 5,50 / 1,00 \\ &= 0,006 \text{ m}\end{aligned}$$

**Syarat Story drift**

$$\begin{aligned}\Delta_a &= 0,02 \times 4,0 / 1 \\ &= 0,062 \text{ m}\end{aligned}$$

**Cek Syarat Simpangan**

$$\Delta_3 < \Delta_a = 0,006 < 0,062 \quad \mathbf{OK}$$

**Tabel Simpangan Struktur Akibat Beban Gempa Arah X dan Y (Dari Etabs)**

Tingkat	Elevasi	hi	Gempa QX		Gempa QY	
			Arah		Arah	
	(m)	(m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
Lt. Atap	33,5	3,5	0,022	0,007	0,0056	0,0175
Lantai 7	30,0	3,5	0,021	0,009	0,0055	0,0169
Lantai 6	26,5	3,5	0,02	0,008	0,0052	0,0161
Lantai 5	23,0	3,5	0,019	0,008	0,0049	0,0149
Lantai 4	19,5	3,5	0,017	0,007	0,0044	0,0133
Lantai 3	16,0	3,5	0,014	0,006	0,0038	0,0114
Lantai 2	12,5	4,0	0,012	0,005	0,0030	0,0091
Lantai 1	8,5	5,0	0,008	0,004	0,0019	0,0059
Lantai Dasar	3,5	3,5	0,002	0,001	0,0005	0,0018
Lt. Basement	0,0	0	0	0	0	0

**Tabel Kontrol Simpangan Antar Lantai Akibat Beban Gempa Arah X**

Tingkat	Elevasi	hi	Total Drift	Story Drift	Story Drift * Cd / Ie	Drift Ratio	Cek
							Drift Δ
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Lt. Atap	33,5	3,5	0,0056	0,0001	0,0006	0,0538	OK
Lantai 7	30,0	3,5	0,0055	0,0003	0,0014	0,0538	OK
Lantai 6	26,5	3,5	0,0052	0,0003	0,0018	0,0538	OK
Lantai 5	23,0	3,5	0,0049	0,0005	0,0027	0,0538	OK
Lantai 4	19,5	3,5	0,0044	0,0006	0,0034	0,0538	OK
Lantai 3	16,0	3,5	0,0038	0,0007	0,0041	0,0538	OK
Lantai 2	12,5	4,0	0,0030	0,0011	0,0059	0,0615	OK
Lantai 1	8,5	5,0	0,0019	0,0014	0,0077	0,0769	OK
Lantai Dasar	3,5	3,5	0,0005	0,0005	0,0030	0,0538	OK
Lt. Basement	0	0	0	0	0	0	0

**Tabel Kontrol Simpangan Antar Lantai Akibat Beban Gempa Arah Y**

Tingkat	Elevasi	hi	Total Drift	Story Drift	Story Drift * Cd/Ie	Drift Ratio	Syarat Drift Δ
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Lt. Atap	33,5	3,5	0,0175	0,0007	0,0037	0,0538	OK
Lantai 7	30,0	3,5	0,0169	0,0008	0,0043	0,0538	OK
Lantai 6	26,5	3,5	0,0161	0,0012	0,0064	0,0538	OK
Lantai 5	23,0	3,5	0,0149	0,0016	0,0087	0,0538	OK
Lantai 4	19,5	3,5	0,0133	0,0019	0,0107	0,0538	OK
Lantai 3	16,0	3,5	0,0114	0,0023	0,0124	0,0538	OK
Lantai 2	12,5	4,0	0,0091	0,0032	0,0176	0,0615	OK
Lantai 1	8,5	5,0	0,0059	0,0041	0,0228	0,0769	OK
Lantai Dasar	3,5	3,5	0,0018	0,0018	0,0099	0,0538	OK
Lt. Basement	0	0	0	0	0	0	0

## BAB IV

### PERHITUNGAN PENULANGAN STRUKTUR

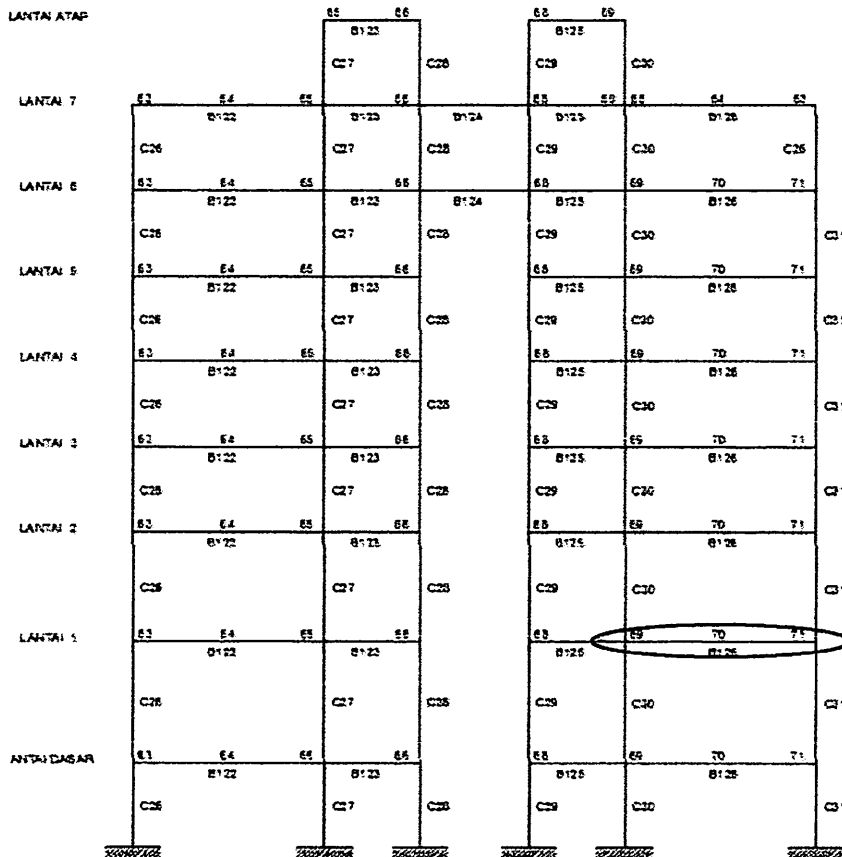
#### 4.1 Perhitungan Penulangan Balok

##### 4.1.1 Perhitungan Tulangan Lentur Balok

Penulangan yang di rencanakan adalah balok B126 yang terletak pada Lantai

Data Perencanaan :

bw = 350 mm	Tul. Utama = 22 mm	
h = 600 mm	Tul. Begel = 10 mm	
p = 40 mm	fc' = 30 Mpa	→ β <sub>1</sub> = 0,850
hf = 120 mm	fy = 400 Mpa	
L = 7000 mm	fy <sub>s</sub> = 260 Mpa	



**Gambar. 4.1 Portal Line E**

$d'$  = selimut beton - Tul. Begel -  $\frac{1}{2}$ . Tul. Utama

$$= 40 + 10 + \frac{1}{2} \times 22$$

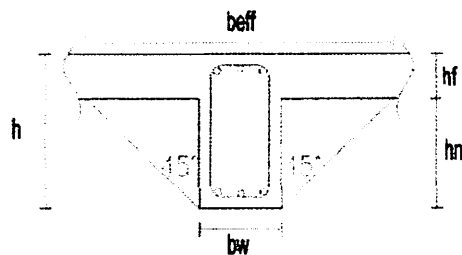
$$= 61,0 \text{ mm}$$

$d = h - d'$

$$= 600 - 61,0$$

$$= 539 \text{ mm}$$

Lebar efektif balok T



**Gambar. 4.2 Lebar efektif balok T**

$$b_{\text{eff}} = [2 \times h_n] + b_w$$

$$= [2 \times 480] + 350 = b_{\text{eff}} = 1310 \text{ mm}$$

$$b_e = \frac{1}{4} \cdot L = \frac{1}{4} \times 7000 = 1750 \text{ mm}$$

$$b_e = 8 \cdot h_f = 8 \times 120 = 960 \text{ mm}$$

$$b_e = \frac{1}{2} \cdot L_n = \frac{1}{2} \times 6400 = 3200 \text{ mm}$$

Diambil nilai  $b_{\text{eff}}$  yang terkecil yaitu = 960 mm

Jarak bersih antar tulangan  $S_n = 30 \text{ mm}$

Jumlah tulangan maksimal pada baris 1 baris :

$$n = \frac{b_w - 2 \cdot d'}{D + S_n} + 1 = \frac{350 - 2 \times 61,0}{22 + 30} + 1 = 5,385 \quad \text{Maks. 5 batang}$$

Tulangan minimal sedikitnya harus dihitung berdasarkan SNI 2847-2013 pasal

10.5.1 :

$$A_{s \text{ min}} = \frac{0,25 \sqrt{f_c'}}{f_y} \times b_w \cdot d = \frac{0,25 \sqrt{30}}{400} \times 350 \times 539 = 645,8 \text{ mm}^2$$



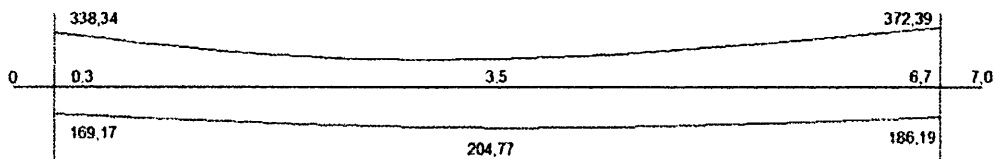
$$A_{s \min} = \frac{1,4 \text{ bw} \cdot d}{f_y} = \frac{1,4 \times 350 \times 539}{400} = 660,3 \text{ mm}^2$$

Digunakan Tulangan minim 2 D 22 dengan rumusan sebagai berikut :

$$A_s = 2 \times 1/4 \times 22/7 \times 22^2$$

$$= 760,6 \text{ mm}^2$$

$$(A_s = 760,57 \text{ mm}^2 > A_{s \min} = 660,3 \text{ mm}^2)$$



Gambar. 4.3 Flexural Design Balok B126

#### A. Perhitungan Penulangan Tumpuan Kiri

$$M_u^- = 338,34 \text{ kNm (Komb. 1,265 D + 1 L - 1,3 Qex - 0,39 Qey)}$$

$$= 338338000 \text{ Nmm}$$

$$M_u^+ = 169,17 \text{ kNm (Komb. 1,265 D + 1 L - 1,3 Qex - 0,39 Qey)}$$

$$= 169169000 \text{ Nmm}$$

Dicoba pemasangan tulangan sebagai berikut :

- Tulangan yang terpasang pada daerah tarik 7 D 22 (  $A_s = 2662 \text{ mm}^2$  )
- Tulangan yang terpasang pada daerah tekan 4 D 22 (  $A_s' = 1521,1 \text{ mm}^2$  )

#### Analisa Momen Negatif

$$\text{Tulangan tarik } A_{s1} = 5 \text{ D } 22 = 1901,4 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 2662 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2} = 2 \text{ D } 22 = 760,57 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan tekan } A_s' = 4 \text{ D } 22 = 1521,1 \text{ mm}^2$$

$$y_1 = P + \emptyset \text{ Tul. Polos} + 1/2 \times \emptyset \text{ Tul. Ulir}$$

$$= 40 + 10 + 1/2 \times 22 = 61,0 \text{ mm}$$

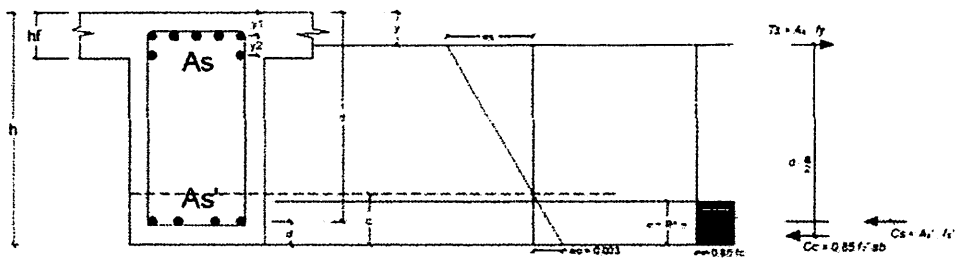
$$y_2 = y_1 + p \times 1/2 \times \varnothing \text{ Tul. Ulir}$$

$$= 61,0 + 40 + 1/2 \times 22 = 112,0 \text{ mm}$$

$$y = d' = \frac{As_1 \times y_1 + As_2 \times y_2}{As_1 + As_2}$$

$$= \frac{1901,429 \times 61,0 + 760,5714 \times 112,0}{1901,429 + 760,5714} = 75,6 \text{ mm}$$

$$d = 600 - 75,6 = 524,4 \text{ mm}$$



**Gambar 4.4 Penampang balok dan diagram regangan - tegangan momen negatif tumpuan kiri**

Dimisalkan garis netral  $> d'$ , maka perhitungan garis netral harus dicari menggunakan persamaan :

$$C_c + C_s = T_s$$

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot bw + As' \cdot fs' = As \cdot fy \rightarrow \text{substitusi nilai } fs' = \frac{(c - d')}{c} \times 600$$

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot bw + As' \cdot \frac{(c - d')}{c} \times 600 = As \cdot fy$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot bw) \cdot c + As'(c - d') \cdot 600 = As \cdot fy \cdot c$$

Substitusi nilai :  $a = \beta_1 \cdot c$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot c \cdot bw) \cdot c + As'(c - d') \cdot 600 = As \cdot fy \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot bw) \cdot c^2 + 600As' \cdot c - 600As' \cdot d' = As \cdot fy \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot bw) \cdot c^2 + 600As' \cdot c - 600As' \cdot d' - As \cdot fy \cdot c = 0$$

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

$$\left[ 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 350 \right] c^2 + \left[ 600 \times 1521,14 - 2662,00 \times 400 \right] c$$

$$- 600 \times 1521,1 \times 75,6 = 0$$

$$7586,25 c^2 + [-152114] c - 68972963,3 = 0$$

dengan rumus ABC dapat dihitung nilai c :

$$c = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

$$= \frac{152114 + \sqrt{-152114^2 - 4 \times 7586,3 \times 68972963,3}}{2 \times 7586,25}$$

$$= \frac{152114 + 1454690}{15172,5} = 105,9 \text{ mm}$$

dihitung nilai a :

$$a = \beta_1 \times c$$

$$= 0,85 \times 105,9$$

$$= 90,02 \text{ mm}$$

dihitung nilai - nilai :

$$\epsilon_s' = \frac{c - d'}{c} \times \epsilon_c = \frac{105,9 - 75,6}{105,9} \times 0,003 = 0,00086$$

$$\epsilon_s = \frac{d - c}{c} \times \epsilon_c = \frac{524,4 - 105,9}{105,9} \times 0,003 = 0,01186$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{400}{200000} = 0,00200$$

$$0,01186 > 0,00200 > 0,00086$$

Karena  $\epsilon_s > \epsilon_y > \epsilon_s'$  maka tulangan baja tarik telah leleh, baja tekan belum dihitung tegangan pada tulangan baja tekan

$$\begin{aligned} \text{Tegangan baja tekan } f_s' &= \epsilon_s' \times E_s \\ &= 0,00086 \times 200000 \\ &= 171,84 \text{ Mpa} < 400 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Menghitung gaya tekan dan tarik

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot B_w & C_s &= A_s' \times f_s' \\ &= 0,85 \times 30 \times 90,02 \times 350 & &= 1521 \times 171,84 \\ &= 803402,2 \text{ N} & &= 261397,8 \text{ N} \\ T_s &= A_s \times f_{y_{ulir}} & Z &= d - (1/2 \times a) \\ &= 2662 \times 400 & &= 524,4 - (1/2 \times 90,0) \\ &= 1064800 \text{ N} & &= 479,42 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$C_c + C_s = T_s$$

$$\begin{aligned} 803402,2 + 261397,8 &= 1064800,00 \\ 1064800,0 &= 1064800,0 \end{aligned}$$

$$M_n = T_s \times Z$$

$$\begin{aligned} &= 1064800 \times 479,42 \\ &= 510486463,75 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n = \phi \cdot M_n$$

$$\begin{aligned} &= 0,8 \times 510486463,75 \\ &= 408389171,00 \text{ Nmm} > M_u = 338338000 \text{ Nmm} \quad \mathbf{Aman} \end{aligned}$$

### Kontrol Momen Positif

$$\begin{aligned} \text{Tulangan tekan } A_{s_1}' &= 5 \text{ D } 22 = 1901,4 \text{ mm}^2 & A_s' &= 2662,0 \text{ mm}^2 \\ A_{s_2}' &= 2 \text{ D } 22 = 760,57 \text{ mm}^2 \\ \text{Tulangan tarik } A_s &= 4 \text{ D } 22 = 1521,1 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$y_1 = p + \emptyset \text{ Tul. Polos} + 1/2 \times \emptyset \text{ Tul. Ulir}$$

$$= 40 + 10 + 1/2 \cdot 22 = 61,0 \text{ mm}$$

$$y_2 = y_1 + p + 1/2 \times \text{Tul. Utama}$$

$$= 61,0 + 40 + 1/2 \cdot 22 = 112,0 \text{ mm}$$

$$y = d' = \frac{As_1 \times y_1 + As_2 \times y_2}{As_1 + As_2}$$

$$= \frac{1901,4 \times 61 + 760,57 \times 112}{1901,4 + 760,57} = 75,6 \text{ mm}$$

$$d = 600 - 75,6 = 524,4 \text{ mm}$$

Dimisalkan garis netral  $> y_2$ , maka perhitungan garis netral harus dicari menggunakan persamaan :

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b_w + As' \cdot fs' = As \cdot fy \rightarrow \text{substitusi nilai } fs' = \frac{(c - y_2)}{c} \times 600$$

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b_w + As' \cdot \frac{(c - y)}{c} \times 600 = As \cdot fy$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b_w) \cdot c + As' (c - y_2) \times 600 = As \cdot fy \cdot c$$

Substitusi nilai :  $a = \beta 1 \cdot c$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta 1 \cdot c \cdot b_w) \cdot c + As' (c - y_2) 600 = As \cdot fy \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta 1 \cdot b_w) c^2 + 600As' \cdot c - 600As' \cdot y_2 = As \cdot fy \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta 1 \cdot b_w) c^2 + 600As' \cdot c - 600As' \cdot y_2 - As \cdot fy \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta 1 \cdot b_w) c^2 + (600As' - As \cdot fy) \cdot c - 600As' \cdot y_2 = 0$$

$$\left[ 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 350 \right] c^2 + \left[ 600 \times 2662,00 - 1521 \times 400 \right] c - 600 \times 2662,00 \times 112,0 = 0$$

$$7586,3 c^2 + 988742,9 c - 178886400 = 0$$

dengan rumus ABC dapat dihitung nilai c :

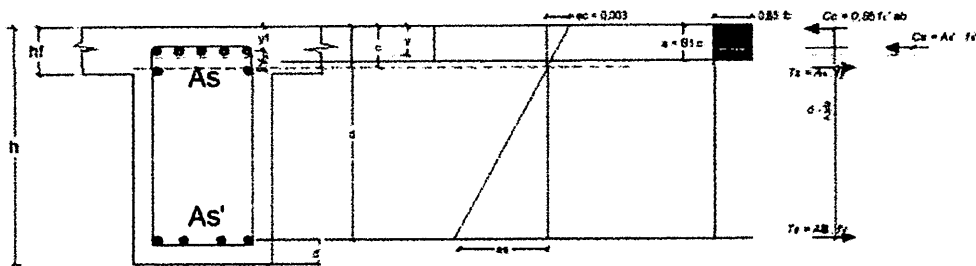
$$c = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

$$= \frac{-988743 + \sqrt{988743^2 - 4 \times 7586,3 \times 178886400}}{2 \times 7586,3}$$

$$= \frac{-988742,9 + 2530992}{15172,5} = 101,6 \text{ mm}$$

$$c = 101,6 \text{ mm}$$

Karena  $c < y_2$ , tulangan tekan sebagian mengalami gaya tarik maka nilai  $c$  harus dihitung ulang.



**Gambar 4.5 Penampang balok dan diagram regangan - tegangan momen positif tumpuan kiri yang sudah dihitung ulang**

Dimisalkan garis netral diantara  $y_1$  dan  $y_2$  maka perhitungan garis netral dicari dengan menggunakan persamaan :

$$C_c + C_s = T_s$$

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b_w + A_s' \cdot f_s' = A_{s1} \cdot f_y + A_{s2} \cdot f_y$$

$$\rightarrow \text{substitusi nilai } f_s' = \frac{(c - y_1')}{c} \times 600$$

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b_w + A_s' \cdot \frac{(c - y_1')}{c} \times 600 = A_{s1} \cdot f_y + A_{s2} \cdot f_y$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b_w) \cdot c + A_s' \cdot (c - y_1') \cdot 600 = A_{s1} \cdot f_y \cdot c + A_{s2} \cdot f_y \cdot c$$

$$\text{Substitusi nilai : } a = \beta_1 \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b_w) \cdot c + A_s' \cdot (c - y_1') \cdot 600 = A_{s1} \cdot f_y \cdot c + A_{s2} \cdot f_y \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot b_w) \cdot c^2 + 600 A_s' \cdot c - 600 A_s' \cdot y_1' = A_{s1} \cdot f_y \cdot c + A_{s2} \cdot f_y \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot 1 \cdot b_w) c^2 + (600 A_{s1} - A_{s2} \cdot f_y - A_{s'} \cdot f_y) \cdot c - 600 A_{s1} \cdot y_1' = 0$$

$$\left[ 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 350 \right] c^2 + \left[ 600 \times 1901,43 - 760,57 \times 400 - 1521,14 \times 400 \right] c - 600 \times 1901,43 \times 61,0 = 0$$

$$7586,25 c^2 + [228171] c - 69592285,7 = 0$$

dengan rumus ABC dapat dihitung nilai c :

$$c = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

$$= \frac{-228171 + \sqrt{228171^2 - 4 \times 7586,3 \times 69592285,7}}{2 \times 7586,3}$$

$$c = \frac{-228171 + 1471000}{15172,5} = 81,91 \text{ mm}$$

dihitung nilai a :

$$a = \beta \cdot c$$

$$= 0,85 \times 81,91 = 69,63 \text{ mm}$$

$$f_s' = \varepsilon_s' \cdot E_s$$

$$= \frac{c - y_1'}{c} \times \varepsilon_c \cdot E_s = \frac{81,91 - 61,0}{81,91} \times 0,003 \times 200000$$

$$= 153,19 \text{ Mpa}$$

Menghitung gaya tekan dan tarik

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b_w$$

$$= 0,85 \times 30 \times 69,63 \times 350$$

$$= 621414,135 \text{ N}$$

$$C_s = A_{s'} \times f_s'$$

$$= 1901,4 \times 153,2$$

$$= 291271,58 \text{ N}$$

$$T_{s1} = A_s \times f_y$$

$$= 1521,1 \times 400$$

$$= 608457,143 \text{ N}$$

$$T_{s2} = A_{s2} \times f_y$$

$$= 760,6 \times 400$$

$$= 304228,571 \text{ N}$$

$$C_c + C_s = T_{s1} + T_{s2}$$

$$621414,135 + 291271,58 = 608457,143 + 304228,571$$

$$912685,714 = 912685,714$$

$$Z_1 = d - (1/2 \cdot a)$$

$$= 524,4 - [1/2 \cdot 69,63]$$

$$= 489,62 \text{ mm}$$

$$Z_2 = y_2 - c$$

$$= 112,0 - 81,9$$

$$= 30,09 \text{ mm}$$

$$M_n = (T_{s1} \times Z_1) + (T_{s2} \times Z_2)$$

$$= [608457,143 \times 489,62] + [304228,571 \times 30,09]$$

$$= 307063280 \text{ Nmm}$$

$$M_r = \phi \times M_n$$

$$= 0,8 \times 307063280$$

$$= 245650624 \text{ Nmm} > M_u^+ = 169169000,0 \text{ Nmm} \quad \mathbf{Aman}$$



## B. Perhitungan Penulangan Lapangan

$$\begin{aligned} \mu_u^+ &= 204,77 \text{ kNm (Komb. 1,2 D + 1,6 L)} \\ &= 204767000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Dicoba pemasangan tulangan sebagai berikut :

- Tulangan yang terpasang pada daerah tekan 3 D 22 (  $A_s = 1140,9 \text{ mm}^2$  )
- Tulangan yang terpasang pada daerah tarik 5 D 22 (  $A_s' = 1901,4 \text{ mm}^2$  )

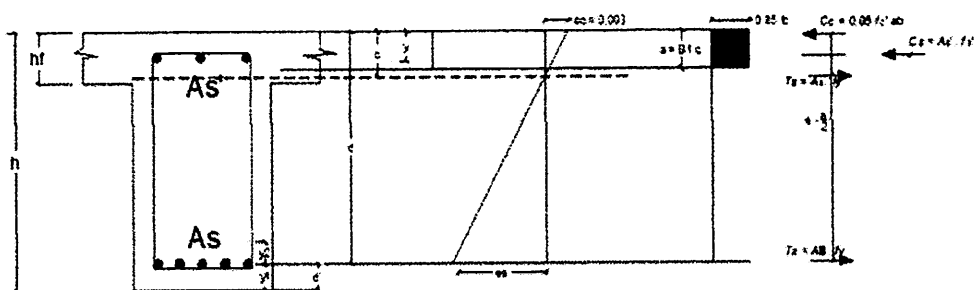
### Analisa Momen Positif

$$\text{Tulangan tarik } A_s = 5 \text{ D } 22 = 1901,4 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan tekan } A_s' = 3 \text{ D } 22 = 1140,9 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} y &= p + \emptyset \text{ Tul. Polos} + 1/2 \times \emptyset \text{ Tul. Ulir} \\ &= 40 + 10 + 1/2 \cdot 22 = 61 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$d = 600 - 61,0 = 539 \text{ mm}$$



**Gambar 4.6 Penampang balok dan diagram tegangan momen positif lapangan**

Dimisalkan garis netral  $> d'$ , maka perhitungan garis netral harus dicari menggunakan persamaan :

$$0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b_w + A_s' \cdot f_s' = A_s \cdot f_y \rightarrow \text{substitusi nilai } f_s' = \frac{(c - d')}{c} \times 600$$

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b_w) + A_s' \cdot \frac{(c - d')}{c} \times 600 = A_s \cdot f_y$$

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b_w) \cdot c + A_s' \cdot (c - d') \cdot 600 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

Substitusi nilai :  $a = \beta_1 \cdot c$

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot b_w) \cdot c + A_s'(c-d') \cdot 600 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

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

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

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

$$\left[ 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 350 \right] c^2 + \left[ 600 \times 1141 - 1901 \times 400 \right] c - 600 \times 1141 \times 61,0 = 0$$

$$7586,3 \quad c^2 + -76057,14 \quad c - 41755371,4 = 0$$

dengan rumus ABC dapat dihitung nilai c :

$$c = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

$$= \frac{76057,14 + \sqrt{-76057,14^2 - 4 \times 7586,3 \times 41755371,4}}{2 \times 7586,25}$$

$$= \frac{76057,14 + 1128207}{15172,5}$$

$$c = 79,372 \text{ mm}$$

dihitung nilai a :

$$a = \beta \times c$$

$$= 0,85 \times 79,37$$

$$= 67,47 \text{ mm}$$

dihitung nilai - nilai :

$$f_s' = \frac{c - d'}{c} \times \epsilon_c \times E_s$$

$$= \frac{79,37 - 61,0}{79,37} \times 0,003 \times 200000 = 138,88 \text{ Mpa}$$

$$f_s = f_y = 400 \text{ Mpa}$$

Menghitung gaya tekan dan tarik :

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b_w \\ &= 0,85 \times 30 \times 67,47 \times 350 \\ &= 602132,2 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= A_s \times f_y \\ &= 1901,4 \times 400 \\ &= 760571,4 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s &= A_s' \times f_s' \\ &= 1140,9 \times 138,9 \\ &= 158439,3 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z &= d - (1/2 \cdot a) \\ &= 539 - \left[ 1/2 \cdot 67,47 \right] \\ &= 505,27 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$C_c + C_s = T_s$$

$$\begin{aligned} 602132,16 + 158439,3 &= 760571,4 \\ 760571,4 &= 760571,4 \end{aligned}$$

$$M_n = T_s \times Z$$

$$\begin{aligned} &= 760571,4 \times 505,27 \\ &= 384291724,53 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n = \phi \cdot M_n$$

$$= 0,8 \times 384291724,53$$

$$= 307433379,62 \text{ Nmm} > M_u^+ = 204767000 \text{ Nmm} \quad \mathbf{Aman}$$

### **C Perhitungan Penulangan tumpuan kanan**

$$M_u^- = 372,39 \text{ kNm} \quad (\mathbf{Komb. 1,265 D + 1 L + 1,3 Q_{ex} + 0,39 Q_{ey}})$$

$$= 372390000 \text{ Nmm}$$

$$M_u^+ = 186,2 \text{ kNm} \quad (\mathbf{Komb. 1,265 D + 1 L + 1,3 Q_{ex} + 0,39 Q_{ey}})$$

$$= 186195000 \text{ Nmm}$$

Dicoba pemasangan tulangan sebagai berikut :

- Tulangan yang terpasang pada daerah tarik 7 D 22 (  $A_s = 2662 \text{ mm}^2$  )
- Tulangan yang terpasang pada daerah tekan 4 D 22 (  $A_s' = 1521,1 \text{ mm}^2$  )

### Analisa Momen Negatif

$$\begin{aligned} \text{Tulangan tarik } As_1 &= 5 D 22 = 1901,4 \text{ mm}^2 & As &= 2662 \text{ mm}^2 \\ As_2 &= 2 D 22 = 760,57 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

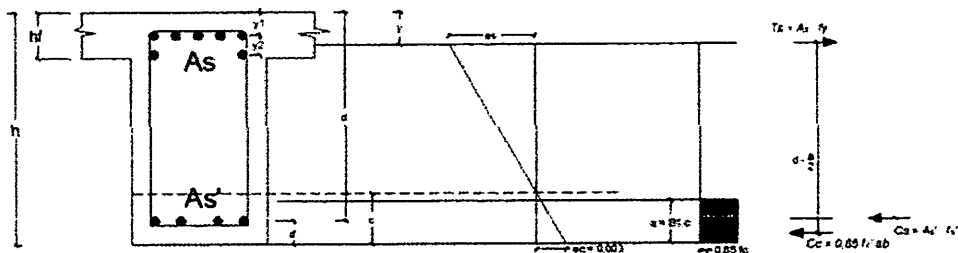
$$\text{Tulangan tekan } As' = 4 D 22 = 1521,1 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} y_1 &= P + \emptyset \text{ Tul. Polos} + 1/2 \times \emptyset \text{ Tul. Ulir} \\ &= 40 + 10 + 1/2 \times 22 = 61,0 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_2 &= y_1 + p \times 1/2 \times \emptyset \text{ Tul. Ulir} \\ &= 61,0 + 40 + 1/2 \times 22 = 112,0 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y = d' &= \frac{As_1 \times y_1 + As_2 \times y_2}{As_1 + As_2} \\ &= \frac{1901,429 \times 61,0 + 760,5714 \times 112,0}{1901,429 + 760,5714} = 75,6 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$d = 600 - 75,6 = 524,4 \text{ mm}$$



**Gambar 4.7 Penampang balok dan diagram tegangan momen negatif tumpuan kanan**

Dimisalkan garis netral  $> d'$ , maka perhitungan garis netral harus dicari menggunakan persamaan :

$$Cc + Cs = Ts$$

$$0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot bw + As' \cdot fs' = As \cdot fy \rightarrow \text{substitusi nilai } fs' = \frac{(c - d')}{c} \times 600$$

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b_w + A_s' \cdot \frac{(c - d')}{c} \times 600 = A_s \cdot f_y$$

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b_w) \cdot c + A_s'(c - d') \cdot 600 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

Substitusi nilai :  $a = \beta \cdot 1 \cdot c$

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot \beta \cdot 1 \cdot c \cdot b_w) \cdot c + A_s'(c - d') \cdot 600 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot \beta \cdot 1 \cdot b_w) \cdot c^2 + 600A_s' \cdot c - 600A_s' \cdot d' = A_s \cdot f_y \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot 1 \cdot b_w) c^2 + 600A_s' \cdot c - 600A_s' \cdot d' - A_s \cdot f_y \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot 1 \cdot b_w) c^2 + (600A_s' - A_s \cdot f_y) \cdot c - 600A_s' \cdot d' = 0$$

$$\left[ 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 350 \right] c^2 + \left[ 600 \times 1521,14 - 2662,00 \times 400 \right] c - 600 \times 1521,1 \times 75,6 = 0$$

$$7586,25 \ c^2 + [-152114] c - 68972963,3 = 0$$

dengan rumus ABC dapat dihitung nilai c :

$$c = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

$$= \frac{152114 + \sqrt{-152114^2 - 4 \times 7586,3 \times 68972963,3}}{2 \times 7586,25}$$

$$= \frac{152114 + 1454690}{15172,5} = 105,9 \text{ mm}$$

dihitung nilai a :

$$a = \beta \times c$$

$$= 0,85 \times 105,9$$

$$= 90,02 \text{ mm}$$

dihitung nilai - nilai :

$$\varepsilon_{s'} = \frac{c - d'}{c} \times \varepsilon_c = \frac{105,9 - 75,6}{105,9} \times 0,003 = 0,00086$$

$$\varepsilon_s = \frac{d - c}{c} \times \varepsilon_c = \frac{524,4 - 105,9}{105,9} \times 0,003 = 0,01186$$

$$\varepsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{400}{200000} = 0,00200$$

$$0,01186 > 0,00200 > 0,00086$$

Karena  $\varepsilon_s > \varepsilon_y > \varepsilon_{s'}$  maka tulangan baja tarik telah leleh, baja tekan belum dihitung tegangan pada tulangan baja tekan

$$\begin{aligned} \text{Tegangan baja tekan } f_{s'} &= \varepsilon_{s'} \times E_s \\ &= 0,00086 \times 200000 \\ &= 171,84 \text{ Mpa} < 400 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Menghitung gaya tekan dan tarik

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot B_w \\ &= 0,85 \times 30 \times 90,02 \times 350 \\ &= 803402,2 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_s &= A_s \times f_{y_{ulir}} \\ &= 2662 \times 400 \\ &= 1064800 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s &= A_{s'} \times f_{s'} \\ &= 1521 \times 171,84 \\ &= 261397,8 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z &= d - (1/2 \times a) \\ &= 524,4 - (1/2 \times 90,0) \\ &= 479,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$C_c + C_s = T_s$$

$$\begin{aligned} 803402,2 + 261397,8 &= 1064800,00 \\ 1064800,0 &= 1064800,0 \end{aligned}$$

$$M_n = T_s \times Z$$

$$\begin{aligned} &= 1064800 \times 479,42 \\ &= 510486463,75 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_n &= \phi \cdot M_n \\
&= 0,8 \times 510486463,75 \\
&= 408389171,00 \text{ Nmm} > \mu_u = 372390000 \text{ Nmm} \quad \text{Aman}
\end{aligned}$$

### Kontrol Momen Positif

$$\begin{aligned}
\text{Tulangan tekan } A_{s1} &= 5 \text{ D } 22 = 1901,4 \text{ mm}^2 & A_s &= 2662,0 \text{ mm}^2 \\
A_{s2} &= 2 \text{ D } 22 = 760,57 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

$$\text{Tulangan tarik } A_{s'} = 4 \text{ D } 22 = 1521,1 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
y_1 &= p + \emptyset \text{ Tul. Polos} + 1/2 \times \emptyset \text{ Tul. Ulir} \\
&= 40 + 10 + 1/2 \cdot 22 = 61,0 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
y_2 &= y_1 + p + 1/2 \times \text{Tul. Utama} \\
&= 61 + 40 + 1/2 \cdot 22 = 112,0 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
y &= d' = \frac{A_{s1} \times y_1 + A_{s2} \times y_2}{A_{s1} + A_{s2}} \\
&= \frac{1901,4 \times 61 + 760,57 \times 112}{1901,4 + 760,57} = 75,6 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$d = 600 - 75,6 = 524,4 \text{ mm}$$

Dimisalkan garis netral  $> y_2$ , maka perhitungan garis netral harus dicari menggunakan persamaan :

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b_w + A_{s'} \cdot f_{s'} = A_s \cdot f_y \rightarrow \text{substitusi nilai } f_{s'} = \frac{(c - y_2)}{c} \times 600$$

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b_w + A_{s'} \cdot \frac{(c - y_2)}{c} \times 600 = A_s \cdot f_y$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b_w) \cdot c + A_{s'} (c - y_2) \times 600 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

Substitusi nilai :  $a = \beta \cdot 1 \cdot c$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot 1 \cdot c \cdot b_w) \cdot c + A_{s'} (c - y_2) \cdot 600 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot 1 \cdot b_w) \cdot c^2 + 600 A_{s'} \cdot c - 600 A_{s'} \cdot y_2 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot 1 \cdot b_w) \cdot c^2 + 600 A_{s'} \cdot c - 600 A_{s'} \cdot y_2 - A_s \cdot f_y \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot b_w) c^2 + (600A_s' - A_s \cdot f_y) \cdot c - 600A_s' \cdot y_2 = 0$$

$$\left[ 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 350 \right] c^2 + \left[ 600 \times 2662,00 - 1521 \times 400 \right] c - 600 \times 2662,00 \times 112,0 = 0$$

$$7586,3 c^2 + 988742,9 c - 178886400 = 0$$

dengan rumus ABC dapat dihitung nilai c :

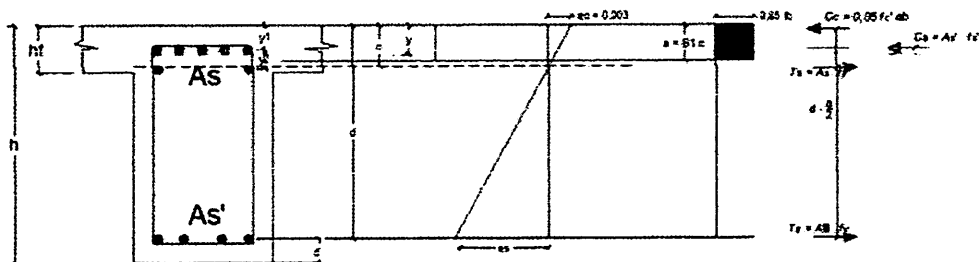
$$c = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

$$= \frac{-988743 + \sqrt{988743^2 - 4 \times 7586,3 \times 178886400}}{2 \times 7586,3}$$

$$= \frac{-988742,9 + 2530992}{15172,5} = 101,6 \text{ mm}$$

$$c = 101,6 \text{ mm}$$

Karena  $c < y_2$ , tulangan tekan sebagian mengalami gaya tarik maka nilai c harus dihitung ulang.



**Gambar 4.8 Penampang balok dan diagram regangan - tegangan momen positif tumpuan kanan yang sudah dihitung ulang**

Dimisalkan garis netral diantara  $y_1$  dan  $y_2$  maka perhitungan garis netral dicari dengan menggunakan persamaan :

$$C_c + C_s = T_s$$

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b_w + A_s' \cdot f_s' = A_{s1} \cdot f_y + A_{s2} \cdot f_y$$



$$\rightarrow \text{substitusi nilai } fs' = \frac{(c - y_1')}{c} \times 600$$

$$0,85 \cdot fc \cdot a \cdot bw + As' \cdot \frac{(c - y_1')}{c} \times 600 = As_1 \cdot fy + As_2 \cdot fy$$

$$(0,85 \cdot fc \cdot a \cdot bw) \cdot c + As'(c - y_1') \cdot 600 = As_1 \cdot fy + As_2 \cdot fy \cdot c$$

Substitusi nilai :  $a = \beta \cdot c$

$$(0,85 \cdot fc \cdot \beta \cdot c \cdot bw) \cdot c + As'(c - y_1') \cdot 600 = As_1 \cdot fy + As_2 \cdot fy \cdot c$$

$$(0,85 \cdot fc \cdot \beta \cdot c \cdot bw) \cdot c^2 + 600As' \cdot c - 600As' \cdot y_1' = As_1 \cdot fy + As_2 \cdot fy \cdot c$$

$$(0,85 \cdot fc \cdot \beta \cdot c \cdot bw) \cdot c^2 + (600As_1 - As_2 \cdot fy - As' \cdot fy) \cdot c - 600As_1 \cdot y_1' = 0$$

$$\left[ 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 350 \right] c^2 + \left[ 600 \times 1901,43 - 760,57 \times 400 - 1521,14 \times 400 \right] c - 600 \times 1901,43 \times 61,0 = 0$$

$$7586,25 \ c^2 + [228171] c - 69592285,7 = 0$$

dengan rumus ABC dapat dihitung nilai c :

$$c = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

$$= \frac{-228171 + \sqrt{228171^2 - 4 \times 7586,3 \times 69592285,7}}{2 \times 7586,3}$$

$$= \frac{-228171 + 1471000}{15172,5} = 81,91 \text{ mm}$$

dihitung nilai a :

$$a = \beta \cdot c$$

$$= 0,85 \times 81,91 = 69,63 \text{ mm}$$

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s$$

$$= \frac{c - y_1'}{c} \times \epsilon_c \cdot E_s = \frac{81,91 - 61,0}{81,91} \times 0,003 \times 200000$$

$$= 153,19 \text{ Mpa}$$

Menghitung gaya tekan dan tarik

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b_w$$

$$= 0,85 \times 30 \times 69,63 \times 350$$

$$= 621414,135 \text{ N}$$

$$C_s = A_s' \times f_s'$$

$$= 1901,4 \times 153,2$$

$$= 291271,58 \text{ N}$$

$$T_{s1} = A_s \times f_y$$

$$= 1521,1 \times 400$$

$$= 608457,143 \text{ N}$$

$$T_{s2} = A_{s2} \times f_y$$

$$= 760,6 \times 400$$

$$= 304228,571 \text{ N}$$

$$C_c + C_s = T_{s1} + T_{s2}$$

$$621414,135 + 291271,58 = 608457,143 + 304228,571$$

$$912685,714 = 912685,714$$

$$Z_1 = d - (1/2 \cdot a)$$

$$= 524,4 - [1/2 \cdot 69,63]$$

$$\cong 489,62 \text{ mm}$$

$$Z_2 = y_2 - c$$

$$= 112,0 - 81,9$$

$$\cong 30,09 \text{ mm}$$

$$M_n = (T_{s1} \times Z_1) + (T_{s2} \times Z_2)$$

$$= [608457,143 \times 489,62] + [304228,571 \times 30,09]$$

$$= 307063280 \text{ Nmm}$$

$$M_r = \phi \times M_n$$

$$= 0,8 \times 307063280$$

$$= 245650624 \text{ Nmm} > M_u^+ = 186195000,0 \text{ Nmm} \quad \mathbf{Aman}$$

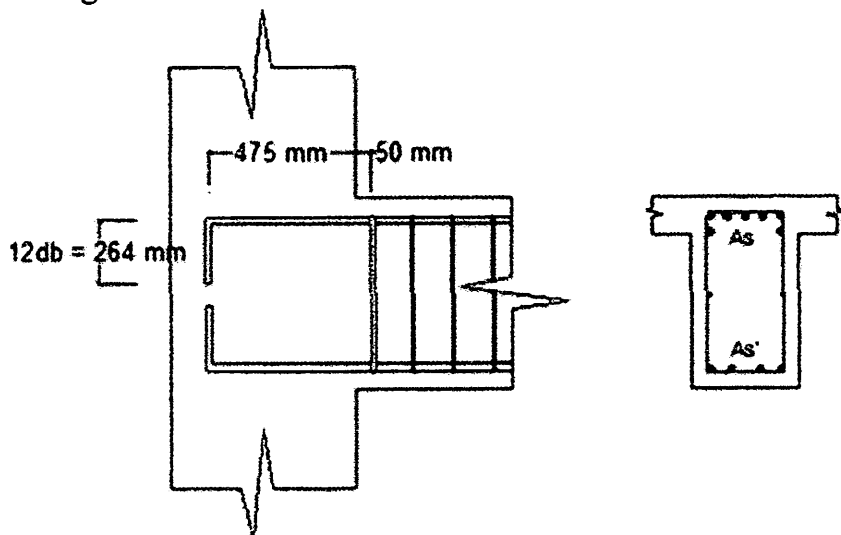
- **Penyaluran kait standar**

Berdasarkan SNI 2847-2013, Pasal 21.7.5, panjang penyaluran batang tulangan ( $l_{dh}$ ), untuk ukuran batang tulangan  $\emptyset$  - 10 sampai D - 36 dengan kait  $90^\circ$ , tidak boleh kurang dari syarat-syarat berikut ini :

- $l_{dh} = 150 \text{ mm}$
- $l_{dh} = 8db = 8 \times 22 = 176 \text{ mm}$
- $l_{dh} = \frac{f_y \cdot d_b}{5,4 \times \sqrt{f_c'}} = \frac{400 \times 22}{5,4 \times \sqrt{30}} = 297,5 \text{ mm}$
- $12 \text{ db} = 12 \times 22 = 264 \text{ mm}$

Dengan syarat minimum dari hasil perhitungan yang terbesar y: 298 mm, maka jika digunakan  $l_{dh}$  sepanjang 475 mm, sudah memenuhi syarat.

Panjang bengkokan yang memenuhi syarat adalah sepanjang 12db dengan sudut bengkokan sebesar  $90^\circ$ .



**Gambar 4.9 Detail Panjang penulangan kait**

#### 4.1.2 Penulangan Geser Balok

- Menghitung  $M_{pr}$  (*Moment Probable Capacities*)

Geser rencana akibat gempa pada balok dihitung dengan mengansumsikan sendi plastis terbentuk di ujung-ujung balok dengan tegangan tulangan lentur balok yang diperkuat mencapai  $1,25 f_y$ , dan faktor reduksi kuat lentur  $\phi=1$ .

- a) Kapasitas momen ujung balok apabila struktur bergoyang ke kanan

##### Kondisi 1 (searah jarum jam)

$$a = \frac{1,25 \cdot A_s' \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1,25 \times 2662,0 \times 400}{0,85 \times 30 \times 350} = 149,1 \text{ mm}$$

$$M_{pr}^+ = 1,25 \times A_s' \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{pr}^+ = 1,25 \times 2662,00 \times 400,0 \left( 539,00 - \frac{149,1}{2} \right) \times 10^{-6}$$

$$= 618,16 \text{ kN-m}$$

##### Kondisi 2 (berlawanan arah jarum jam)

$$a = \frac{1,25 \cdot A_s' \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1,25 \times 2662,0 \times 400}{0,85 \times 30 \times 350} = 149,1 \text{ mm}$$

$$M_{pr}^- = 1,25 \times A_s' \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{pr}^- = 1,25 \times 2662,00 \times 400,0 \left( 539,00 - \frac{149,1}{2} \right) \times 10^{-6}$$

$$= 618,16 \text{ kN-m}$$

- b) Kapasitas momen ujung balok apabila struktur bergoyang ke kiri

##### Kondisi 3 (searah jarum jam)

$$a = \frac{1,25 \cdot A_s' \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1,25 \times 1521,1 \times 400}{0,85 \times 30 \times 350} = 85,22 \text{ mm}$$

$$M_{pr}^+ = 1,25 \times .As' \cdot fy \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{pr}^+ = 1,25 \times 1521,14 \times 400,0 \left( 539,00 - \frac{85,22}{2} \right) \times 10^{-6}$$

$$= 377,54 \text{ kN-m}$$

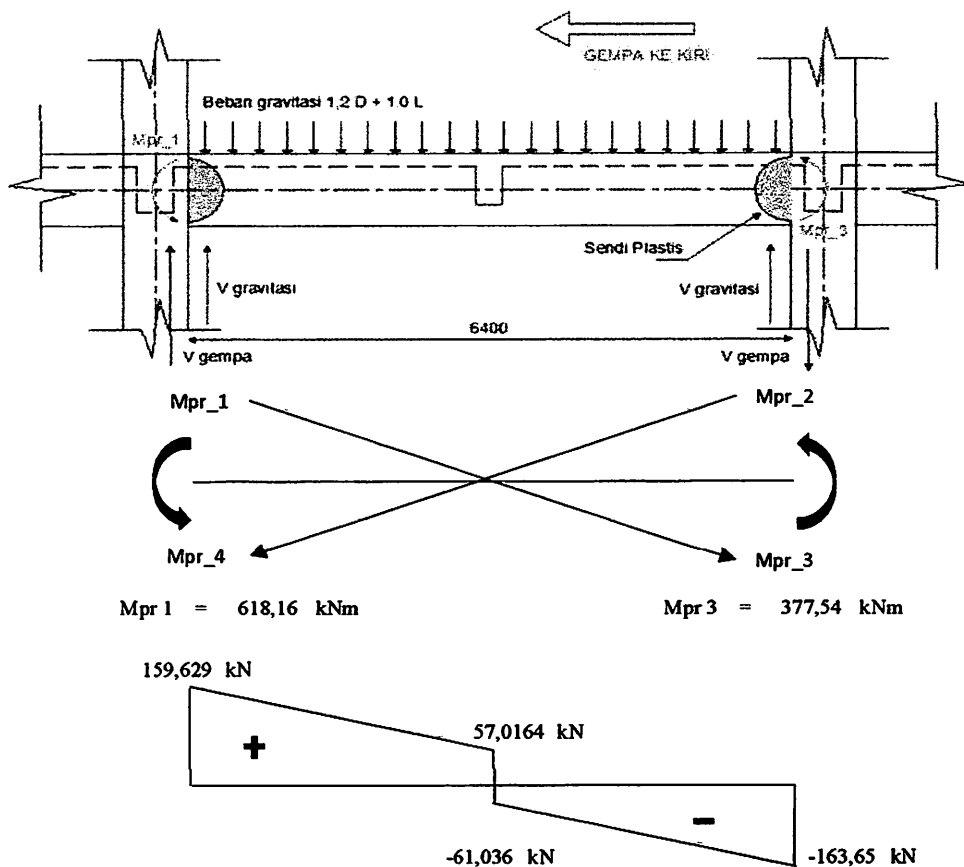
**Kondisi 4 (Berlawanan arah jarum jam)**

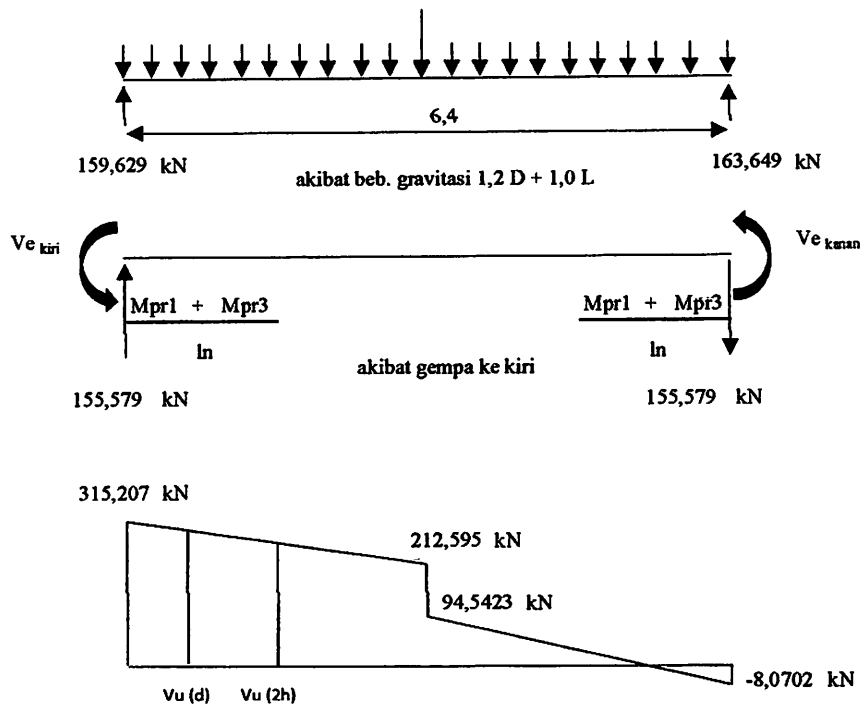
$$a = \frac{1,25 \cdot As' \cdot fy}{0,85 \cdot fc' \cdot b} = \frac{1,25 \times 1521,1 \times 400}{0,85 \times 30 \times 350} = 85,22 \text{ mm}$$

$$M_{pr}^- = 1,25 \times .As' \cdot fy \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{pr}^- = 1,25 \times 1521,14 \times 400,0 \left( 539,00 - \frac{85,22}{2} \right) \times 10^{-6}$$

$$= 377,54 \text{ kN-m}$$



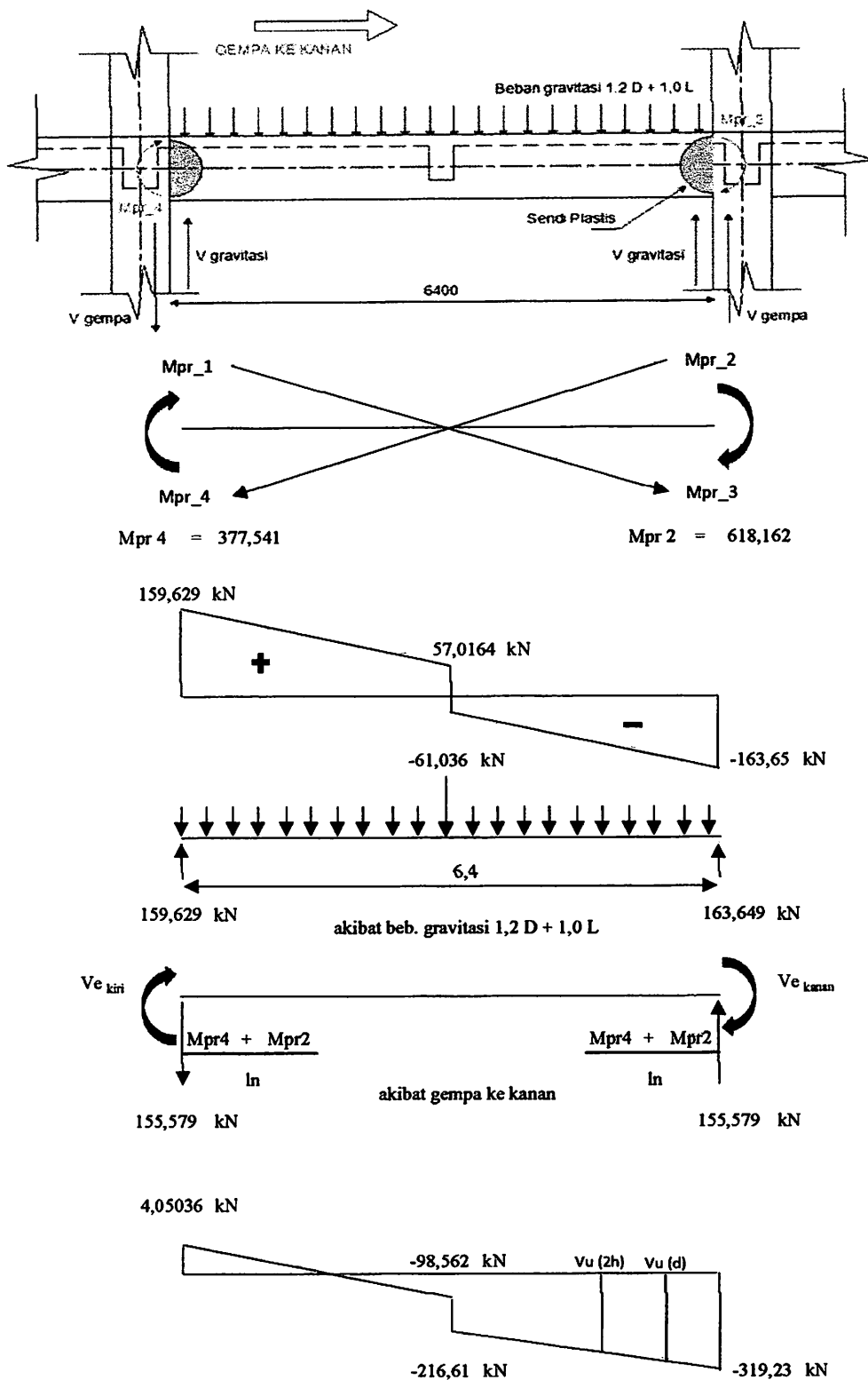


**Gambar 4.10** Desain gaya geser gempa akibat goyangan gempa ke kiri

- Akibat Gempa ke kiri

$$\begin{aligned}
 V_{e \text{ kiri}} &= V_{\text{gravitasi}} + V_{\text{gempa}} \\
 &= V_{\text{gravitasi}} + \left( \frac{M_{pr \ 1} + M_{pr \ 3}}{l_n} \right) \\
 &= 159,63 + \left( \frac{618,16 + 377,54}{6,4} \right) \\
 &= 315,21 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{e \text{ kanan}} &= V_{\text{gravitasi}} - V_{\text{gempa}} \\
 &= V_{\text{gravitasi}} - \left( \frac{M_{pr \ 1} + M_{pr \ 3}}{l_n} \right) \\
 &= 163,65 - \left( \frac{618,16 + 377,54}{6,4} \right) \\
 &= -8,0702 \text{ kN}
 \end{aligned}$$



**Gambar 4.11 Desain gaya geser gempa akibat goyangan gempa ke kanan**

- Akibat Gempa ke kanan

$$\begin{aligned}V_{e \text{ kanan}} &= V_{\text{gravitasi}} - V_{\text{gempa}} \\&= V_{\text{gravitasi}} - \left( \frac{M_{pr \ 2} + M_{pr \ 4}}{l_n} \right) \\&= 159,63 - \left( \frac{618,16 + 377,54}{6,4} \right) \\&= 4,05 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{e \text{ kiri}} &= V_{\text{gravitasi}} + V_{\text{gempa}} \\&= V_{\text{gravitasi}} + \left( \frac{M_{pr \ 2} + M_{pr \ 4}}{l_n} \right) \\&= -163,65 + \left( \frac{618,16 + 377,54}{6,4} \right) \\&= -319,23 \text{ kN}\end{aligned}$$

• Tulangan geser pada daerah sendi plastis (joint 69)

$$\begin{aligned}V_u(d) &= 212,59 - \left( \frac{3200 - 539}{3200} \right) \times \left( 212,59 - 315,21 \right) \\&= 212,59 - -85,329 \\&= 297,92 \text{ kN}\end{aligned}$$

**Vc = 0** apabila memenuhi ketentuan pada SNI 2847-2013 pasal 21.5.4.2

a. Gaya geser akibat gempa saja ( akibat Mpr ) > 0,5 total geser  
( akibat Mpr + beban gravitasi )

b. Gaya aksial tekan < Ag.fc/20

Cek :

$$M_{pr} = 155,579 < 0,5 \times 315,21 = 157,604 \text{ kN}$$



Di hitung nilai  $V_c$  :

$$\begin{aligned} V_c &= 0,17\sqrt{f_c'} bw \cdot d \\ &= 0,17\sqrt{30} \times 350 \times 539,0 \times 10^{-3} \\ &= 175,66 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_s = \frac{V_u(d)}{\phi} - V_c = \frac{297,924}{0,75} - 175,66 = 221,57 \text{ kN}$$

Direncanakan tulangan sengkang  $\phi 10$  ( 2 kaki )

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{(2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2) \times 260 \times 539,00}{221,574} = 99,389 \text{ mm}$$

Persyaratan spasi maksimum pada daerah gempa SNI 2847-2013 pasal

21.5.3.2,  $S_{maks}$  sepanjang sendi plastis diujung balok  $2h = 2 \times 600$

= 1200 mm, spasi maksimum tidak boleh melebihi :

$$-. \frac{d}{4} = \frac{539,0}{4} = 134,8 \text{ mm}$$

$$-. 6 \times \text{diameter tulangan utama} = 6 \times 22 = 132 \text{ mm}$$

$$-. 150 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang  $\phi 10$  - 95 mm

$$V_s \text{ terpasang} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{(2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2) \times 260 \times 539,0 \times 10^{-3}}{95}$$

$$= 231,811 \text{ kN}$$

$$V_n = V_c + V_s \text{ terpasang}$$

$$= 175,66 + 231,81$$

$$= 407,47 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 0,75 \times V_n$$

$$= 0,75 \times 407,47$$

$$= 305,60 \text{ kN} > V_u(d) = 297,9 \text{ kN} \dots\dots \text{aman}$$

Kontrol kuat geser nominal menurut SNI 2847-2013 pasal 11.4.5.3, yaitu :

$$V_s \text{ maks} \leq 0,66 \sqrt{f_c} b_w \cdot d$$

$$V_s \text{ maks} \leq 0,66 \times \sqrt{30} \times 350 \times 539,0 \times 10^{-3}$$

$$231,81 \text{ kN} < 681,96 \text{ kN} \dots\dots \text{OK}$$

• Tulangan geser pada daerah luar sendi plastis (joint 69)

$$\begin{aligned} V_u(2h) &= 212,59 - \left( \frac{3200 - 1200}{3200} \right) \times \left( 212,59 - 315,21 \right) \\ &= 212,59 - -64,133 \\ &= 276,728 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 0,17 \sqrt{f_c'} b_w \cdot d \\ &= 0,17 \sqrt{30} \times 350 \times 539,0 \times 10^{-3} \\ &= 175,66 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_s = \frac{V_u(2h)}{\phi} - V_c = \frac{276,73}{0,75} - 175,66 = 193,3 \text{ kN}$$

Direncanakan tulangan sengkang  $\phi$  10 ( 3 kaki )

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{(3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2) \times 260 \times 539,0 \times 10^{-3}}{193,313} = 170,88 \text{ mm}$$

Syarat jarak spasi sengkang maksimum pada daerah luar sendi plastis menurut

SNI 2847-2013 pasal 21.5.3.4 dan 21.5.3.3

$$- \frac{d}{2} = \frac{539,0}{2} = 269,5 \text{ mm}$$

$$- 350 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang Ø 10 - 160 mm

$$V_s \text{ terpasang} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} = \frac{(3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2) \times 260 \times 539,0 \times 10^{-3}}{160}$$

$$= 206,456 \text{ kN}$$

$$V_n = V_c + V_s \text{ terpasang}$$

$$= 175,657 + 206,456$$

$$= 382,114 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 0,75 \times V_n$$

$$= 0,75 \times 382,114$$

$$= 286,59 \text{ kN} > V_u (2h) = 276,73 \text{ kN} \dots\dots \text{aman}$$

Kontrol kuat geser nominal menurut SNI 2847-2013 pasal 11.4.5.3

$$V_s \text{ maks} \leq 0,66 \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_s \text{ maks} \leq 0,66 \sqrt{30} \times 350 \times 539,0 \times 10^{-3}$$

$$206,456 \text{ kN} < 681,964 \text{ kN} \dots\dots \text{OK}$$

• Tulangan geser pada daerah sendi plastis ( joint 71 )

$$V_u(d) = 216,61 - \left[ \frac{3200 - 539}{3200} \right] \times \left[ 216,61 - 319,23 \right]$$

$$= 216,61 - [-85,329]$$

$$= 301,94 \text{ kN}$$

$V_c = 0$  apabila memenuhi ketentuan pada SNI 2847-2013 pasal 21.5.4.2

a. Gaya geser akibat gempa saja ( akibat Mpr ) > 0,5 total geser

( akibat Mpr + beban gravitasi )

b. Gaya aksial tekan <  $A_g \cdot f_c / 10$

Cek :

$$M_{pr} = 155,579 < 0,5 \times 319,23 = 159,614 \text{ kN}$$

Di hitung nilai  $V_c$  :

$$\begin{aligned} V_c &= 0,17\sqrt{f_c'} bw \cdot d \\ &= 0,17\sqrt{30} \times 350 \times 539,0 \times 10^{-3} \\ &= 175,66 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_s = \frac{V_u(d)}{\phi} - V_c = \frac{301,943}{0,75} - 175,66 = 226,93 \text{ kN}$$

Direncanakan tulangan sengkang  $\phi$  10 ( 2 kaki )

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{(2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2) \times 260 \times 539}{226,934} = 97,041 \text{ mm}$$

Persyaratan spasi maksimum pada daerah gempa SNI 2847-2013 pasal

21.5.3.2,  $S_{maks}$  sepanjang sendi plastis diujung balok  $2h = 2 \times 600$

= 1200 mm, spasi maksimum tidak boleh melebihi :

$$-. \frac{d}{4} = \frac{539,0}{4} = 134,8$$

$$-. 6 \times \text{diameter tulangan utama} = 6 \times 22 = 132 \text{ mm}$$

$$-. 150 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang  $\phi$  10 - 95 mm

$$V_s \text{ terpasang} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{(2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2) \times 260 \times 539,0 \times 10^{-3}}{95}$$

$$= 231,811 \text{ kN}$$

$$V_n = V_c + V_s \text{ terpasang}$$

$$= 175,66 + 231,81$$

$$= 407,47 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 0,75 \times V_n$$

$$= 0,75 \times 407,47$$

$$= 305,60 \text{ kN} > V_u(d) = 301,94 \text{ kN} \dots\dots \text{aman}$$

Kontrol kuat geser nominal menurut SNI 2847-2013 pasal 11.4.5.3

$$V_s \text{ maks} \leq 0,66 \sqrt{f_c} b_w \cdot d$$

$$V_s \text{ maks} \leq 0,66 \times \sqrt{30} \times 350 \times 539,0 \times 10^{-3}$$

$$231,81 \text{ kN} < 681,96 \text{ kN} \dots\dots \text{OK}$$

• Tulangan geser pada daerah luar sendi plastis ( Joint 71 )

$$\begin{aligned} V_u(2h) &= 216,61 - \left( \frac{3200 - 1200}{3200} \right) \times \left( 216,61 - 319,23 \right) \\ &= 216,61 - [-64,133] \\ &= 280,748 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 0,17 \sqrt{f_c'} b_w \cdot d \\ &= 0,17 \sqrt{30} \times 350 \times 539,0 \times 10^{-3} \\ &= 175,66 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_s = \frac{V_u(2h)}{\phi} - V_c = \frac{280,75}{0,75} - 175,66 = 198,673 \text{ kN}$$

Direncanakan tulangan sengkang  $\phi$  10 ( 3 kaki )

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{(2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2) \times 260 \times 539,0 \times 10^{-3}}{198,673} = 166,27 \text{ mm}$$

Syarat jarak spasi sengkang maksimum pada daerah luar sendi plastis menurut

SNI 2847-2013 pasal 21.5.3.4 dan 21.5.3.3

$$-\frac{d}{2} = \frac{539,0}{2} = 269,5 \text{ mm}$$

$$- 350 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang Ø 10 - 160 mm

$$V_s \text{ terpasang} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} = \frac{(2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2) \times 260 \times 539,0 \times 10^{-3}}{160}$$

$$= 206,456 \text{ kN}$$

$$V_n = V_c + V_s \text{ terpasang}$$

$$= 175,657 + 206,456$$

$$= 382,114 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 0,75 \times V_n$$

$$= 0,75 \times 382,114$$

$$= 286,59 \text{ kN} > V_u (2h) = 280,75 \text{ kN} \dots\dots \text{aman}$$

Kontrol kuat geser nominal menurut SNI 2847-2013 pasal 11.4.5.3

$$V_s \text{ maks} \leq 0,66 \sqrt{f_c'} b_w \cdot d$$

$$V_s \text{ maks} \leq 0,66 \sqrt{30} \times 350 \times 539,0 \times 10^{-3}$$

$$206,456 \text{ kN} < 681,964 \text{ kN} \dots\dots \text{OK}$$

Dari hasil perhitungan dan ketentuan-ketentuan di atas maka dipasang tulangan sengkang sebagai berikut :

- Joint 69

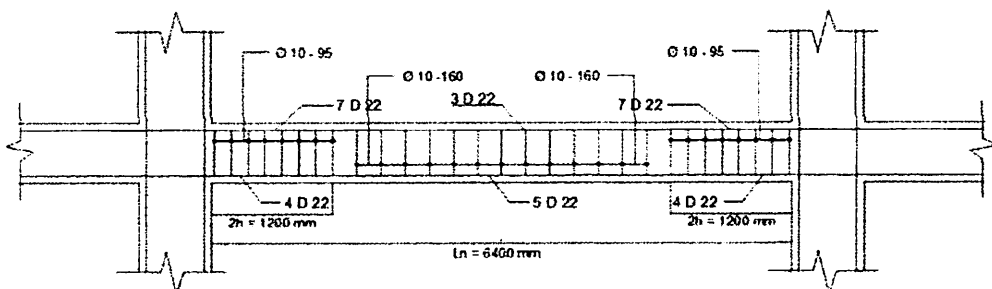
- Daerah sendi plastis = 2 kaki Ø 10 - 95 mm

- Daerah luar sendi plastis = 3 kaki Ø 10 - 160 mm

- Joint 71

- Daerah sendi plastis = 2 kaki Ø 10 - 95 mm

- Daerah luar sendi plastis = 3 kaki Ø 10 - 160 mm



Gambar 4.12 Penulangan geser pada balok

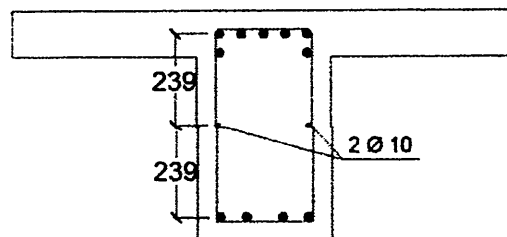
### • Penulangan Torsi

Pada balok tinggi, pemasangan tulangan torsi perlu dilakukan untuk menghindari puntir yang terjadi akibat besarnya beban gempa yang terjadi. Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 11.5.6, penulangan torsi harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- Pada tiap sudut sengkang harus terdapat minimal 1 buah tul. Longitudinal.
- Spasi maksimum antara tulangan longitudinal untuk torsi disekitar perimeter tulangan sengkang adalah 300 mm.
- Diameter tulangan harus diambil dari yang terbesar dari  $0,042 \times$  spasi terbesar sengkang dan 10 mm.

Pada analisa penulangan lentur balok, diketahui bentang bersih terdekat antara tulangan tarik dan tulangan tekan adalah 478 mm. Maka dari itu, untuk memenuhi persyaratan spasi maksimum sebesar 300 mm, maka diperlukan 1 tulangan longitudinal sebagai tulangan torsi. Sehingga jarak maksimum antar tulangan longitudinal balok yang terjadi adalah sebesar: 239 mm

Sedangkan untuk diameter tulangan, dengan spasi terbesar yang direncanakan yaitu 160 mm, maka  $0,042 \times 160 \text{ mm} = 6,72 \text{ mm}$ , digunakan  $\emptyset 10$



**Gambar 4.13 Penulangan torsi pada balok**

## 4.2 Perhitungan Penulangan Kolom

### 4.2.1 Perhitungan Tulangan Longitudinal Kolom

Diketahui :

$$b = 600 \text{ mm}$$

$$h'_{\text{kolom}} = h_{\text{kolom}} - h_{\text{balok}}$$

$$h = 600 \text{ mm}$$

$$= 5000 - 600 = 4400 \text{ mm}$$

Tulangan sengkang  $\emptyset$  12

$$f_c = 30 \text{ MPa}$$

Tulangan utama dipakai D 25

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

Tebal selimut beton 40 mm

Dicoba tulangan D 25 mm

$d = h - \text{selimut beton} - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan pokok}$

$$= 600 - 40 - 12 - \frac{1}{2} 25$$

$$= 535,5 \text{ mm}$$

$$d' = 600 - 535,5 = 64,5 \text{ mm}$$

- Luas Penampang kolom ( $A_g$ )

$$A_g = b \cdot h$$

$$= 600 \times 600$$

$$= 360000 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai tulangan 16 D 25  $A_{s_t} = 7857 \text{ mm}^2$

Dalam SNI 2847-2013 pasal 10.9.1, Luas tulangan Longitudinal,  $A_{s_t}$ , untuk

komponen struktur tekan non-komposit tidak boleh kurang dari  $0,01A_g$  atau lebih dari  $0,06A_g$

Periksa Rasio Tulangan Memanjang :

$$\rho_g = \frac{A_{s_t}}{A_g} = \frac{7857}{360000} = 0,0218$$

$$0,01 A_g < \rho_g = 0,022 < 0,08 A_g$$



• **Beban Sentris**

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

$$= (0,85 \cdot 30 (360000 - 7857,14285714286) + 10^3 = 12122,500 \text{ kN}$$

$$P_n = 0,80 \cdot P_o \qquad \phi P_n = 0,65 \times 9698,000$$

$$= 0,80 \times 12122,500 \qquad = 6303,700 \text{ kN}$$

$$= 9698,000 \text{ kN}$$

• **Kondisi Seimbang**

$$c_b = \frac{600 \cdot d}{600 + f_y} = \frac{600 \times 535,5}{600 + 400} = 321,3 \text{ mm}$$

$$a_b = c_b \cdot \beta$$

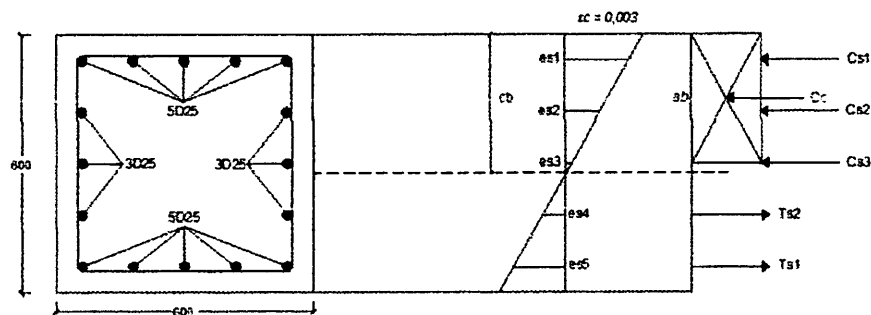
$$= 321,3 \times 0,85$$

$$= 273,11 \text{ mm}$$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c \cdot a_b \cdot b$$

$$= 0,85 \times 30 \times 273,105 \times 600 \times 10^{-3}$$

$$= 4178,5 \text{ kN}$$



**Gambar 4.14 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi seimbang**

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{400}{200000} = 0,00200$$

$$\epsilon_{s1} = \frac{321,3 - 64,5}{321,3} \times 0,003$$

$$= 0,00240 > \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$Cs1 = As1 \times fs \text{ ( 5 D 25 )}$$

$$= 2455,36 \times 400 \times 10^{-3} = \mathbf{982,14 \text{ kN}}$$

$$\epsilon s_2 = \frac{321,3 - 182,25}{321,3} \times 0,003$$

$$= 0,00130 < \epsilon_y ; \text{ maka } fs = 0,00130 \times 200000 = 259,664 \text{ MPa}$$

$$Cs2 = As2 \times fs \text{ ( 2 D 25 )}$$

$$= 982,1 \times 259,664 \times 10^{-3} = \mathbf{255,03 \text{ kN}}$$

$$\epsilon s_3 = \frac{321,3 - 300,0}{321,3} \times 0,003$$

$$= 0,00020 < \epsilon_y ; \text{ maka } fs = 0,00020 \times 200000 = 39,776 \text{ MPa}$$

$$Cs3 = As3 \times fs \text{ ( 2 D 25 )}$$

$$= 982,14 \times 39,776 \times 10^{-3} = \mathbf{39,07 \text{ kN}}$$

$$\epsilon s_4 = \frac{417,75 - 321,3}{321,300} \times 0,003$$

$$= 0,0009 < \epsilon_y ; \text{ maka } fs = 0,0009 \times 200000 = 180,11 \text{ MPa}$$

$$Ts2 = As4 \times fs \text{ ( 2 D 25 )}$$

$$= 982,14 \times 180,11 \times 10^{-3} = \mathbf{176,90 \text{ kN}}$$

$$\epsilon s_5 = \frac{535,50 - 321,3}{321,30} \times 0,003$$

$$= 0,00200 = \epsilon_y ; \text{ maka } fs = 0,00200 \times 200000 = 400,000 \text{ MPa}$$

$$Ts1 = As5 \times fs \text{ ( 5 D 25 )}$$

$$= 2455,357 \times 400,000 \times 10^{-3} = \mathbf{982,143 \text{ kN}}$$

$$Pnb = Cc + Cs1 + Cs2 + Cs3 - Ts2 - Ts1$$

$$= 4178,5 + 982,14 + 255,027 + 39,066 - 176,896 - 982,143$$

$$= 4295,703 \text{ kN}$$

$$\phi Pnb = 0,65 \times 4295,703$$

$$= 2792,21 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
M_{nb} &= C_c(h/2 - a.b/2) + \{(Cs1 + Ts1).(h/2 - d')\} + \{(Cs2 + Ts2).(h/2 - y1)\} \\
&\quad + \{(Cs3).(h/2 - y2)\} \\
&= 4178,5 \left[ 600 / 2 - 273,1 / 2 \right] + \left[ (982,14 + 982,143) \times \right. \\
&\quad \left. \left[ 600 / 2 - 64,5 \right] \right] + \left[ (255,03 + 176,90) \times \left[ 600 / 2 - 182,3 \right] \right] \\
&\quad + \left[ 39,07 \right] \times \left[ 600 / 2 - 300,0 \right] \cdot 10^{-3} \\
&= 1196,4 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\phi M_{nb} &= 0,65 \times 1196,415 \\
&= 777,670 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} = \frac{1196,415}{4295,703} = 0,2785 \text{ m} = 278,514 \text{ mm}$$

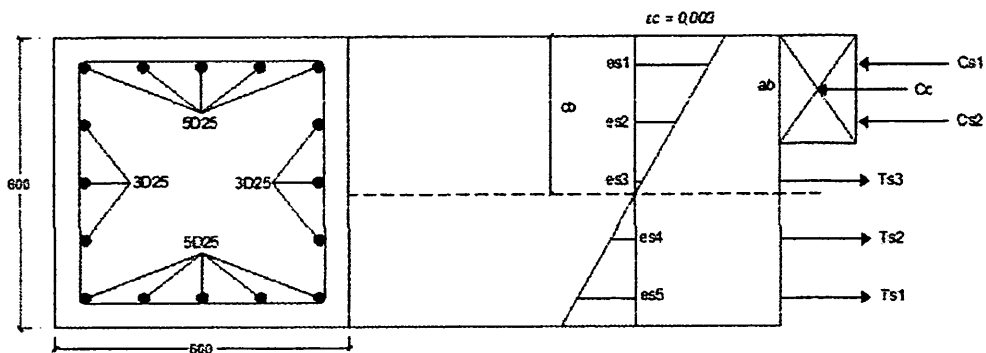
• **Kondisi Seimbang dengan 1,25 fy**

$$f_y = 1,25 \times f_y = 1,25 \times 400 = 500,0 \text{ MPa}$$

$$c_b = \frac{600 \cdot d}{600 + f_y} = \frac{600 \times 535,5}{600 + 500,0} = 292,091 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
a_b &= c_b \cdot \beta \\
&= 292,091 \times 0,85 \\
&= 248,277 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_c &= 0,85 \cdot f_c \cdot a_b \cdot b \\
&= 0,85 \times 30 \times 248,277 \times 600 \times 10^{-3} \\
&= 3798,6 \text{ kN}
\end{aligned}$$



**Gambar 4.15 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi seimbang 1,25 fy**

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{500,00}{200000} = 0,00250$$

$$\epsilon_{s1} = \frac{292,091 - 64,5}{292,091} \times 0,003$$

$$= 0,00234 < \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = 0,00234 \times 200000 = 467,5 \text{ Mpa}$$

$$C_{s1} = A_{s1} \times f_s \text{ ( 5 D 25 )}$$

$$= 2455,357 \times 467,51 \times 10^{-3} = \mathbf{1147,897 \text{ kN}}$$

$$\epsilon_{s2} = \frac{292,091 - 182,25}{292,091} \times 0,003$$

$$= 0,00113 < \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = 0,00113 \times 200000 = 225,630 \text{ Mpa}$$

$$C_{s2} = A_{s2} \times f_s \text{ ( 2 D 25 )}$$

$$= 982,1 \times 225,630 \times 10^{-3} = \mathbf{221,601 \text{ kN}}$$

$$\epsilon_{s3} = \frac{300,00 - 292,091}{292,091} \times 0,003$$

$$= 0,00008 < \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = 0,00008 \times 200000 = 16,246 \text{ MPa}$$

$$T_{s3} = A_{s3} \times f_s \text{ ( 2 D 25 )}$$

$$= 982,1 \times 16,246 \times 10^{-3} = \mathbf{15,956 \text{ kN}}$$

$$\epsilon_{s4} = \frac{417,8 - 292,091}{292,091} \times 0,003$$

$$= 0,00129 < \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = 0,00129 \times 200000 = 258,123 \text{ MPa}$$

$$T_{s2} = A_{s4} \times f_s \text{ ( 2 D 25 )}$$

$$= 982,1 \times 258,123 \times 10^{-3} = \mathbf{253,514 \text{ kN}}$$

$$\epsilon_{s5} = \frac{535,50 - 292,091}{292,091} \times 0,003$$

$$= 0,00250 = \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = 0,00250 \times 200000 = 500,000 \text{ MPa}$$

$$T_{s1} = A_{s5} \times f_s \text{ ( 5 D 25 )}$$

$$= 2455,357 \times 500,000 \times 10^{-3} = \mathbf{1227,679 \text{ kN}}$$

$$\begin{aligned}
P_{nb} &= C_c + C_{s1} + C_{s2} - T_{s3} - T_{s2} - T_{s1} \\
&= 3798,6 + 1147,90 + 221,601 - 15,956 - 253,514 - 1227,679 \\
&= 3670,991 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\phi P_{nb} &= 0,65 \times 3670,991 \\
&= 2386,144 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_{nb} &= C_c(h/2 - a \cdot b/2) + \{(C_{s1} + T_{s1}) \cdot (h/2 - d')\} + \{(C_{s2} + T_{s2}) \cdot (h/2 - y_1)\} \\
&\quad + \{(C_{s3}) \cdot (h/2 - y_2)\} \times 10^{-3} \\
&= 3798,6 \left[ 600 / 2 - 248,3 / 2 \right] + \left[ (1147,90 + 1227,679) \times \right. \\
&\quad \left. \left[ 600 / 2 - 64,5 \right] \right] + \left[ (221,60 + 253,51) \times \left[ 600 / 2 - 182,3 \right] \right] 10^{-3} \\
&\quad + \left[ (15,96) \times \left[ 600 / 2 - 300,0 \right] \right] 10^{-3} \\
&= 1283,4 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\phi M_{nb} &= 0,65 \times 1283,427 \\
&= 834,228 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

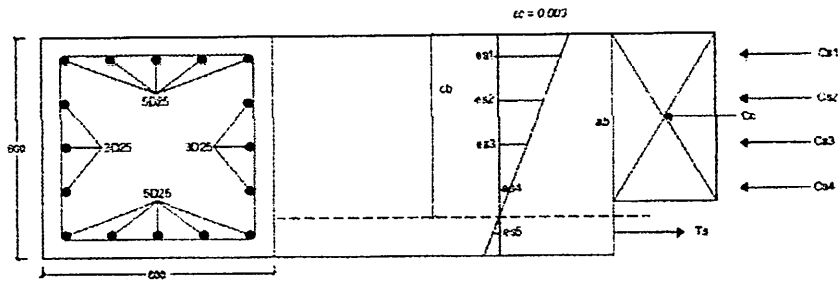
$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} = \frac{1283,427}{3670,991} = 0,3496 \text{ m} = 349,613 \text{ mm}$$

• **Kondisi Patah Desak ( $c > c_b$ )**

Dipakai nilai  $c = 450 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
a &= c \cdot \beta \\
&= 450,0 \times 0,85 \\
&= 382,5 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_c &= 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \\
&= 0,85 \times 30 \times 382,5 \times 600 \times 10^{-3} \\
&= 5852,250 \text{ kN}
\end{aligned}$$



**Gambar 4.16 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi patah desak**

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{400}{200000} = 0,00200$$

$$\epsilon_{s1} = \frac{450 - 65}{450} \times 0,003$$

$$= 0,00257 > \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$C_{s1} = A_{s1} \times f_s \text{ ( 5 D 25 )}$$

$$= 2455,357 \times 400 \times 10^{-3} = \mathbf{982,14 \text{ kN}}$$

$$\epsilon_{s2} = \frac{450 - 182,25}{450} \times 0,003$$

$$= 0,00179 < \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = 0,00179 \times 200000 = 357 \text{ MPa}$$

$$C_{s2} = A_{s2} \times f_s \text{ ( 2 D 25 )}$$

$$= 982,14 \times 357,00 \times 10^{-3} = \mathbf{350,625 \text{ kN}}$$

$$\epsilon_{s3} = \frac{450 - 300,0}{450} \times 0,003$$

$$= 0,00100 < \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = 0,00100 \times 200000 = 200,00 \text{ MPa}$$

$$C_{s3} = A_{s3} \times f_s \text{ ( 2 D 25 )}$$

$$= 982,14 \times 200,00 \times 10^{-3} = \mathbf{196,429 \text{ kN}}$$

$$\epsilon_{s4} = \frac{450,0 - 417,8}{450} \times 0,003$$

$$= 0,00022 < \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = 0,00022 \times 200000 = 43,00 \text{ MPa}$$

$$C_{s4} = A_{s4} \times f_s \text{ ( 2 D 25 )}$$

$$= 982,14 \times 43,00 \times 10^{-3} = \mathbf{42,232 \text{ kN}}$$

$$\epsilon_{s5} = \frac{535,5 - 450}{450} \times 0,003$$

$$= 0,00057 < \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = 0,00057 \times 200000 = 114,00 \text{ MPa}$$

$$T_s = A_{s5} \times f_s \quad (5 \text{ D } 25)$$

$$= 2455,36 \times 114,00 \times 10^{-3} = 279,911 \text{ kN}$$

$$P_n = C_c + C_{s1} + C_{s2} + C_{s3} + C_{s4} - T_s$$

$$= 5852,250 + 982,14 + 350,625 + 196,429 + 42,232 - 279,911$$

$$= 7143,768 \text{ kN}$$

$$\phi P_n = 0,65 \times 7143,768$$

$$= 4643,4 \text{ kN}$$

$$M_n = C_c(h/2 - a.b/2) + \{(C_{s1} + T_{s1}).(h/2 - d')\} + \{(C_{s2} + C_{s4}).(h/2 - y_1)\} \\ + \{(C_{s3}).(h/2 - y_2)\} \times 10^{-3}$$

$$= 5852,25 \left[ 600 / 2 - 382,5 / 2 \right] + \left[ (982,14 + 279,911) \times \right. \\ \left. \left[ 600 / 2 - 64,5 \right] \right] + \left[ (350,63 + 42,23) \times \left[ 600 / 2 - 182,3 \right] \right] \\ + \left[ 196,43 \right] \times \left[ 600 / 2 - 300,0 \right] \times 10^{-3}$$

$$= 979,9 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 0,65 \times 979,905$$

$$= 636,938 \text{ kNm}$$

$$e_b = \frac{M_n}{P_n} = \frac{979,9047}{7143,768} = 0,1372 \text{ m} = 137,169 \text{ mm}$$

• **Kondisi Patah Tarik (c < c<sub>b</sub>)**

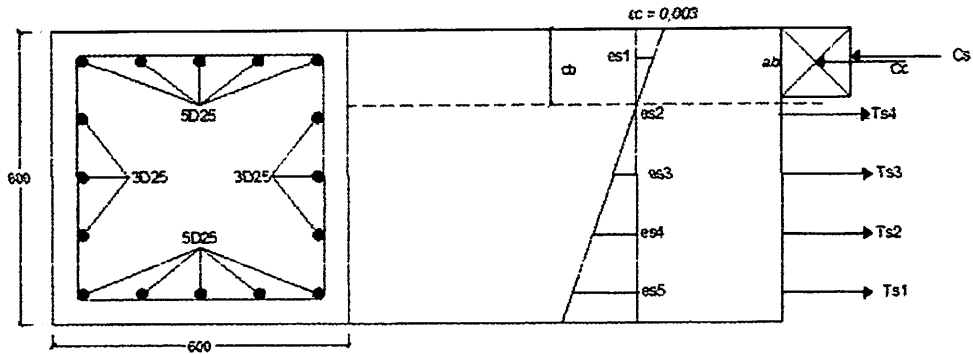
Dipakai nilai c = 150 mm

$$a = c \cdot \beta$$

$$= 150 \times 0,85$$

$$= 127,5 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 C_c &= 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \\
 &= 0,85 \times 30 \times 127,5 \times 600 \times 10^{-3} \\
 &= \mathbf{1950,750 \text{ kN}}
 \end{aligned}$$



**Gambar 4.17 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi patah tarik**

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{400}{200000} = 0,00200$$

$$\epsilon_{s1} = \frac{150 - 64,5}{150} \times 0,003$$

$$= 0,00171 < \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = 0,00171 \times 200000 = 342,00 \text{ MPa}$$

$$C_s = 2455,357 \times 342 \times 10^{-3} = \mathbf{839,73 \text{ kN}}$$

$$\epsilon_{s2} = \frac{182,25 - 150}{150} \times 0,003$$

$$= 0,0006 < \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = 0,00065 \times 200000 = 129,0 \text{ MPa}$$

$$T_{s4} = 982,14 \times 129,000 \times 10^{-3} = \mathbf{126,696 \text{ kN}}$$

$$\epsilon_{s3} = \frac{300 - 150}{150} \times 0,003$$

$$= 0,00300 > \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$T_{s3} = 982,14 \times 400,000 \times 10^{-3} = \mathbf{392,857 \text{ kN}}$$

$$\epsilon_{s4} = \frac{417,8 - 150}{150} \times 0,003$$

$$= 0,00536 > \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$T_{s2} = 982,14 \times 400 \times 10^{-3} = \mathbf{392,857 \text{ kN}}$$



$$\epsilon_{s_y} = \frac{535,50 - 150}{150} \times 0,003$$

$$= 0,00771 > \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$T_{s1} = 2455,357 \times 400 \times 10^{-3} = 982,14 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} P_n &= C_c + C_s - T_{s4} - T_{s3} - T_{s2} - T_{s1} \\ &= 1950,750 + 839,73 - 126,696 - 392,857 - 392,857 - 982,14 \\ &= 895,929 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi P_n &= 0,65 \times 895,929 \\ &= 582,35 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= C_c(h/2 - a.b/2) + \{(C_s + T_{s1}).(h/2 - d')\} + \{(T_{s2} + T_{s4}).(h/2 - y_1)\} \\ &\quad + \{(T_{s3}).(h/2 - y_2)\} \times 10^{-3} \\ &= 1950,75 \left[ 600,0 / 2 - 127,5 / 2 \right] + \left[ (839,73 + 982,143) \times \right. \\ &\quad \left. \left[ 600 / 2 - 64,5 \right] \right] + \left[ (392,86 + 126,70) \times \left[ 600 / 2 - 182,3 \right] \right] 10^{-3} \\ &\quad + \left[ (392,86) \times \left[ 600 / 2 - 300,0 \right] \right] 10^{-3} \\ &= 951,09 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= 0,65 \times 951,094 \\ &= 618,211 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$e_b = \frac{M_n}{P_n} = \frac{951,09}{895,929} = 1,0616 \text{ m} = 1061,6 \text{ mm}$$

#### • Kondisi Lentur Murni

Dicoba dipasang tulangan sebagai berikut :

$$\text{Tulangan tekan } A_s' = 7 \text{ D } 25 = 3434,375 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan tarik } A_s = 9 \text{ D } 25 = 4415,625 \text{ mm}^2$$

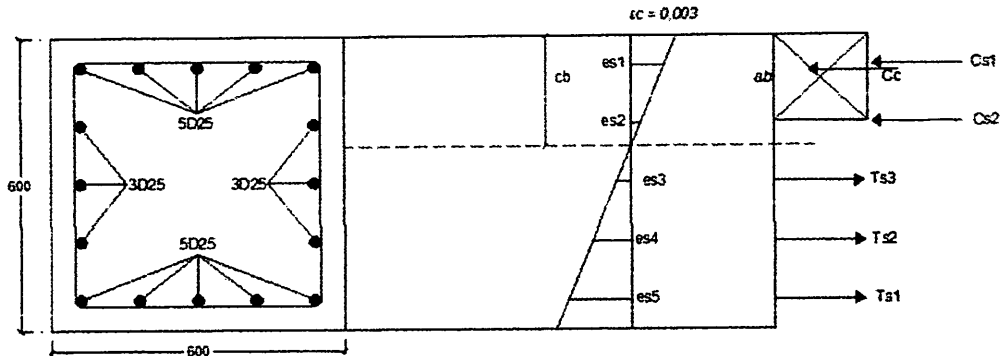
$$A_{s1} = 5 \text{ D } 25 = 2453,125 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2} = 4 \text{ D } 25 = 1962,500 \text{ mm}^2$$

$$y_1 = 40 + 10 + 1/2 \cdot 25 = 62,5 \text{ mm}$$

$$y_2 = 62,5 + 117,8 = 180 \text{ mm}$$

$$y = d' = \frac{2453,1 \times 63 + 1962,50 \times 180}{3434,375} = 147,65 \text{ mm}$$



**Gambar 4.18 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi 1 lentur murni**

Dimisalkan garis netral ( $c$ )  $>$   $y_2$  maka perhitungan garis netral harus dicari menggunakan persamaan :

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b + A_s' \cdot f_s' = A_s \cdot f_y$$

$$\text{Substitusi nilai : } f_s = \frac{(c - d')}{c} \times 600$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b) + A_s' \cdot \frac{(c - d')}{c} \times 600 = A_s \cdot f_y$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b) \cdot c + A_s' \cdot (c - d') \times 600 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

$$\text{Substitusi nilai : } a = \beta_1 \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b) \cdot c (c - d') 600 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

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

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

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

$$\left[ 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 600 \right] c^2 + \left[ 600 \times 4415,625 - 3434,375 \right. \\ \left. \times 400 \right] c - 600 \times 4415,625 \times 147,7 = 0$$

$$13005 c^2 + 1275625,00 c - 391180218,8 = 0$$

dengan rumus ABC dapat dihitung nilai  $c$  :

$$c = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 a . c}}{2 . a}$$

$$= \frac{-1275625 + \sqrt{1275625^2 - 4 \times 13005 \times 391180218,8}}{2 \times 13005}$$

$$= \frac{-1275625 + 4687901}{26010} = 131,2 \text{ mm}$$

$$c = 131,2 \text{ mm}$$

Karena nilai  $c < y_2$  maka dihitung nilai  $c$  sebenarnya berdasarkan persamaan yang kedua.

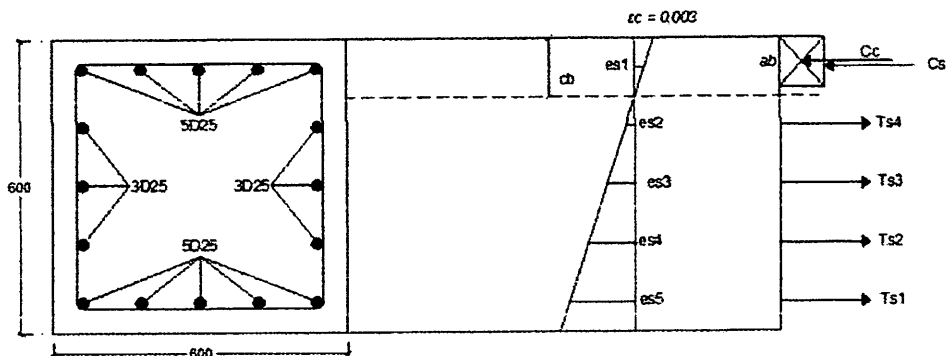
Dicoba dipasang tulangan sebagai berikut :

$$\text{Tulangan tarik } A_s = 11 \text{ D } 25 = 5401,786 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan tekan } A_s' = 5 \text{ D } 25 = 2455,357 \text{ mm}^2$$

$$d' = 40 + 10 + 1/2 \text{ } 25 = 62,5 \text{ mm}$$

$$d = 600 - 62,5 = 537,5 \text{ mm}$$



**Gambar 4.19 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi 2 lentur murni**

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b + A_s' \cdot f_s' = A_s \cdot f_y$$

$$\text{Substitusi nilai : } f_s = \frac{(c - d')}{c} \times 600$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b) + A_s' \frac{(c - d')}{c} \times 600 = A_s \cdot f_y$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b) \cdot c + A_s' (c - d') \times 600 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

Substitusi nilai :  $a = \beta \cdot c$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) \cdot c + 600 A_s' (c - d') = A_s \cdot f_y \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot 1 \cdot b) c^2 + 600 A_s' \cdot c - 600 A_s' \cdot d' = A_s \cdot f_y \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot 1 \cdot b) c^2 + 600 A_s' \cdot c - 600 A_s' \cdot d' - A_s \cdot f_y \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot 1 \cdot b) c^2 + (600 A_s' - A_s \cdot f_y) \cdot c - 600 A_s' \cdot d' = 0$$

$$\left[ 0,85 \times 30 \times 0,85 \times 600 \right] c^2 + \left[ 600 \times 2455,357 - 5401,786 \right. \\ \left. \times 400 \right] c - 600 \times 2455,357 \times 62,5 = 0$$

$$13005 c^2 + -687500,00 c - 92075892,9 = 0$$

dengan rumus ABC dapat dihitung nilai c :

$$c = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

$$= \frac{687500 + \sqrt{-687500^2 - 4 \times 13005 \times 92075892,9}}{2 \times 13005}$$

$$= \frac{687500 + 2294002}{26010} = 114,629 \text{ mm}$$

$$c = 114,629 \text{ mm}$$

Dihitung nilai a :

$$a = \beta \cdot c$$

$$= 0,85 \times 114,629 = 97,435 \text{ mm}$$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b$$

$$= 0,85 \times 30 \times 97,435 \times 600$$

$$= 1490,751 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
C_s &= f_s' \cdot A_s' \\
&= \frac{(c - d')}{c} \times 600 \cdot A_s' \\
&= \frac{114,629 - 62,5}{114,629} \times 600 \times 2455,357 \times 10^{-3} \\
&= 669,963 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T_{s1} &= A_s \times f_y \\
&= 2455,357 \times 400 \times 10^{-3} \\
&= 982,14 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T_{s3} &= A_s \times f_y \\
&= 982,14 \times 400 \times 10^{-3} \\
&= 392,857 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T_{s2} &= A_s \times f_y \\
&= 982,14 \times 400 \times 10^{-3} \\
&= 392,857 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T_{s4} &= A_s \times f_y \\
&= 982,14 \times 400 \times 10^{-3} \\
&= 392,857 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$C_c + C_s = T_{s1} + T_{s2} + T_{s3} + T_{s4}$$

$$\begin{aligned}
1490,751 + 669,96 &= 982,14 + 392,857 + 392,857 + 392,857 \\
2160,714 &= 2160,714
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Z_{C_c} &= c - a/2 \\
&= 114,629 - 97,435 / 2 \\
&= 65,91 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Z_{T3} &= y_3 - c \\
&= 300,00 - 114,629 \\
&= 185,371 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Z_{C1} &= c - y_1 \\
&= 114,629 - 62,5 \\
&= 52,129 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Z_{T2} &= y_4 - c \\
&= 417,75 - 114,629 \\
&= 303,121 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Z_{T4} &= y_2 - c \\
&= 180,3 - 114,629 \\
&= 65,621 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Z_{T1} &= y_5 - c \\
&= 535,50 - 114,629 \\
&= 420,871 \text{ mm}
\end{aligned}$$

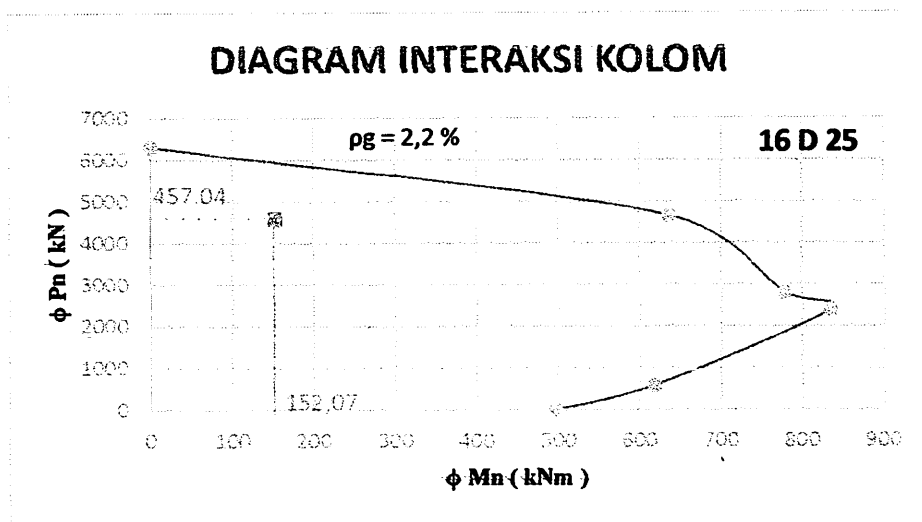
$$\begin{aligned}
M_n &= \{(C_c \cdot Z_{C_c}) + (C_s \cdot Z_{C1}) + (T_{s1} \cdot Z_{T1}) + (T_{s2} \cdot Z_{T2}) + (T_{s3} \cdot Z_{T3}) + (T_{s4} \cdot Z_{T4})\} \\
&= [1490,751 \times 65,912] + [669,963 \times 52,129] + [982,143 \times 420,871] \\
&\quad + [392,857 \times 303,121] + [392,857 \times 185,371] + [392,857 \times 65,621] \times 10^{-3} \\
&= 764,23 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

$$\phi M_n = 0,65 \times 764,23$$

$$= 496,746 \text{ kNm}$$

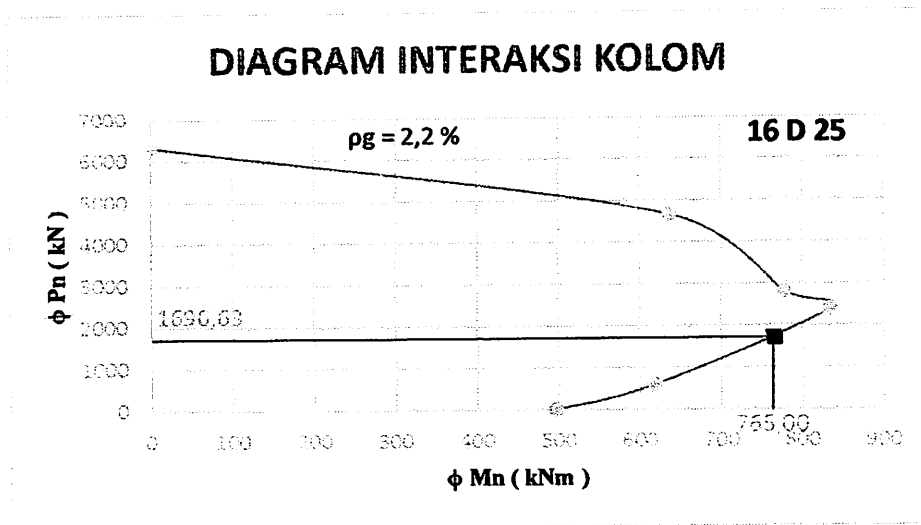
Kondisi	16 D 25	
	$\phi P_n$ (kN)	$\phi M_n$ (kNm)
Sentris	6303,700	0
Patah Desak	4643,449	636,938
Balance	2792,207	777,670
Balance 1,25 fy	2386,144	834,228
Patah Tarik	582,354	618,211
Lentur	0	496,746

Dari hasil analisis program ETABS, diperoleh nilai gaya aksial terfaktor maksimum untuk kolom desain sebesar 4575,04 kN , dan momen maksimum sebesar 152,07 kNm

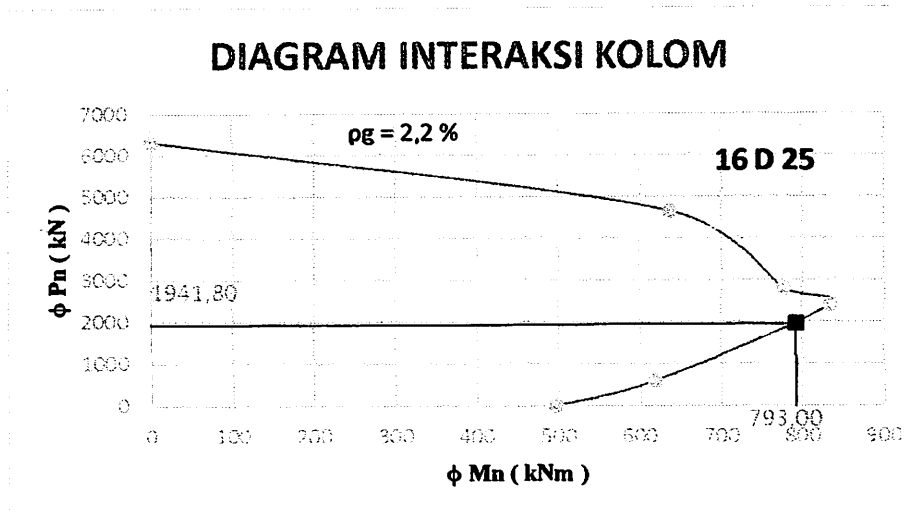


**Gambar 4.20 Diagram Interaksi Kolom Desain**

Dari diagram diatas, dapat dilihat bahwa nilai gaya aksial dan momen desain pada kolom desain terletak pada kondisi Patah Desak.Selanjutnya untuk kontrol desain kapasitas digunakan nilai gaya aksial terfaktor yang menghasilkan kuat lentur terend konsisten terhadap arah gempa yang ditinjau. Digunakan Gaya aksial untuk kolom Lantai 2 sebesar 1696,63 kN ,dan untuk Kolom Lantai 1 sebesar 1941,80 kN



**Gambar 4.21 Diagram Interaksi Kolom Lantai 2**



**Gambar 4.22 Diagram Interaksi Kolom Lantai 1**

Dari hasil pembacaan kedua diagram interaksi kolom diatas, maka didapat nilai momen nominal terfaktor untuk kolom yang ditinjau sebesar :

Kolom	$\phi M_n$ (kNm)
Lantai 2	765,00
Lantai 1	793,00

#### 4.2.2 Perhitungan Penulangan Geser Kolom

Penulangan geser kolom C30, pada portal memanjang

Diketahui :  $l = 5000 \text{ mm}$

$b = 600 \text{ mm}$

$h = 600 \text{ mm}$

$l_n = 4400 \text{ mm}$

$p = 40 \text{ mm}$

$f_c = 30 \text{ MPa}$

$f_{y_{ulir}} = 400 \text{ MPa}$

$f_{y_{polos}} = 260 \text{ MPa}$

$D = 25 \text{ mm}$

$\emptyset = 12 \text{ mm}$

##### a. Pengekangan Kolom

Pada perencanaan SRPMK, Daerah yang berpotensi sendi plastis terletak sepanjang  $l_o$  (SNI 2847-2013, Pasal 21.6.4.1) dari muka yang ditinjau, dimana panjang  $l_o$  tidak boleh kurang dari :

-  $h = 600 \text{ mm}$

-  $\frac{1}{6} \cdot l_n = \frac{1}{6} \times 4400 = 733,333 \text{ mm}$

-  $450 \text{ mm}$

Jadi daerah yang berpotensi terjadi sendi plastis sejauh  $750 \text{ mm}$  dari muka kolom

Persyaratan spasi maksimum pada daerah gempa (SNI 2847-2013 Pasal 21.6.4.3), spasi maksimum tidak boleh melebihi :

-  $\frac{1}{4} \times \text{dimensi terkecil komponen struktur} = \frac{1}{4} \times 600 = 150 \text{ mm}$

-  $6 \times \text{diameter tulangan utama} = 6 \times 25 = 150 \text{ mm}$

-  $100 \text{ mm}$

Dipasang tulangan geser  $4 \emptyset 12 \text{ mm}$

$$A_s = 4 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 12^2 \\ = 452,16 \text{ mm}^2$$

Jadi  $A_s = 452,16 \text{ mm}^2 \geq A_{sh}$

$$h_c = 600 - 40 - 40 - 12 = 508,0 \text{ mm}$$

$$A_{ch} = (600 - 2 \times 40)^2 = 270400 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan s rencana sebesar = **100 mm**

$A_{sh}$  minimum harus memenuhi persyaratan sesuai SNI 2847-2013 Pasal



21.6.4.4.(b) dan diambil nilai yang terbesar dari hasil rumus berikut ini :

$$A_{sh} = 0,3 \left( \frac{s \cdot h_c \cdot f'_c}{f_{yh}} \right) \left( \left( \frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right)$$

$$A_{sh} = 0,3 \times \left( \frac{100 \times 508 \times 30}{400} \right) \times \left( \left( \frac{360000}{270400} \right) - 1 \right)$$

$$A_{sh} = 0,3 \times 3810,0 \times 0,331$$

$$A_{sh} = 378,75 \text{ mm}^2$$

atau

$$A_{sh} = 0,09 \left( \frac{s \cdot h_c \cdot f'_c}{f_{yh}} \right)$$

$$A_{sh} = 0,09 \left( \frac{100 \times 508 \times 30}{400} \right)$$

$$A_{sh} = 0,09 \times 3810$$

$$A_{sh} = 342,9 \text{ mm}^2, \text{ Maka diambil yang terbesar yaitu } 378,7 \text{ mm}^2$$

untuk memenuhi luas perlu minimum, maka dipasa  $A_{sh} \ 4 \ \phi \ 12$

$$A_{sh} \ 4 \ \phi \ 12 = 452,2 \text{ mm}^2 > 378,7 \text{ mm}^2 \text{ (Terpenuhi)}$$

Maka, direncanakan tulangan geser kolom 4 kaki diameter 12 - 100

## b. Perhitungan Tulangan Transversal Kolom Akibat Ve

Diketahui :  $l = 5000 \text{ mm}$

$f_c = 30 \text{ MPa}$

$b = 600 \text{ mm}$

$f_{y_{ulir}} = 400 \text{ MPa}$

$h = 600 \text{ mm}$

$f_{y_{polos}} = 260 \text{ MPa}$

Tinggi bersih  $h_n = 4400 \text{ mm}$      $N_{u,k} = 4575038 \text{ N}$

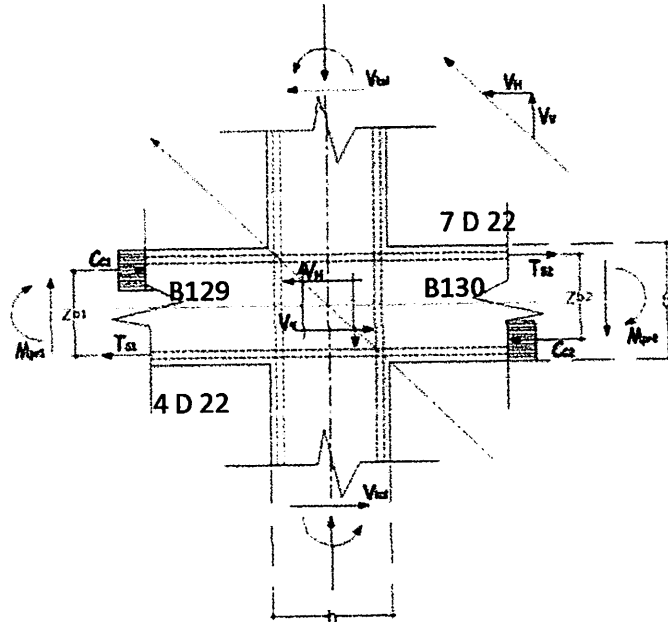
Tulangan sengkang =  $\emptyset \ 12 \text{ mm}$

Perhitungan Momen Probabilitas (Mpr)

$M_{pr} = M_{nb} = 1283427173,404 \text{ Nmm}$

Karena tulangan longitudinal sepanjang kolom sama, maka  $M_{pr_3}$  dan  $M_{pr_4}$

=  $1283427173,404 \text{ Nmm}$ , sehingga :



$$V_{e \text{ kolom}} = \frac{M_{pr\_3} + M_{pr\_4}}{h_n}$$

$$= \frac{1283427173,404 + 1283427173,404}{4400}$$

$$= 583375,99 \text{ N}$$

$$V_{e \text{ balok}} = \frac{M_{Pr\_1} + M_{Pr\_2}}{h_n}$$

$$= \frac{377540778,826 + 618161885,154}{6400}$$

$$= 155.578,54 \text{ N} < 50\% V_{e \text{ kolom}} = 291.687,99 \text{ N}$$

$V_c = 0$  apabila memenuhi ketentuan pada SNI 2847-2013 Pasal 21.5.4.2 sebagai berikut :

Gaya aksial terfaktor  $< A_g \cdot f_c / 10$

$$4.575.038 \text{ N} < \frac{600 \times 600 \times 30}{10}$$

$4.575.038 \text{ N} > 1.080.000 \text{ N}$  Karena gaya aksial  $> A_g \cdot f_c / 10$ ,

Maka dipakai  $V_c$  sesuai dengan SNI 2847-2013 Pasal 11.2.1.2 :

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0,17 \left( 1 + \frac{Nu}{14.Ag} \right) \lambda \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d \\
 &= 0,17 \left( 1 + \frac{4575037,9}{14 \times 360000} \right) \times 1 \times \sqrt{30} \times 600 \times 535,5 \\
 &= 570743,190 \text{ N}
 \end{aligned}$$

• **Tulangan geser di dalam daerah sendi plastis**

Daerah yang berpotensi sendi plastis terletak sepanjang  $l_o$  (SNI 2847-2013

Pasal 21.6.4.1) dari muka yang ditinjau, dimana panjang  $l_o$  tidak boleh kurang dar

-  $h = 600 \text{ mm}$

-  $\frac{1}{6} \times l_n = \frac{1}{6} \times 4400 = 733,3 \text{ mm}$

-  $450 \text{ mm}$

Jadi daerah yang berpotensi terjadi sendi plastis sejauh  $750 \text{ mm}$  dari muka kolom.

Persyaratan spasi maksimum pada daerah sendi plastis (SNI 2847-2013 Pasal

21.6.4.3), spasi maksimum tidak boleh melebihi :

-  $\frac{1}{4} \times \text{dimensi terkecil komponen} = \frac{1}{4} \times 600 = 150 \text{ mm}$

-  $6 \times \text{diameter terkecil komponen} = 6 \times 25 = 150 \text{ mm}$

-  $s_o = 100 + \left( \frac{350 - h_x}{3} \right) = 100 + \left( \frac{350 - 339}{3} \right) = 104 \text{ mm}$

Maka diasumsikan  $s$  rencana yang dipakai sebesar  $100 \text{ mm}$

$h_c = 600 - 40 - 40 - 12 = 508 \text{ mm}$

$A_{ch} = \{600 - 2 \times 40\}^2 = 270400 \text{ mm}^2$

$A_{sh}$  minimum harus memenuhi persyaratan sesuai SNI 2847-2013 Pasal

21.6.4.4.(b) dan diambil nilai yang terbesar dari hasil rumus berikut ini :

$$A_{sh} = 0,3 \left( \frac{s \cdot h_c \cdot f_c'}{f_{yh}} \right) \left( \left( \frac{Ag}{A_{ch}} \right) - 1 \right)$$

$$A_{sh} = 0,3 \times \left( \frac{100 \times 508 \times 30}{400} \right) \times \left( \left( \frac{360000}{270400} \right) - 1 \right)$$

$$A_{sh} = 0,3 \times 3810,0 \times 0,331$$

$$A_{sh} = 378,75 \text{ mm}^2$$

atau

$$A_{sh} = 0,09 \left( \frac{s \cdot h_c \cdot f'_c}{f_{yh}} \right)$$

$$A_{sh} = 0,09 \times \left( \frac{100 \times 508 \times 30}{400} \right)$$

$$A_{sh} = 0,09 \times 3810$$

$$A_{sh} = 342,9 \text{ mm}^2, \text{ maka diambil yg terbesar yaitu: } 378,75 \text{ mm}^2$$

Untuk memenuhi luas perlu minimum, maka dipasang  $A_{sh} \text{ } 4 \phi 12$

$$A_{sh} \text{ } 4 \phi 12 = 452,2 \text{ mm}^2 > 378,7 \text{ mm}^2 \text{ (Terpenuhi)}$$

Maka, direncanakan tulangan sengkang kolom 4 kaki diameter 12 - 100

$$V_s = \frac{A_s \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{452,2 \times 400 \times 535,5}{100}$$

$$= 968526,72 \text{ N}$$

Jadi dipasang tulangan geser  $4 \phi 12 - 100 \text{ mm}$

Kontrol kuat geser nominal menurut SNI 2847-2013 Pasal 11.4.7.9

$$V_s \leq 0,66 \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_s \leq 0,66 \times \sqrt{30} \times 600 \times 600$$

$$968.527 \text{ N} < 1.301.389 \text{ N} \dots\dots\dots \text{OK}$$

Maka :

$$\phi (V_s + V_c) = 0,75 [ 968527 + 570743,2 ]$$

$$= 1154452,43 \text{ N} > V_u = 155578,54 \text{ N} \dots\dots\dots \text{OK}$$

Jadi untuk penulangan geser di daerah yang berpotensi terjadi sendi plastis

sejauh  $l_o = 750 \text{ mm}$  dipasang tulangan geser 4 kaki  $\phi 12 - 100$ .

• **Tulangan geser di luar daerah sendi plastis**

Persyaratan spasi maksimum untuk daerah luar sendi plastis menurut SNI 2847-2013 Pasal 21.6.4.5, spasi maksimum tidak boleh melebihi :

- $6 \times \text{diameter tulangan utama} = 6 \times 25 = 150 \text{ mm}$
- $150 \text{ mm}$

Dipakai sengkang  $4 \text{ } \emptyset 12$  dengan spasi  $150 \text{ mm}$

$$V_s = \frac{A_s \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{452,2 \times 400 \times 535,5}{150}$$

$$= 645684 \text{ N}$$

Kontrol kuat geser nominal menurut SNI 2847-2013 Pasal 11.4.7.9

$$V_s \leq 0,66 \cdot f_c' \cdot \sqrt{b_w \cdot d}$$

$$V_s \leq 0,66 \cdot 30 \cdot \sqrt{600 \times 600,0}$$

$$645.684 \text{ N} < 1.301.389 \text{ N} \dots\dots\dots \text{OK}$$

Maka :

$$\phi (V_s + V_c) = 0,75 [ 645684 + 570743,2 ]$$

$$= 912320,75 \text{ N} > V_u = 155578,54 \text{ N} \dots\dots\dots \text{OK}$$

Jadi untuk penulangan geser di luar sendi plastis dipasang tulangan geser **4 kaki  $\emptyset 12-150$ .**

**4.2.3 Sambungan Lewatan Tulangan Vertikal Kolom**

Sesuai SNI 2847-2013 Pasal 12.2.3 panjang sambungan lewatan harus dihitung sesuai dengan rumus sebagai berikut :

$$l_d = \left( \frac{f_y \cdot \Psi_t \cdot \Psi_o \cdot \Psi_s}{1,1\lambda \cdot \sqrt{f_c'} \cdot \left( \frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right)} \right) d_b$$

dimana :  $\Psi_t = 1$      $\Psi_o = 1$      $\Psi_s = 0,8$      $\lambda = 1$

$$c = \text{selimut beton} + \emptyset \text{ sengkang} + \frac{1}{2} D \text{ kolom}$$

$$= 40 + 12 + \left[ \frac{1}{2} \cdot 25 \right] = 64,5 \text{ mm}$$

$$c = \frac{600 - 2(40 + 12) - 25}{2 \times 4}$$

$$= 58,88 \text{ mm}$$

diambil  $c = 58,88 \text{ mm}$  yang menentukan

$$K_{tr} = 0$$

$$\left( \frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right) = \frac{58,88 + 0}{25} = 2,355$$

$$\text{Sehingga : } l_d = \frac{400}{1,1 \times 1\sqrt{30}} \times \frac{1 \times 1 \times 0,8}{2,355} \times 25 = 563,827 \text{ mm}$$

Sesuai Pasal 21.6.3.3, sambungan lewatan harus diletakan ditengah panjang kolom dan harus dihitung sebagai sambungan tarik.

Mengingat sambungan lewatan ini termasuk kelas B, maka panjangnya harus  $= 1,3 l_d = 1,3 \times 563,8 = 732,97 \text{ mm} \approx 733 \text{ mm}$ .

Sedangkan untuk spasi sengkang pada daerah sambungan lewatan, harus memenuhi syarat-syarat yang terdapat pada SNI 2847-2013 Pasal 21.5.2.3 yaitu :

$$- d/4 = \frac{600,0}{4} = 150 \text{ mm}$$

- 100 mm

Maka digunakan spasi sengkang pada daerah sambungan lewatan sebe 90 mm

Dari analisa diatas, maka digunakan tulangan sengkang pada daerah sambungan lewatan 4 kaki  $\emptyset 12 - 90 \text{ mm}$

#### 4.2.4 Persyaratan "Strong Columns Weak Beams"

Sesuai filosofi "*Capacity Design*", maka Pasal 21.6.2.2 mensyaratkan  $\sum M_{nc} \geq (1,2) \sum M_{nb}$ . Nilai  $M_{nc}$  harus dicari dari gaya aksial terfaktor yang menghasilkan kuat lentur terendah, konsisten terhadap arah gempa yang ditinjau.

a. Momen pada kolom

$$\begin{aligned}\sum M_{nc} &= \phi M_n \text{ Lantai 2} + \phi M_n \text{ Lantai 1} \\ &= 765.000.000 + 793.000.000 \\ &= 1.558.000.000 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

b. Momen pada balok

$$\begin{aligned}M_{pr}^+ &= 377.540.778,83 \text{ Nmm} \\ M_{pr}^- &= 618.161.885,15 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

$$\sum M_{nc} \geq 1,2 \sum M_{nb}$$

$$\begin{aligned}\sum M_{nc} &= \frac{1558000000}{0,65} \\ &= 2.396.923.077 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}1,2 \sum M_{nb} &= \frac{1,2 \times ( 377540778,826 + 618161885,154 )}{0,90} \\ &= 1.327.603.552 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

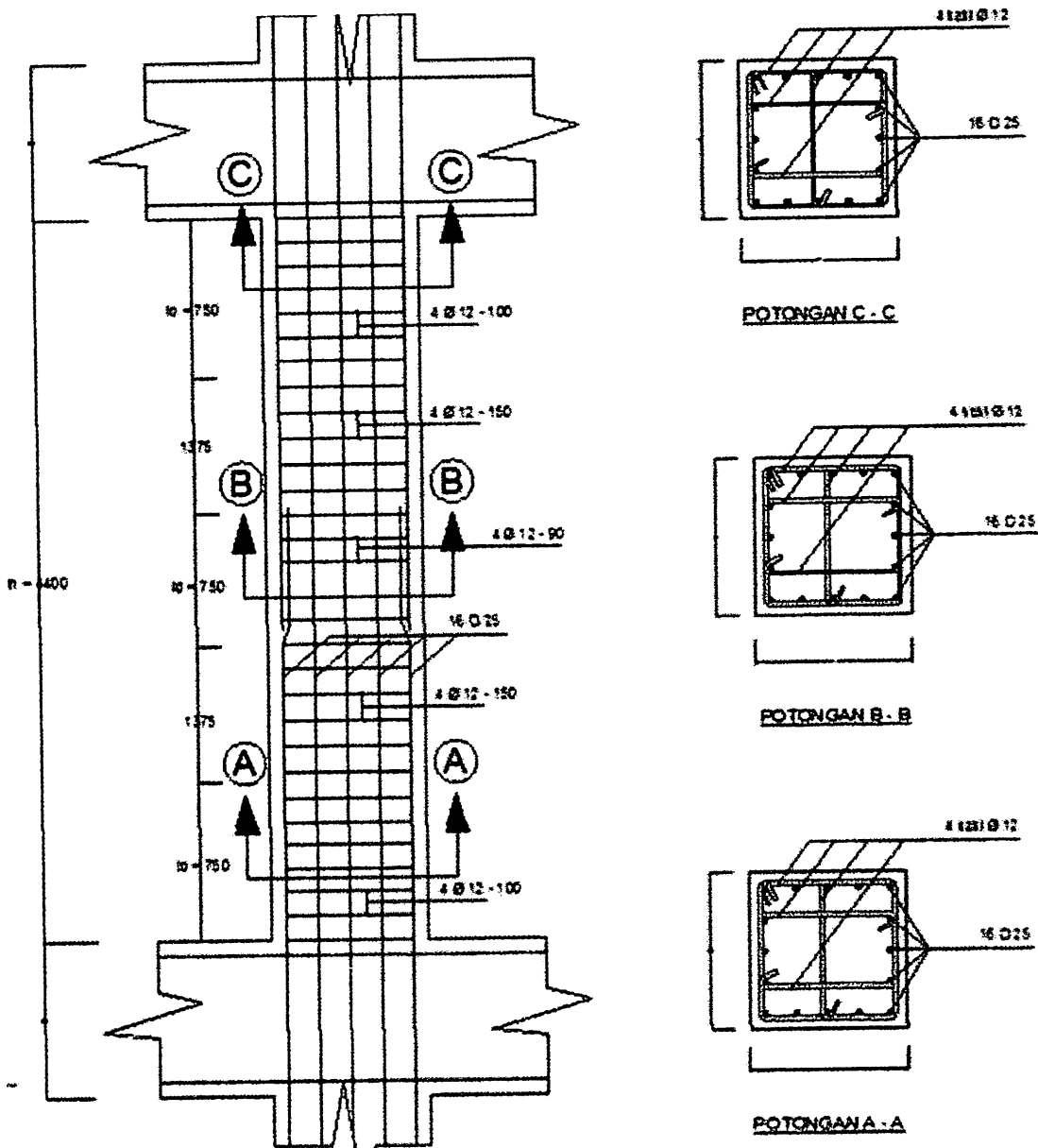
Maka :

$$\sum M_{nc} \geq 1,2 \sum M_{nb}$$

$$2.396.923.077 \text{ Nmm} > 1.327.603.552 \text{ Nmm} \dots\dots\dots\text{OK}$$

Dari hasil perencanaan balok dan kolom dapat disimpulkan bahwa :

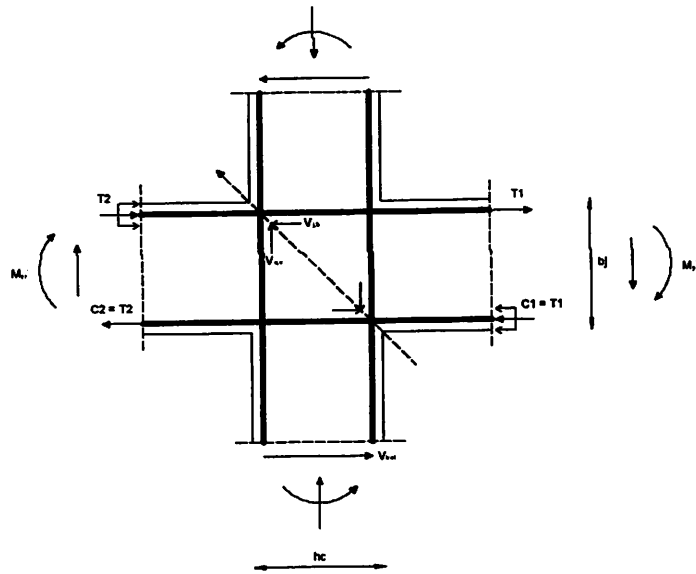
**Persyaratan "Strong Column Weak Beam" telah terpenuhi**



**Gambar 4.23 Detail Penulangan Longitudinal dan Transversal Kolom C30**



### 4.3 Perhitungan Pertemuan Balok - Kolom



Gambar 4.24 Analisa geser dari hubungan balok kolom (Joint 69)

Data perencanaan :

$$f_c = 30 \text{ MPa}$$

$$M_{pr}^+, b = 377540778,83 \text{ Nmm}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$M_{pr}^-, b = 618161885,15 \text{ Nmm}$$

$$h_n, a = 3400 \text{ mm}$$

$$h_n, b = 4400 \text{ mm}$$

Tulangan yang terpasang pada balok :

$$\text{balok kiri} = 4 \text{ D } 22$$

$$\text{balok kanan} = 7 \text{ D } 22$$

Pemeriksaan kuat geser nominal pada joint :

Gaya geser yang terjadi

$$A_{s1} = 4 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 22^2 = 1519,76 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2} = 7 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 22^2 = 2659,58 \text{ mm}^2$$

$$T = A_s \cdot 1,25 \cdot f_y$$

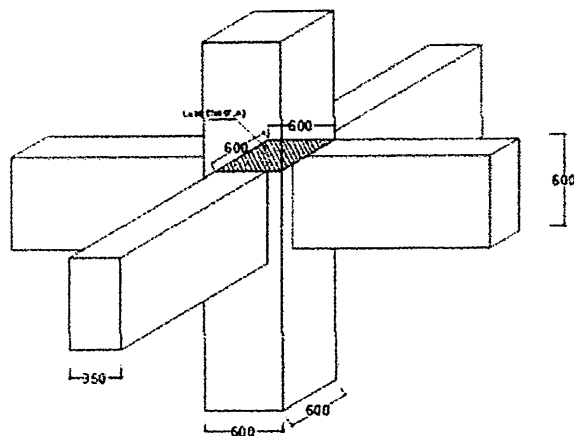
$$T_1 = 1519,76 \times 1,25 \times 400 = 759880,0 \text{ N}$$

$$T_2 = 2659,58 \times 1,25 \times 400 = 1329790,0 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 M_u &= \frac{M_{pr, \text{ b. kanan}} + M_{pr, \text{ b. kiri}}}{2} \\
 &= \frac{377540778,826 + 618161885,154}{2} \\
 &= 497851331,990 \text{ Nmm} \\
 V_h &= \frac{2 \times M_u}{h_n / 2} \\
 &= \frac{2 \times 497851331,99}{3400 / 2} \\
 &= 585707,449 \text{ N} \\
 V_{jh} &= T_1 + T_2 - V_h \\
 &= 759880,00 + 1329790,00 - 585707,45 \\
 &= 1503962,55 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Kuat geser nominal untuk HBK yang terkekang keempat sisinya maka berlaku :

$$V_{jh} < \phi \times 1,7 \times \sqrt{f_c'} \times A_j$$



**Gambar 4.25 Luas efektif ( $A_j$ ) untuk HBK**

Maka :

$$V_{jh} < \phi \times 1,7 \times \sqrt{f'c} \times A_j$$

$$1503962,55 < 0,75 \times 1,7 \times \sqrt{30} \times 600 \times 600$$

$$1503962,55 \text{ N} < 2514046,54 \text{ N} \dots\dots\dots\text{OK}$$

- Penulangan geser horisontal

$$N_u = 4575037,9 \text{ N}$$

$$\frac{N_u}{A_g} = \frac{4575038 \times 1,25}{600 \times 600}$$

$$= 15,886 \text{ N/mm}^2 > 0,1 \cdot f_c = 0,1 \times 30 = 3,0 \text{ N/mm}^2$$

$$= 15,886 \text{ N/mm}^2 > 0,1 \cdot f_c = 0,1 \times 30 = 3,0 \text{ N/mm}^2$$

Jadi  $V_{c,h}$  dihitung menurut persamaan

$$V_{c,h} = \frac{2}{3} \sqrt{\left( \frac{N_u, k}{A_g} - 0,1 \times f'c \right)} \times b_j \times h_c$$

$$= \frac{2}{3} \sqrt{\left( \frac{4575038}{360000} - 0,1 \times 30 \right)} \times 600 \times 600$$

$$= 747800,818 \text{ N}$$

$$V_{s,h} + V_{c,h} = V_{j,h}$$

$$V_{s,h} = V_{j,h} - V_{c,h}$$

$$= 1503962,55 - 747800,82$$

$$= 756161,73 \text{ N}$$

$$A_{j,h} = \frac{V_{s,h}}{f_y}$$

$$= \frac{756161,73}{400}$$

$$= 1890,4 \text{ mm}^2$$

Coba dipasang 6 lapis tulangan sengkang :

$$\text{Maka } A_s \text{ ada} = 6 \times 378,75$$

$$= 2272,47 \text{ mm}^2 > A_{j,h} = 1890,4 \text{ mm}^2 \dots\dots\text{aman}$$

- Penulangan geser vertikal

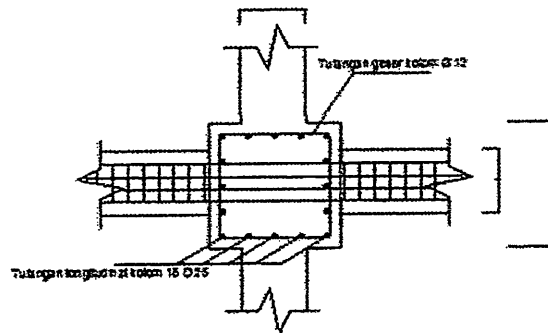
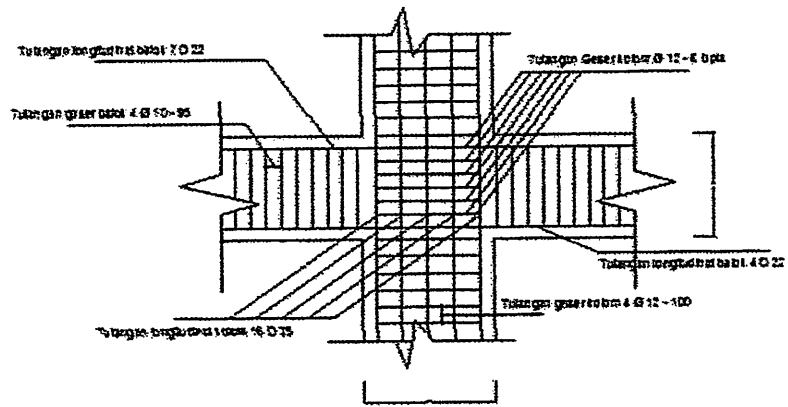
$$\begin{aligned}
 V_{j,v} &= \frac{hc}{bj} V_{j,h} \\
 &= \frac{600}{600} \times 1503962,55 \\
 &= 1503962,55 \quad \text{N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{c,v} &= \frac{As' \cdot V_{j,h}}{As} \times \left( 0,6 + \frac{Nu, k}{Ag \cdot f'c} \right) \\
 &= \frac{1519,76 \times 1503962,55}{2659,58} \times \left( 0,6 + \frac{4575037,90}{360000 \times 30} \right) \\
 &= 879701,75 \quad \text{N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{s,v} &= V_{j,v} - V_{c,v} \\
 &= 1503962,55 - 879701,75 \\
 &= 624260,805 \quad \text{N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{j,v} &= \frac{V_{s,v}}{fy} \\
 &= \frac{624260,805}{400} \\
 &= 1560,65 \quad \text{mm}^2
 \end{aligned}$$

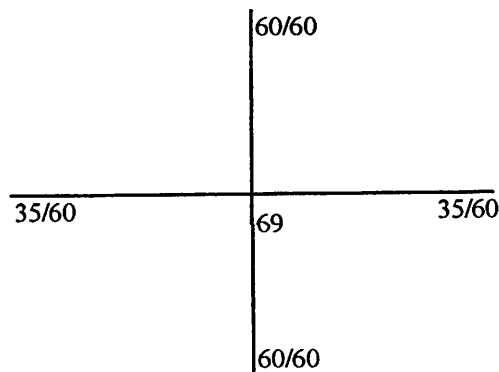
Tulangan kolom yang terpasang 16 D 25, dimana luas tulangan ( $As$  ada =  $7857 \text{ mm}^2$ )  $> 1560,65 \text{ mm}^2$ . Maka tidak diperlukan lagi tulangan geser vertikal karena sudah ditahan oleh tulangan kolom yang terpasang.



**Gambar 4.26 Penulangan Hubungan Balok Kolom (Joint 69)**

## 4.5 Perhitungan Pendetailan Tulangan

Perhitungan pendetailan joint 69



- Pendetailan Tulangan Tumpuan Tarik (atas)

- Untuk pemberhentian tulangan tumpu tarik ke dalam balok adalah sejauh

$$\frac{1}{4} \times L_n = \frac{1}{4} \times 6400 = 1600 \text{ mm dari muka kolom.}$$

Ditambah dengan penjangkaran yang diperlukan untuk penjangkaran sejauh :

$$12 \text{ db} = 12 \times 22 = 264 \text{ mm}$$

$$\frac{1}{16} l_n = \frac{1}{16} \times 6400 = 400,00 \text{ mm}$$

$$d = 539,0 \text{ mm}$$

Dipakai perpanjangan 539 mm

$$\text{Total panjang yang diperlukan} = 1600 + 539,0 = 2139,0 \text{ mm}$$

Modifikasi yang digunakan :

- › Batang tulangan baja paling atas dengan elevasi antara tulangan tersebut dengan lapisan beton terbawah tidak kurang dari 300 mm.

$$600 - 40 - 10 - (0,5 \times 22) = 539,0 \text{ mm} > 300 \text{ mm}$$

- ›  $L_d$  yang dibutuhkan adalah :

$$L_{db} = \frac{0,02 \cdot A_s \cdot f_y}{\sqrt{f_c'}} = \frac{0,02 \times (\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22) \times 390}{\sqrt{30}} = 555,443 \text{ mm}$$

$$L_{db} = 0,06 \times 22 \times 400 = 528,0 \text{ mm}$$

$$\text{Dipakai } L_{db} = 555,443 \text{ mm}$$

Dipakai faktor 1,4

Maka  $L_d = 555,443 \times 1,4$

$= 777,6$  mm ditambah perpanjangan 539 mm.

$L_d = 777,6 + 539,0$

$= 1316,62$  mm  $< 2139$  mm

Jadi dipakai panjang penyaluran  $L_d = 2139$  mm  $\approx 2140$  mm

- Penjangkaran masuk ke dalam kolom

- Pendetailan tulangan tumpuan tekan balok (SNI 2847-2013 Pasal 12.3.2)

Untuk tulangan tumpuan tekan, panjang penyaluran yang masuk ke dalam kolom adalah :

$$L_{db} = \frac{db \cdot f_y}{4\sqrt{f_c'}} = \frac{22 \times 400}{4 \times \sqrt{30}} = 401,66 \text{ mm}$$

Panjang  $L_{db}$  tidak boleh kurang dari :

$$L_{db} = 0,04 \times 22 \times 400 = 352,00 \text{ mm}$$

$$L_{db} = 200 \text{ mm}$$

Dipakai  $L_{db} = 401,66$  mm  $\approx 410$  mm

- Pendetailan tulangan tumpuan tarik balok (SNI 2847-2013 Pasal 12.5.2)

$$L_{hb} = \frac{100 \cdot db}{\sqrt{f_c'}} = \frac{100 \times 22}{\sqrt{30}} = 401,663 \text{ mm}$$

Tidak kurang dari :

$$8 \text{ db} = 8 \times 22 = 176 \text{ mm}$$

$$L_{dh} = 401,66 \text{ mm} > 8 \text{ db} = 176 \text{ mm}$$

Dipakai  $L_{dh} = 401,66$  mm  $\approx 410$  mm

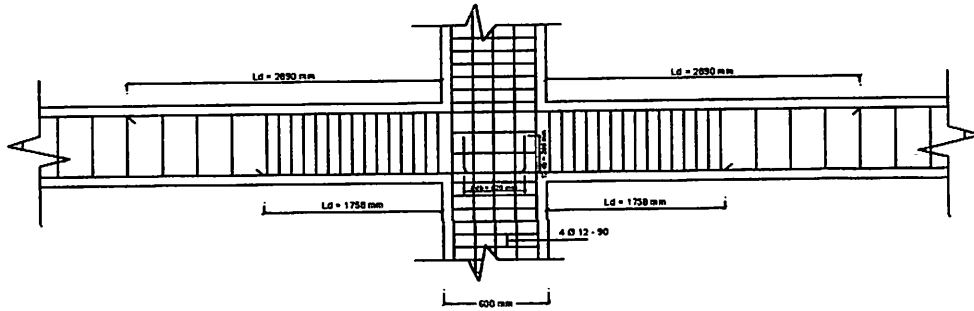
Dipilih pembengkokan  $90^\circ$  dengan panjang pembengkokan 12 db

$$= 12 \times 22 = 264 \text{ mm} \approx 265 \text{ mm}$$

- Pemutusan tulangan tumpuan tekan

Untuk pemberhentian tulangan tumpuan tekan adalah sejauh

$$\frac{1}{5} l_n = \frac{1}{5} \times 6400 = 1280 \text{ mm dari muka kolom.}$$



**Gambar 4.27 Pendetailan Tulangan Joint 69**



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perencanaan struktur gedung Hotel Grand Malebu dengan menggunakan sistem rangka pemikul momen (SRPM) berdasarkan SNI 1726-201: dan SNI 2847-2013 menggunakan program ETABS, dan komponen struktur yang di desain pada balok dengan nomor batang B126 dan Kolom dengan nomor batang C30, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Struktur direncanakan sebagai Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), dengan nilai  $R = 8$  ;  $\Omega = 3$  ; dan  $C_d = 5,5$ . dan struktur gedung di analisa menggunakan analisa statik ekuivalen.

2. Pada Balok B126 dengan dimensi 35/60 diperoleh :

- Tulangan Tumpuan Kiri : Tarik – 7 D 22 , Tekan – 4 D 22
- Tulangan Lapangan : Tekan – 3 D 22 , Tarik – 5 D 22
- Tulangan Tumpuan Kanan : Tarik – 7 D 22 , Tekan – 4 D 22

Tulangan Geser

- Joint Kiri

Daerah Sendi Plastis : Ø 10 – 95 ( 2 kaki )

Daerah Luar Sendi Plastis : Ø 10 – 160 ( 3 kaki )

- Joint Kanan

Daerah Sendi Plastis : Ø 10 – 95 ( 2 kaki )

Daerah Luar Sendi Plastis : Ø 10 – 160 ( 3 kaki )

-. Pada Kolom Desain C30 dengan dimensi 60/60 dan jumlah tulangan 16 D 25 pada lantai dasar diperoleh tulangan geser :

Daerah Sendi Plastis : Ø 12 – 100 ( 4 kaki )

Daerah Sambungan Lewatan : Ø 12 – 90 ( 4 kaki )

Daerah Luar Sendi Plastis : Ø 12 – 150 ( 4 kaki )

- Pada perencanaan desain kapasitas, kolom telah memenuhi konsep '*Strong Column Weak Beam*'. Pada joint 69 sebagai berikut :

$$2.396.923.077 \text{ Nmm} > 1.327.603.552 \text{ Nmm} \dots\dots\dots\text{OK}$$

- Pada hubungan balok - kolom dipasang pengeang horisontal 6 Ø 12 ( 4 kaki dan untuk pengeang vertikal menggunakan tulangan logitudinal kolom.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil perencanaan skripsi ini, adapun saran - saran yang dapat saya berikan adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan analisis beban gempa statik ekuivalen memberikan keterbatasan dalam desain model yang di analisis, terutama dalam hal tinggi bangunan. untuk pengembangan studi lebih lanjut dapat digunakan analisis dinamik spektrum respon atau time history untuk struktur bangunan yang lebih tinggi.
2. Sangat penting untuk memperhitungkan pengaruh gempa pada suatu perencanaan bangunan gedung dan mengaplikasikannya pada daerah yang rawan gempa tersebut.
3. Untuk mendapatkan kolom yang lebih ekonomis sebaiknya dilakukan perhitungan pula dengan jumlah tulangan yang bervariasi.

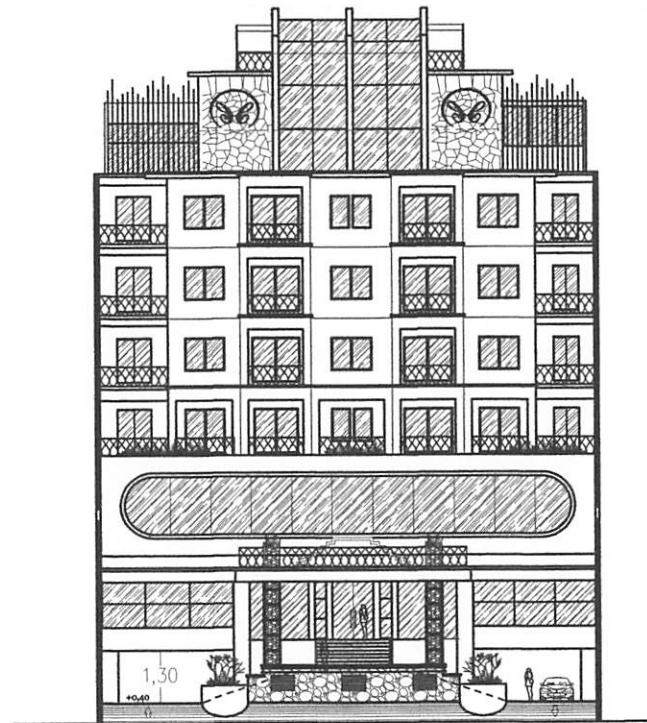
## DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, Ali. (2010). *Kolom, Fondasi dan Balok T Beton Bertulang*. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Gedung Berdasarkan SNI 03-2847-2013*
- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *Peraturan Pembebanan untuk Perencanaan Bangunan gedung Berdasarkan SNI 03-1727-2013*
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung Berdasarkan SNI 03-1726-2012*
- Kusuma, Gideon.& Vis, W.C (1993) *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang I*. Erlangga. Jakarta
- Nawi, Edward, G. (1998) *Beton Bertulang*. Refika Aditama. Bandung.
- PPIUG 1987 (1987). “*Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*”, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan
- Prof.Ir. Rachmat Purwono, M.Sc (2005). “*Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Sesuai SNI-1726 dan SNI-2847 terbaru*”, ITS Press.
- Prihatmoko Wibowo, Amdhani (2012) *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)*. Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Sunggono, V. (1995). *Buku Teknik Sipil*. Nova, Bandung

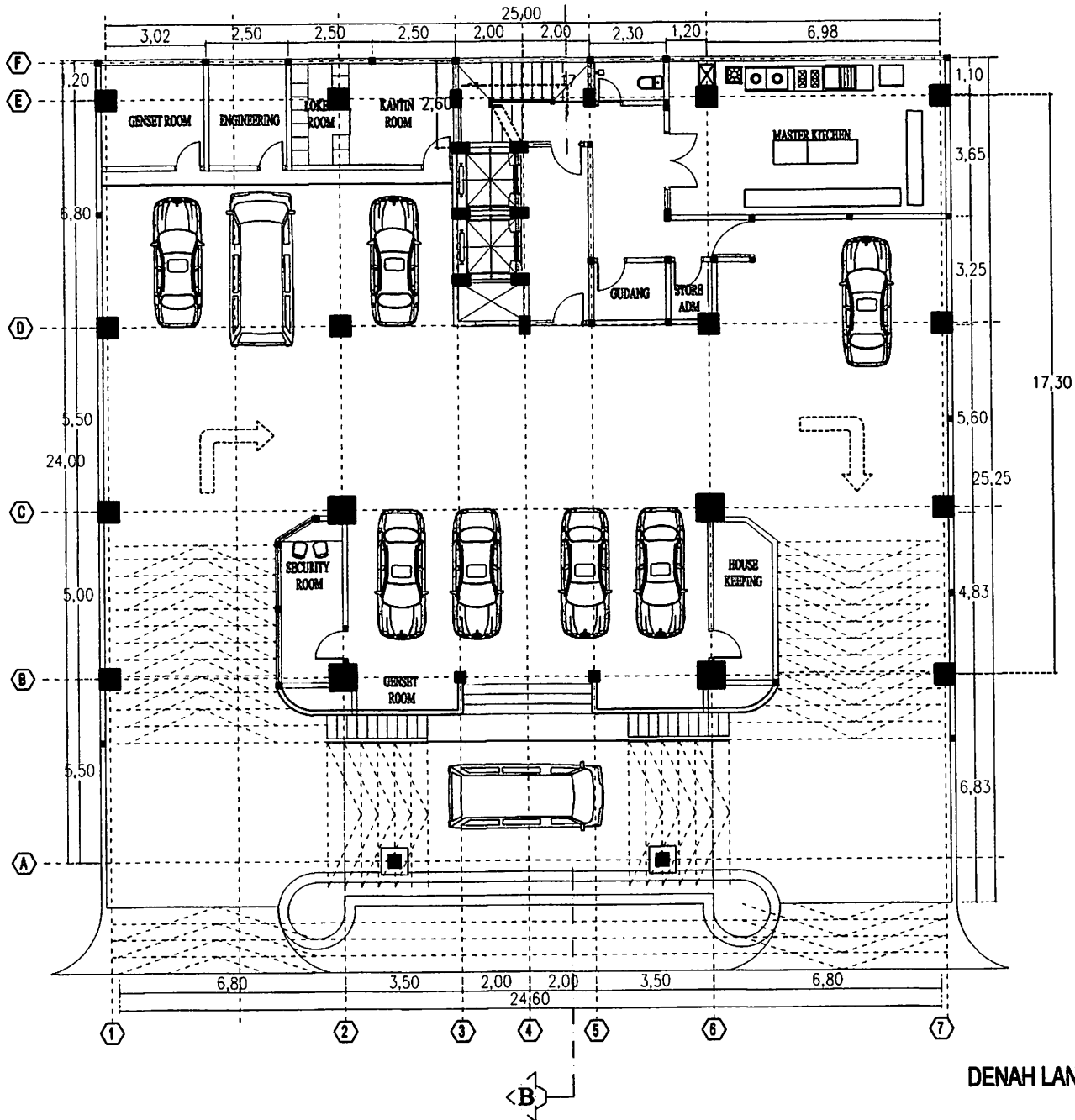
# LAMPIRAN

LAMPYRAN

ARCHITECTURAL DRAWING  
HOTEL GRAND MALEBU MAKASSAR  
JL. BONTO MANAI NO. 12A, MAKASSAR



owner :  
PT. CITRA MALEBU NUSANTARA



**DENAH LANTAI BASEMENT**  
Skala 1 : 130



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

NO	TGL	KETERANGAN	DILEH	CEK

REVISI

PROYEK :



LOKASI PROYEK :  
JL. BONTO MANAI NO.12 A  
MAKASSAR

JUDUL SKRIPSI :  
**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRFM )  
BERDASARKAN  
SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013**

DIPERIKSA :

DOSEN PEMBIMBING 1

DOSEN PEMBIMBING 2

Ir. Ester Prickasari, MT

Mohammed Erfan, ST, MT

DIGAMBAR :

Anugrah Prama Nugraha  
NIM. 14.219.06

JUDUL GAMBAR :

SKALA :

DI GAMBAR		TGL	
DI PERIKSA		No.GBR	
DI RENCANA			
DI SETUJUI			



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

NO	TGL	KETERANGAN	OLEH	CEK
REVISI				

PROYEK :



GRAND MALEBU  
 MAKASSAR

LOKASI PROYEK :

JL. BONTO MANAI NO.12 A  
 MAKASSAR

JUDUL SKRIPSI :

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
 GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
 RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
 BERDASARKAN  
 SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013

DIPERIKSA :

DOSEN PEMBIMBING 1      DOSEN PEMBIMBING 2

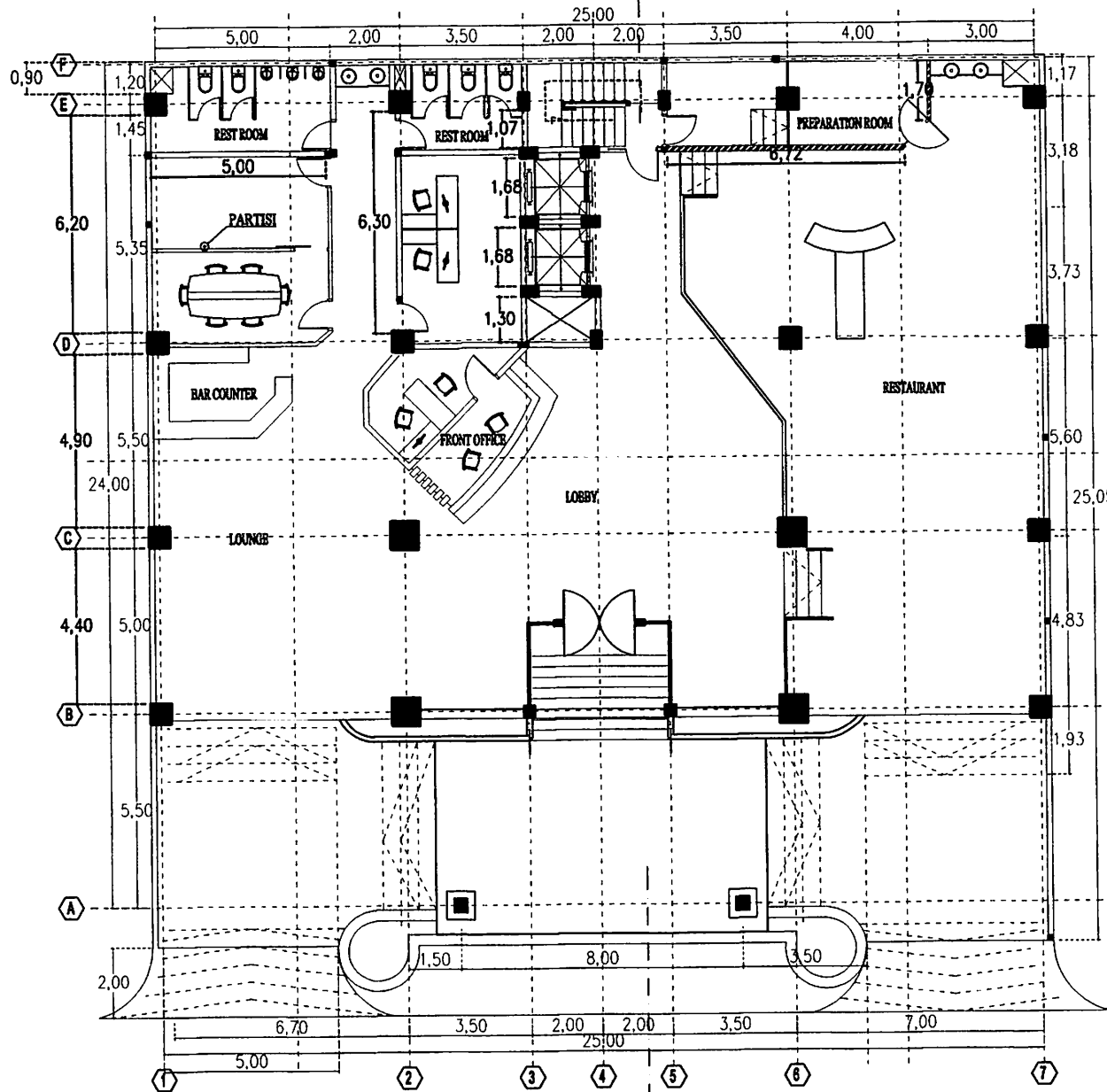
Ir. Ester Priskasari, MT      Mohammad Erhan, ST, MT

DIGAMBAR :

Amrullah Pramaana Nugraha  
 NIM. 14.219.06

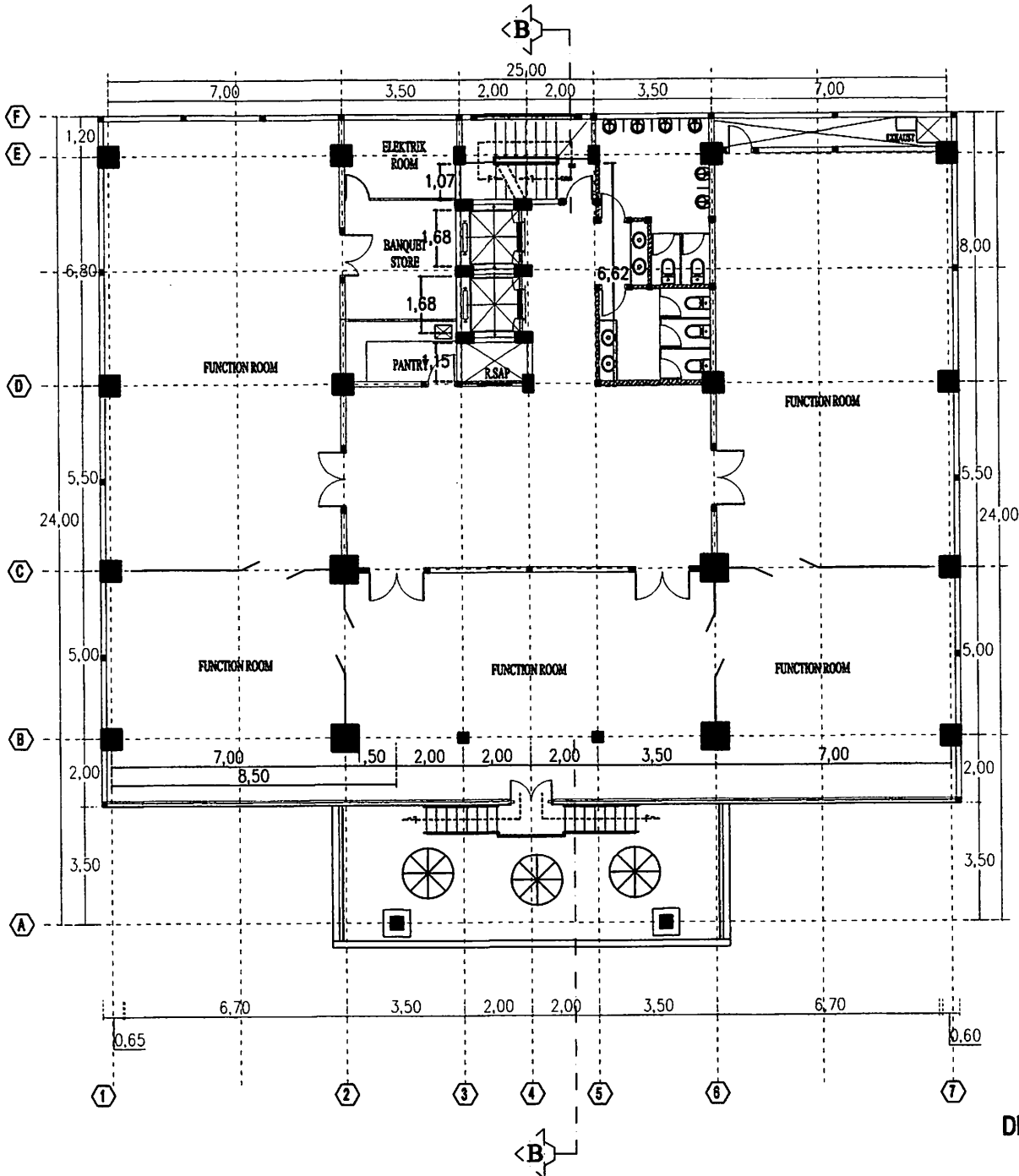
JUDUL GAMBAR :      SKALA :

DI GAMBAR	TGL
DI PERIKSA	No.GBR
DI RENCANA	
DI SETUJUI	



**DENAH LANTAI DASAR**  
 Skala 1 : 130





**DENAH LANTAI 1**  
Skala 1 : 130



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

NO	TGL	KETERANGAN	DILEH	CEK
REVISI				

PROYEK :



GRAND MALEBU  
MAKASSAR

LOKASI PROYEK :

JL. BONTO MANAI NO.12 A  
MAKASSAR

JUDUL SKRIPSI :

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
BERDASARKAN  
SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013

DIPERIKSA :

DOSEN PEMBIMBING 1

DOSEN PEMBIMBING 2

Ir. Ester Priskasari, MT

Mohammad Erfan, ST, MT

DIGAMBAR :

Amgrah Pramana Nugraha  
NIM. 14.219.06

JUDUL GAMBAR :

SKALA :

DI GAMBAR

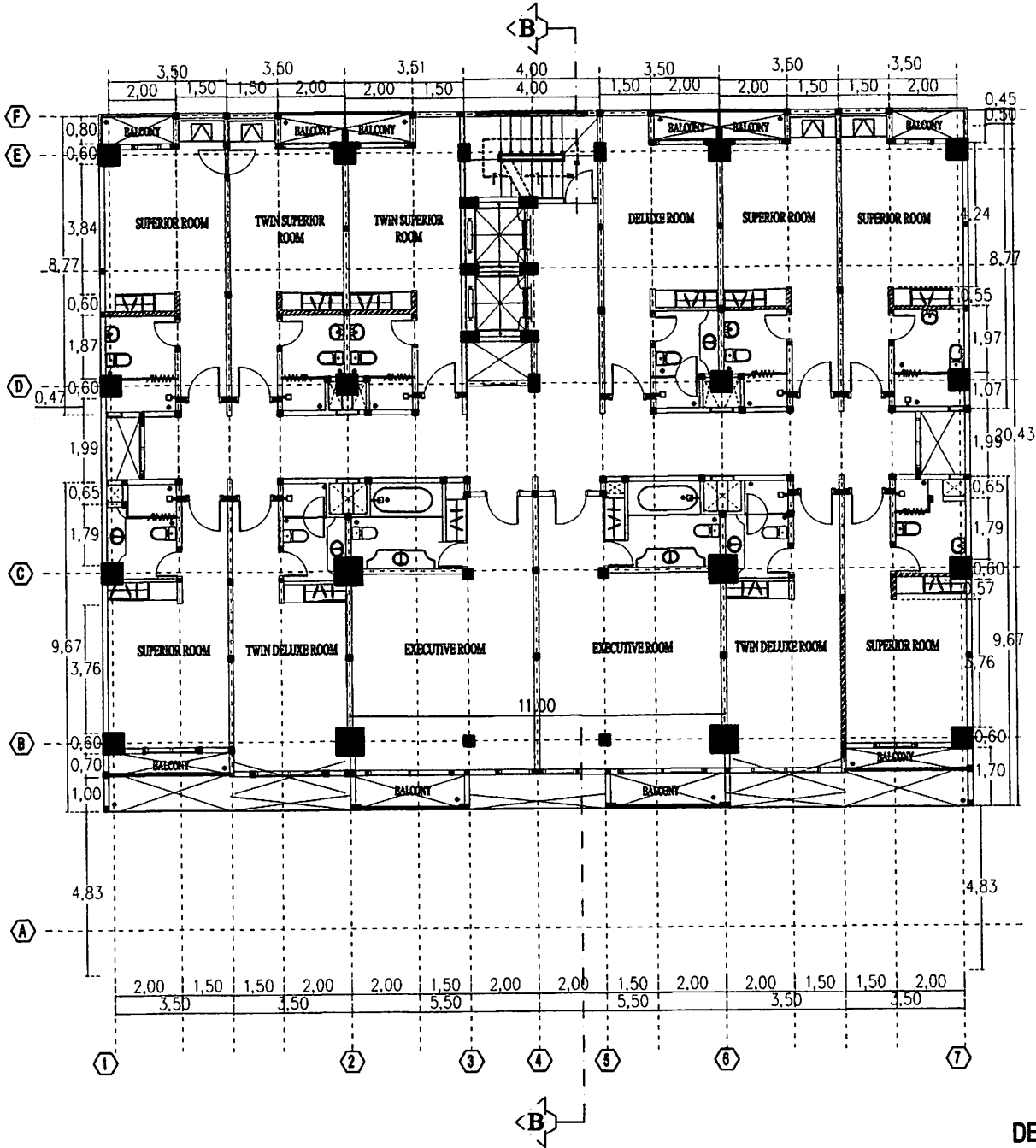
TGL

DI PERIKSA

No.GBR

DI RENCANA

DI SETUJUI



**DENAH LANTAI 2**  
Skala 1 : 130



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1


NO	TGL	KETERANGAN	OLEH	CEK

REVISI

PROYEK :



GRAND MALEBU  
MAKASSAR

LOKASI PROYEK :

J. BONTO MANAI NO.12 A  
MAKASSAR

JUDUL SKRIPSI :

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
BERDASARKAN  
SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013

DIPERIKSA :

DOSEN PEMBIMBING 1      DOSEN PEMBIMBING 2

Ir. Ester Priskasari, MT      Mohammad Erfan, ST, MT

DIGAMBAR :

Amugrah Premana Nugraha  
NIM. 14.219.06

JUDUL GAMBAR :      SKALA :

DI GAMBAR		TGL	
DI PERIKSA		No.GBR	
DI RENCANA			
DI SETUJUI			



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

NO	TGL	KETERANGAN	DILEH	CEK

NO TGL KETERANGAN DILEH CEK  
 REVISI

PROJEK :  
 **GRAND MALEBU  
 MAKASSAR**

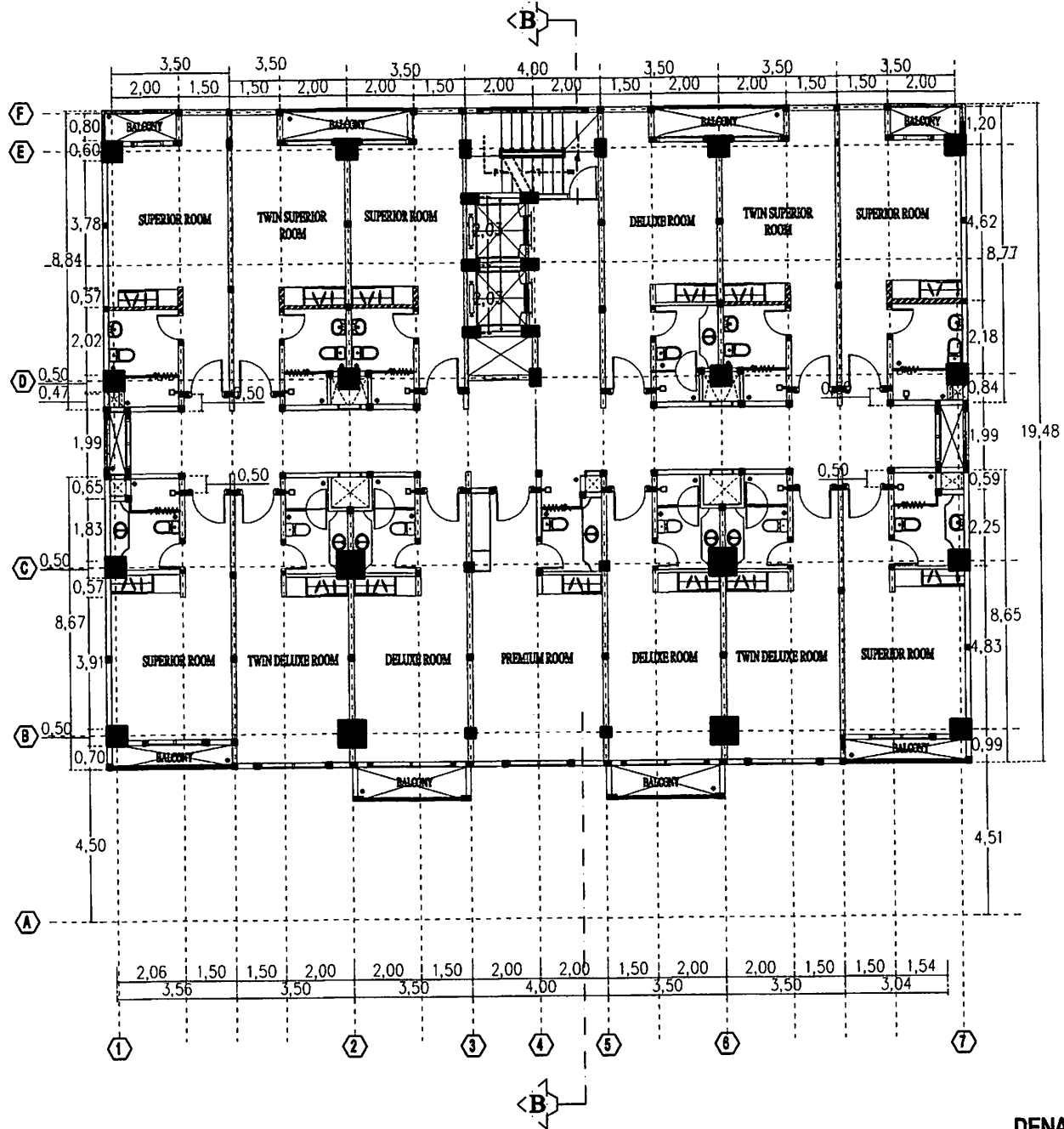
LOKASI PROJEK :  
**JL. BONTO MANAI NO.12 A  
 MAKASSAR**

JUDUL SKRIPSI :  
**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
 GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
 RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
 BERDASARKAN  
 SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013**

DIPERIKSA :  
 DOSEN PEMBIMBING 1 DOSEN PEMBIMBING 2  
**Ir. Ester Priskasari, MT** **Mohammad Erlin, ST, MT**

DIGAMBAR :  
**Amrullah Prizma Nugraha  
 NIM. 14.219.06**

JUDUL GAMBAR :	SKALA :
DI GAMBAR	TGL
DI PERIKSA	No.GBR
DI RENCANA	
DI SETUJUI	



**DENAH LANTAI 3**  
 Skala 1 : 130



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

NO	TGL	KETERANGAN	OLEH	CEK

REVISI

PROYEK :



GRAND MALEBU  
MAKASSAR

LOKASI PROYEK :

JL. BONTO MANAI NO.12 A  
MAKASSAR

JUDUL SKRIPSI :

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
RANGKA PEMUKUL MOMEN ( SRPM )  
BERDASARKAN  
SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013

DIPERIKSA :

DOSEN PEMBIMBING 1      DOSEN PEMBIMBING 2

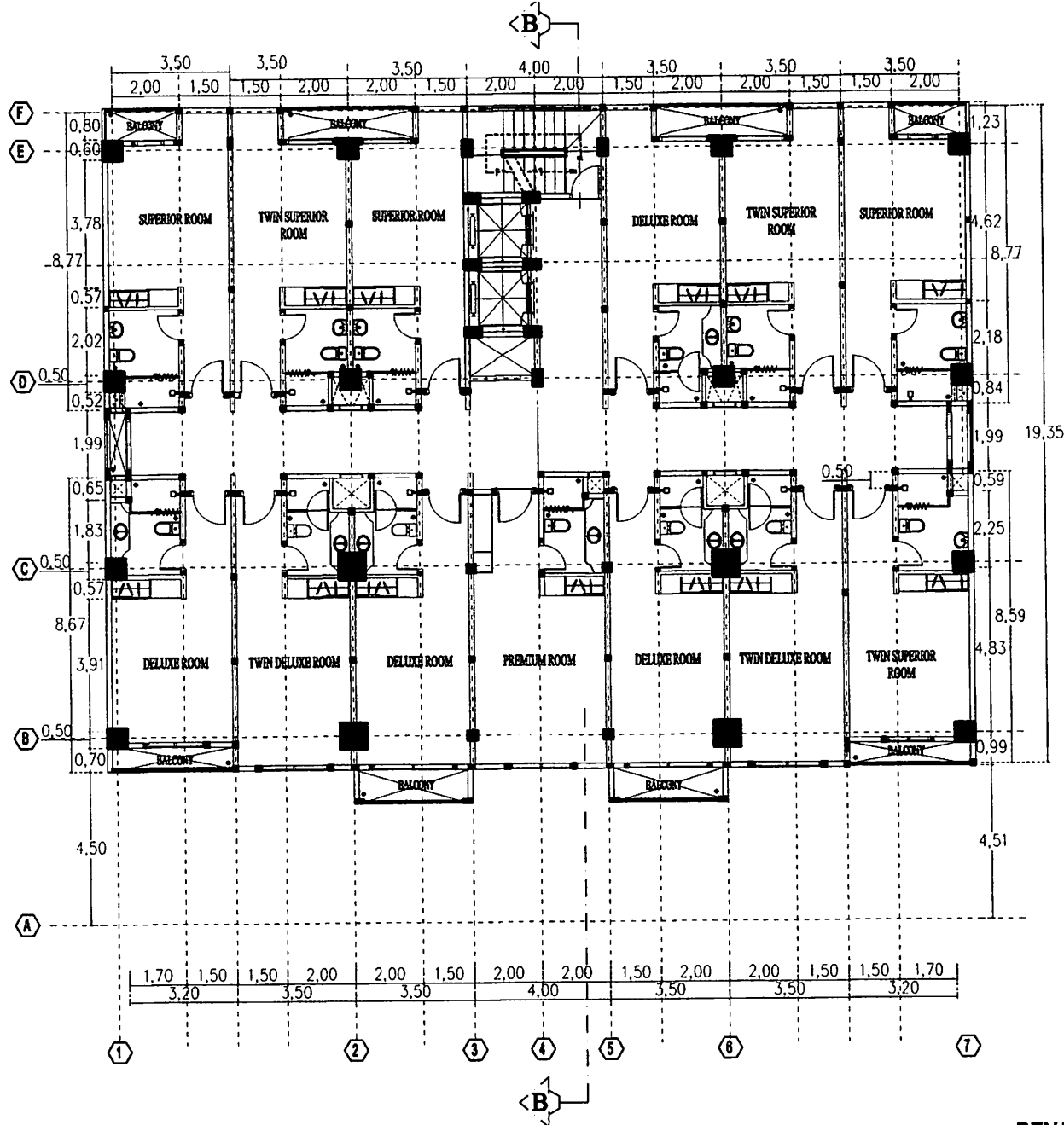
Ir. Ester Priskasari, MT      Mohammed Erfan, ST, MT

DIGAMBAR :

Anugrah Prama Nugraha  
NIM. 14.219.06

JUDUL GAMBAR :      SKALA :

DI GAMBAR	TGL
DI PERIKSA	No.GBR
DI RENCANA	
DI SETUJUI	



DENAH LANTAI 4  
Skala 1 : 130



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL 8-1

NO	TGL	KETERANGAN	OLEH	CEK
REVISI				

PROJEK :



GRAND MALEBU  
 MAKASSAR

LOKASI PROJEK :

JL. BONTO MANAI NO.12 A  
 MAKASSAR

JUDUL SKRIPSI :

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
 GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
 RANGKA PEMUKUL MOMEN ( SRPM )  
 BERDASARKAN  
 SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013

DIPERIKSA :

DOSEN PEMBIMBING 1

DOSEN PEMBIMBING 2

Ir. Ester Priskasari, MT

Mohammad Erlan, ST, MT

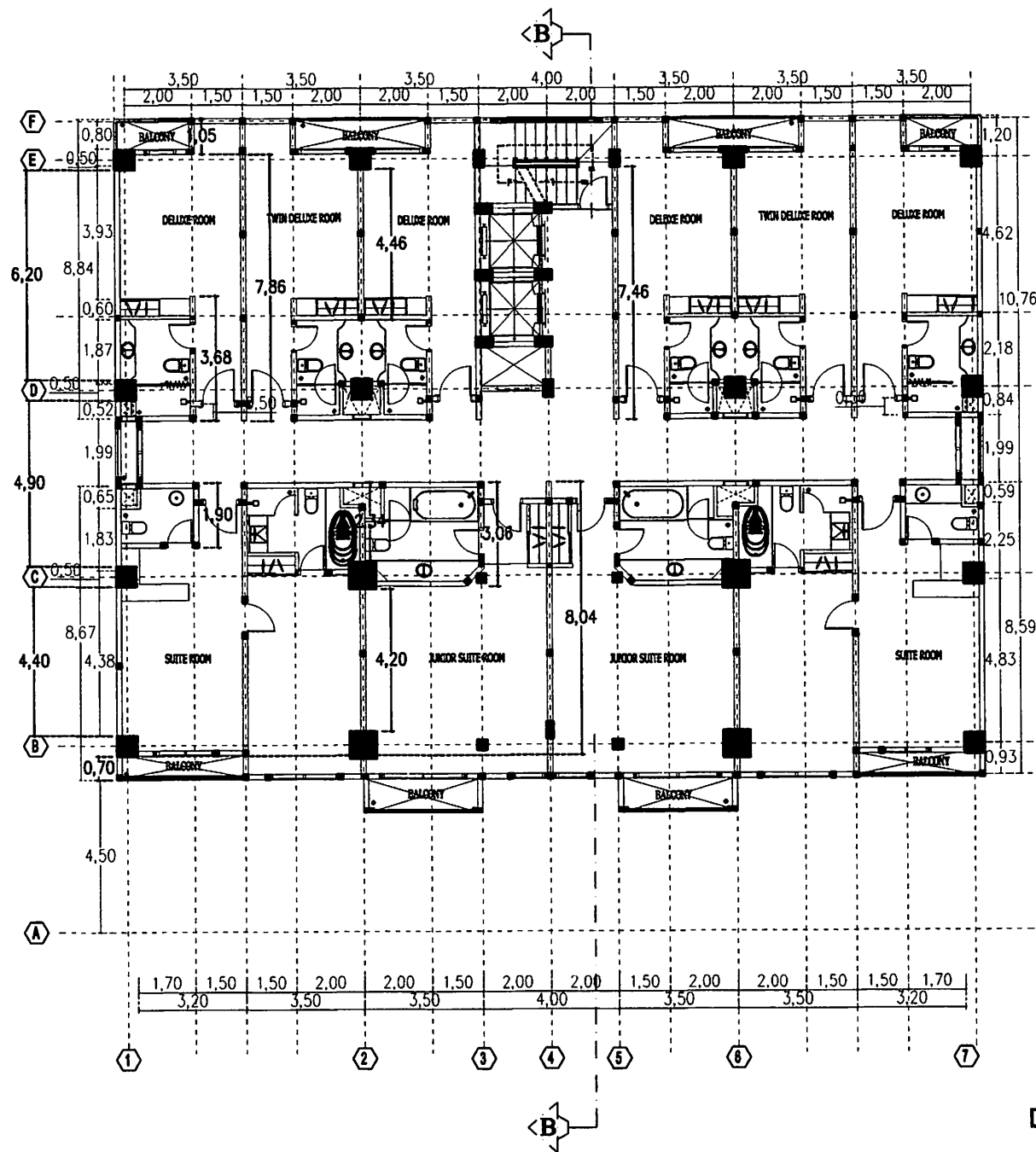
DIGAMBAR :

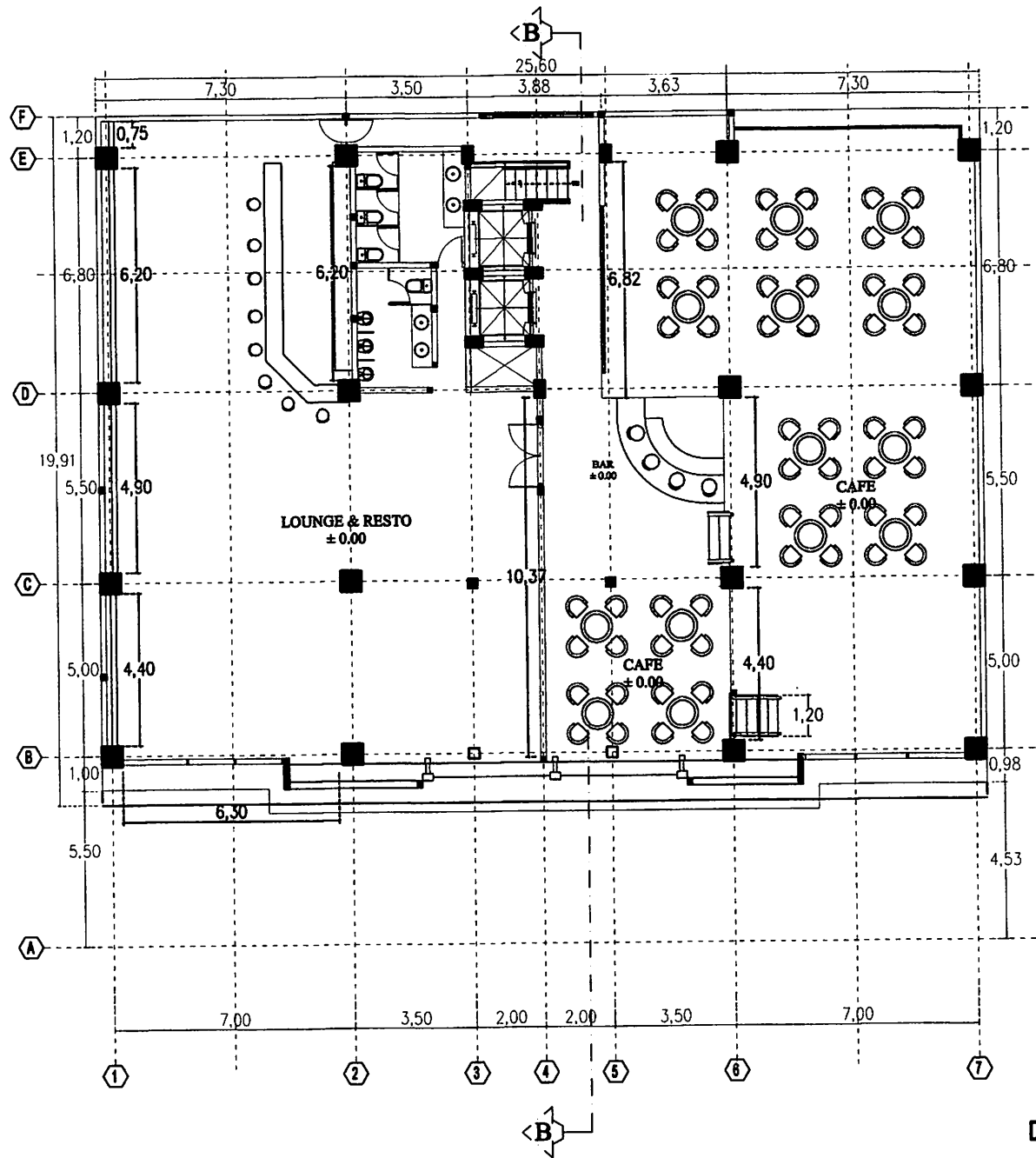
Anugrah Prama Nugraha  
 NIM. 14.219.06

JUDUL GAMBAR :

SKALA :

DI GAMBAR	TGL
DI PERIKSA	No.GBR
DI RENCANA	
DI SETUJUI	





**DENAH LANTAI 6**  
Skala 1 : 130



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1


NO	TGL	KETERANGAN	OLEH	CEK

REVISI

PROYEK :  

**GRAND MALEBU  
MAKASSAR**

LOKASI PROYEK :  
 JL. BONTO MANAI NO.12 A  
 MAKASSAR

JUDUL SKRIPSI :  
**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
 GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
 RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
 BERDASARKAN  
 SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013**

DIPERIKSA :

DOSEN PEMBIMBING 1	DOSEN PEMBIMBING 2
Ir. Ester Priakassari, MT	Mohammad Erfan, ST, MT

DIGAMBAR :

Amugrah Pramana Nugraha  
NIM. 14.219.06

JUDUL GAMBAR :  
 SKALA :

DI GAMBAR	TGL
DI PERIKSA	No.GBR
DI RENCANA	
DI SETUJUI	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

NO	TGL	KETERANGAN	DILEH	CEK
REVISI				

PROYEK :



LOKASI PROYEK :  
 J.L. BONTO MANAI NO.12 A  
 MAKASSAR

JUDUL SKRIPSI :  
 PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
 GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
 RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
 BERDASARKAN  
 SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013

DIPERIKSA :

DOSEN PEMBIMBING 1	DOSEN PEMBIMBING 2
Ir. Ester Priskasari, MT	Mohammad Erhaq, ST, MT

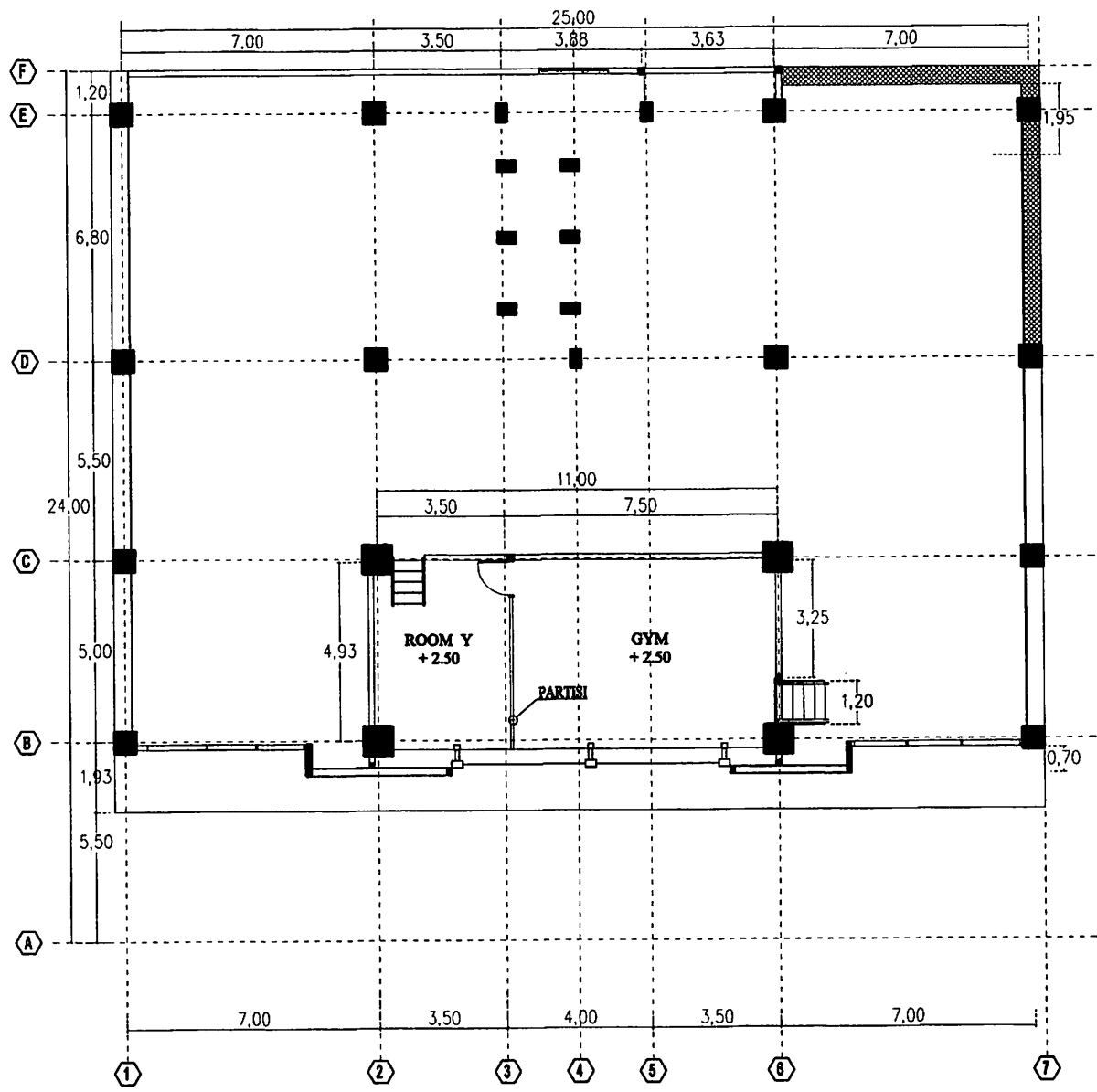
DIGAMBAR :

Amugrah Pramana Nugraha  
 NIM. 14.219.05

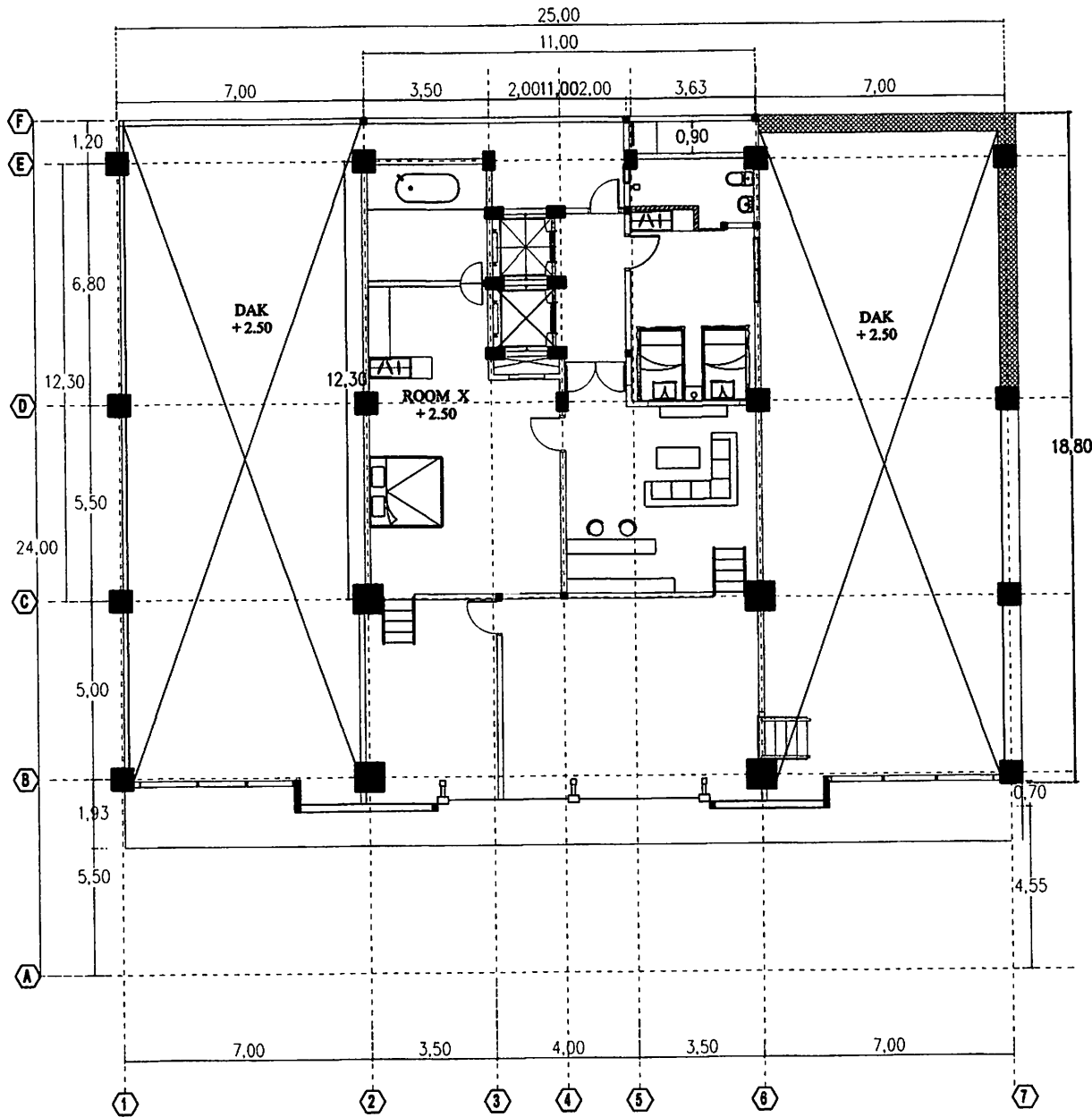
JUDUL GAMBAR : SKALA :

--	--

DI GAMBAR	TGL
DI PERIKSA	No.GBR
DI RENCANA	
DI SETUJUI	



**DENAH LANTAI GYM**  
 Skala 1 : 130



**DENAH LANTAI 7**  
Skala 1 : 130



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

NO	TGL	KETERANGAN	OLEH	CEK

REVISI

PROJEK :



GRAND MALEBU  
MAKASSAR

LOKASI PROJEK :  
JL. BONTO MANAI NO.12 A  
MAKASSAR

JUDUL SKRIPSI :  
**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
BERDASARKAN  
SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013**

DIPERIKSA :

DOSEN PEMBIMBING 1      DOSEN PEMBIMBING 2

Ir. Ester Priskasari, MT      Muhammad Erfan, ST, MT

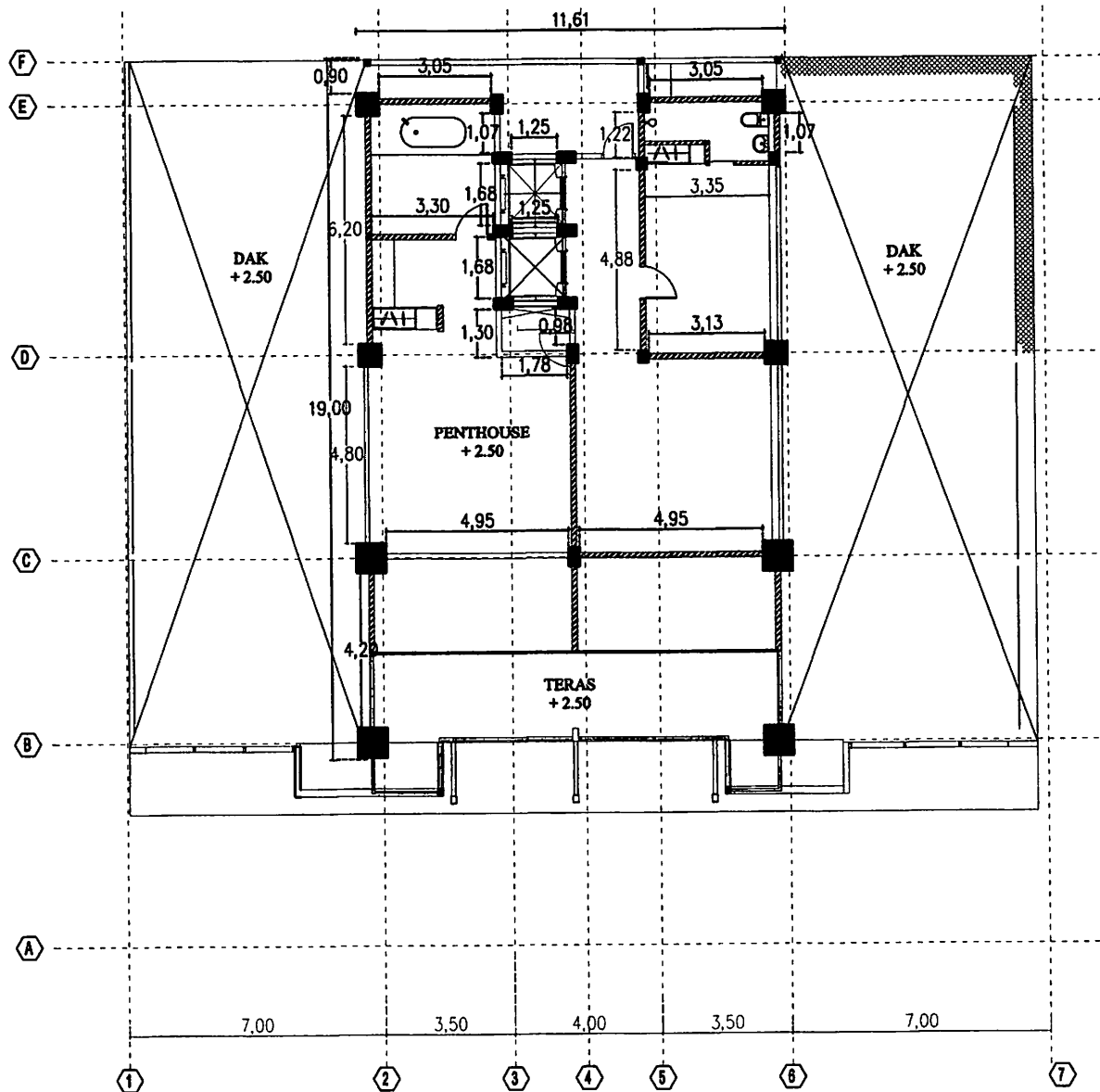
DIGAMBAR :

Amrath Pramana Nugraha  
NIM. 14.219.06

JUDUL GAMBAR :      SKALA :

DI GAMBAR		TGL	
DI PERIKSA		No.GBR	
DI RENCANA			
DI SETUJUI			





**DENAH TERAS**  
Skala 1 : 130



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

NO	TGL	KETERANGAN	DILEH	CEK

REVISI

PROJEK :



LOKASI PROJEK :  
JL. BONTO MANAI NO.12 A  
MAKASSAR

JUDUL SKRIPSI :  
**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
BERDASARKAN  
SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013**

DIPERIKSA :

DOSEN PEMBIMBING 1	DOSEN PEMBIMBING 2
Ir. Ester Priskasari, MT	Mohammad Erfan, ST, MT

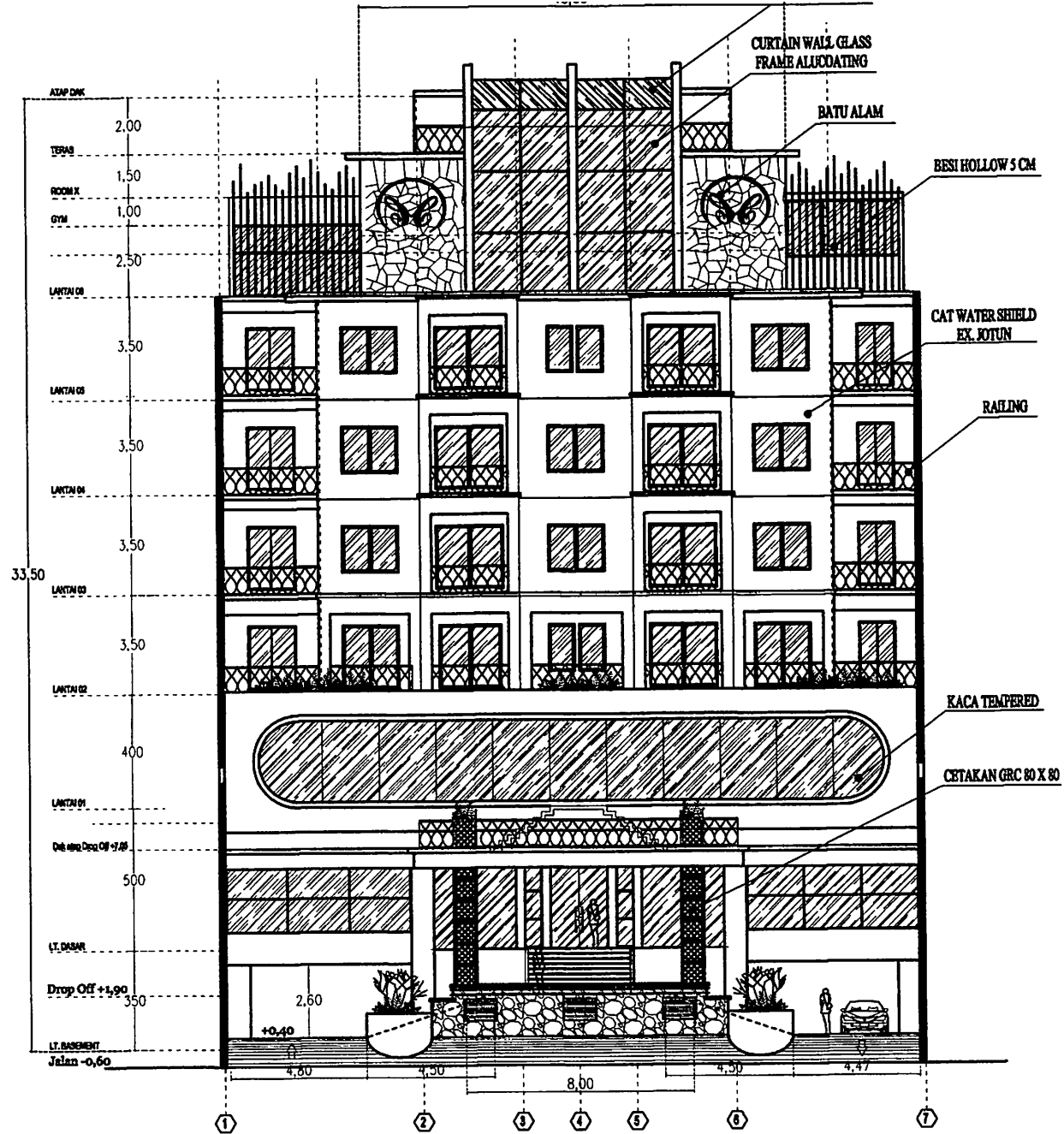
DIGAMBAR :

Amugrah Pramana Nugraha  
NIM. 14.219.06

JUDUL GAMBAR :

**DENAH** SKALA : 1 : 130

DI GAMBAR	TGL
DI PERIKSA	No.GBR
DI RENCANA	
DI SETUJUI	



**TAMPAK DEPAN**  
Skala 1 : 150



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

NO	TGL	KETERANGAN	OLEH	CEK

REVISI

PROJEK :



LOKASI PROJEK :  
JL. BONTO MANAI NO.12 A  
MAKASSAR

JUDUL SKRIPSI :  
**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
BERDASARKAN  
SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013**

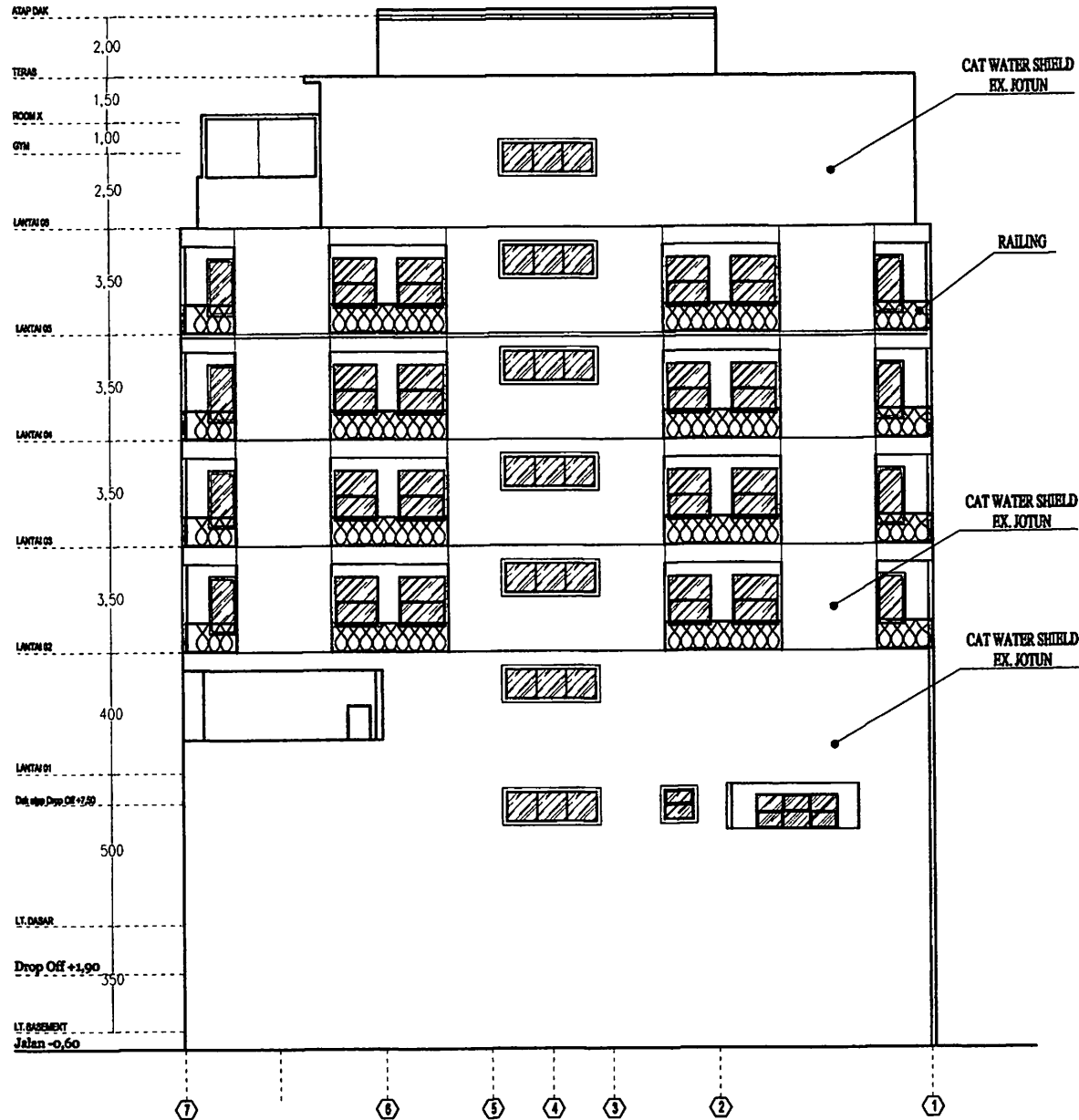
DIPERIKSA :

DOSEN PEMBIMBING 1	DOSEN PEMBIMBING 2
Ir. Ester Priksasari, MT	Mohammad Erfan, ST, MT

DIGAMBAR :  
**Amrullah Prama Nugraha  
NIM. 14.219.06**

JUDUL GAMBAR :  
SKALA :  
1 : 130

DI GAMBAR	TGL
DI PERIKSA	No.GBR
DI RENCANA	
DI SETUJUI	



**TAMPAK BELAKANG**  
Skala 1 : 150



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

NO	TGL	KETERANGAN	DLEH	CEK

REVISI

PROJEK :



GRAND MALEBU  
MAKASSAR

LOKASI PROJEK :  
JL. BONTO MANAI NO.12 A  
MAKASSAR

JUDUL SKRIPSI :  
PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
BERDASARKAN  
SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013

DIPERIKSA :

DOSEN PEMBIMBING 1	DOSEN PEMBIMBING 2
Ir. Ester Priskasari, MT	Mohammad Erfan, ST, MT

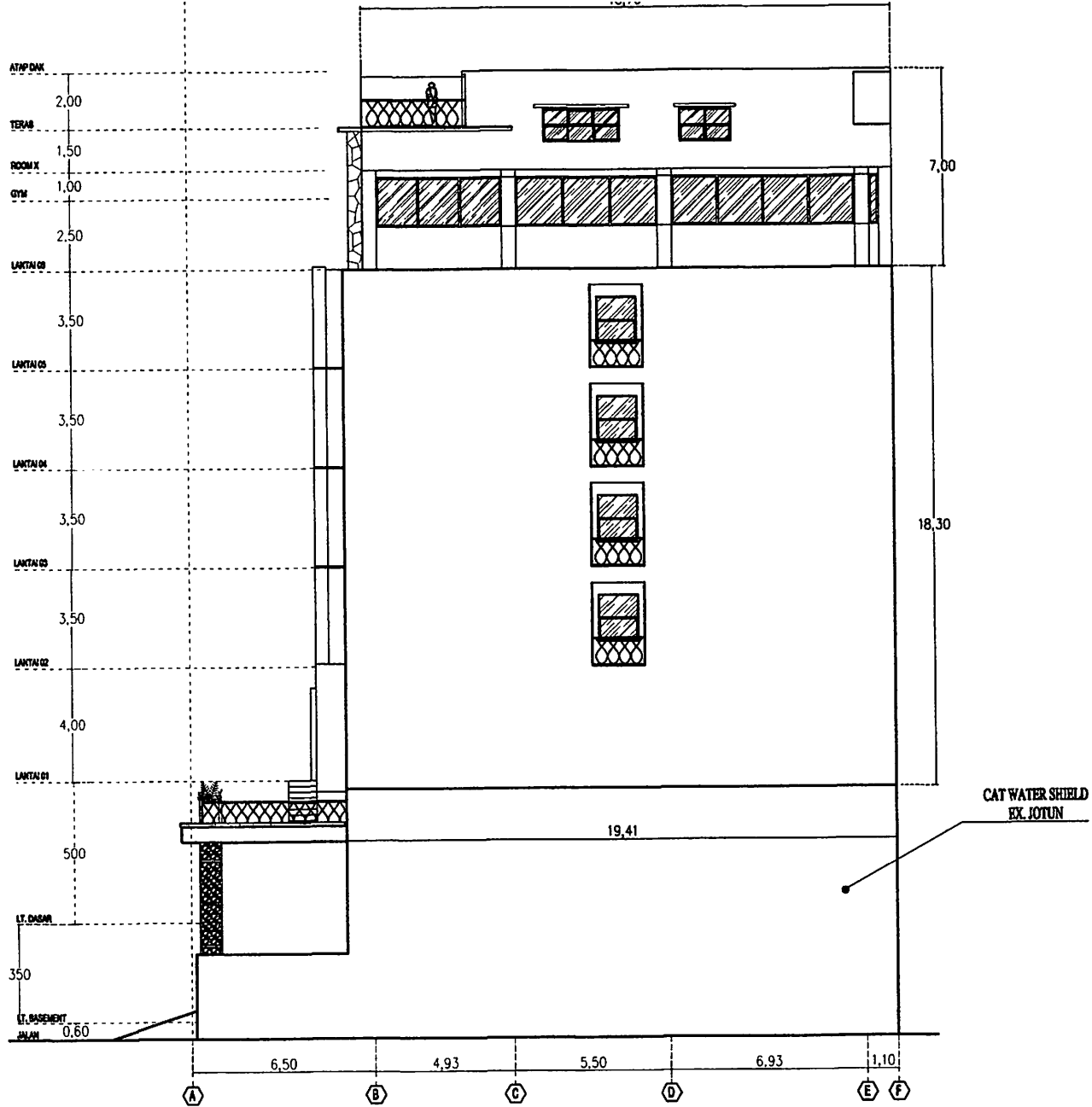
DIGAMBAR :

Amgrah Prasana Nugraha  
NIM. 14.219.06

JUDUL GAMBAR : SKALA :

1 : 130

DI GAMBAR	TGL
DI PERIKSA	No.GBR
DI RENCANA	
DI SETUJUI	



**TAMPAK SAMPIG KIRI**  
Skala 1 : 150



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1


NO	TGL	KETERANGAN	OLEH	CEK
----	-----	------------	------	-----

REVISI

PROYEK :



LOKASI PROYEK :

JL. BONTO MANAI NO.12 A  
MAKASSAR

JUDUL SKRIPSI :

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
RANGKA FEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
BERDASARKAN  
SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013**

DIPERIKSA :

DOSEN PEMBIMBING 1	DOSEN PEMBIMBING 2
Ir. Eator Priakssari, MT	Mohammad Erfan, ST, MT

DIGAMBAR :

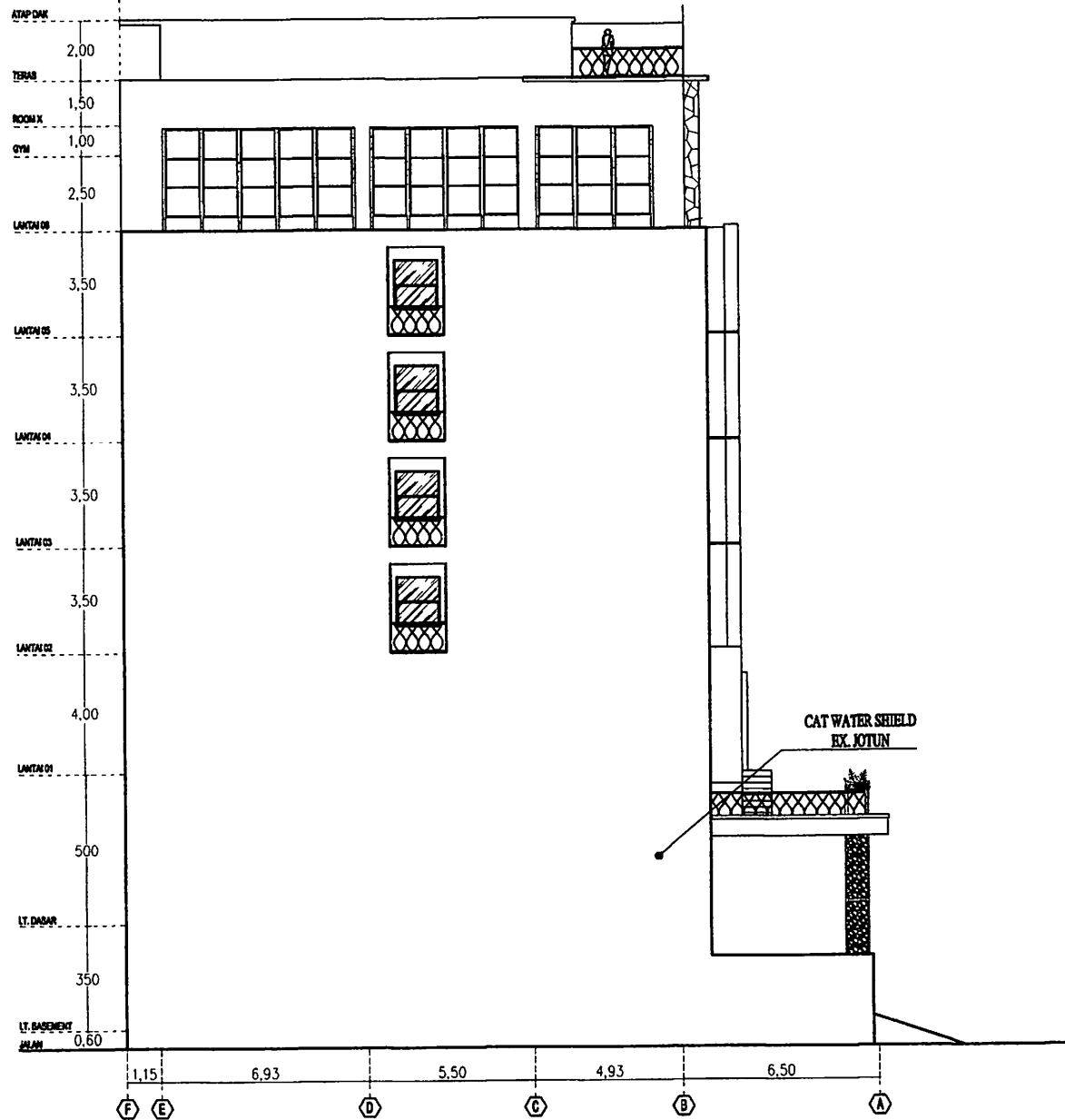
Amugrah Pramana Nugraha  
NIM. 14.219.06

JUDUL GAMBAR :

SKALA :

1 : 130

DI GAMBAR	TGL
DI PERIKSA	No.GBR
DI RENCANA	
DI SETUJUI	



**TAMPAK SAMPIG KANAN**  
Skala 1 : 150



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

NO	TGL	KETERANGAN	DLEH	CEK

REVISI

PROYEK :



GRAND MALEBU  
MAKASSAR

LOKASI PROYEK :

J. BONTO MANAI NO.12 A  
MAKASSAR

JUDUL SKRIPSI :

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
BERDASARKAN  
SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013

DIPERIKSA :

DOSEN PEMBIMBING 1

DOSEN PEMBIMBING 2

Ir. Ester Priskaseri, MT

Mohammed Erfan, ST, MT

DIGAMBAR :

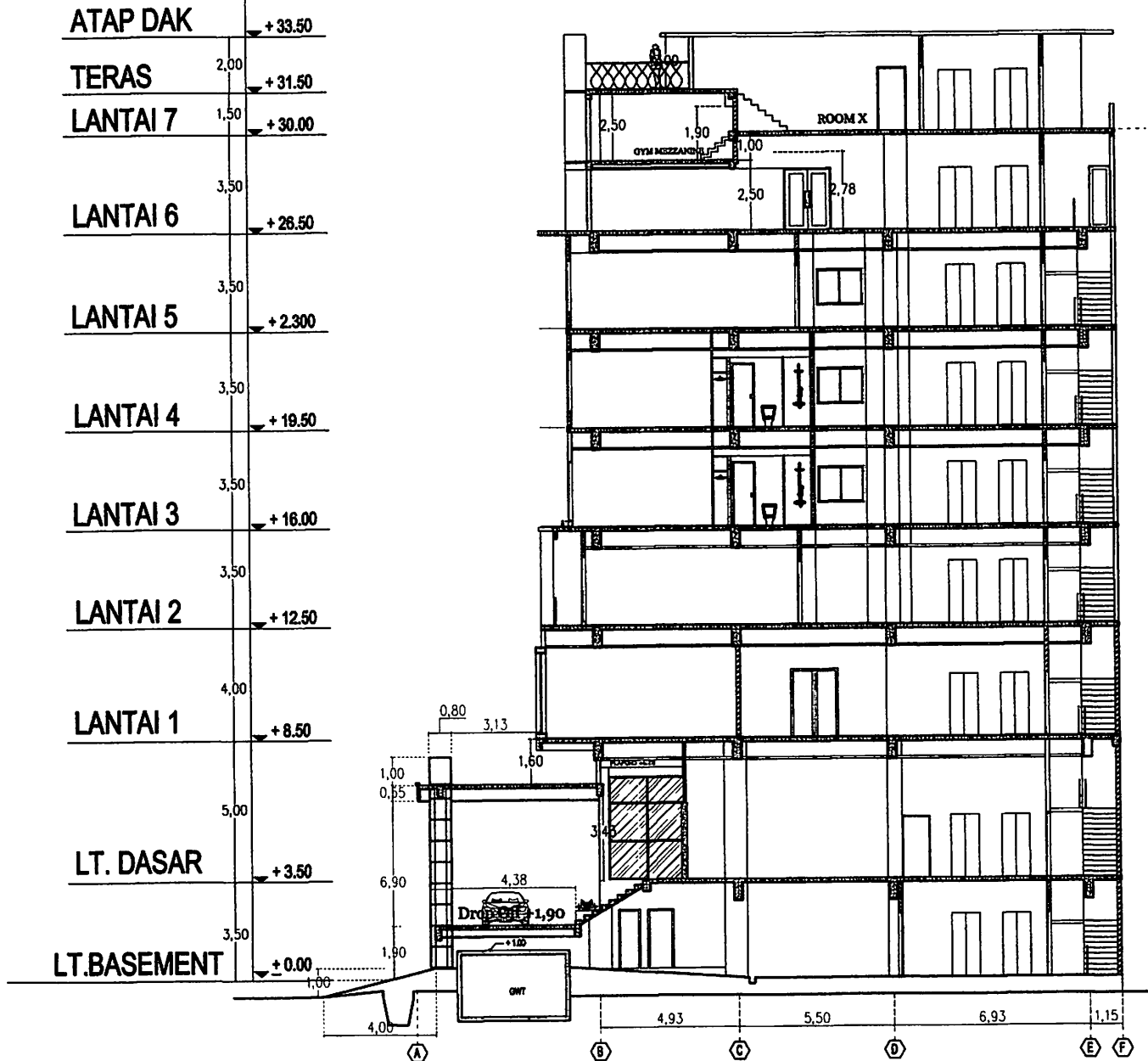
Amrullah Prama Nugraha  
NIM. 14.219.06

JUDUL GAMBAR :

SKALA :

1 : 130

DI GAMBAR		TGL	
DI PERIKSA		No.GBR	
DI RENCANA			
DI SETUJUI			



**POTONGAN B-B**  
Skala 1 : 150



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

NO	TGL	KETERANGAN	DILEH	CEK
REVISI				

PROYEK :



GRAND MALEBU  
MAKASSAR

LOKASI PROYEK :

JL. BONTO MANAI NO.12 A  
MAKASSAR

JUDUL SKRIPSI :

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
BERDASARKAN  
SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013

DIPERIKSA :

DOSEN PEMBIMBING 1

DOSEN PEMBIMBING 2

Ir. Ester Priskasari, MT

Mohammad Erfan, ST, MT

DIGAMBAR :

Anugrah Pramana Nugraha  
NIM. 14.219.06

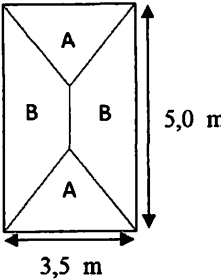
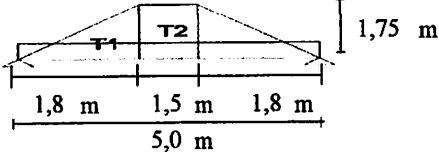
JUDUL GAMBAR :

SKALA :

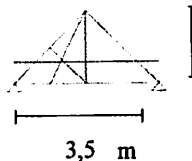
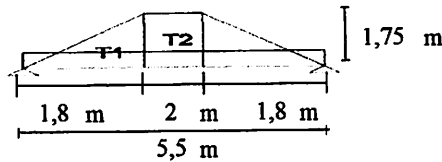
1 : 150

DI GAMBAR	TGL
DI PERIKSA	No.GBR
DI RENCANA	
DI SETUJUI	

TABEL PERATAAN BEBAN

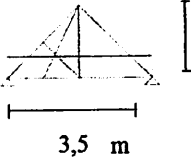
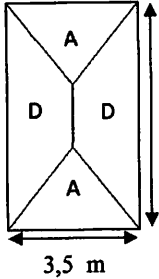
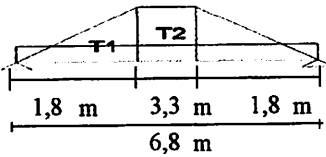
no.	Ukuran pelat	Perataan Beban A	h (m)
1	Pelat A	 <p style="text-align: center;"> <math>h = \frac{2}{3} \times 1,8 = 1,2 \text{ m}</math> </p>	1,167
		<p style="text-align: center;"><b>Perataan Beban B</b></p>  <p style="text-align: center;"> <math>T_1 = \frac{1}{2} \times 1,75 \times 1,75 = 1,531 \text{ m}^2</math>  <math>T_2 = 1,50 \times 1,75 = 2,625 \text{ m}^2</math> </p> <p><math>\sum M_B = 0</math></p> $\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} R_a \times 5,0 \\ 1,167 \times 1,531 \end{array} \right\} - [3,833 \times 1,531] - [2,5 \times 2,625] = 0$ <p><math>\rightarrow 5,0 \quad R_a - 14,219 = 0</math></p> <p><math>\rightarrow 5,0 \quad R_a = 14,219</math></p> $R_a = \frac{14,2}{5,0} = 2,84 \text{ m}$ <p><math>\sum M = 0</math></p> $\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} -R_b \times 5,00 \\ 1,17 \times 1,53 \end{array} \right\} + [3,83 \times 1,53] + [2,50 \times 2,63] = 0$ <p><math>\rightarrow -5,00 \quad R_b + 14,22 = 0</math></p> <p><math>\rightarrow -5,00 \quad R_b = -14,22</math></p> <p><math>\rightarrow 5,00 \quad R_b = 14,22</math></p> $R_b = \frac{14,22}{5,00} = 2,84 \text{ m}$ <p><b>Kontrol:</b></p> $R_a + R_b = T_1 + T_2 + T_1$ $2,84 + 2,84 = 1,53 + 2,63 + 1,53$ $5,69 = 5,69 \quad \text{Ok}$ <p><math>t_1 = 1,53 \text{ m}^2</math></p> <p><math>t_2 = 1,31 \text{ m}^2</math></p> $M_1 = \left\{ \begin{array}{l} R_a \times \frac{1}{2} L \\ 2,84 \times 2,50 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_1 \times 1,33 \\ 1,53 \times 1,33 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_2 \times 0,38 \\ 1,31 \times 0,38 \end{array} \right\}$ $= 4,58$ <p><math>M_2 = \frac{1}{8} \times h \times L^2</math></p> $= \frac{1}{8} \times h \times 5,00^2 \quad h \rightarrow 3,13 \quad h = 4,58$ $= 3,13 \quad h \quad h = \frac{4,58}{3,13} = 1,464 \text{ m}$	1,464

TABEL PERATAAN BEBAN

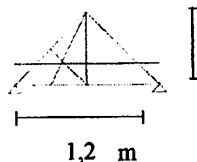
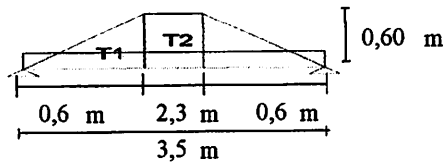
no.	Ukuran pelat		h (m)
2	Pelat B	<p>Perataan Beban A</p>  <p>### m     <math>h = \frac{2}{3} \times 1,8 = 1,2 \text{ m}</math></p>	1,17
		<p>Perataan Beban C</p>  <p><math>T_1 = \frac{1}{2} \times 1,75 \times 1,75 = 1,531 \text{ m}^2</math>  <math>T_2 = 2,00 \times 1,75 = 3,500 \text{ m}^2</math></p> <p><math>\sum M_B = 0</math>  <math>\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} R_a \times 5,5 \\ 1,167 \times 1,531 \end{array} \right\} - \left[ 4,333 \times 1,531 \right] - \left[ 2,8 \times 3,500 \right] = 0</math>  <math>\rightarrow 5,5 R_a - 18,047 = 0</math>  <math>\rightarrow 5,5 R_a = 18,047</math>  <math>R_a = \frac{18,0}{5,5} = 3,28 \text{ m}</math></p> <p><math>\sum M = 0</math>  <math>\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} -R_b \times 5,50 \\ 1,17 \times 1,53 \end{array} \right\} + \left[ 4,33 \times 1,53 \right] + \left[ 2,75 \times 3,50 \right] = 0</math>  <math>\rightarrow -5,50 R_b + 18,05 = 0</math>  <math>\rightarrow -5,50 R_b = -18,05</math>  <math>\rightarrow 5,50 R_b = 18,05</math>  <math>R_b = \frac{18,05}{5,50} = 3,28 \text{ m}</math></p> <p><b>Kontrol:</b></p> <p><math>R_a + R_b = T_1 + T_2 + T_1</math>  <math>3,28 + 3,28 = 1,53 + 3,50 + 1,53</math>  <math>6,56 = 6,56 \quad \text{Ok}</math></p> <p><math>t_1 = 1,53 \text{ m}^2</math>  <math>t_2 = 1,75 \text{ m}^2</math></p> <p><math>M_1 = \left\{ \begin{array}{l} R_a \times \frac{1}{2} L \\ 3,28 \times 2,75 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_1 \times 1,58 \\ 1,53 \times 1,58 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_2 \times 0,50 \\ 1,75 \times 0,50 \end{array} \right\}</math>  <math>= 5,72</math></p> <p><math>M_2 = \frac{1}{8} \times h \times L^2</math>  <math>= \frac{1}{8} \times h \times 5,50^2</math>     <math>h \rightarrow 3,78 \quad h = 5,72</math>  <math>= 3,78 \quad h = \frac{5,72}{3,78} = 1,514 \text{ m}</math></p>	1,514



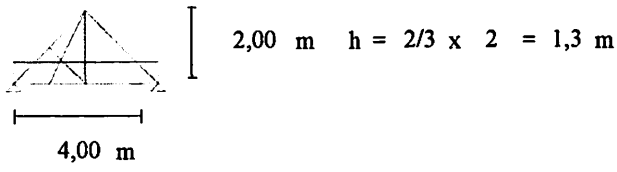
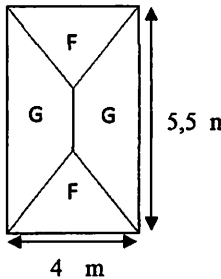
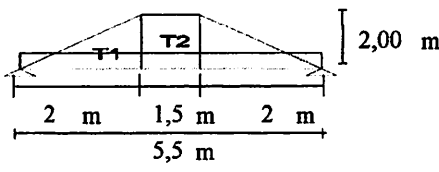
TABEL PERATAAN BEBAN

no.	Ukuran pelat	Perataan Beban A	h (m)
3	Pelat C	 <p>1,75 m <math>h = 2/3 \times 1,8 = 1,2</math> m 3,5 m</p>	1,17
	 <p>6,8 m 3,5 m</p>	Perataan Beban D	1,595
		 <p>1,75 m 1,8 m 3,3 m 1,8 m 6,8 m</p>	
		$T_1 = 1/2 \times 1,75 \times 1,75 = 1,531 \text{ m}^2$ $T_2 = 3,30 \times 1,75 = 5,775 \text{ m}^2$	
		$\sum M_B = 0$ $\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Ra \times 6,8 \\ 1,167 \times 1,531 \end{array} \right\} - \left[ 5,633 \times 1,531 \right] - \left[ 3,4 \times 5,775 \right] = 0$ $\rightarrow 6,8 \quad Ra - 30,048 = 0$ $\rightarrow 6,8 \quad Ra = 30,048$ $Ra = \frac{30,0}{6,8} = 4,42 \text{ m}$	
		$\sum M = 0$ $\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} -Rb \times 6,80 \\ 1,17 \times 1,53 \end{array} \right\} + \left[ 5,63 \times 1,53 \right] + \left[ 3,40 \times 5,78 \right] = 0$ $\rightarrow -6,80 \quad Rb + 30,05 = 0$ $\rightarrow -6,80 \quad Rb = -30,05$ $\rightarrow 6,80 \quad Rb = 30,05$ $Rb = \frac{30,05}{6,80} = 4,42 \text{ m}$	
		<p><b>Kontrol:</b></p> $Ra + Rb = T_1 + T_2 + T_1$ $4,42 + 4,42 = 1,53 + 5,78 + 1,53$ $8,84 = 8,84 \quad \text{Ok}$	
		$t_1 = 1,53 \text{ m}^2$ $t_2 = 2,89 \text{ m}^2$	
		$M_1 = \left\{ \begin{array}{l} Ra \times 1/2 L \\ 4,42 \times 3,40 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_1 \times 2,23 \\ 1,53 \times 2,23 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_2 \times 0,83 \\ 2,89 \times 0,83 \end{array} \right\}$ $= 9,22$	
		$M_2 = \frac{1}{8} \times h \times L^2$ $= \frac{1}{8} \times h \times 6,80^2 \quad h \rightarrow 5,78 \quad h = 9,22$ $= 5,78 \quad h = \frac{9,22}{5,78} = 1,595 \text{ m}$	

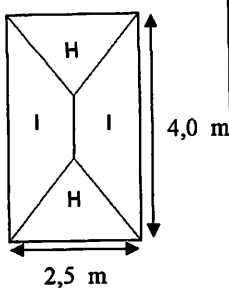
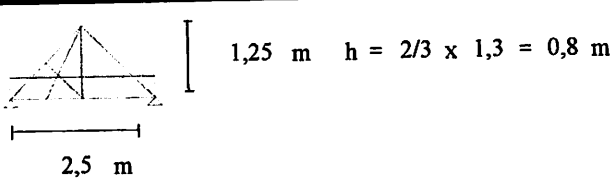
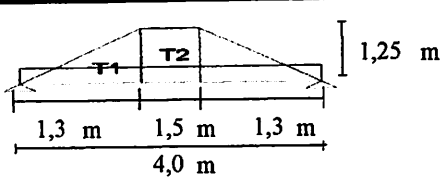
TABEL PERATAAN BEBAN

no.	Ukuran pelat		h (m)
4	Pelat D	<p>Perataan Beban R</p>  <p>0,60 m    <math>h = \frac{2}{3} \times 0,6 = 0,4 \text{ m}</math></p> <p>1,2 m</p>	0,40
		<p>Perataan Beban E</p>  <p>0,60 m</p> <p>0,6 m    2,3 m    0,6 m</p> <p>3,5 m</p> <p> <math>T_1 = \frac{1}{2} \times 0,60 \times 0,60 = 0,180 \text{ m}^2</math>  <math>T_2 = 2,30 \times 0,60 = 1,380 \text{ m}^2</math> </p> <p> <math>\sum M_B = 0</math>  <math>\rightarrow \left\{ \begin{matrix} R_a \times 3,5 \\ 0,400 \times 0,180 \end{matrix} \right\} - \left\{ 3,100 \times 0,180 \right\} - \left\{ 1,8 \times 1,380 \right\} = 0</math>  <math>\rightarrow 3,5 R_a - 3,045 = 0</math>  <math>\rightarrow 3,5 R_a = 3,045</math>  <math>R_a = \frac{3,0}{3,5} = 0,87 \text{ m}</math> </p> <p> <math>\sum M = 0</math>  <math>\rightarrow \left\{ -R_b \times 3,50 \right\} + \left\{ 3,10 \times 0,18 \right\} + \left\{ 1,75 \times 1,38 \right\} + \left\{ 0,40 \times 0,18 \right\} = 0</math>  <math>\rightarrow -3,50 R_b + 3,05 = 0</math>  <math>\rightarrow -3,50 R_b = -3,05</math>  <math>\rightarrow 3,50 R_b = 3,05</math>  <math>R_b = \frac{3,05}{3,50} = 0,87 \text{ m}</math> </p> <p>Kontrol:</p> <p> <math>R_a + R_b = T_1 + T_2 + T_1</math>  <math>0,87 + 0,87 = 0,18 + 1,38 + 0,18</math>  <math>1,74 = 1,74 \quad \text{Ok}</math> </p> <p> <math>t_1 = 0,18 \text{ m}^2</math>  <math>t_2 = 0,69 \text{ m}^2</math> </p> <p> <math>M_1 = \left\{ \begin{matrix} R_a \times \frac{1}{2} L \\ 0,87 \times 1,75 \end{matrix} \right\} - \left\{ \begin{matrix} T_1 \times 1,35 \\ 0,18 \times 1,35 \end{matrix} \right\} - \left\{ \begin{matrix} T_2 \times 0,58 \\ 0,69 \times 0,58 \end{matrix} \right\}</math>  <math>= 0,88</math> </p> <p> <math>M_2 = \frac{1}{8} \times h \times L^2</math>  <math>= \frac{1}{8} \times h \times 3,50^2</math>    <math>h \rightarrow 1,53 \quad h = 0,88</math>  <math>= 1,53 \quad h = \frac{0,88}{1,53} = 0,576 \text{ m}</math> </p>	0,576

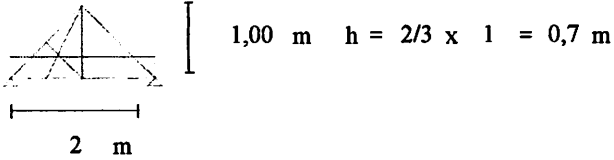
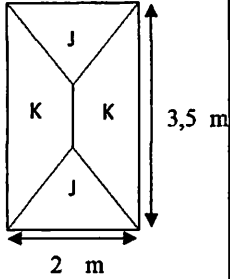
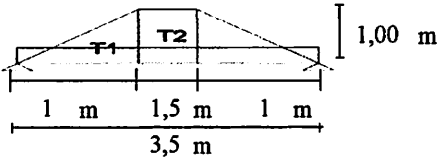
TABEL PERATAAN BEBAN

no.	Ukuran pelat		h (m)
5	Pelat E	<p>Perataan Beban F</p> 	1,33
		<p>Perataan Beban G</p>  <p> <math>T_1 = 1/2 \times 2,00 \times 2,00 = 2,000 \text{ m}^2</math>  <math>T_2 = 1,50 \times 2,00 = 3,000 \text{ m}^2</math> </p> <p> <math>\Sigma M_B = 0</math>  <math>\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} R_a \times 5,5 \\ 1,333 \times 2,000 \end{array} \right\} - [4,167 \times 2,000] - [2,8 \times 3,000] = 0</math>  <math>\rightarrow 5,5 R_a - 19,250 = 0</math>  <math>\rightarrow 5,5 R_a = 19,250</math>  <math>R_a = \frac{19,3}{5,5} = 3,50 \text{ m}</math> </p> <p> <math>\Sigma M_A = 0</math>  <math>\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} -R_b \times 5,50 \\ 1,33 \times 2,00 \end{array} \right\} + [4,17 \times 2,00] + [2,75 \times 3,00] = 0</math>  <math>\rightarrow -5,50 R_b + 19,25 = 0</math>  <math>\rightarrow -5,50 R_b = -19,25</math>  <math>\rightarrow 5,50 R_b = 19,25</math>  <math>R_b = \frac{19,25}{5,50} = 3,50 \text{ m}</math> </p> <p>Kontrol:</p> <p> <math>R_a + R_b = T_1 + T_2 + T_1</math>  <math>3,50 + 3,50 = 2,00 + 3,00 + 2,00</math>  <math>7,00 = 7,00 \quad \text{Ok}</math> </p> <p> <math>t_1 = 2,00 \text{ m}^2</math>  <math>t_2 = 1,50 \text{ m}^2</math> </p> <p> <math>M_1 = \left\{ \begin{array}{l} R_a \times 1/2 L \\ 3,50 \times 2,75 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_1 \times 1,42 \\ 2,00 \times 1,42 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_2 \times 0,38 \\ 1,50 \times 0,38 \end{array} \right\}</math>  <math>= 6,23</math> </p> <p> <math>M_2 = \frac{1}{8} \times h \times L^2</math>  <math>= \frac{1}{8} \times h \times 5,50^2 \quad h \rightarrow 3,78 \quad h = 6,23</math>  <math>= 3,78 \quad h = \frac{6,23}{3,78} = 1,647 \text{ m}</math> </p>	1,647

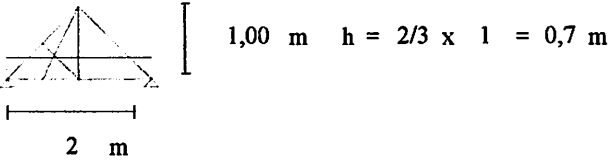
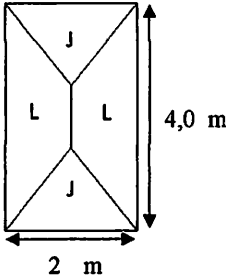
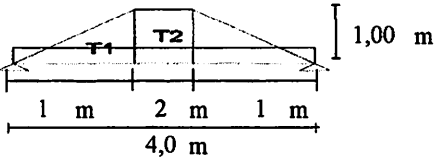
TABEL PERATAAN BEBAN

no.	Ukuran pelat		h (m)
6	Pelat F	Perataan Beban H	0,83
		 <p>1,25 m <math>h = \frac{2}{3} \times 1,3 = 0,8 \text{ m}</math></p> <p>2,5 m</p>	
		Perataan Beban I	1,087
		 <p>1,25 m</p> <p>1,3 m 1,5 m 1,3 m</p> <p>4,0 m</p> <p><math>T_1 = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 1,25 = 0,781 \text{ m}^2</math></p> <p><math>T_2 = 1,50 \times 1,25 = 1,875 \text{ m}^2</math></p> <p><math>\sum M_B = 0</math></p> <p><math>\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} R_a \times 4,0 \\ 0,833 \times 0,781 \end{array} \right\} - [3,167 \times 0,781] - [2,0 \times 1,875] = 0</math></p> <p><math>\rightarrow 4,0 R_a - 6,875 = 0</math></p> <p><math>\rightarrow 4,0 R_a = 6,875</math></p> <p><math>R_a = \frac{6,9}{4,0} = 1,72 \text{ m}</math></p> <p><math>\sum M = 0</math></p> <p><math>\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} -R_b \times 4,00 \\ 0,83 \times 0,78 \end{array} \right\} + [3,17 \times 0,78] + [2,00 \times 1,88] = 0</math></p> <p><math>\rightarrow -4,00 R_b + 6,88 = 0</math></p> <p><math>\rightarrow -4,00 R_b = -6,88</math></p> <p><math>\rightarrow 4,00 R_b = 6,88</math></p> <p><math>R_b = \frac{6,88}{4,00} = 1,72 \text{ m}</math></p> <p>Kontrol:</p> <p><math>R_a + R_b = T_1 + T_2 + T_1</math></p> <p><math>1,72 + 1,72 = 0,78 + 1,88 + 0,78</math></p> <p><math>3,44 = 3,44 \quad \text{Ok}</math></p> <p><math>t_1 = 0,78 \text{ m}^2</math></p> <p><math>t_2 = 0,94 \text{ m}^2</math></p> <p><math>M_1 = \left\{ \begin{array}{l} R_a \times \frac{1}{2} L \\ 1,72 \times 2,00 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_1 \times 1,17 \\ 0,78 \times 1,17 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_2 \times 0,38 \\ 0,94 \times 0,38 \end{array} \right\}</math></p> <p><math>= 2,17</math></p> <p><math>M_2 = \frac{1}{8} \times h \times L^2</math></p> <p><math>= \frac{1}{8} \times h \times 4,00^2 \quad h \rightarrow 2,00 \quad h = 2,17</math></p> <p><math>= 2,00 \quad h \quad h = \frac{2,17}{2,00} = 1,087 \text{ m}</math></p>	

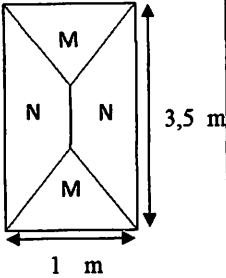
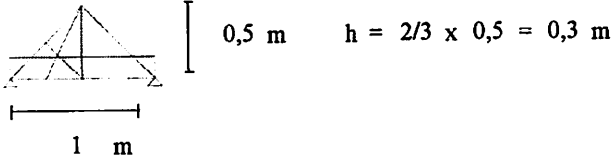
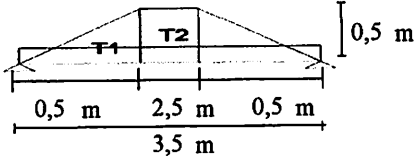
TABEL PERATAAN BEBAN

no.	Ukuran pelat		h (m)
7	Pelat G	<p>Perataan Beban J</p> 	0,67
		<p>Perataan Beban K</p>  <p> <math>T_1 = 1/2 \times 1,00 \times 1,00 = 0,500 \text{ m}^2</math>  <math>T_2 = 1,50 \times 1,00 = 1,500 \text{ m}^2</math> </p> <p> <math>\Sigma M_B = 0</math>  <math>\rightarrow \left\{ \begin{matrix} R_a \times 3,5 \\ 0,667 \times 0,500 \end{matrix} \right\} - \left[ 2,833 \times 0,500 \right] - \left[ 1,8 \times 1,500 \right] = 0</math>  <math>\rightarrow 3,5 R_a - 4,375 = 0</math>  <math>\rightarrow 3,5 R_a = 4,375</math>  <math>R_a = \frac{4,4}{3,5} = 1,25 \text{ m}</math> </p> <p> <math>\Sigma M = 0</math>  <math>\rightarrow \left\{ \begin{matrix} -R_b \times 3,50 \\ 0,67 \times 0,50 \end{matrix} \right\} + \left[ 2,83 \times 0,50 \right] + \left[ 1,75 \times 1,50 \right] = 0</math>  <math>\rightarrow -3,50 R_b + 4,38 = 0</math>  <math>\rightarrow -3,50 R_b = -4,38</math>  <math>\rightarrow 3,50 R_b = 4,38</math>  <math>R_b = \frac{4,38}{3,50} = 1,25 \text{ m}</math> </p> <p>Kontrol:</p> <p> <math>R_a + R_b = T_1 + T_2 + T_1</math>  <math>1,25 + 1,25 = 0,50 + 1,50 + 0,50</math>  <math>2,50 = 2,50 \quad \text{Ok}</math> </p> <p> <math>t_1 = 0,50 \text{ m}^2</math>  <math>t_2 = 0,75 \text{ m}^2</math> </p> <p> <math>M_1 = \left\{ \begin{matrix} R_a \times 1/2 L \\ 1,25 \times 1,75 \end{matrix} \right\} - \left\{ \begin{matrix} T_1 \times 1,08 \\ 0,50 \times 1,08 \end{matrix} \right\} - \left\{ \begin{matrix} T_2 \times 0,38 \\ 0,75 \times 0,38 \end{matrix} \right\}</math>  <math>= 1,36</math> </p> <p> <math>M_2 = \frac{1}{8} \times h \times L^2</math>  <math>= \frac{1}{8} \times h \times 3,50^2</math>     <math>h \rightarrow 1,53</math>     <math>h = 1,36</math>  <math>= 1,53 \text{ h}</math>     <math>h = \frac{1,36}{1,53} = 0,891 \text{ m}</math> </p>	0,891

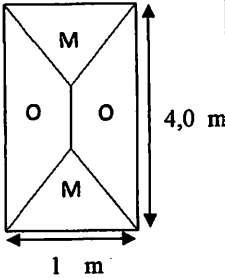
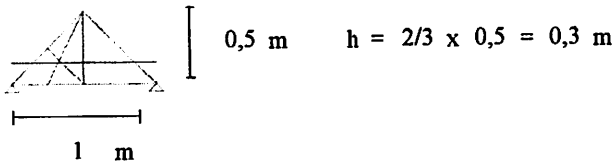
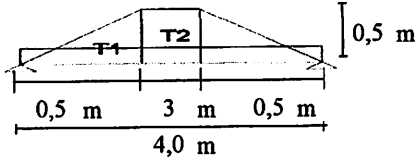
TABEL PERATAAN BEBAN

no.	Ukuran pelat		h (m)
8	Pelat H	<p>Perataan Beban J</p> 	0,67
		<p>Perataan Beban L</p>  <p> <math>T_1 = 1/2 \times 1,00 \times 1,00 = 0,500 \text{ m}^2</math>  <math>T_2 = 2,00 \times 1,00 = 2,000 \text{ m}^2</math> </p> <p> <math>\Sigma M_B = 0</math>  <math>\rightarrow \left\{ \begin{matrix} R_a \times 4,0 \\ 0,667 \times 0,500 \end{matrix} \right\} - [3,333 \times 0,500] - [2,0 \times 2,000] = 0</math>  <math>\rightarrow 4,0 R_a - 6,000 = 0</math>  <math>\rightarrow 4,0 R_a = 6,000</math>  <math>R_a = \frac{6,0}{4,0} = 1,50 \text{ m}</math> </p> <p> <math>\Sigma M = 0</math>  <math>\rightarrow \left\{ \begin{matrix} -R_b \times 4,00 \\ 0,67 \times 0,50 \end{matrix} \right\} + [3,33 \times 0,50] + [2,00 \times 2,00] = 0</math>  <math>\rightarrow -4,00 R_b + 6,00 = 0</math>  <math>\rightarrow -4,00 R_b = -6,00</math>  <math>\rightarrow 4,00 R_b = 6,00</math>  <math>R_b = \frac{6,00}{4,00} = 1,50 \text{ m}</math> </p> <p>Kontrol:</p> <p> <math>R_a + R_b = T_1 + T_2 + T_1</math>  <math>1,50 + 1,50 = 0,50 + 2,00 + 0,50</math>  <math>3,00 = 3,00 \quad \text{Ok}</math> </p> <p> <math>t_1 = 0,50 \text{ m}^2</math>  <math>t_2 = 1,00 \text{ m}^2</math> </p> <p> <math>M_1 = \left\{ \begin{matrix} R_a \times 1/2 L \\ 1,50 \times 2,00 \end{matrix} \right\} - \left\{ \begin{matrix} T_1 \times 1,33 \\ 0,50 \times 1,33 \end{matrix} \right\} - \left\{ \begin{matrix} T_2 \times 0,50 \\ 1,00 \times 0,50 \end{matrix} \right\}</math>  <math>= 1,83</math> </p> <p> <math>M_2 = \frac{1}{8} \times h \times L^2</math>  <math>= \frac{1}{8} \times h \times 4,00^2</math>  <math>h \rightarrow 2,00 \quad h = 1,83</math>  <math>h = \frac{1,83}{2,00} = 0,917 \text{ m}</math> </p>	0,917

TABEL PERATAAN BEBAN

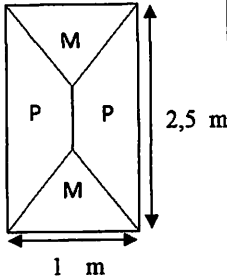
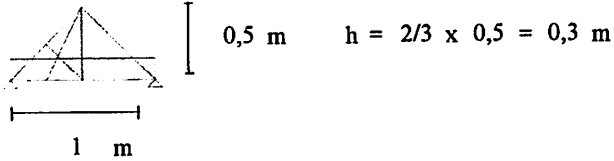
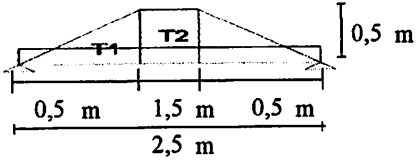
no.	Ukuran pelat		h (m)
9	Pelat I	Perataan Beban M	0,33
			
		Perataan Beban N	0,486
			
		$T_1 = 1/2 \times 0,50 \times 0,50 = 0,125 \text{ m}^2$ $T_2 = 2,50 \times 0,50 = 1,250 \text{ m}^2$	
		$\sum M_B = 0$ $\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Ra \times 3,5 \\ 0,333 \times 0,125 \end{array} \right\} - \left[ 3,167 \times 0,125 \right] - \left[ 1,8 \times 1,250 \right] = 0$ $\rightarrow 3,5 Ra - 2,625 = 0$ $\rightarrow 3,5 Ra = 2,625$ $Ra = \frac{2,6}{3,5} = 0,75 \text{ m}$	
		$\sum M = 0$ $\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} -Rb \times 3,50 \\ 0,33 \times 0,13 \end{array} \right\} + \left[ 3,17 \times 0,13 \right] + \left[ 1,75 \times 1,25 \right] = 0$ $\rightarrow -3,50 Rb + 2,63 = 0$ $\rightarrow -3,50 Rb = -2,63$ $\rightarrow 3,50 Rb = 2,63$ $Rb = \frac{2,63}{3,50} = 0,75 \text{ m}$	
		<p>Kontrol:</p> $Ra + Rb = T_1 + T_2 + T_1$ $0,75 + 0,75 = 0,13 + 1,25 + 0,13$ $1,50 = 1,50 \quad \text{Ok}$	
		$t_1 = 0,13 \text{ m}^2$ $t_2 = 0,63 \text{ m}^2$	
		$M_1 = \left\{ \begin{array}{l} Ra \times 1/2 L \\ 0,75 \times 1,75 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_1 \times 1,42 \\ 0,13 \times 1,42 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_2 \times 0,63 \\ 0,63 \times 0,63 \end{array} \right\}$ $= 0,74$	
		$M_2 = \frac{1}{8} \times h \times L^2$ $= \frac{1}{8} \times h \times 3,50^2 \quad h \rightarrow 1,53 \quad h = 0,74$ $= 1,53 \quad h = \frac{0,74}{1,53} = 0,486 \text{ m}$	

TABEL PERATAAN BEBAN

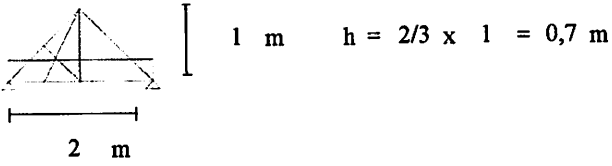
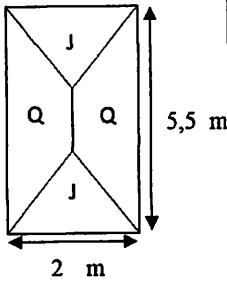
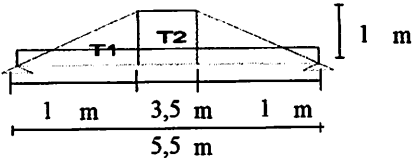
no.	Ukuran pelat		h (m)
10	Pelat J	Perataan Beban M	0,33
			
		Perataan Beban O	0,490
			
		$T_1 = 1/2 \times 0,50 \times 0,50 = 0,125 \text{ m}^2$ $T_2 = 3,00 \times 0,50 = 1,500 \text{ m}^2$	
		$\sum M_B = 0$ $\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Ra \times 4,0 \\ 0,333 \times 0,125 \end{array} \right\} - \left\{ 3,667 \times 0,125 \right\} - \left\{ 2,0 \times 1,500 \right\} = 0$ $\rightarrow 4,0 \quad Ra - 3,500 = 0$ $\rightarrow 4,0 \quad Ra = 3,500$ $Ra = \frac{3,5}{4,0} = 0,88 \text{ m}$	
		$\sum M_A = 0$ $\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} -Rb \times 4,00 \\ 0,33 \times 0,13 \end{array} \right\} + \left\{ 3,67 \times 0,13 \right\} + \left\{ 2,00 \times 1,50 \right\} = 0$ $\rightarrow -4,00 \quad Rb + 3,50 = 0$ $\rightarrow -4,00 \quad Rb = -3,50$ $\rightarrow 4,00 \quad Rb = 3,50$ $Rb = \frac{3,50}{4,00} = 0,88 \text{ m}$	
		<p>Kontrol:</p> $Ra + Rb = T_1 + T_2 + T_1$ $0,88 + 0,88 = 0,13 + 1,50 + 0,13$ $1,75 = 1,75 \quad \text{Ok}$	
		$t_1 = 0,13 \text{ m}^2$ $t_2 = 0,75 \text{ m}^2$	
		$M_1 = \left\{ \begin{array}{l} Ra \times 1/2 L \\ 0,88 \times 2,00 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_1 \times 1,67 \\ 0,13 \times 1,67 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_2 \times 0,75 \\ 0,75 \times 0,75 \end{array} \right\}$ $= 0,98$	
		$M_2 = \frac{1}{8} \times h \times L^2$ $= \frac{1}{8} \times h \times 4,00^2 \quad h \rightarrow 2,00 \quad h = 0,98$ $= 2,00 \quad h = \frac{0,98}{2,00} = 0,490 \text{ m}$	



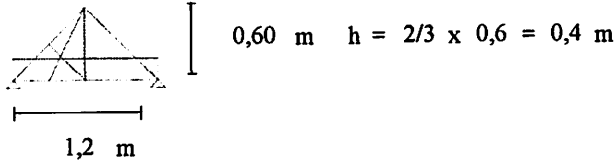
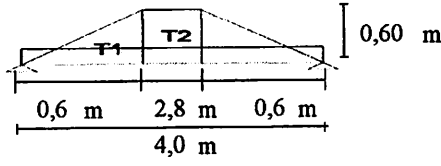
TABEL PERATAAN BEBAN

no.	Ukuran pelat		h (m)
11	Pelat K	Perataan Beban M	0,33
			
		Perataan Beban P	0,473
			
		$T_1 = 1/2 \times 0,50 \times 0,50 = 0,125 \text{ m}^2$ $T_2 = 1,50 \times 0,50 = 0,750 \text{ m}^2$	
		$\sum M_B = 0$ $\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Ra \times 2,5 \\ 0,333 \times 0,125 \end{array} \right\} - [2,167 \times 0,125] - [1,3 \times 0,750] = 0$ $\rightarrow 2,5 \quad Ra - 1,250 = 0$ $\rightarrow 2,5 \quad Ra = 1,250$ $Ra = \frac{1,3}{2,5} = 0,50 \text{ m}$	
		$\sum M_A = 0$ $\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} -Rb \times 2,50 \\ 0,33 \times 0,13 \end{array} \right\} + [2,17 \times 0,13] + [1,25 \times 0,75] = 0$ $\rightarrow -2,50 \quad Rb + 1,25 = 0$ $\rightarrow -2,50 \quad Rb = -1,25$ $\rightarrow 2,50 \quad Rb = 1,25$ $Rb = \frac{1,25}{2,50} = 0,50 \text{ m}$	
		<p><b>Kontrol:</b></p> $Ra + Rb = T_1 + T_2 + T_1$ $0,50 + 0,50 = 0,13 + 0,75 + 0,13$ $1,00 = 1,00 \quad \text{Ok}$	
		$t_1 = 0,13 \text{ m}^2$ $t_2 = 0,38 \text{ m}^2$	
		$M_1 = \left\{ \begin{array}{l} Ra \times 1/2 L \\ 0,50 \times 1,25 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_1 \times 0,92 \\ 0,13 \times 0,92 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_2 \times 0,38 \\ 0,38 \times 0,38 \end{array} \right\}$ $= 0,37$	
		$M_2 = \frac{1}{8} \times h \times L^2$ $= \frac{1}{8} \times h \times 2,50^2 \quad h \rightarrow 0,78 \quad h = 0,37$ $= 0,78 \quad h = \frac{0,37}{0,78} = 0,473 \text{ m}$	

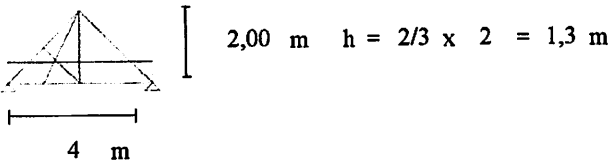
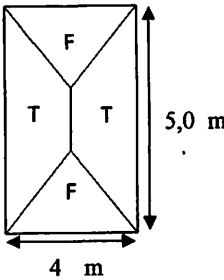
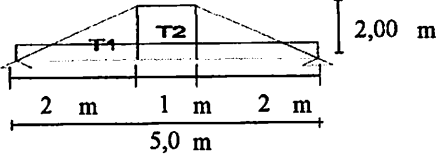
TABEL PERATAAN BEBAN

no.	Ukuran pelat		h (m)
12	Pelat L	<p>Perataan Beban J</p> 	0,67
		<p>Perataan Beban Q</p>  <p> <math>T_1 = 1/2 \times 1,00 \times 1,00 = 0,500 \text{ m}^2</math>  <math>T_2 = 3,50 \times 1,00 = 3,500 \text{ m}^2</math> </p> <p> <math>\sum M_B = 0</math>  <math>\rightarrow \left\{ \begin{matrix} R_a \times 5,5 \\ 0,667 \times 0,500 \end{matrix} \right\} - \left[ 4,833 \times 0,500 \right] - \left[ 2,8 \times 3,500 \right] = 0</math>  <math>\rightarrow 5,5 R_a - 12,375 = 0</math>  <math>\rightarrow 5,5 R_a = 12,375</math>  <math>R_a = \frac{12,4}{5,5} = 2,25 \text{ m}</math> </p> <p> <math>\sum M_A = 0</math>  <math>\rightarrow \left\{ \begin{matrix} -R_b \times 5,50 \\ 0,67 \times 0,50 \end{matrix} \right\} + \left[ 4,83 \times 0,50 \right] + \left[ 2,75 \times 3,50 \right] = 0</math>  <math>\rightarrow -5,50 R_b + 12,38 = 0</math>  <math>\rightarrow -5,50 R_b = -12,38</math>  <math>\rightarrow 5,50 R_b = 12,38</math>  <math>R_b = \frac{12,38}{5,50} = 2,25 \text{ m}</math> </p> <p>Kontrol:</p> <p> <math>R_a + R_b = T_1 + T_2 + T_1</math>  <math>2,25 + 2,25 = 0,50 + 3,50 + 0,50</math>  <math>4,50 = 4,50 \quad \text{Ok}</math> </p> <p> <math>t_1 = 0,50 \text{ m}^2</math>  <math>t_2 = 1,75 \text{ m}^2</math> </p> <p> <math>M_1 = \left\{ \begin{matrix} R_a \times 1/2 L \\ 2,25 \times 2,75 \end{matrix} \right\} - \left\{ \begin{matrix} T_1 \times 2,08 \\ 0,50 \times 2,08 \end{matrix} \right\} - \left\{ \begin{matrix} T_2 \times 0,88 \\ 1,75 \times 0,88 \end{matrix} \right\}</math>  <math>= 3,61</math> </p> <p> <math>M_2 = \frac{1}{8} \times h \times L^2</math>  <math>= \frac{1}{8} \times h \times 5,50^2</math>  <math>h \rightarrow 3,78 \quad h = 3,61</math>  <math>h = \frac{3,61}{3,78} = 0,956 \text{ m}</math> </p>	0,956

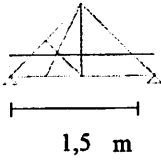
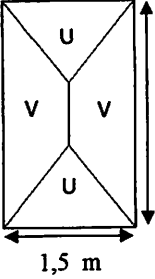
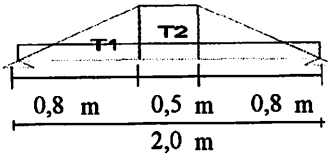
TABEL PERATAAN BEBAN

no.	Ukuran pelat	Perataan Beban R	h (m)
13	Pelat M	 <p>0,60 m    <math>h = \frac{2}{3} \times 0,6 = 0,4</math> m</p> <p>1,2 m</p>	0,40
		<p><b>Perataan Beban S</b></p>  <p>0,60 m</p> <p>0,6 m    2,8 m    0,6 m</p> <p>4,0 m</p> <p> <math>T_1 = \frac{1}{2} \times 0,60 \times 0,60 = 0,180 \text{ m}^2</math>  <math>T_2 = 2,80 \times 0,60 = 1,680 \text{ m}^2</math> </p> <p> <math>\sum M_B = 0</math>  <math>\rightarrow \left\{ \begin{matrix} R_a \times 4,0 \\ 0,400 \times 0,180 \end{matrix} \right\} - \left[ 3,600 \times 0,180 \right] - \left[ 2,0 \times 1,680 \right] = 0</math>  <math>\rightarrow 4,0 \quad R_a - 4,080 = 0</math>  <math>\rightarrow 4,0 \quad R_a = 4,080</math>  <math>R_a = \frac{4,1}{4,0} = 1,02 \text{ m}</math> </p> <p> <math>\sum M = 0</math>  <math>\rightarrow \left\{ \begin{matrix} -R_b \times 4,00 \\ 0,40 \times 0,18 \end{matrix} \right\} + \left[ 3,60 \times 0,18 \right] + \left[ 2,00 \times 1,68 \right] = 0</math>  <math>\rightarrow -4,00 \quad R_b + 4,08 = 0</math>  <math>\rightarrow -4,00 \quad R_b = -4,08</math>  <math>\rightarrow 4,00 \quad R_b = 4,08</math>  <math>R_b = \frac{4,08}{4,00} = 1,02 \text{ m}</math> </p> <p><b>Kontrol:</b></p> <p> <math>R_a + R_b = T_1 + T_2 + T_1</math>  <math>1,02 + 1,02 = 0,18 + 1,68 + 0,18</math>  <math>2,04 = 2,04 \quad \text{Ok}</math> </p> <p> <math>t_1 = 0,18 \text{ m}^2</math>  <math>t_2 = 0,84 \text{ m}^2</math> </p> <p> <math>M_1 = \left\{ \begin{matrix} R_a \times \frac{1}{2} L \\ 1,02 \times 2,00 \end{matrix} \right\} - \left\{ \begin{matrix} T_1 \times 1,60 \\ 0,18 \times 1,60 \end{matrix} \right\} - \left\{ \begin{matrix} T_2 \times 0,70 \\ 0,84 \times 0,70 \end{matrix} \right\}</math>  <math>= 1,16</math> </p> <p> <math>M_2 = \frac{1}{8} \times h \times L^2</math>  <math>= \frac{1}{8} \times h \times 4,00^2</math>    <math>h \rightarrow 2,00 \quad h = 1,16</math>  <math>h = \frac{1,16}{2,00} = 0,582 \text{ m}</math>  <math>= 2,00 \quad h</math> </p>	0,582

TABEL PERATAAN BEBAN

no.	Ukuran pelat	Perataan Beban F	h (m)
14	Pelat N	 <p>2,00 m <math>h = \frac{2}{3} \times 2 = 1,3 \text{ m}</math></p> <p>4 m</p>	1,33
	 <p>5,0 m</p> <p>4 m</p>	<p>Perataan Beban T</p>  <p>2,00 m</p> <p>2 m 1 m 2 m</p> <p>5,0 m</p> $T_1 = \frac{1}{2} \times 2,00 \times 2,00 = 2,000 \text{ m}^2$ $T_2 = 1,00 \times 2,00 = 2,000 \text{ m}^2$ $\sum M_B = 0$ $\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} R_a \times 5,0 \\ 1,333 \times 2,000 \end{array} \right\} - \left[ 3,667 \times 2,000 \right] - \left[ 2,5 \times 2,000 \right] = 0$ $\rightarrow 5,0 R_a - 15,000 = 0$ $\rightarrow 5,0 R_a = 15,000$ $R_a = \frac{15,0}{5,0} = 3,00 \text{ m}$ $\sum M = 0$ $\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} -R_b \times 5,00 \\ 1,33 \times 2,00 \end{array} \right\} + \left[ 3,67 \times 2,00 \right] + \left[ 2,50 \times 2,00 \right] = 0$ $\rightarrow -5,00 R_b + 15,00 = 0$ $\rightarrow -5,00 R_b = -15,00$ $\rightarrow 5,00 R_b = 15,00$ $R_b = \frac{15,00}{5,00} = 3,00 \text{ m}$ <p>Kontrol:</p> $R_a + R_b = T_1 + T_2 + T_1$ $3,00 + 3,00 = 2,00 + 2,00 + 2,00$ $6,00 = 6,00 \quad \text{Ok}$ $t_1 = 2,00 \text{ m}^2$ $t_2 = 1,00 \text{ m}^2$ $M_1 = \left\{ \begin{array}{l} R_a \times \frac{1}{2} L \\ 3,00 \times 2,50 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_1 \times 1,17 \\ 2,00 \times 1,17 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_2 \times 0,25 \\ 1,00 \times 0,25 \end{array} \right\}$ $= 4,92$ $M_2 = \frac{1}{8} \times h \times L^2$ $= \frac{1}{8} \times h \times 5,00^2 \quad h \rightarrow 3,13 \quad h = 4,92$ $= 3,13 \quad h = \frac{4,92}{3,13} = 1,573 \text{ m}$	1,573

TABEL PERATAAN BEBAN

no.	Ukuran pelat	Perataan Beban F	h (m)
15	Pelat O	 <p>0,75 m <math>h = \frac{2}{3} \times 0,8 = 0,5 \text{ m}</math></p> <p>1,5 m</p>	0,50
	 <p>2,0 m</p> <p>1,5 m</p>	Perataan Beban T	0,609
		 <p>0,75 m</p> <p>0,8 m 0,5 m 0,8 m</p> <p>2,0 m</p>	
		$T_1 = \frac{1}{2} \times 0,75 \times 0,75 = 0,281 \text{ m}^2$ $T_2 = 0,50 \times 0,75 = 0,375 \text{ m}^2$	
		$\sum M_B = 0$ $\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Ra \times 2,0 \\ 0,500 \times 0,281 \end{array} \right\} - [1,500 \times 0,281] - [1,0 \times 0,375] = 0$ $\rightarrow 2,0 Ra - 0,938 = 0$ $\rightarrow 2,0 Ra = 0,938$ $Ra = \frac{0,9}{2,0} = 0,47 \text{ m}$	
		$\sum M = 0$ $\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} -Rb \times 2,00 \\ 0,50 \times 0,28 \end{array} \right\} + [1,50 \times 0,28] + [1,00 \times 0,38] = 0$ $\rightarrow -2,00 Rb + 0,94 = 0$ $\rightarrow -2,00 Rb = -0,94$ $\rightarrow 2,00 Rb = 0,94$ $Rb = \frac{0,94}{2,00} = 0,47 \text{ m}$	
		<p><u>Kontrol:</u></p> $Ra + Rb = T_1 + T_2 + T_1$ $0,47 + 0,47 = 0,28 + 0,38 + 0,28$ $0,94 = 0,94 \quad \text{Ok}$	
		$t_1 = 0,28 \text{ m}^2$ $t_2 = 0,19 \text{ m}^2$	
		$M_1 = \left\{ \begin{array}{l} Ra \times \frac{1}{2} L \\ 0,47 \times 1,00 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_1 \times 0,50 \\ 0,28 \times 0,50 \end{array} \right\} - \left\{ \begin{array}{l} T_2 \times 0,13 \\ 0,19 \times 0,13 \end{array} \right\}$ $= 0,30$	
		$M_2 = \frac{1}{8} \times h \times L^2$ $= \frac{1}{8} \times h \times 2,00^2 \quad h \rightarrow 0,50 \quad h = 0,30$ $= 0,50 h \quad h = \frac{0,30}{0,50} = 0,609 \text{ m}$	

Lantai	Line	No. Line	Tinggi	Tinggi	Berat	Berat	Berat	qd	qd	ql	Berat	Berat	Σqd	Σql
			Perataan	Perataan	Dinding	Dinding	Dinding	Atap	Lantai	ql	Pelat	hidup		
			Tipe 1	Tipe 2	1/2 bata 250	kaca 20	partisi 150	376	459	192	Lantai	Lantai		
							kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m	
<b>MEMANJANG</b>														
	<b>B</b>	1-1A	1,167	0	387,5	57	0	0	459	192	535,50	224,00	980,00	224,00
		1A-2	1,167	0	387,5	57	0	0	459	192	535,50	224,00	980,00	224,00
		2-3	1,167	0	387,5	57	0	0	459	192	535,50	224,00	980,00	224,00
		5-6	1,167	0	387,5	57	0	0	459	192	535,50	224,00	980,00	224,00
		6-6A	1,167	0	387,5	57	0	0	459	192	535,50	224,00	980,00	224,00
		6A-7	1,167	0	387,5	57	0	0	459	192	535,50	224,00	980,00	224,00
	<b>B1</b>	3-5	1,087	0	387,5	57	0	0	459	192	499,04	208,75	943,54	208,75
	<b>C</b>	1-1A	1,167	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
		1A-2	1,167	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
		2-3	1,167	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
		3-5	1,087	1,333	0	0	0	0	459	192	1111,04	464,75	1111,04	464,75
		5-6	1,167	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
		6-6A	1,167	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
		6A-7	1,167	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
	<b>D</b>	1-1A	1,167	0	1100	0	0	0	459	192	535,50	224,00	1635,50	224,00
		1A-2	1,167	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
		2-3	1,167	0	1100	0	0	0	459	192	535,50	224,00	1635,50	224,00
		3-4	1,333	0	1100	0	0	0	459	192	612,00	256,00	1712,00	256,00
		4-5	1,333	0,667	0	0	0	0	459	192	918,00	384,00	918,00	384,00
		5-6	1,167	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
		6-6A	1,167	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
		6A-7	1,167	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
	<b>D1</b>	3-4	0	0	1100	0	0	0	459	192	0,00	0,00	1100,00	0,00
	<b>D2</b>	3-4	0	0	1100	0	0	0	459	192	0,00	0,00	1100,00	0,00
	<b>D3</b>	3-4	0	0	1100	0	0	0	459	192	0,00	0,00	1100,00	0,00
		4-4A	0,667	0	1100	0	0	0	459	192	306,00	128,00	1406,00	128,00
		4A-5	0,667	0,333	1100	0	0	0	459	192	459,00	192,00	1559,00	192,00
	<b>E</b>	1-1A	1,167	0,576	1100	0	0	0	459	192	800,11	334,69	1900,11	334,69
		1A-2	1,167	0,576	0	0	0	0	459	192	800,11	334,69	800,11	334,69
		2-3	1,167	0,576	1100	0	0	0	459	192	800,11	334,69	1900,11	334,69
		5-6	1,167	0,576	1100	0	0	0	459	192	800,11	334,69	1900,11	334,69
		6-6A	1,167	0,576	1100	0	0	0	459	192	800,11	334,69	1900,11	334,69
		6A-7	1,167	0,576	0	0	0	0	459	192	800,11	334,69	800,11	334,69
	<b>F</b>	1-1A	0,576	0	1100	0	0	0	459	192	264,61	110,69	1364,61	110,69
		1A-2	0,576	0	1100	0	0	0	459	192	264,61	110,69	1364,61	110,69
		2-3	0,576	0	1100	0	0	0	459	192	264,61	110,69	1364,61	110,69
		3-5	0	0	1100	0	0	0	459	192	0,00	0,00	1100,00	0,00
		5-6	0,576	0	1100	0	0	0	459	192	264,61	110,69	1364,61	110,69
		6-6A	0,576	0	1100	0	0	0	459	192	264,61	110,69	1364,61	110,69
		6A-7	0,576	0	1100	0	0	0	459	192	264,61	110,69	1364,61	110,69
<b>MELINTANG</b>														

**DASAR**

# LANTAI

1	B-C	1,464	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1772,05	281,12
	C-D	1,514	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	1794,82	290,64
	D-E	1,595	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1832,32	306,33
	E-F	0,400	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	183,60	76,80	1283,60	76,80
1A	B-C	1,464	0	0	0	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	672,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	694,82	290,64
	D-E	1,595	0	0	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1392,32	306,33
	E-F	0,400	0	0	0	660	0	0	0	459	192	183,60	76,80	843,60	76,80
2	B-C	1,464	0	0	0	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	672,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	694,82	290,64
	D-E	1,595	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1832,32	306,33
	E-F	0,400	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	183,60	76,80	1283,60	76,80
3	B-B1	1,464	0	387,5	57	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1116,55	281,12
	B1-C	1,464	0,833	0	0	0	0	0	0	459	192	1054,55	441,12	1054,55	441,12
	C-D	1,514	1,647	0	0	0	0	0	0	459	192	1450,97	606,94	1450,97	606,94
	D-D1	1,595	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1832,32	306,33
	D1-D2	1,595	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1832,32	306,33
	D2-D3	1,595	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1832,32	306,33
4	D3-E	1,595	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1832,32	306,33
	E-F	0,400	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	183,60	76,80	1283,60	76,80
	D-D1	0,956	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	438,77	183,54	1538,77	183,54
	D1-D2	0,956	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	438,77	183,54	1538,77	183,54
	D2-D3	0,956	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	438,77	183,54	1538,77	183,54
	D3-F	0,473	0	0	0	0	0	0	0	459	192	217,26	90,88	217,26	90,88
5	B-B1	1,464	0	387,5	57	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1116,55	281,12
	B1-C	0,833	1,464	0	0	0	0	0	0	459	192	1054,55	441,12	1054,55	441,12
	C-D	1,647	1,514	0	0	0	0	0	0	459	192	1450,97	606,94	1450,97	606,94
	D-D3	0,956	1,595	0	0	0	0	0	0	459	192	1171,09	489,87	1171,09	489,87
	D3-E	0,473	1,595	1100	0	0	0	0	0	459	192	949,58	397,21	2049,58	397,21
	E-F	0,473	0,400	1100	0	0	0	0	0	459	192	400,86	167,68	1500,86	167,68
6	B-C	1,464	0	0	0	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	672,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	694,82	290,64
	D-E	1,595	0	0	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	732,32	306,33
	E-F	0,400	0	0	0	0	0	0	0	459	192	183,60	76,80	183,60	76,80
6A	B-C	1,464	0	0	0	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	672,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	694,82	290,64
	D-E	1,595	0	0	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	732,32	306,33
	E-F	0,400	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	183,60	76,80	1283,60	76,80
7	B-C	1,464	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1772,05	281,12
	C-D	1,514	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	1794,82	290,64
	D-E	1,595	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1832,32	306,33
	E-F	0,400	0	1100	0	0	0	0	0	459	192	183,60	76,80	1283,60	76,80

Lantai	Line	No. Line	Tinggi	Tinggi	Berat	Berat	Berat	qd	qd	ql	Berat	Berat	Σqd	Σql
			Perataan	Perataan	Dinding	Dinding	Dinding	Atap	Lantai	Pelat	hidup			
			Tipe 1	Tipe 2	1/2 bata 250	kaca 20	partisi 150	376	459	192	Lantai	Lantai		
		m	m	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m	
<b>MEMANJANG</b>														
<b>A1</b>	1-1A	0,891	0	275	46	0	0	459	192	409,04	171,10	730,04	171,10	
	1A-2	0,891	0	275	46	0	0	459	192	409,04	171,10	730,04	171,10	
	2-3	0,891	0	275	46	0	0	459	192	409,04	171,10	730,04	171,10	
	3-5	0,917	0	275	46	0	0	459	192	420,75	176,00	741,75	176,00	
	5-6	0,891	0	275	46	0	0	459	192	409,04	171,10	730,04	171,10	
	6-6A	0,891	0	275	46	0	0	459	192	409,04	171,10	730,04	171,10	
	6A-7	0,891	0	275	46	0	0	459	192	409,04	171,10	730,04	171,10	
<b>B</b>	1-1A	0,891	1,167	0	0	0	0	459	192	944,54	395,10	944,54	395,10	
	1A-2	0,891	1,167	0	0	0	0	459	192	944,54	395,10	944,54	395,10	
	2-3	0,891	1,167	0	0	0	0	459	192	944,54	395,10	944,54	395,10	
	3-5	0,917	1,333	0	0	0	0	459	192	1032,75	432,00	1032,75	432,00	
	5-6	0,891	1,167	0	0	0	0	459	192	944,54	395,10	944,54	395,10	
	6-6A	0,891	1,167	0	0	0	0	459	192	944,54	395,10	944,54	395,10	
	6A-7	0,891	1,167	0	0	0	0	459	192	944,54	395,10	944,54	395,10	
<b>C</b>	1-1A	1,167	0	0	0	510	0	459	192	535,50	224,00	1045,50	224,00	
	1A-2	1,167	0	0	0	510	0	459	192	535,50	224,00	1045,50	224,00	
	2-3	1,167	0	850	0	510	0	459	192	535,50	224,00	1895,50	224,00	
	3-5	1,333	0	850	0	0	0	459	192	612,00	256,00	1462,00	256,00	
	5-6	1,167	0	850	0	510	0	459	192	535,50	224,00	1895,50	224,00	
	6-6A	1,167	0	0	0	510	0	459	192	535,50	224,00	1045,50	224,00	
	6A-7	1,167	0	0	0	510	0	459	192	535,50	224,00	1045,50	224,00	
<b>D</b>	1-1A	1,167	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00	
	1A-2	1,167	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00	
	2-3	1,167	0	850	0	0	0	459	192	535,50	224,00	1385,50	224,00	
	3-4	1,333	0	850	0	0	0	459	192	612,00	256,00	1462,00	256,00	
	4-5	0,667	1,333	0	0	0	0	459	192	918,00	384,00	918,00	384,00	
	5-6	1,167	0	850	0	0	0	459	192	535,50	224,00	1385,50	224,00	
	6-6A	1,167	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00	
6A-7	1,167	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00		
<b>D1</b>	3-4	0	0	850	0	0	0	459	192	0,00	0,00	850,00	0,00	
<b>D2</b>	3-4	0	0	850	0	0	0	459	192	0,00	0,00	850,00	0,00	
<b>D3</b>	3-4	0	0	850	0	0	0	459	192	0,00	0,00	850,00	0,00	
	4-4A	0,667	0	850	0	0	0	459	192	306,00	128,00	1156,00	128,00	
	4A-5	0,667	0,333	850	0	0	0	459	192	459,00	192,00	1309,00	192,00	
<b>E</b>	1-1A	1,167	0,576	0	0	0	0	459	192	800,11	334,69	800,11	334,69	
	1A-2	1,167	0,576	0	0	0	0	459	192	800,11	334,69	800,11	334,69	
	2-3	1,167	0,576	850	0	510	0	459	192	800,11	334,69	2160,11	334,69	
	5-6	1,167	0,576	0	0	0	0	459	192	800,11	334,69	800,11	334,69	
	6-6A	1,167	0,576	850	0	0	0	459	192	800,11	334,69	1650,11	334,69	
	6A-7	1,167	0,576	850	0	0	0	459	192	800,11	334,69	1650,11	334,69	
<b>F</b>	1-1A	0,576	0	850	0	0	0	459	192	264,61	110,69	1114,61	110,69	



# LANTAI 1

1A-2	0,576	0	850	0	0	0	0	459	192	264,61	110,69	1114,61	110,69
2-3	0,576	0	850	0	0	0	0	459	192	264,61	110,69	1114,61	110,69
3-5	0	0	850	0	0	0	0	459	192	0,00	0,00	850,00	0,00
5-6	0,576	0	850	0	0	0	0	459	192	264,61	110,69	1114,61	110,69
6-6A	0,576	0	850	0	0	0	0	459	192	264,61	110,69	1114,61	110,69
6A-7	0,576	0	850	0	0	0	0	459	192	264,61	110,69	1114,61	110,69

## MELINTANG

1	A1-B	0,667	0	850	0	0	0	459	192	306,00	128,00	1156,00	128,00
	B-C	1,464	0	850	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1522,05	281,12
	C-D	1,514	0	850	0	0	0	459	192	694,82	290,64	1544,82	290,64
	D-E	1,595	0	850	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1582,32	306,33
	E-F	0,400	0	850	0	0	0	459	192	183,60	76,80	1033,60	76,80
1A	A1-B	0,667	0	0	0	0	0	459	192	306,00	128,00	306,00	128,00
	B-C	1,464	0	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	672,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	694,82	290,64
	D-E	1,595	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	732,32	306,33
	E-F	0,400	0	0	0	0	0	459	192	183,60	76,80	183,60	76,80
2	A1-B	0,667	0	0	0	0	0	459	192	306,00	128,00	816,00	128,00
	B-C	1,464	0	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1182,05	281,12
	C-D	1,514	0	850	0	0	0	459	192	694,82	290,64	1544,82	290,64
	D-E	1,595	0	850	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1582,32	306,33
	E-F	0,400	0	850	0	0	0	459	192	183,60	76,80	1033,60	76,80
3	A1-B	0,667	0	0	0	0	0	459	192	306,00	128,00	306,00	128,00
	B-C	1,464	1,573	0	0	0	0	459	192	1394,21	583,20	1394,21	583,20
	C-D	1,514	1,647	0	0	0	0	459	192	1450,97	606,94	1450,97	606,94
	D-D1	1,595	0	850	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1582,32	306,33
	D1-D2	1,595	0	850	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1582,32	306,33
	D2-D3	1,595	0	850	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1582,32	306,33
	D3-E	1,595	0	850	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1582,32	306,33
	E-F	0,400	0	850	0	0	0	459	192	183,60	76,80	1033,60	76,80
4	D-D1	0,956	0	850	0	0	0	459	192	438,77	183,54	1288,77	183,54
	D1-D2	0,956	0	850	0	0	0	459	192	438,77	183,54	1288,77	183,54
	D2-D3	0,956	0	850	0	0	0	459	192	438,77	183,54	1288,77	183,54
4A	D3-F	0,473	0	0	0	0	0	459	192	217,26	90,88	217,26	90,88
5	A1-B	0,667	0	0	0	0	0	459	192	306,00	128,00	306,00	128,00
	B-C	1,573	1,464	0	0	0	0	459	192	1394,21	583,20	1394,21	583,20
	C-D	1,647	1,514	0	0	0	0	459	192	1450,97	606,94	1450,97	606,94
	D-D3	0,956	1,595	850	0	0	0	459	192	1171,09	489,87	2021,09	489,87
	D3-E	0,473	1,595	850	0	0	0	459	192	949,58	397,21	1799,58	397,21
	E-F	0,473	0,400	850	0	0	0	459	192	400,86	167,68	1250,86	167,68
6	A1-B	0,667	0	0	0	0	0	459	192	306,00	128,00	816,00	128,00
	B-C	1,464	0	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1182,05	281,12
	C-D	1,514	0	850	0	0	0	459	192	694,82	290,64	1544,82	290,64
	D-E	1,595	0	850	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1582,32	306,33
	E-F	0,400	0	850	0	0	0	459	192	183,60	76,80	1033,60	76,80
6A	A1-B	0,667	0	0	0	0	0	459	192	306,00	128,00	306,00	128,00
	B-C	1,464	0	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	672,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	694,82	290,64

	D-E	1,595	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	732,32	306,33
	E-F	0,400	0	850	0	0	0	459	192	183,60	76,80	1033,60	76,80
7	A1-B	0,667	0	850	0	0	0	459	192	306,00	128,00	1156,00	128,00
	B-C	1,464	0	850	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1522,05	281,12
	C-D	1,514	0	850	0	0	0	459	192	694,82	290,64	1544,82	290,64
	D-E	1,595	0	850	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1582,32	306,33
	E-F	0,400	0	850	0	0	0	459	192	183,60	76,80	1033,60	76,80

Lantai	Line	No. Line	Tinggi	Tinggi	Berat	Berat	Berat	qd	qd	ql	Berat	Berat	Σqd	Σql
			Perataan	Perataan	Dinding	Dinding	Dinding	Atap	Lantai	ql	Pelat	hidup		
			Tipe 1	Tipe 2	1/2 bata 250	kaca 20	partisi 150	376	459	192	Lantai	Lantai		
		m	m	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m	

**MEMANJANG**

<b>A1</b>	1-1A	0,891	0	0	0	0	0	459	192	409,04	171,10	409,04	171,10
	1A-2	0,891	0	0	0	0	0	459	192	409,04	171,10	409,04	171,10
	2-3	0,891	0	0	0	0	0	459	192	409,04	171,10	409,04	171,10
	3-5	0,917	0	0	0	0	0	459	192	420,75	176,00	420,75	176,00
	5-6	0,891	0	0	0	0	0	459	192	409,04	171,10	409,04	171,10
	6-6A	0,891	0	0	0	0	0	459	192	409,04	171,10	409,04	171,10
	6A-7	0,891	0	0	0	0	0	459	192	409,04	171,10	409,04	171,10
<b>B</b>	1-1A	1,167	0,891	725	0	0	0	459	192	944,54	395,10	1669,54	395,10
	1A-2	1,167	0,891	725	0	0	0	459	192	944,54	395,10	1669,54	395,10
	2-3	1,167	0,891	725	0	0	0	459	192	944,54	395,10	1669,54	395,10
	3-5	1,333	0,917	725	0	0	0	459	192	1032,75	432,00	1757,75	432,00
	5-6	1,167	0,891	725	0	0	0	459	192	944,54	395,10	1669,54	395,10
	6-6A	1,167	0,891	725	0	0	0	459	192	944,54	395,10	1669,54	395,10
	6A-7	1,167	0,891	725	0	0	0	459	192	944,54	395,10	1669,54	395,10
<b>C</b>	1-1A	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
	1A-2	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
	2-3	1,167	0	0	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1260,50	224,00
	3-5	1,333	0	0	0	725	0	459	192	612,00	256,00	1337,00	256,00
	5-6	1,167	0	0	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1260,50	224,00
	6-6A	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
	6A-7	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
<b>D</b>	1-1A	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
	1A-2	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
	2-3	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
	3-4	1,087	0	725	0	725	0	459	192	499,04	208,75	1949,04	208,75
	4-5	0,667	1,333	725	0	725	0	459	192	918,00	384,00	2368,00	384,00
	5-6	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
	6-6A	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
	6A-7	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
<b>D1</b>	3-4	0	0	725	0	0	0	459	192	0,00	0,00	725,00	0,00
<b>D2</b>	3-4	0	0	725	0	0	0	459	192	0,00	0,00	725,00	0,00
<b>D3</b>	3-4	0	0	725	0	0	0	459	192	0,00	0,00	725,00	0,00
	4-4A	0,667	0	725	0	0	0	459	192	306,00	128,00	1031,00	128,00
	4A-5	0,667	0,333	725	0	0	0	459	192	459,00	192,00	1184,00	192,00

LANTAI 2

E	1-1A	1,167	0,576	725	0	0	0	459	192	800,11	334,69	1525,11	334,69
	1A-2	1,167	0,576	725	0	0	0	459	192	800,11	334,69	1525,11	334,69
	2-3	1,167	0,576	725	0	0	0	459	192	800,11	334,69	1525,11	334,69
	5-6	1,167	0,576	725	0	0	0	459	192	800,11	334,69	1525,11	334,69
	6-6A	1,167	0,576	725	0	0	0	459	192	800,11	334,69	1525,11	334,69
	6A-7	1,167	0,576	725	0	0	0	459	192	800,11	334,69	1525,11	334,69
F	1-1A	0,576	0	725	0	0	0	459	192	264,61	110,69	989,61	110,69
	1A-2	0,576	0	725	0	0	0	459	192	264,61	110,69	989,61	110,69
	2-3	0,576	0	725	0	0	0	459	192	264,61	110,69	989,61	110,69
	3-5	0	0	725	0	0	0	459	192	0,00	0,00	725,00	0,00
	5-6	0,576	0	725	0	0	0	459	192	264,61	110,69	989,61	110,69
	6-6A	0,576	0	725	0	0	0	459	192	264,61	110,69	989,61	110,69
	6A-7	0,576	0	725	0	0	0	459	192	264,61	110,69	989,61	110,69
<b>MELINTANG</b>													
1	A1-B	0,667	0	725	0	0	0	459	192	306,00	128,00	1031,00	128,00
	B-C	1,464	0	725	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1397,05	281,12
	C-D	1,514	0	725	0	0	0	459	192	694,82	290,64	1419,82	290,64
	D-E	1,595	0	725	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80
1A	A1-B	0,667	0	725	0	0	0	459	192	306,00	128,00	1031,00	128,00
	B-C	1,464	0	725	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1397,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	694,82	290,64
	D-E	1,595	0	725	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80
2	A1-B	0,667	0	725	0	725	0	459	192	306,00	128,00	1756,00	128,00
	B-C	1,464	0	725	0	725	0	459	192	672,05	281,12	2122,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	694,82	290,64
	D-E	1,595	0	725	0	725	0	459	192	732,32	306,33	2182,32	306,33
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80
3	A1-B	0,667	0	725	0	0	0	459	192	306,00	128,00	1031,00	128,00
	B-C	1,464	1,573	362,5	0	0	0	459	192	1394,21	583,20	1756,71	583,20
	C-D	1,514	1,647	0	0	0	0	459	192	1450,97	606,94	1450,97	606,94
	D-D1	1,595	0	725	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	D1-D2	1,595	0	725	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	D2-D3	1,595	0	725	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	D3-E	1,595	0	725	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80
4	D-D1	0,956	0	725	0	0	0	459	192	438,77	183,54	1163,77	183,54
	D1-D2	0,956	0	725	0	0	0	459	192	438,77	183,54	1163,77	183,54
	D2-D3	0,956	0	725	0	0	0	459	192	438,77	183,54	1163,77	183,54
4A	D3-F	0,473	0	0	0	0	0	459	192	217,26	90,88	217,26	90,88
5	A1-B	0,667	0	725	0	0	0	459	192	306,00	128,00	1031,00	128,00
	B-C	1,573	1,464	362,5	0	0	0	459	192	1394,21	583,20	1756,71	583,20
	C-D	1,647	1,514	0	0	0	0	459	192	1450,97	606,94	1450,97	606,94
	D-D3	0,956	1,595	725	0	0	0	459	192	1171,09	489,87	1896,09	489,87
	D3-E	0,473	1,595	725	0	0	0	459	192	949,58	397,21	1674,58	397,21
	E-F	0,473	0,400	725	0	0	0	459	192	400,86	167,68	1125,86	167,68
6	A1-B	0,667	0	725	0	725	0	459	192	306,00	128,00	1756,00	128,00

	B-C	1,464	0	725	0	725	0	459	192	672,05	281,12	2122,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	694,82	290,64
	D-E	1,595	0	725	0	725	0	459	192	732,32	306,33	2182,32	306,33
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80
6A	A1-B	0,667	0	725	0	0	0	459	192	306,00	128,00	1031,00	128,00
	B-C	1,464	0	725	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1397,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	694,82	290,64
	D-E	1,595	0	725	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80
7	A1-B	0,667	0	725	0	0	0	459	192	306,00	128,00	1031,00	128,00
	B-C	1,464	0	725	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1397,05	281,12
	C-D	1,514	0	725	0	0	0	459	192	694,82	290,64	1419,82	290,64
	D-E	1,595	0	725	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80

Lantai	Line	No. Line	Tinggi	Tinggi	Berat	Berat	Berat	qd	qd	ql	Berat	Berat	Σqd	Σql
			Perataan	Perataan	Dinding	Dinding	Dinding	Atap	Lantai	Pelat	hidup			
			Tipe 1	Tipe 2	1/2 bata 250	kaca 20	partisi 150	376	459	Lantai	Lantai			
							kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m	

**MEMANJANG**

B	1-1A	1,167	0,891	725	0	0	0	459	192	944,54	395,10	1669,54	395,10
	1A-2	1,167	0,891	725	0	0	0	459	192	944,54	395,10	1669,54	395,10
	2-3	1,167	0,891	725	0	0	0	459	192	944,54	395,10	1669,54	395,10
	3-5	1,333	0,917	725	0	0	0	459	192	1032,75	432,00	1757,75	432,00
	5-6	1,167	0,891	725	0	0	0	459	192	944,54	395,10	1669,54	395,10
	6-6A	1,167	0,891	725	0	0	0	459	192	944,54	395,10	1669,54	395,10
	6A-7	1,167	0,891	725	0	0	0	459	192	944,54	395,10	1669,54	395,10
C	1-1A	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
	1A-2	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
	2-3	1,167	0	0	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1260,50	224,00
	3-5	1,333	0	0	0	725	0	459	192	612,00	256,00	1337,00	256,00
	5-6	1,167	0	0	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1260,50	224,00
	6-6A	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
	6A-7	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
D	1-1A	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
	1A-2	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
	2-3	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
	3-4	1,087	0	725	0	725	0	459	192	499,04	208,75	1949,04	208,75
	4-5	0,667	1,333	725	0	725	0	459	192	918,00	384,00	2368,00	384,00
	5-6	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
	6-6A	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
	6A-7	1,167	0	725	0	725	0	459	192	535,50	224,00	1985,50	224,00
D1	3-4	0	0	725	0	0	0	459	192	0,00	0,00	725,00	0,00
D2	3-4	0	0	725	0	0	0	459	192	0,00	0,00	725,00	0,00
D3	3-4	0	0	725	0	0	0	459	192	0,00	0,00	725,00	0,00
	4-4A	0,667	0	725	0	0	0	459	192	306,00	128,00	1031,00	128,00
	4A-5	0,667	0,333	725	0	0	0	459	192	459,00	192,00	1184,00	192,00
E	1-1A	1,167	0,576	725	0	0	0	459	192	800,11	334,69	1525,11	334,69
	1A-2	1,167	0,576	725	0	0	0	459	192	800,11	334,69	1525,11	334,69

LANTAI 3-5

	2-3	1,167	0,576	725	0	0	0	459	192	800,11	334,69	1525,11	334,69
	5-6	1,167	0,576	725	0	0	0	459	192	800,11	334,69	1525,11	334,69
	6-6A	1,167	0,576	725	0	0	0	459	192	800,11	334,69	1525,11	334,69
	6A-7	1,167	0,576	725	0	0	0	459	192	800,11	334,69	1525,11	334,69
F	1-1A	0,576	0	725	0	0	0	459	192	264,61	110,69	989,61	110,69
	1A-2	0,576	0	725	0	0	0	459	192	264,61	110,69	989,61	110,69
	2-3	0,576	0	725	0	0	0	459	192	264,61	110,69	989,61	110,69
	3-5	0	0	725	0	0	0	459	192	0,00	0,00	725,00	0,00
	5-6	0,576	0	725	0	0	0	459	192	264,61	110,69	989,61	110,69
	6-6A	0,576	0	725	0	0	0	459	192	264,61	110,69	989,61	110,69
	6A-7	0,576	0	725	0	0	0	459	192	264,61	110,69	989,61	110,69
<b>MELINTANG</b>													
1	A1-B	0,667	0	725	0	0	0	459	192	306,00	128,00	1031,00	128,00
	B-C	1,464	0	725	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1397,05	281,12
	C-D	1,514	0	725	0	0	0	459	192	694,82	290,64	1419,82	290,64
	D-E	1,595	0	725	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80
1A	A1-B	0,667	0	725	0	0	0	459	192	306,00	128,00	1031,00	128,00
	B-C	1,464	0	725	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1397,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	694,82	290,64
	D-E	1,595	0	725	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80
2	A1-B	0,667	0	725	0	725	0	459	192	306,00	128,00	1756,00	128,00
	B-C	1,464	0	725	0	725	0	459	192	672,05	281,12	2122,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	694,82	290,64
	D-E	1,595	0	725	0	725	0	459	192	732,32	306,33	2182,32	306,33
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80
3	A1-B	0,667	0	725	0	0	0	459	192	306,00	128,00	1031,00	128,00
	B-C	1,464	1,573	362,5	0	0	0	459	192	1394,21	583,20	1756,71	583,20
	C-D	1,514	1,647	0	0	0	0	459	192	1450,97	606,94	1450,97	606,94
	D-D1	1,595	0	725	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	D1-D2	1,595	0	725	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	D2-D3	1,595	0	725	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	D3-E	1,595	0	725	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80
4	D-D1	0,956	0	725	0	0	0	459	192	438,77	183,54	1163,77	183,54
	D1-D2	0,956	0	725	0	0	0	459	192	438,77	183,54	1163,77	183,54
	D2-D3	0,956	0	725	0	0	0	459	192	438,77	183,54	1163,77	183,54
4A	D3-F	0,473	0	0	0	0	0	459	192	217,26	90,88	217,26	90,88
5	A1-B	0,667	0	725	0	0	0	459	192	306,00	128,00	1031,00	128,00
	B-C	1,573	1,464	362,5	0	0	0	459	192	1394,21	583,20	1756,71	583,20
	C-D	1,647	1,514	0	0	0	0	459	192	1450,97	606,94	1450,97	606,94
	D-D3	0,956	1,595	725	0	0	0	459	192	1171,09	489,87	1896,09	489,87
	D3-E	0,473	1,595	725	0	0	0	459	192	949,58	397,21	1674,58	397,21
	E-F	0,473	0,400	725	0	0	0	459	192	400,86	167,68	1125,86	167,68
6	A1-B	0,667	0	725	0	725	0	459	192	306,00	128,00	1756,00	128,00
	B-C	1,464	0	725	0	725	0	459	192	672,05	281,12	2122,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	694,82	290,64
	D-E	1,595	0	725	0	725	0	459	192	732,32	306,33	2182,32	306,33
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80

6A	AI-B	0,667	0	725	0	0	0	0	459	192	306,00	128,00	1031,00	128,00
	B-C	1,464	0	725	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1397,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	694,82	290,64
	D-E	1,595	0	725	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80
7	AI-B	0,667	0	725	0	0	0	0	459	192	306,00	128,00	1031,00	128,00
	B-C	1,464	0	725	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1397,05	281,12
	C-D	1,514	0	725	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	1419,82	290,64
	D-E	1,595	0	725	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80

Lantai	Line	No.	Tinggi Perataan		Berat Dinding 1/2 bata	Berat Dinding kaca	Berat Dinding partisi	qd	qd	qd	ql	Berat		Σqd	Σql
			Type 1	Type 2								Pelat	hidup		
			m	m	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m

MEMANJANG

B	1-1A	1,167	0	725	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	1260,50	224,00
	1A-2	1,167	0	725	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	1260,50	224,00
	2-3	1,167	0	725	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	1260,50	224,00
	3-5	1,333	0	725	0	0	0	0	459	192	612,00	256,00	1337,00	256,00
	5-6	1,167	0	725	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	1260,50	224,00
	6-6A	1,167	0	725	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	1260,50	224,00
	6A-7	1,167	0	725	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	1260,50	224,00
C	1-1A	1,167	0	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
	1A-2	1,167	0	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
	2-3	1,167	0	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
	3-5	1,333	0	0	0	0	0	0	459	192	612,00	256,00	612,00	256,00
	5-6	1,167	0	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
	6-6A	1,167	0	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
	6A-7	1,167	0	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
D	1-1A	1,167	0	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
	1A-2	1,167	0	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
	2-3	1,167	0	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
	3-5	1,333	0	0	0	0	0	0	459	192	612,00	256,00	612,00	256,00
	5-6	1,167	0	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
	6-6A	1,167	0	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
	6A-7	1,167	0	0	0	0	0	0	459	192	535,50	224,00	535,50	224,00
D1	3-4	0	0	725	0	0	0	0	459	192	0,00	0,00	725,00	0,00
D2	3-4	0	0	725	0	0	0	0	459	192	0,00	0,00	725,00	0,00
D3	3-4	0	0	725	0	0	0	0	459	192	0,00	0,00	725,00	0,00
	4-4A	0,667	0	0	0	0	0	0	459	192	306,00	128,00	306,00	128,00
	4A-5	0,667	0,333	0	0	0	0	0	459	192	459,00	192,00	459,00	192,00
E	1-1A	1,167	0,576	0	0	0	0	0	459	192	800,11	334,69	800,11	334,69
	1A-2	1,167	0,576	0	0	0	0	0	459	192	800,11	334,69	800,11	334,69
	2-3	1,167	0,576	0	0	0	0	0	459	192	800,11	334,69	800,11	334,69
	5-6	1,167	0,576	0	0	0	0	0	459	192	800,11	334,69	800,11	334,69
	6-6A	1,167	0,576	0	0	0	0	0	459	192	800,11	334,69	800,11	334,69
	6A-7	1,167	0,576	0	0	0	0	0	459	192	800,11	334,69	800,11	334,69

# LANTAI 6

F	1-1A	0,576	0	725	0	0	0	0	0	459	192	264,61	110,69	989,61	110,69
	1A-2	0,576	0	725	0	0	0	0	0	459	192	264,61	110,69	989,61	110,69
	2-3	0,576	0	725	0	0	0	0	0	459	192	264,61	110,69	989,61	110,69
	3-5	0,400	0	725	0	0	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80
	5-6	0,576	0	725	0	0	0	0	0	459	192	264,61	110,69	989,61	110,69
	6-6A	0,576	0	725	0	0	0	0	0	459	192	264,61	110,69	989,61	110,69
	6A-7	0,576	0	725	0	0	0	0	0	459	192	264,61	110,69	989,61	110,69

## MELINTANG

1	B-C	1,464	0	725	0	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1397,05	281,12
	C-D	1,514	0	725	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	1419,82	290,64
	D-E	1,595	0	725	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80
1A	B-C	1,464	0	0	0	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	672,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	694,82	290,64
	D-E	1,595	0	0	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	732,32	306,33
	E-F	0,400	0	0	0	0	0	0	0	459	192	183,60	76,80	183,60	76,80
2	B-C	1,464	0	0	0	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	672,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	694,82	290,64
	D-E	1,595	0	725	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80
3	B-C	1,464	1,573	362,5	0	0	0	0	0	459	192	1394,21	583,20	1756,71	583,20
	C-D	1,514	1,647	362,5	0	0	0	0	0	459	192	1450,97	606,94	1813,47	606,94
	D-D1	1,595	0	725	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	D1-D2	1,595	0	725	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	D2-D3	1,595	0	725	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	D3-E	1,595	0	725	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80
4	D-D1	0,956	0	725	0	0	0	0	0	459	192	438,77	183,54	1163,77	183,54
	D1-D2	0,956	0	725	0	0	0	0	0	459	192	438,77	183,54	1163,77	183,54
	D2-D3	0,956	0	725	0	0	0	0	0	459	192	438,77	183,54	1163,77	183,54
4A	D3-F	0,473	0	0	0	0	0	0	0	459	192	217,26	90,88	217,26	90,88
5	B-C	1,573	1,464	362,5	0	0	0	0	0	459	192	1394,21	583,20	1756,71	583,20
	C-D	1,647	1,514	362,5	0	0	0	0	0	459	192	1450,97	606,94	1813,47	606,94
	D-D3	0,956	1,595	725	0	0	0	0	0	459	192	1171,09	489,87	1896,09	489,87
	D3-E	0,473	1,595	725	0	0	0	0	0	459	192	949,58	397,21	1674,58	397,21
	E-F	0,473	0,400	725	0	0	0	0	0	459	192	400,86	167,68	1125,86	167,68
6	B-C	1,464	0	0	0	510	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1182,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	694,82	290,64
	D-E	1,595	0	0	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	732,32	306,33
	E-F	0,400	0	0	0	0	0	0	0	459	192	183,60	76,80	183,60	76,80
6A	B-C	1,464	0	0	0	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	672,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	694,82	290,64
	D-E	1,595	0	0	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	732,32	306,33
	E-F	0,400	0	0	0	0	0	0	0	459	192	183,60	76,80	183,60	76,80
7	B-C	1,464	0	375	0	0	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1047,05	281,12
	C-D	1,514	0	375	0	0	0	0	0	459	192	694,82	290,64	1069,82	290,64
	D-E	1,595	0	375	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1107,32	306,33
	E-F	0,400	0	375	0	0	0	0	0	459	192	183,60	76,80	558,60	76,80

Lantai	Line	No.	Tinggi Perataan	Tinggi Perataan	Berat Dinding 1/2 bata	Berat Dinding kaca	Berat Dinding partisi	qd	qd	ql	Berat Pelat Lantai	Berat hidup Lantai	Σqd	Σql
			Type 1	Type 2										

**MEMANJANG**

B	1-1A	1,167	0	0	0	0	0	0	0	459	535,50	224,00	535,50	224,00
	1A-2	1,167	0	0	0	0	0	0	0	459	535,50	224,00	535,50	224,00
	2-3	1,167	0	725	0	0	0	0	0	459	535,50	224,00	1260,50	224,00
	3-5	1,333	0	725	0	0	0	0	0	459	612,00	256,00	1337,00	256,00
	5-6	1,167	0	725	0	0	0	0	0	459	535,50	224,00	1260,50	224,00
	1-1A	1,167	0	0	0	0	0	0	0	459	535,50	224,00	535,50	224,00
C	1A-2	1,167	0	0	0	0	0	0	0	459	535,50	224,00	535,50	224,00
	2-3	1,167	0	725	0	0	0	0	0	459	535,50	224,00	1260,50	224,00
	3-5	1,333	0	725	0	0	0	0	0	459	612,00	256,00	1337,00	256,00
	5-6	1,167	0	725	0	0	0	0	0	459	535,50	224,00	1260,50	224,00
	1-1A	1,167	0	0	0	0	0	0	0	459	535,50	224,00	535,50	224,00
	1A-2	1,167	0	0	0	0	0	0	0	459	535,50	224,00	535,50	224,00
D	2-3	1,167	0	725	0	0	0	0	0	459	535,50	224,00	1260,50	224,00
	3-4	1,087	0	0	0	0	0	0	0	459	499,04	208,75	499,04	208,75
	4-5	0,667	1,333	0	0	0	0	0	0	459	918,00	384,00	918,00	384,00
	5-6	1,167	0	725	0	0	0	0	0	459	535,50	224,00	1260,50	224,00
	3-4	0	0	725	0	0	0	0	0	459	0,00	0,00	725,00	0,00
	3-4	0	0	725	0	0	0	0	0	459	0,00	0,00	725,00	0,00
E	3-4	0	0	725	0	0	0	0	0	459	0,00	0,00	725,00	0,00
	4-4A	0,667	1,087	725	0	0	0	0	0	459	805,04	336,75	1530,04	336,75
	4A-5	0,667	0,333	725	0	0	0	0	0	459	459,00	192,00	1184,00	192,00
	1-1A	1,167	0,576	0	0	0	0	0	0	459	800,11	334,69	800,11	334,69
	1A-2	1,167	0,576	0	0	0	0	0	0	459	800,11	334,69	800,11	334,69
	2-3	1,167	0,576	725	0	0	0	0	0	459	800,11	334,69	1525,11	334,69
F	5-6	1,167	0,576	725	0	0	0	0	0	459	800,11	334,69	1525,11	334,69
	1-1A	0,576	0	0	0	0	0	0	0	459	264,61	110,69	264,61	110,69
	1A-2	0,576	0	0	0	0	0	0	0	459	264,61	110,69	264,61	110,69
	2-3	0,576	0	725	0	0	0	0	0	459	264,61	110,69	989,61	110,69
	3-5	1,087	0	725	0	0	0	0	0	459	499,04	208,75	1224,04	208,75
	5-6	0,576	0	725	0	0	0	0	0	459	264,61	110,69	989,61	110,69

**MELINTANG**

1	B-C	1,464	0	0	0	0	0	0	0	459	672,05	281,12	672,05	281,12	
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	0	0	459	694,82	290,64	694,82	290,64	
	D-E	1,595	0	0	0	0	0	0	0	459	732,32	306,33	732,32	306,33	
	E-F	0,400	0	0	0	0	0	0	0	459	183,60	76,80	183,60	76,80	
	1A	B-C	1,464	0	0	0	0	0	0	0	459	672,05	281,12	672,05	281,12
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	0	0	459	694,82	290,64	694,82	290,64	
2	D-E	1,595	0	0	0	0	0	0	0	459	732,32	306,33	732,32	306,33	
	E-F	0,400	0	0	0	0	0	0	0	459	183,60	76,80	183,60	76,80	
	B-C	1,464	0	725	0	0	0	0	0	459	672,05	281,12	1397,05	281,12	
	C-D	1,514	0	725	0	0	0	0	0	459	694,82	290,64	1419,82	290,64	
	D-E	1,595	0	725	0	0	0	0	0	459	732,32	306,33	1457,32	306,33	
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	0	0	459	183,60	76,80	908,60	76,80	



3	B-C	1,464	1,573	0	0	0	0	459	192	1394,21	583,20	1394,21	583,20
	C-D	1,514	1,647	362,5	0	0	0	459	192	1450,97	606,94	1813,47	606,94
	D-D1	1,595	0	725	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	D1-D2	1,595	0	725	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	D2-D3	1,595	0	725	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	D3-E	1,595	0	0	0	0	0	459	192	732,32	306,33	732,32	306,33
	E-F	0,400	0	0	0	0	0	459	192	183,60	76,80	183,60	76,80
4	D-D1	0,956	0	725	0	0	0	459	192	438,77	183,54	1163,77	183,54
	D1-D2	0,956	0	725	0	0	0	459	192	438,77	183,54	1163,77	183,54
	D2-D3	0,956	0	725	0	0	0	459	192	438,77	183,54	1163,77	183,54
5	B-C	1,573	1,464	0	0	0	0	459	192	1394,21	583,20	1394,21	583,20
	C-D	1,647	1,514	362,5	0	0	0	459	192	1450,97	606,94	1813,47	606,94
	D-D3	0,956	1,595	725	0	0	0	459	192	1171,09	489,87	1896,09	489,87
	D3-E	0,473	1,595	725	0	0	0	459	192	949,58	397,21	1674,58	397,21
	E-F	0,473	0,400	725	0	0	0	459	192	400,86	167,68	1125,86	167,68
6	B-C	1,464	0	725	0	0	0	459	192	672,05	281,12	1397,05	281,12
	C-D	1,514	0	725	0	0	0	459	192	694,82	290,64	1419,82	290,64
	D-E	1,595	0	725	0	0	0	459	192	732,32	306,33	1457,32	306,33
	E-F	0,400	0	725	0	0	0	459	192	183,60	76,80	908,60	76,80

Lantai	Line	No. Line	Tinggi	Tinggi	Berat	Berat	Berat	qd	qd	ql	Berat	Berat	Σqd	Σql
			Perataan	Perataan	Dinding	Dinding	Dinding	Atap	Lantai	Pelat	hidup			
			Tipe 1	Tipe 2	1/2 bata 250	kaca 20	partisi 150	376	459	146	Lantai	Lantai		
		kg/m	kg/m	kg/m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m			
<b>MEMANJANG</b>														
B	2-3	1,167	0	0	0	0	376	0	146	438,67	170,33	438,67	170,33	
	3-5	1,333	0	0	0	0	376	0	146	501,33	194,67	501,33	194,67	
	5-6	1,167	0	0	0	0	376	0	146	438,67	170,33	438,67	170,33	
C	2-3	1,167	0	0	0	0	376	0	146	438,67	170,33	438,67	170,33	
	3-5	1,333	0	0	0	0	376	0	146	501,33	194,67	501,33	194,67	
	5-6	1,167	0	0	0	0	376	0	146	438,67	170,33	438,67	170,33	
D	2-3	1,167	0	0	0	0	376	0	146	438,67	170,33	438,67	170,33	
	3-4	1,087	0,609	0	0	0	376	0	146	637,93	247,71	637,93	247,71	
	4-5	1,087	1,333	0	0	0	376	0	146	910,14	353,40	910,14	353,40	
	5-6	1,167	0	0	0	0	376	0	146	438,67	170,33	438,67	170,33	
D1	3-4	0,609	0,667	0	0	0	376	0	146	479,79	186,30	479,79	186,30	
D2	3-4	0,667	0	0	0	0	376	0	146	250,67	97,33	250,67	97,33	
D3	3-4	0,667	1,087	0	0	0	376	0	146	659,47	256,07	659,47	256,07	
	4-4A	0,667	0	0	0	0	376	0	146	250,67	97,33	250,67	97,33	
	4A-5	0,667	0,333	0	0	0	376	0	146	376,00	146,00	376,00	146,00	
E	2-3	1,167	0,576	0	0	0	376	0	146	655,43	254,50	655,43	254,50	
	5-6	1,167	0,576	0	0	0	376	0	146	655,43	254,50	655,43	254,50	
F	2-3	0,576	0	0	0	0	376	0	146	216,76	84,17	216,76	84,17	
	3-5	1,087	0	0	0	0	376	0	146	408,80	158,74	408,80	158,74	
	5-6	0,576	0	0	0	0	376	0	146	216,76	84,17	216,76	84,17	
<b>MELINTANG</b>														
2	B-C	1,464	0	0	0	0	376	0	146	550,53	213,77	550,53	213,77	
	C-D	1,514	0	0	0	0	376	0	146	569,18	221,01	569,18	221,01	
	D-E	1,595	0	0	0	0	376	0	146	599,89	232,94	599,89	232,94	

LANTAI ATAP

LA

	E-F	0,400	0	0	0	0	0	0	0	376	0	146	150,40	58,40	150,40	58,40
3	B-C	1,464	1,573	0	0	0	0	0	0	376	0	146	1142,10	443,48	1142,10	443,48
	C-D	1,514	1,647	0	0	0	0	0	0	376	0	146	1188,60	461,53	1188,60	461,53
	D-D1	1,595	0,500	0	0	0	0	0	0	376	0	146	787,89	305,94	787,89	305,94
	D1-D2	1,595	0,667	0	0	0	0	0	0	376	0	146	850,56	330,27	850,56	330,27
	D2-D3	1,595	0,667	0	0	0	0	0	0	376	0	146	850,56	330,27	850,56	330,27
	D3-E	1,595	0,833	0	0	0	0	0	0	376	0	146	913,23	354,60	913,23	354,60
	E-F	0,400	0,833	0	0	0	0	0	0	376	0	146	463,73	180,07	463,73	180,07
4	D-D1	0,956	0,500	0	0	0	0	0	0	376	0	146	547,43	212,56	547,43	212,56
	D1-D2	0,956	0,667	0	0	0	0	0	0	376	0	146	610,09	236,90	610,09	236,90
	D2-D3	0,956	0,667	0	0	0	0	0	0	376	0	146	610,09	236,90	610,09	236,90
5	B-C	1,573	1,464	0	0	0	0	0	0	376	0	146	1142,10	443,48	1142,10	443,48
	C-D	1,647	1,514	0	0	0	0	0	0	376	0	146	1188,60	461,53	1188,60	461,53
	D-D3	0,956	1,595	0	0	0	0	0	0	376	0	146	959,32	372,50	959,32	372,50
	D3-E	0,473	1,595	0	0	0	0	0	0	376	0	146	777,87	302,04	777,87	302,04
	E-F	0,833	0,400	0	0	0	0	0	0	376	0	146	463,73	180,07	463,73	180,07
6	B-C	1,464	0	0	0	0	0	0	0	376	0	146	550,53	213,77	550,53	213,77
	C-D	1,514	0	0	0	0	0	0	0	376	0	146	569,18	221,01	569,18	221,01
	D-E	1,595	0	0	0	0	0	0	0	376	0	146	599,89	232,94	599,89	232,94
	E-F	0,400	0	0	0	0	0	0	0	376	0	146	150,40	58,40	150,40	58,40



B42	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-137,1549	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,00071	81,5076	0,83 D + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000542
B42	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-73,3557	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000492	69,7424	0,83 D + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000463
B42	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-29,0863	0,83 D + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000193	72,1031	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000479
B43	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-194,412	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,001005	97,206	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000646
B43	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-53,387	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000357	48,603	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000322
B43	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-67,3864	0,83 D + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000452	88,2442	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000586
B46	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-38,4474	0,83 D + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000256	81,816	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000544
B46	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-33,8195	0,83 D + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000225	49,4977	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000328
B46	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-89,322	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000602	82,864	0,83 D - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000551
B47	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-65,9539	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000442	46,9066	0,83 D + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000311
B47	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-18,8512	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000125	20,3321	0,83 D - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000148
B47	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-69,2195	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000479	50,8325	0,83 D - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000337
B48	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-85,9618	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000564	67,5601	0,83 D - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000448
B48	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-21,4905	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000143	53,7557	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000357
B48	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-84,2434	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000567	67,4267	0,83 D - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000448
B51	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-77,6144	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000521	72,2961	0,83 D - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000448
B51	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-33,7424	0,83 D - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000225	50,243	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000332
B51	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-19,7265	0,83 D + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000412	83,6909	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000556
B52	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-61,498	0,83 D + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000357	47,8365	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000317
B52	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-53,3686	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000357	47,8365	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000356
B52	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-191,3459	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000988	95,6729	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000365
B55	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-12,217	0,83 D + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000081	66,3556	0,83 D - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000441
B55	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-70,6729	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000474	66,3556	0,83 D - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000441
B55	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-154,151	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000779	97,3911	0,83 D + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000648
B56	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-243,2318	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,001271	121,6619	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000676
B56	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-65,4507	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000439	155,2569	1,2 D + 1,6 L	0,000777
B56	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-261,8027	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,001374	104,1127	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000676
B59	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-174,8254	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000292	87,4127	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000581
B59	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-43,7063	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000292	62,0539	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000412
B59	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-139,3683	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000712	80,9328	0,83 D - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000538
B60	L.T.1	BA, 25/40	End-I	-57,3083	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000461	28,6542	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000296
B60	L.T.1	BA, 25/40	Middle	-14,3271	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000149	21,4055	1,2 D + 1,6 L	0,000221
B60	L.T.1	BA, 25/40	End-J	-43,9956	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000345	21,9978	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000676
B61	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-270,7909	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,001424	135,9955	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000676
B61	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-68,2799	0,83 D + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000458	80,1109	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000532
B61	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-184,0598	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000949	141,1631	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000706
B63	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-220,8286	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,001141	110,4319	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000449
B63	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-91,9233	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000619	60,0545	0,83 D + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000398
B63	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-135,1556	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000689	67,5778	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000474
B66	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-210,0286	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000757	53,3375	0,83 D + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000354
B66	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-84,7537	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000698	68,4343	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000454
B66	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-136,8686	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000944	137,091	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000685
B68	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-274,182	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,001443	137,091	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000507
B68	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-68,5455	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000446	76,3115	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000688
B68	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-182,4098	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000944	137,7216	0,83 D - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000688
B70	L.T.1	BA, 25/40	End-I	-56,2865	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000452	28,1432	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000221
B70	L.T.1	BA, 25/40	Middle	-14,0716	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000146	21,4029	1,2 D + 1,6 L	0,000221
B70	L.T.1	BA, 25/40	End-J	-43,0486	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000342	21,5243	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000222
B71	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-159,719	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000819	79,8595	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000531
B71	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-39,9297	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000266	55,4781	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000447
B71	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-111,236	0,83 D + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000676	67,2928	0,83 D - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000447
B74	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-284,3282	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,0015	142,1641	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000477
B74	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-71,082	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000477	146,53	1,2 D + 1,6 L	0,000733
B74	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-268,3031	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,00141	105,6153	0,83 D + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000676
B75	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-222,367	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,001159	111,3684	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000676
B75	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-66,6523	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000447	55,6842	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000463
B75	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-57,2907	0,83 D + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000383	69,789	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000463
B78	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-51,5062	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000344	43,5051	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000288
B78	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-13,3774	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000089	46,6974	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000262
B78	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-53,5095	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000406	55,9092	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000472
B81	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-60,6434	0,83 D - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000447	111,8184	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000371
B81	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-223,6369	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,001163	104,2954	0,83 D - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000676
B81	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-265,2181	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,001393	146,5931	1,2 D + 1,6 L	0,000676
B84	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-286,9142	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000481	143,4571	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000717
B84	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-152,329	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000818	76,1645	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000506
B84	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-38,0951	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000254	56,8703	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000377
B85	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-152,3804	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,00078	76,1902	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000506
B85	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-46,6736	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000372	23,3968	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000241
B85	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-14,6991	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000153	29,3983	1,265 D + 1 L + 1,6 L	0,000306
B86	L.T.1	BA, 25/40	End-I	-58,7966	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000473	29,3983	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000304
B86	L.T.1	BA, 25/40	Middle	-195,7697	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,001012	102,1704	0,83 D + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000676
B86	L.T.1	BA, 25/40	End-J	-51,7578	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000346	77,2359	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000313
B87	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-207,031	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,001073	109,5758	0,83 D - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000676
B87	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-134,0769	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000684	68,2772	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000304
B87	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-33,5192	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000223	82,8724	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000551
B88	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-82,0627	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000552	64,2444	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000426
B88	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-133,0651	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000678	66,5296	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000442
B88	L.T.1	BL35/60 L.	End-J	-33,2663	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000221	60,7279	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000403
B89	L.T.1	BL35/60 L.	End-I	-101,9581	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000676	55,5377	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000368
B89	L.T.1	BL35/60 L.	Middle	-195,506	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,001011	97,753	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000665

B90	LT.1	BL35/60	Middle	-48,8765	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000326	75,8513	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000504
B90	LT.1	BL35/60	End-J	-191,2978	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000988	104,101	0,83 D - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000676
B91	LT.1	BA.25/40	End-I	-45,7141	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000364	22,8571	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000236
B91	LT.1	BA.25/40	Middle	-14,601	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000152	29,4551	1,2 D + 1,6 L	0,000305
B91	LT.1	BA.25/40	End-J	-58,4039	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,00047	29,2019	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000302
B92	LT.1	BL35/60 L	End-I	-139,7549	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000714	69,8774	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000464
B92	LT.1	BL35/60 L	Middle	-35,381	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000236	52,2783	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000347
B92	LT.1	BL35/60 L	End-J	-141,5242	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000723	70,7621	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,00047
B93	LT.1	BL35/60	End-I	-304,0699	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,001612	152,0349	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,00076
B93	LT.1	BL35/60	Middle	-76,0175	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000511	158,6663	1,2 D + 1,6 L	0,000794
B93	LT.1	BL35/60	End-J	-273,9517	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,001442	136,9759	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000684
B95	LT.1	BL35/60	End-I	-213,7801	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,00111	114,5165	0,83 D + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000676
B95	LT.1	BL35/60	Middle	-62,1692	0,83 D + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000416	70,9087	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000471
B95	LT.1	BL35/60	End-J	-191,1602	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000987	95,5801	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000635
B98	LT.1	BL35/60	End-I	-237,3107	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,001239	118,6554	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000676
B98	LT.1	BL35/60	Middle	-65,9406	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000442	183,021	1,2 D + 1,6 L	0,000917
B98	LT.1	BL35/60	End-J	-263,7624	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,001385	102,5523	0,83 D + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000676
B100	LT.1	BL35/60	End-I	-287,5687	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,001519	143,7843	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000719
B100	LT.1	BL35/60	Middle	-76,079	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000511	156,0145	1,2 D + 1,6 L	0,00078
B100	LT.1	BL35/60	End-J	-304,3158	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,001614	152,1579	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000761
B101	LT.1	BL35/60	End-I	-29,2139	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000194	18,8281	0,83 D + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000125
B101	LT.1	BL35/60	Middle	-85,6763	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000577	38,9001	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000258
B101	LT.1	BL35/60	End-J	-155,6003	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000797	77,8002	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000517
B102	LT.1	BL35/60	End-I	-53,532	0,83 D - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000358	106,0404	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000676
B102	LT.1	BL35/60	Middle	-35,818	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000239	29,1941	0,83 D + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000193
B102	LT.1	BL35/60	End-J	-57,4075	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000384	28,7037	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,00019
B103	LT.1	BA.25/40	End-I	-35,4945	0,83 D - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,00031	27,9356	0,83 D + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000289
B103	LT.1	BA.25/40	Middle	-11,2845	0,83 D + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000117	13,2566	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000137
B103	LT.1	BA.25/40	End-J	-32,2779	0,83 D + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,00031	32,2484	0,83 D - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,00031
B104	LT.1	BL35/60	End-I	-109,0331	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000676	59,5707	0,83 D + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000395
B104	LT.1	BL35/60	Middle	-52,8456	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000353	27,2583	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000181
B104	LT.1	BL35/60	End-J	-108,6471	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000676	54,3236	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,00036
B105	LT.1	BL35/60	End-I	-118,6992	0,83 D - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000676	89,9869	0,83 D + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000598
B105	LT.1	BL35/60	Middle	-70,3122	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000472	32,4675	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000215
B105	LT.1	BL35/60	End-J	-101,7485	0,83 D + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000676	60,2976	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,0004
B106	LT.1	BL35/60	End-I	-101,2712	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000676	50,6356	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000336
B106	LT.1	BL35/60	Middle	-25,3178	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000168	80,5938	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000535
B106	LT.1	BL35/60	End-J	-77,8737	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000523	57,033	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000378
B107	LT.1	BA.25/40	End-I	-45,0325	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000359	32,4017	0,83 D + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,00031
B107	LT.1	BA.25/40	Middle	-12,9016	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000134	14,2835	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000147
B107	LT.1	BA.25/40	End-J	-31,5266	0,83 D + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,00031	36,26	0,83 D - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,00031
B108	LT.1	BL35/60 L	End-I	-178,2482	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000918	89,1241	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000593
B108	LT.1	BL35/60 L	Middle	-45,0888	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000301	72,8541	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000484
B108	LT.1	BL35/60 L	End-J	-180,3554	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000929	90,1777	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,0006
B109	LT.1	BA.25/40	End-I	-75,6945	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000617	31,6405	1,2 D + 1,0 L	0,00031
B109	LT.1	BA.25/40	Middle	-20,1245	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,00021	49,0637	1,2 D + 1,6 L	0,000382
B109	LT.1	BA.25/40	End-J	-80,4979	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000659	40,249	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000313
B110	LT.1	BL35/60	End-I	-229,4445	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,001195	114,7223	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000676
B110	LT.1	BL35/60	Middle	-61,2719	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,00041	97,1658	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000646
B110	LT.1	BL35/60	End-J	-245,0877	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,001281	103,7102	0,83 D + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000676
B111	LT.1	BL35/60	End-I	-216,2024	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,001123	108,1012	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000676
B111	LT.1	BL35/60	Middle	-59,376	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000397	94,0678	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000625
B111	LT.1	BL35/60	End-J	-237,5039	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,00124	112,4368	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000676
B112	LT.1	BA.25/40	End-I	-75,8225	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000618	32,1281	1,2 D + 1,0 L	0,00031
B112	LT.1	BA.25/40	Middle	-19,4641	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000203	49,2626	1,2 D + 1,6 L	0,000383
B112	LT.1	BA.25/40	End-J	-77,8563	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000636	31,8757	1,2 D + 1,0 L	0,00031
B113	LT.1	BL35/60 L	End-I	-167,6575	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000861	83,8288	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000557
B113	LT.1	BL35/60 L	Middle	-42,2444	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000282	69,7762	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000464
B113	LT.1	BL35/60 L	End-J	-168,9775	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000868	84,4888	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000562
B114	LT.1	BL35/60	End-I	-95,098	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000641	54,9521	0,83 D + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000365
B114	LT.1	BL35/60	Middle	-59,868	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000401	31,5993	0,83 D - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000209
B114	LT.1	BL35/60	End-J	-114,7842	0,83 D + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000676	82,2934	0,83 D - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000547
B115	LT.1	BL35/60	End-I	-113,7744	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000676	56,8872	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000377
B115	LT.1	BL35/60	Middle	-54,3334	0,83 D + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000363	57,3596	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000381
B115	LT.1	BL35/60	End-J	-106,0118	0,83 D + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000676	124,499	0,83 D - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000676
B116	LT.1	BL35/60	End-I	-111,7722	0,83 D - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000676	72,6335	0,83 D + 1,3 QEx + 1,3 QEy	0,000482
B116	LT.1	BL35/60	Middle	-89,4494	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000602	32,3254	0,83 D + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000214
B116	LT.1	BL35/60	End-J	-105,3823	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000676	53,2365	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000353
B118	LT.1	BL35/60	End-I	-74,2882	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000499	37,1441	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000246
B118	LT.1	BL35/60	Middle	-66,1709	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000444	28,2989	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000187
B118	LT.1	BL35/60	End-J	-108,9178	0,83 D + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000676	85,8078	0,83 D - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,00057
B120	LT.1	BL35/60	End-I	-16,8542	0,83 D - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000112	32,339	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000214
B120	LT.1	BL35/60	Middle	-139,3521	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000711	55,0018	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000365
B120	LT.1	BL35/60	End-J	-220,0074	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,001144	110,0037	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000676
B121	LT.1	BL35/60	End-I	-74,9184	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000503	37,4592	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000248
B121	LT.1	BL35/60	Middle	-18,7296	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000124	25,0382	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000166
B121	LT.1	BL35/60	End-J	-18,7296	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,000124	21,7076	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,000144
B122	LT.1	BL35/60	End-I	-340,3181	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,001821	170,159	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000852
B122	LT.1	BL35/60	Middle	-85,0795	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000573	183,6165	1,2 D + 1,6 L	0,00092
B122	LT.1	BL35/60	End-J	-310,9452	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,001652	155,4726	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000778
B123	LT.1	BL35/60	End-I	-193,3327	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000999	150,4597	0,83 D + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000752
B123	LT.1	BL35/60	Middle	-48,3332	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,000323	73,4416	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,000488



TABLE: Concrete Column PMM Envelope								
Label	Story	Section	Location	P kN	M Major kN-m	M Minor kN-m	PMM Combo	PMM Ratio or Rebar %
C10-2	LT. ATAP	K60/60	Top	110,9102	38,9256	41,309	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,081
C10-2	LT. ATAP	K60/60	Bottom	124,6761	-45,6203	-16,868	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,066
C10-4	LT. ATAP	K60/60	Top	215,0811	22,7221	-31,8218	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,063
C10-4	LT. ATAP	K60/60	Bottom	224,9177	-7,4763	-25,6548	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,047
C11-2	LT. ATAP	K35/50	Top	116,6305	25,608	42,0186	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,198
C11-2	LT. ATAP	K35/50	Bottom	124,0687	-32,7173	-7,332	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,149
C11-4	LT. ATAP	K35/50	Top	185,4316	16,4635	-32,5458	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,15
C11-4	LT. ATAP	K35/50	Bottom	190,2133	-28,3746	-24,3254	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,174
C12-2	LT. ATAP	K35/50	Top	111,4019	-25,8225	41,6642	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,198
C12-2	LT. ATAP	K35/50	Bottom	115,4619	35,886	3,4916	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,151
C12-4	LT. ATAP	K35/50	Top	180,7299	-17,6238	-32,8801	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,155
C12-4	LT. ATAP	K35/50	Bottom	185,7384	29,3375	-23,6058	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,176
C13-2	LT. ATAP	K60/60	Top	113,8153	-40,3381	46,4929	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,088
C13-2	LT. ATAP	K60/60	Bottom	126,769	49,4325	-11,4558	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,065
C13-4	LT. ATAP	K60/60	Top	215,5859	-20,3709	-35,2723	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,064
C13-4	LT. ATAP	K60/60	Bottom	228,3989	9,5356	-31,5071	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,054
C16	LT. ATAP	K60/60	Top	142,2054	24,7015	20,7902	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,051
C16	LT. ATAP	K60/60	Bottom	163,351	48,0525	27,156	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,08
C17	LT. ATAP	K35/50	Top	154,4131	33,7922	-50,9685	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,252
C17	LT. ATAP	K35/50	Bottom	169,8208	-38,4214	59,5877	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,289
C18	LT. ATAP	K60/60	Top	190,5813	-73,5417	31,9861	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,11
C18	LT. ATAP	K60/60	Bottom	222,2771	44,07	-42,0245	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,093
C20	LT. ATAP	K35/50	Top	124,5332	-3,2055	-74,5145	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,205
C20	LT. ATAP	K35/50	Bottom	139,9409	-3,6021	88,1168	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,241
C21	LT. ATAP	K35/50	Top	109,6222	14,6496	-49,7984	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,177
C21	LT. ATAP	K35/50	Bottom	125,0299	-13,9949	59,5458	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,198
C22	LT. ATAP	K35/50	Top	91,4816	7,8019	-17,3573	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,076
C22	LT. ATAP	K35/50	Bottom	112,6172	-9,2158	21,9216	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,094
C23	LT. ATAP	K35/50	Top	104,8002	15,2829	-6,8131	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,081
C23	LT. ATAP	K35/50	Bottom	113,9971	-13,6148	11,6126	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,085
C24	LT. ATAP	K35/50	Top	114,2936	7,2314	25,9886	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,098
C24	LT. ATAP	K35/50	Bottom	129,7013	-11,112	-32,909	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,129
C25	LT. ATAP	K35/50	Top	100,25	44,2197	8,1091	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,194
C25	LT. ATAP	K35/50	Bottom	115,6577	-52,6873	-11,2527	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,235
C27	LT. ATAP	K60/60	Top	99,3918	-13,612	-33,1938	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,05
C27	LT. ATAP	K60/60	Bottom	127,3831	66,7074	31,3355	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,101
C28	LT. ATAP	K35/50	Top	65,6594	-15,1469	49,5908	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,178
C28	LT. ATAP	K35/50	Bottom	81,0671	10,2074	-62,2417	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,195
C29	LT. ATAP	K35/50	Top	102,7169	25,4837	4,6227	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,115
C29	LT. ATAP	K35/50	Bottom	118,1246	-30,8738	-11,6517	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,15
C30	LT. ATAP	K60/60	Top	148,054	-45,6949	-42,1325	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,09
C30	LT. ATAP	K60/60	Bottom	179,7499	22,3629	43,0663	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,072
C32	LT. ATAP	K60/60	Top	105,7898	47,7776	23,3239	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,072
C32	LT. ATAP	K60/60	Bottom	110,601	47,8901	-26,8894	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,076
C36	LT. ATAP	K60/60	Top	106,4823	22,7898	40,809	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,065
C36	LT. ATAP	K60/60	Bottom	98,8588	-44,6473	-36,7868	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,083
C38	LT. ATAP	K60/60	Top	93,4812	-7,0887	58,9195	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,07
C38	LT. ATAP	K60/60	Bottom	103,7657	34,8481	-28,7189	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,065
C41	LT. ATAP	K60/60	Top	119,7315	-56,1751	20,7285	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,079
C41	LT. ATAP	K60/60	Bottom	115,9443	-50,3452	-26,647	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,078
C3	LT. 7	K60/60	Top	147,051	93,523	54,3052	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,152
C3	LT. 7	K60/60	Bottom	162,9912	-85,3144	-31,1659	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,121
C4-2	LT. 7	K60/60	Top	220,5104	-91,148	-14,2166	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,114
C4-2	LT. 7	K60/60	Bottom	224,8822	-79,8993	-25,8978	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,113
C4-3	LT. 7	K60/60	Top	395,9787	60,3284	40,7294	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,117
C4-3	LT. 7	K60/60	Bottom	427,1922	-14,1999	-49,9595	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,091
C5-3	LT. 7	K35/50	Top	396,9	26,5929	29,3999	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,194
C5-3	LT. 7	K35/50	Bottom	406,9947	-40,2027	-42,7398	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,275
C6-3	LT. 7	K35/50	Top	422,436	-22,7392	21,4218	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,175

C6-3	LT. 7	K35/50	Bottom	432,5307	36,0015	-34,953	1,265 D + I L + 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,244
C7-3	LT. 7	K60/60	Top	392,8844	-57,0349	31,0724	1,265 D + I L + 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,105
C7-3	LT. 7	K60/60	Bottom	431,1992	14,3331	-51,8975	1,265 D + I L + 0,39 QEX - 1,3 QEY	0,093
C8	LT. 7	K60/60	Top	139,0318	-96,5044	36,0918	1,265 D + I L + 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,138
C8	LT. 7	K60/60	Bottom	164,5525	85,7319	-30,1455	1,265 D + I L - 1,3 QEX + 0,39 QEY	0,12
C9	LT. 7	K60/60	Top	226,5809	135,8706	-39,3369	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,176
C9	LT. 7	K60/60	Bottom	255,7075	-101,464	-29,0931	1,265 D + I L - 0,39 QEX - 1,3 QEY	0,138
C10-1	LT. 7	K60/60	Top	535,156	-17,7886	64,1369	1,265 D + I L - 0,39 QEX - 1,3 QEY	0,115
C10-1	LT. 7	K60/60	Bottom	519,7328	-52,7697	38,0023	1,265 D + I L + 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,115
C10-3	LT. 7	K60/60	Top	661,2833	52,9138	21,9811	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,12
C10-3	LT. 7	K60/60	Bottom	682,0495	-47,8055	-22,6713	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,12
C11-1	LT. 7	K35/50	Top	362,7056	9,336	46,0933	1,265 D + I L - 0,39 QEX - 1,3 QEY	0,18
C11-1	LT. 7	K35/50	Bottom	367,0568	-43,9902	36,7047	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,273
C11-3	LT. 7	K35/50	Top	435,6797	27,8614	13,175	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,18
C11-3	LT. 7	K35/50	Bottom	445,7744	-46,7197	-14,4955	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,249
C12-1	LT. 7	K35/50	Top	335,0187	-8,6234	48,3327	1,265 D + I L - 0,39 QEX - 1,3 QEY	0,182
C12-1	LT. 7	K35/50	Bottom	345,2434	44,3819	-41,5133	1,265 D + I L + 1,3 QEX + 0,39 QEY	0,284
C12-3	LT. 7	K35/50	Top	428,0495	-27,727	-14,4924	1,265 D + I L + 1,3 QEX + 0,39 QEY	0,18
C12-3	LT. 7	K35/50	Bottom	438,1442	46,1792	13,2495	1,265 D + I L + 1,3 QEX + 0,39 QEY	0,244
C13-1	LT. 7	K60/60	Top	540,5673	45,336	70,7942	1,265 D + I L - 0,39 QEX - 1,3 QEY	0,139
C13-1	LT. 7	K60/60	Bottom	537,3432	57,4765	49,363	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,128
C13-3	LT. 7	K60/60	Top	666,8801	-51,3339	-22,1671	1,265 D + I L + 1,3 QEX + 0,39 QEY	0,12
C13-3	LT. 7	K60/60	Bottom	687,6463	49,5601	22,8574	1,265 D + I L + 1,3 QEX + 0,39 QEY	0,122
C14	LT. 7	K60/60	Top	228,1178	-139,6377	-7,5826	1,265 D + I L + 1,3 QEX + 0,39 QEY	0,157
C14	LT. 7	K60/60	Bottom	261,0665	105,5629	-8,6779	1,2 D + 1,6 L	0,127
C15	LT. 7	K60/60	Top	256,1702	148,0309	45,4443	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,201
C15	LT. 7	K60/60	Bottom	287,866	-112,0422	-36,5475	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,156
C16	LT. 7	K60/60	Top	520,3788	-86,0522	-31,8046	1,265 D + I L + 1,3 QEX + 0,39 QEY	0,143
C16	LT. 7	K60/60	Bottom	556,6344	72,4409	-42,7866	1,265 D + I L + 0,39 QEX + 1,3 QEY	0,139
C17	LT. 7	K35/50	Top	300,3169	34,0545	-49,5804	1,265 D + I L - 1,3 QEX + 0,39 QEY	0,261
C17	LT. 7	K35/50	Bottom	315,7246	-41,788	60,8429	1,265 D + I L - 1,3 QEX + 0,39 QEY	0,316
C18	LT. 7	K60/60	Top	644,1354	21,4111	43,6432	1,265 D + I L - 0,39 QEX - 1,3 QEY	0,112
C18	LT. 7	K60/60	Bottom	699,134	32,639	23,2392	1,265 D + I L + 1,3 QEX + 0,39 QEY	0,115
C19	LT. 7	K60/60	Top	260,8687	-154,3922	22,8277	1,265 D + I L + 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,188
C19	LT. 7	K60/60	Bottom	292,5645	118,1791	-16,4523	1,265 D + I L + 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,147
C20	LT. 7	K35/50	Top	290,507	-7,6333	-80,9101	1,265 D + I L + 0,39 QEX + 1,3 QEY	0,256
C20	LT. 7	K35/50	Bottom	305,9147	-8,054	97,8152	1,265 D + I L + 0,39 QEX + 1,3 QEY	0,298
C21	LT. 7	K35/50	Top	279,4509	8,8539	-57,0974	1,265 D + I L - 0,39 QEX + 1,3 QEY	0,199
C21	LT. 7	K35/50	Bottom	294,8586	-11,355	68,7376	1,265 D + I L - 0,39 QEX + 1,3 QEY	0,238
C22	LT. 7	K35/50	Top	266,9874	6,8723	-30,6796	1,265 D + I L + 0,39 QEX + 1,3 QEY	0,126
C22	LT. 7	K35/50	Bottom	282,3951	-8,7307	36,7302	1,265 D + I L + 0,39 QEX + 1,3 QEY	0,146
C23	LT. 7	K35/50	Top	274,2719	9,2609	-20,9291	1,265 D + I L - 0,39 QEX + 1,3 QEY	0,111
C23	LT. 7	K35/50	Bottom	289,6796	-11,7676	24,892	1,265 D + I L - 0,39 QEX + 1,3 QEY	0,128
C24	LT. 7	K35/50	Top	250,8505	21,7467	15,5059	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,135
C24	LT. 7	K35/50	Bottom	266,2582	-25,3866	-17,0846	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,154
C25	LT. 7	K35/50	Top	256,3931	48,1258	12,0358	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,231
C25	LT. 7	K35/50	Bottom	271,8008	-59,6747	-15,6202	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,282
C26	LT. 7	K60/60	Top	246,9236	162,8879	-42,5359	1,265 D + I L - 1,3 QEX + 0,39 QEY	0,214
C26	LT. 7	K60/60	Bottom	278,6195	-141,9047	35,4353	1,265 D + I L - 1,3 QEX + 0,39 QEY	0,185
C27	LT. 7	K60/60	Top	460,8683	-108,9628	-36,7676	1,265 D + I L + 1,3 QEX + 0,39 QEY	0,168
C27	LT. 7	K60/60	Bottom	492,5642	116,5193	26,5513	1,265 D + I L + 1,3 QEX + 0,39 QEY	0,171
C28	LT. 7	K35/50	Top	369,5906	22,2985	38,2305	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,2
C28	LT. 7	K35/50	Bottom	384,9983	-26,8455	-44,0929	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,229
C29	LT. 7	K35/50	Top	273,4413	31,9771	14,2154	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,174
C29	LT. 7	K35/50	Bottom	288,849	-40,566	-14,4262	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,209
C30	LT. 7	K60/60	Top	563,4182	65,9843	-18,728	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,12
C30	LT. 7	K60/60	Bottom	595,114	-59,9682	19,7816	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,118
C31	LT. 7	K60/60	Top	253,6219	-176,6695	-50,8201	1,265 D + I L + 1,3 QEX + 0,39 QEY	0,237
C31	LT. 7	K60/60	Bottom	281,1345	147,2178	33,523	1,265 D + I L + 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,189
C40	LT. 7	K60/60	Top	234,4232	80,4663	-7,7922	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,102
C40	LT. 7	K60/60	Bottom	238,7951	74,841	-13,8648	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,101
C3	LT. 6	K60/60	Top	389,5191	84,7965	43,4067	1,265 D + I L - 1,3 QEX - 0,39 QEY	0,143



C3	LT.6	K60/60	Bottom	421,2149	-127,1022	-29,151	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,176
C4	LT.6	K60/60	Top	693,9012	23,0653	51,6879	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,124
C4	LT.6	K60/60	Bottom	640,496	62,4591	-21,2901	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,125
C5	LT.6	K35/50	Top	565,5937	33,8333	25,8405	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,24
C5	LT.6	K35/50	Bottom	581,0014	-44,4352	-24,1717	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,273
C6	LT.6	K35/50	Top	575,8165	-33,2336	17,4127	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,227
C6	LT.6	K35/50	Bottom	591,2242	43,6592	-17,8786	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,264
C7	LT.6	K60/60	Top	706,4878	34,5044	53,1005	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,131
C7	LT.6	K60/60	Bottom	713,1411	-56,2153	-30,468	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,132
C8	LT.6	K60/60	Top	361,4211	-81,253	26,9445	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,126
C8	LT.6	K60/60	Bottom	393,1169	125,9589	-19,231	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,167
C9	LT.6	K60/60	Top	546,079	96,8458	35,7748	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,159
C9	LT.6	K60/60	Bottom	577,7749	-129,0273	-30,3171	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,192
C10	LT.6	K60/60	Top	976,6203	32,4629	63,6022	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,169
C10	LT.6	K60/60	Bottom	980,4239	41,5016	75,1053	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,179
C11	LT.6	K35/50	Top	667,447	39,4272	20,1836	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,265
C11	LT.6	K35/50	Bottom	682,8547	-48,9595	-20,6495	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,3
C12	LT.6	K35/50	Top	659,676	-38,8355	-19,9486	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,262
C12	LT.6	K35/50	Bottom	675,0837	48,3419	20,4145	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,296
C13	LT.6	K60/60	Top	994,9781	33,0731	64,9549	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,172
C13	LT.6	K60/60	Bottom	1026,6739	-41,8075	-56,5201	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,175
C14	LT.6	K60/60	Top	527,1328	-99,8729	-17,5219	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,15
C14	LT.6	K60/60	Bottom	558,8286	132,7009	18,5755	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,188
C15	LT.6	K60/60	Top	608,487	101,5419	42,9126	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,172
C15	LT.6	K60/60	Bottom	640,1828	-139,0615	-43,5485	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,215
C16	LT.6	K60/60	Top	864,5541	-102,8102	-28,7378	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,185
C16	LT.6	K60/60	Bottom	896,25	131,0092	29,7913	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,213
C17	LT.6	K35/50	Top	474,1295	42,3398	-46,2954	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,295
C17	LT.6	K35/50	Bottom	489,5372	-51,3907	57,2149	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,354
C18	LT.6	K60/60	Top	1061,3808	-63,8549	-35,2803	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,181
C18	LT.6	K60/60	Bottom	1057,129	-35,139	-88,5013	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,195
C19	LT.6	K60/60	Top	597,633	-107,2266	-19,8653	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,163
C19	LT.6	K60/60	Bottom	629,3288	146,5608	-20,9189	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,209
C20	LT.6	K35/50	Top	455,4586	-11,7235	-90,7431	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,312
C20	LT.6	K35/50	Bottom	470,8663	12,1201	109,2318	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,362
C21	LT.6	K35/50	Top	447,8749	11,5283	-66,8264	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,249
C21	LT.6	K35/50	Bottom	463,2826	-11,9249	80,2655	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,287
C22	LT.6	K35/50	Top	425,5524	10,9537	-42,7396	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,187
C22	LT.6	K35/50	Bottom	440,9601	-11,3503	51,811	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,21
C23	LT.6	K35/50	Top	436,3439	11,2315	-34,5942	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,172
C23	LT.6	K35/50	Bottom	451,7516	-11,6281	41,5422	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,19
C24	LT.6	K35/50	Top	400,0883	28,4298	22,4292	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,19
C24	LT.6	K35/50	Bottom	415,496	-32,3965	-24,2992	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,207
C25	LT.6	K35/50	Top	439,7596	59,7763	24,9006	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,316
C25	LT.6	K35/50	Bottom	455,1673	-73,9558	-29,317	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,38
C26	LT.6	K60/60	Top	607,4625	126,8847	-20,1921	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,186
C26	LT.6	K60/60	Bottom	639,1583	-160,3105	25,0968	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,226
C27	LT.6	K60/60	Top	831,1628	-133,3581	-29,4057	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,21
C27	LT.6	K60/60	Bottom	862,8586	157,7652	42,6311	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,247
C28	LT.6	K35/50	Top	621,296	23,7511	41,5416	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,248
C28	LT.6	K35/50	Bottom	526,9097	28,1096	-54,4448	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,27
C29	LT.6	K35/50	Top	424,6193	40,0538	19,2492	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,228
C29	LT.6	K35/50	Bottom	440,027	-41,8054	-20,103	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,237
C30	LT.6	K60/60	Top	965,1331	93,6551	32,081	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,188
C30	LT.6	K60/60	Bottom	996,829	-117,7791	33,1346	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,213
C31	LT.6	K60/60	Top	610,4212	-132,8662	-22,9238	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,194
C31	LT.6	K60/60	Bottom	642,117	169,5124	34,4764	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,241
C3	LT.5	K60/60	Top	763,2796	155,2604	35,971	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,234
C3	LT.5	K60/60	Bottom	794,9754	-166,2162	-32,1564	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,246
C4	LT.5	K60/60	Top	1210,2766	40,2296	63,7602	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,202
C4	LT.5	K60/60	Bottom	1241,9724	-41,2832	-61,4419	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,205
C5	LT.5	K35/50	Top	814,8036	46,1003	24,6397	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,318

C5	LT.5	K35/50	Bottom	830,2113	-55,6933	-26,5703	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,353
C6	LT.5	K35/50	Top	797,4206	-45,2288	-24,114	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,311
C6	LT.5	K35/50	Bottom	812,8283	54,7253	24,5799	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,345
C7	LT.5	K60/60	Top	1217,0928	53,3695	61,0443	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,207
C7	LT.5	K60/60	Bottom	1204,9478	-87,9572	-40,0525	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,214
C8	LT.5	K60/60	Top	702,1829	-153,8562	23,3406	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,222
C8	LT.5	K60/60	Bottom	733,8788	164,9927	-24,3941	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,237
C9	LT.5	K60/60	Top	936,4529	148,2713	46,4056	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,243
C9	LT.5	K60/60	Bottom	968,1487	-158,3531	-45,9406	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,256
C10	LT.5	K60/60	Top	1408,3995	-62,4835	-90,1795	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,248
C10	LT.5	K60/60	Bottom	1440,0953	68,5228	100,8423	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,26
C11	LT.5	K35/50	Top	907,2027	48,0101	27,4338	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,344
C11	LT.5	K35/50	Bottom	922,6104	-58,0858	-30,0397	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,381
C12	LT.5	K35/50	Top	901,0673	-47,35	-27,2483	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,34
C12	LT.5	K35/50	Bottom	916,475	57,3848	27,7142	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,375
C13	LT.5	K60/60	Top	1449,8761	92,0978	48,1939	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,25
C13	LT.5	K60/60	Bottom	1481,572	-99,3145	-49,2475	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,258
C14	LT.5	K60/60	Top	921,7368	-149,6892	-30,6385	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,234
C14	LT.5	K60/60	Bottom	953,4326	160,7428	31,6921	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,249
C15	LT.5	K60/60	Top	1043,2126	161,3333	60,081	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,272
C15	LT.5	K60/60	Bottom	1074,9085	-172,9397	-61,298	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,288
C16	LT.5	K60/60	Top	1346,9885	-149,48	-44,7739	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,279
C16	LT.5	K60/60	Bottom	1378,6843	167,2354	45,8275	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,298
C17	LT.5	K35/50	Top	664,5194	48,1185	-43,5267	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,327
C17	LT.5	K35/50	Bottom	679,9271	-58,4506	53,6896	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,388
C18	LT.5	K60/60	Top	1582,7695	55,7551	120,1763	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,285
C18	LT.5	K60/60	Bottom	1614,4653	-57,2	-130,7494	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,296
C19	LT.5	K60/60	Top	1042,7717	-165,7841	34,6617	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,261
C19	LT.5	K60/60	Bottom	1074,4676	178,7289	-35,7153	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,278
C20	LT.5	K35/50	Top	607,5226	-15,6376	-97,8486	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,357
C20	LT.5	K35/50	Bottom	622,9303	16,0342	118,3982	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,413
C21	LT.5	K35/50	Top	624,8713	16,0842	-74,9927	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,301
C21	LT.5	K35/50	Bottom	640,279	-16,4808	90,3153	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,342
C22	LT.5	K35/50	Top	575,9591	14,8252	-53,4771	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,244
C22	LT.5	K35/50	Bottom	591,3668	-15,2218	65,1939	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,272
C23	LT.5	K35/50	Top	610,8906	15,7243	-45,037	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,234
C23	LT.5	K35/50	Bottom	626,2983	-16,1209	54,5942	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,257
C24	LT.5	K35/50	Top	547,5267	32,3841	27,5132	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,235
C24	LT.5	K35/50	Bottom	562,9344	-38,5884	-31,1045	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,262
C25	LT.5	K35/50	Top	621,6352	69,086	33,7025	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,384
C25	LT.5	K35/50	Bottom	637,0429	-84,1572	-39,8324	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,455
C26	LT.5	K60/60	Top	1022,1301	173,915	-33,9756	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,268
C26	LT.5	K60/60	Bottom	1053,826	-190,3066	35,0292	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,289
C27	LT.5	K60/60	Top	1328,9535	-165,9167	-52,2598	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,295
C27	LT.5	K60/60	Bottom	1360,6493	190,3639	54,5857	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,321
C28	LT.5	K35/50	Top	636,2413	-35,7196	45,2139	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,289
C28	LT.5	K35/50	Bottom	651,649	43,1358	-54,9886	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,331
C29	LT.5	K35/50	Top	810,3101	-28,9204	-24,5038	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,274
C29	LT.5	K35/50	Bottom	691,5466	-44,9213	-26,8692	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,297
C30	LT.5	K60/60	Top	1480,2384	141,7572	-49,2031	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,287
C30	LT.5	K60/60	Bottom	1511,9343	-157,3409	50,2567	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,304
C31	LT.5	K60/60	Top	1043,8675	-180,0554	-40,0584	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,28
C31	LT.5	K60/60	Bottom	1075,5633	197,4974	40,3874	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,301
C3	LT.4	K60/60	Top	1148,2265	146,3826	39,3152	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,255
C3	LT.4	K60/60	Bottom	1179,9223	-165,2667	-43,001	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,276
C4	LT.4	K60/60	Top	1733,4102	57,6186	68,9984	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,28
C4	LT.4	K60/60	Bottom	1765,106	-58,6721	-76,1379	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,287
C5	LT.4	K35/50	Top	1064,5606	50,7192	32,1923	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,388
C5	LT.4	K35/50	Bottom	1079,9683	-61,3442	-32,6582	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,422
C6	LT.4	K35/50	Top	1014,3519	-49,9367	-30,674	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,374
C6	LT.4	K35/50	Bottom	1029,7596	60,4799	31,1399	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,408
C7	LT.4	K60/60	Top	1728,9142	65,9576	68,1752	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,282

C7	LT.4	K60/60	Bottom	1690,7841	-110,8914	-56,2017	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,293
C8	LT.4	K60/60	Top	1055,43	-145,1018	-35,0825	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,243
C8	LT.4	K60/60	Bottom	1087,1259	163,971	-36,1361	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,263
C9	LT.4	K60/60	Top	1332,0558	141,8755	48,5656	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,273
C9	LT.4	K60/60	Bottom	1363,7517	-159,9886	-49,5838	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,292
C10	LT.4	K60/60	Top	1865,9125	-70,2529	-102,4391	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,316
C10	LT.4	K60/60	Bottom	1897,6084	82,0746	121,3482	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,333
C11	LT.4	K35/50	Top	1145,2782	52,9893	34,6332	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,414
C11	LT.4	K35/50	Bottom	1160,6859	-64,2963	-35,545	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,449
C12	LT.4	K35/50	Top	1144,8242	-52,4316	-34,6195	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,413
C12	LT.4	K35/50	Bottom	1160,2319	63,7296	35,0854	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,447
C13	LT.4	K60/60	Top	1951,6563	-64,8731	-92,881	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,321
C13	LT.4	K60/60	Bottom	1983,3521	65,9266	109,4857	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,333
C14	LT.4	K60/60	Top	1322,825	-143,4972	-43,9707	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,271
C14	LT.4	K60/60	Bottom	1354,5208	162,1151	45,0243	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,291
C15	LT.4	K60/60	Top	1482,7834	153,1982	60,0985	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,303
C15	LT.4	K60/60	Bottom	1514,4793	-173,0885	-64,3093	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,325
C16	LT.4	K60/60	Top	1826,5906	-157,0325	-60,7159	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,339
C16	LT.4	K60/60	Bottom	1858,2865	181,2224	61,7694	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,364
C17	LT.4	K35/50	Top	859,0535	52,5538	-42,4352	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,373
C17	LT.4	K35/50	Bottom	874,4612	-63,7521	52,0575	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,424
C18	LT.4	K60/60	Top	2138,2291	71,0747	126,7099	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,363
C18	LT.4	K60/60	Bottom	2169,9249	-72,1283	-143,6409	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,377
C19	LT.4	K60/60	Top	1493,4184	-157,1355	-49,6412	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,302
C19	LT.4	K60/60	Bottom	1525,1142	177,905	-50,6948	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,324
C20	LT.4	K35/50	Top	749,2828	-19,2865	-104,4625	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,397
C20	LT.4	K35/50	Bottom	764,6905	19,6831	126,3322	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,457
C21	LT.4	K35/50	Top	799,0507	20,5676	-82,2273	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,355
C21	LT.4	K35/50	Bottom	814,4584	-20,9642	99,49	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,396
C22	LT.4	K35/50	Top	712,8461	18,3487	-63,6875	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,296
C22	LT.4	K35/50	Bottom	728,2538	-18,7453	78,2148	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,331
C23	LT.4	K35/50	Top	789,2127	20,3143	-55,0321	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,296
C23	LT.4	K35/50	Bottom	804,6204	-20,7109	67,4134	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,325
C24	LT.4	K35/50	Top	682,6846	37,0278	29,9623	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,276
C24	LT.4	K35/50	Bottom	698,0923	-44,1829	-34,7687	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,308
C25	LT.4	K35/50	Top	784,8562	74,5733	38,1057	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,428
C25	LT.4	K35/50	Bottom	800,2639	-90,6552	-45,1878	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,504
C26	LT.4	K60/60	Top	1441,2889	170,1248	-47,9084	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,308
C26	LT.4	K60/60	Bottom	1472,9847	-193,4376	48,962	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,332
C27	LT.4	K60/60	Top	1820,5042	-179,6096	-60,5136	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,358
C27	LT.4	K60/60	Bottom	1852,2	208,8705	61,5671	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,387
C28	LT.4	K35/50	Top	777,06	-40,5897	44,3412	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,325
C28	LT.4	K35/50	Bottom	792,4677	49,2804	-53,6571	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,368
C29	LT.4	K35/50	Top	1068,7217	-35,1778	-32,3181	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,355
C29	LT.4	K35/50	Bottom	1084,1294	43,0748	32,7841	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,376
C30	LT.4	K60/60	Top	1987,1699	152,1404	-66,0535	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,357
C30	LT.4	K60/60	Bottom	2018,8658	-176,8894	67,1071	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,378
C31	LT.4	K60/60	Top	1484,1062	-174,9735	-49,3317	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,317
C31	LT.4	K60/60	Bottom	1515,8021	200,139	50,3853	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,342
C3	LT.3	K60/60	Top	1539,3113	155,7377	51,1667	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,306
C3	LT.3	K60/60	Bottom	1571,0071	-185,4964	-52,2203	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,335
C4	LT.3	K60/60	Top	2260,7735	75,1481	75,1701	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,36
C4	LT.3	K60/60	Bottom	2292,4693	-76,2017	-51,6307	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,364
C5	LT.3	K35/50	Top	1316,8858	55,359	39,8226	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,463
C5	LT.3	K35/50	Bottom	1332,2935	-68,1091	-40,2886	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,497
C6	LT.3	K35/50	Top	1229,0947	-54,551	-37,1678	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,439
C6	LT.3	K35/50	Bottom	1244,5024	67,1889	37,6338	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,475
C7	LT.3	K60/60	Top	2241,0595	82,6317	75,5673	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,36
C7	LT.3	K60/60	Bottom	2171,1194	-141,8325	-72,168	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,376
C8	LT.3	K60/60	Top	1409,5447	-153,9368	-46,8533	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,29
C8	LT.3	K60/60	Bottom	1441,2405	183,9899	47,9068	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,32
C9	LT.3	K60/60	Top	1731,7497	149,4277	57,5634	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,322

C9	LT.3	K60/60	Bottom	1763,4456	-171,8716	-58,6169	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,345
C10	LT.3	K60/60	Top	2323,7611	-84,6155	-110,8288	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,385
C10	LT.3	K60/60	Bottom	2355,4569	103,2818	130,5093	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,405
C11	LT.3	K35/50	Top	1382,7159	57,8935	41,8133	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,486
C11	LT.3	K35/50	Bottom	1398,1236	-70,9093	-47,0368	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,528
C12	LT.3	K35/50	Top	1391,2941	-57,4691	-42,0727	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,487
C12	LT.3	K35/50	Bottom	1406,7018	70,5017	42,5387	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,521
C13	LT.3	K60/60	Top	2433,9726	-80,9053	-103,2103	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,395
C13	LT.3	K60/60	Bottom	2381,3686	-147,9061	-79,1567	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,408
C14	LT.3	K60/60	Top	1729,1255	-150,7656	-57,4761	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,323
C14	LT.3	K60/60	Bottom	1760,8213	174,087	58,5297	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,347
C15	LT.3	K60/60	Top	1925,7136	162,279	68,8409	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,357
C15	LT.3	K60/60	Bottom	1957,4094	-190,6663	-69,3756	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,385
C16	LT.3	K60/60	Top	2307,7476	-171,6292	-76,7095	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,412
C16	LT.3	K60/60	Bottom	2339,4434	202,2628	77,7631	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,436
C17	LT.3	K35/50	Top	1086,6847	60,9703	-32,8613	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,422
C17	LT.3	K35/50	Bottom	1102,0924	-74,1778	33,3273	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,468
C18	LT.3	K60/60	Top	2695,961	89,6137	146,8703	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,451
C18	LT.3	K60/60	Bottom	2727,6569	-90,6673	-168,7961	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,467
C19	LT.3	K60/60	Top	1948,0125	-165,481	64,7519	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,361
C19	LT.3	K60/60	Bottom	1979,7083	193,7625	-65,8055	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,388
C20	LT.3	K35/50	Top	877,8929	-22,597	-106,5103	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,425
C20	LT.3	K35/50	Bottom	893,3006	22,9936	129,1235	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,485
C21	LT.3	K35/50	Top	970,6515	-24,9846	-85,7343	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,401
C21	LT.3	K35/50	Bottom	986,0592	25,3812	104,3071	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,444
C22	LT.3	K35/50	Top	833,9765	-21,4666	-70,5758	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,338
C22	LT.3	K35/50	Bottom	849,3842	21,8631	87,1844	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,377
C23	LT.3	K35/50	Top	930,1241	23,9414	66,1736	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,351
C23	LT.3	K35/50	Bottom	945,5318	-24,338	-82,08	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,388
C24	LT.3	K35/50	Top	811,4137	40,8932	36,3219	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,32
C24	LT.3	K35/50	Bottom	792,3325	-27,879	-77,7973	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,36
C25	LT.3	K35/50	Top	930,8832	79,0865	44,8111	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,471
C25	LT.3	K35/50	Bottom	946,2909	-96,27	-53,4271	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,555
C26	LT.3	K60/60	Top	1862,635	178,4629	-61,914	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,362
C26	LT.3	K60/60	Bottom	1894,3308	-208,0699	62,9676	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,391
C27	LT.3	K60/60	Top	2310,6606	-196,0651	-76,8064	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,427
C27	LT.3	K60/60	Bottom	2342,3564	232,0251	77,8599	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,461
C28	LT.3	K35/50	Top	924,2106	-45,1648	46,2702	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,367
C28	LT.3	K35/50	Bottom	939,6183	54,415	-56,0976	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,413
C29	LT.3	K35/50	Top	1329,4092	-42,3587	-40,2013	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,439
C29	LT.3	K35/50	Bottom	1344,8169	52,6114	40,6673	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,464
C30	LT.3	K60/60	Top	2793,9879	-7,6674	-92,8722	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,443
C30	LT.3	K60/60	Bottom	2518,2961	-197,0718	83,7082	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,455
C31	LT.3	K60/60	Top	1928,4807	-182,3687	-64,1027	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,372
C31	LT.3	K60/60	Bottom	1960,1765	208,1088	65,1563	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,398
C3	LT.2	K60/60	Top	1986,0169	173,2375	66,1407	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,371
C3	LT.2	K60/60	Bottom	2023,1775	-190,8371	67,4524	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,39
C4	LT.2	K60/60	Top	2850,6071	32,0892	94,7542	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,453
C4	LT.2	K60/60	Bottom	2887,7677	-49,1196	-95,9894	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,458
C5	LT.2	K35/50	Top	1608,7633	55,0367	48,649	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,539
C5	LT.2	K35/50	Bottom	1626,8275	-61,1107	-49,1953	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,556
C6	LT.2	K35/50	Top	1703,0846	14,0147	51,5013	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,522
C6	LT.2	K35/50	Bottom	1721,1488	-44,3024	-27,3765	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,529
C7	LT.2	K60/60	Top	2810,1996	108,1484	93,411	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,452
C7	LT.2	K60/60	Bottom	2706,6059	-184,1967	89,9676	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,473
C8	LT.2	K60/60	Top	1811,9892	-170,5403	-60,2305	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,349
C8	LT.2	K60/60	Bottom	1849,1498	187,4665	65,0421	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,37
C9	LT.2	K60/60	Top	2128,4752	158,711	80,5418	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,383
C9	LT.2	K60/60	Bottom	2165,6358	-162,3512	-83,6971	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,39
C10	LT.2	K60/60	Top	2813,0716	93,5065	145,6849	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,468
C10	LT.2	K60/60	Bottom	2850,2323	-94,7417	-184,2196	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,492
C11	LT.2	K35/50	Top	1609,3832	41,4255	82,4072	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,553

C11	LT.2	K35/50	Bottom	1616,4768	-70,6338	-67,108	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,596
C12	LT.2	K35/50	Top	1644,9405	42,3408	80,7221	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,561
C12	LT.2	K35/50	Bottom	1663,0047	-42,8057	-100,659	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,593
C13	LT.2	K60/60	Top	2907,3934	-96,6418	-117,5802	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,47
C13	LT.2	K60/60	Bottom	2826,2455	-110,2512	-190,6091	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,497
C14	LT.2	K60/60	Top	2134,0447	-159,2783	-70,9356	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,381
C14	LT.2	K60/60	Bottom	2171,2054	163,1088	72,1709	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,388
C15	LT.2	K60/60	Top	2372,4441	171,322	86,8419	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,422
C15	LT.2	K60/60	Bottom	2409,6047	-160,1212	-83,664	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,42
C16	LT.2	K60/60	Top	2919,6729	97,0499	164,6232	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,491
C16	LT.2	K60/60	Bottom	2956,8336	-98,2851	-174,7524	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,502
C17	LT.2	K35/50	Top	1355,0979	64,0699	40,9782	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,493
C17	LT.2	K35/50	Bottom	1373,1621	-76,1526	-41,5244	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,531
C18	LT.2	K60/60	Top	3262,5639	108,4476	171,264	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,544
C18	LT.2	K60/60	Bottom	3299,7246	-109,6828	-187,8142	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,556
C19	LT.2	K60/60	Top	2407,0174	-173,5493	-80,0093	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,426
C19	LT.2	K60/60	Bottom	2444,178	165,2741	81,2445	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,426
C20	LT.2	K35/50	Top	989,8054	-25,4776	-106,8241	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,451
C20	LT.2	K35/50	Bottom	1007,8696	25,9426	125,6648	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,495
C21	LT.2	K35/50	Top	1139,7118	-29,3362	-89,7728	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,448
C21	LT.2	K35/50	Bottom	1157,776	29,8012	106,305	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,487
C22	LT.2	K35/50	Top	929,6193	-23,9284	-79,875	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,38
C22	LT.2	K35/50	Bottom	947,6835	24,3934	96,0677	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,418
C23	LT.2	K35/50	Top	1064,3927	27,3975	85,21	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,422
C23	LT.2	K35/50	Bottom	1082,4569	-27,8624	-103,7433	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,465
C24	LT.2	K35/50	Top	886,4549	24,8793	80,1148	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,375
C24	LT.2	K35/50	Bottom	904,5191	-28,6002	-96,4798	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,42
C25	LT.2	K35/50	Top	1067,8099	80,4558	51,9014	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,509
C25	LT.2	K35/50	Bottom	1085,8741	-94,8041	-61,4103	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,576
C26	LT.2	K60/60	Top	2285,2315	192,5784	75,9611	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,422
C26	LT.2	K60/60	Bottom	2322,3922	-187,2487	77,1963	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,423
C27	LT.2	K60/60	Top	2805,5491	-221,555	-93,2565	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,508
C27	LT.2	K60/60	Bottom	2842,7098	237,7307	94,4917	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,524
C28	LT.2	K35/50	Top	1188,9148	-53,8979	35,9528	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,427
C28	LT.2	K35/50	Bottom	1206,979	65,4611	-36,499	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,462
C29	LT.2	K35/50	Top	1599,0991	-52,507	-48,3568	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,531
C29	LT.2	K35/50	Bottom	1617,1633	64,3573	48,903	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,561
C30	LT.2	K60/60	Top	3396,386	-112,8959	-86,4577	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,539
C30	LT.2	K60/60	Bottom	3433,5466	114,1311	78,7474	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,545
C31	LT.2	K60/60	Top	2377,218	-198,7895	-79,0187	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,438
C31	LT.2	K60/60	Bottom	2414,3786	210,5864	80,2539	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,451
C1-1	LT.1	K80/80	Top	429,8578	153,0058	236,2555	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,203
C1-1	LT.1	K80/80	Bottom	349,0719	63,374	121,7453	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,095
C2-1	LT.1	K80/80	Top	409,7685	-89,5401	226,8645	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,165
C2-1	LT.1	K80/80	Bottom	370,7149	-31,9885	106,2228	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,078
C3	LT.1	K60/60	Top	2406,4369	128,4519	79,99	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,402
C3	LT.1	K60/60	Bottom	2454,5271	-132,3274	-96,6422	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,417
C4-1	LT.1	K60/60	Top	3390,0342	112,6847	59,7639	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,538
C4-1	LT.1	K60/60	Bottom	3400,9638	-113,048	-20,0554	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,54
C4-4	LT.1	K60/60	Top	3512,6053	73,9663	-116,759	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,557
C4-4	LT.1	K60/60	Bottom	3543,2082	-117,7762	-120,4601	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,565
C5-1	LT.1	K35/50	Top	1873,0284	59,9143	74,6261	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,638
C5-1	LT.1	K35/50	Bottom	1878,3414	-87,5213	-74,9109	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,704
C5-4	LT.1	K35/50	Top	1881,3034	50,4939	-75,3287	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,625
C5-4	LT.1	K35/50	Bottom	1992,92	-51,2978	-96,5321	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,678
C6-1	LT.1	K35/50	Top	2015,6752	15,7384	81,4645	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,627
C6-1	LT.1	K35/50	Bottom	1951,6774	-66,4494	-78,4493	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,673
C6-4	LT.1	K35/50	Top	2023,6732	50,286	82,1924	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,667
C6-4	LT.1	K35/50	Bottom	2085,771	-53,6877	-102,637	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,712
C7-1	LT.1	K60/60	Top	3319,9514	110,3552	45,1843	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,527
C7-1	LT.1	K60/60	Bottom	3330,881	110,7185	-47,9285	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,529
C7-4	LT.1	K60/60	Top	3400,7282	-113,0402	-19,7673	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,54

C7-4	LT.1	K60/60	Bottom	3431,331	-28,6382	-114,0574	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,545
C8	LT.1	K60/60	Top	2254,2349	-117,3402	74,9308	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,375
C8	LT.1	K60/60	Bottom	2302,3252	118,8558	-76,5293	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,383
C9	LT.1	K60/60	Top	2485,8106	133,0672	93,8283	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,42
C9	LT.1	K60/60	Bottom	2533,9008	-163,2503	-118,5405	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,449
C10	LT.1	K60/60	Top	3203,6889	106,4906	161,7026	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,531
C10	LT.1	K60/60	Bottom	3251,7791	-108,0891	-187,4858	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,549
C11	LT.1	K35/50	Top	1988,222	-51,1768	-62,7588	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,637
C11	LT.1	K35/50	Bottom	2011,5992	51,7786	74,2081	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,657
C12	LT.1	K35/50	Top	1917,597	49,3589	70,4171	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,626
C12	LT.1	K35/50	Bottom	1940,9742	-49,9607	-71,2788	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,634
C13	LT.1	K60/60	Top	3346,4507	-111,236	-126,7438	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,538
C13	LT.1	K60/60	Bottom	3394,541	112,8345	160,5173	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,558
C14	LT.1	K60/60	Top	2502,8783	-135,0208	-83,1957	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,419
C14	LT.1	K60/60	Bottom	2550,9685	163,9408	84,7942	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,44
C15	LT.1	K60/60	Top	2763,398	148,0995	95,042	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,463
C15	LT.1	K60/60	Bottom	2811,4882	-199,6472	-129,3336	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,507
C16	LT.1	K60/60	Top	3352,7301	111,4447	148,1178	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,547
C16	LT.1	K60/60	Bottom	3400,8203	-113,0433	-194,6059	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,574
C17	LT.1	K35/50	Top	1657,5572	58,0935	50,1245	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,558
C17	LT.1	K35/50	Bottom	1680,9344	-64,3036	-50,8315	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,577
C18	LT.1	K60/60	Top	3869,6505	-140,6225	-128,6272	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,62
C18	LT.1	K60/60	Bottom	3917,7407	158,7196	130,2257	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,633
C19	LT.1	K60/60	Top	2809,1686	-146,278	-93,3768	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,467
C19	LT.1	K60/60	Bottom	2857,2588	183,0581	94,9753	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,493
C20	LT.1	K35/50	Top	1425,0393	36,6805	50,9543	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,464
C20	LT.1	K35/50	Bottom	1115,2683	28,707	113,5024	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,493
C21	LT.1	K35/50	Top	1314,8229	-33,8435	-88,7218	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,486
C21	LT.1	K35/50	Bottom	1338,2001	34,4453	101,3468	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,518
C22	LT.1	K35/50	Top	1130,3124	29,0942	72,9434	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,411
C22	LT.1	K35/50	Bottom	1153,6896	-29,696	-88,1882	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,448
C23	LT.1	K35/50	Top	1301,0307	-33,4885	-79,2335	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,465
C23	LT.1	K35/50	Bottom	1324,4079	34,0903	93,192	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,498
C24	LT.1	K35/50	Top	1190,0347	-30,6315	-64,8571	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,414
C24	LT.1	K35/50	Bottom	1213,4119	31,2332	80,8811	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,447
C25	LT.1	K35/50	Top	1554,7559	-40,0194	-55,8368	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,506
C25	LT.1	K35/50	Bottom	1230,9184	-79,1161	-49,5894	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,529
C26	LT.1	K60/60	Top	2676,8173	190,8899	88,9774	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,473
C26	LT.1	K60/60	Bottom	2724,9076	-253,9659	-90,5759	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,523
C27	LT.1	K60/60	Top	3260,7526	-231,1886	-108,3874	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,575
C27	LT.1	K60/60	Bottom	3308,8428	286,0762	109,9859	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,616
C28	LT.1	K35/50	Top	1469,1822	-56,8135	-44,4281	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,506
C28	LT.1	K35/50	Bottom	1492,5594	64,1878	45,135	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,528
C29	LT.1	K35/50	Top	2002,3695	-73,5646	-39,1071	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,659
C29	LT.1	K35/50	Bottom	2025,7467	-75,4826	44,8214	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,673
C30	LT.1	K60/60	Top	3962,0377	-39,2197	-131,6981	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,629
C30	LT.1	K60/60	Bottom	3964,5299	149,5109	131,781	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,637
C31	LT.1	K60/60	Top	2835,2815	-207,4111	-94,2448	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,504
C31	LT.1	K60/60	Bottom	2883,3717	251,6881	95,8433	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,539
C1	LT. DASAR	K80/80	Top	349,0719	63,374	121,7453	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,095
C1	LT. DASAR	K80/80	Bottom	321,8059	-146,7009	-347,2322	0,83 D - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,298
C2	LT. DASAR	K80/80	Top	370,7149	-31,9885	106,2228	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,078
C2	LT. DASAR	K80/80	Bottom	213,2057	158,3397	321,7495	0,83 D + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,306
C3	LT. DASAR	K60/60	Top	2686,3531	89,2944	26,3873	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,427
C3	LT. DASAR	K60/60	Bottom	2718,0489	-136,8944	-91,1503	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,451
C4	LT. DASAR	K60/60	Top	3827,0712	-32,4691	127,2118	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,608
C4	LT. DASAR	K60/60	Bottom	3858,767	-128,2654	-131,6305	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,615
C5	LT. DASAR	K35/50	Top	2137,4455	55,0178	43,4144	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,654
C5	LT. DASAR	K35/50	Bottom	2123,2279	-54,6519	-65,3328	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,678
C6	LT. DASAR	K35/50	Top	2262,2271	58,2297	46,0353	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,692
C6	LT. DASAR	K35/50	Bottom	2277,6348	-58,6263	-62,7267	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,718
C7	LT. DASAR	K60/60	Top	3682,27	35,9017	122,3987	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,585

C7	LT. DASAR	K60/60	Bottom	3713,9658	-27,2475	-123,4522	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,589
C8	LT. DASAR	K60/60	Top	2510,4447	-83,4472	33,0055	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,399
C8	LT. DASAR	K60/60	Bottom	2540,6798	118,4228	-84,4522	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,417
C9	LT. DASAR	K60/60	Top	2853,1469	94,8386	7,544	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,453
C9	LT. DASAR	K60/60	Bottom	2884,8427	-168,8423	-95,8922	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,489
C10	LT. DASAR	K60/60	Top	3600,4795	119,6799	-11,021	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,571
C10	LT. DASAR	K60/60	Bottom	3536,6822	117,5593	174,8907	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,585
C11	LT. DASAR	K35/50	Top	2357,9683	-60,6941	-25,5025	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,733
C11	LT. DASAR	K35/50	Bottom	2347,3509	60,4208	65,5214	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,742
C12	LT. DASAR	K35/50	Top	2298,6643	59,1676	-10,8744	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,712
C12	LT. DASAR	K35/50	Bottom	2314,072	-59,5642	12,0889	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,718
C13	LT. DASAR	K60/60	Top	3717,6865	-32,7693	-123,5759	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,591
C13	LT. DASAR	K60/60	Bottom	3737,5447	124,236	166,1196	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,61
C14	LT. DASAR	K60/60	Top	2881,5651	-95,7832	-18,742	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,457
C14	LT. DASAR	K60/60	Bottom	2913,261	172,5465	96,8368	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,495
C15	LT. DASAR	K60/60	Top	3228,4575	105,9309	107,3139	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,513
C15	LT. DASAR	K60/60	Bottom	3260,1534	-200,0081	-108,3675	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,557
C16	LT. DASAR	K60/60	Top	3869,9438	128,6369	54,7475	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,614
C16	LT. DASAR	K60/60	Bottom	3901,6396	-149,5158	-129,6905	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,628
C17	LT. DASAR	K35/50	Top	2182,0827	56,1668	16,4481	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,679
C17	LT. DASAR	K35/50	Bottom	2197,4904	-56,5634	-44,1853	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,673
C18	LT. DASAR	K60/60	Top	4281,9313	-142,3314	-54,7458	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,68
C18	LT. DASAR	K60/60	Bottom	4304,7791	163,1835	143,0909	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,692
C19	LT. DASAR	K60/60	Top	3232,5104	-107,4486	2,928	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,513
C19	LT. DASAR	K60/60	Bottom	3264,2062	187,1093	108,5022	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,551
C20	LT. DASAR	K35/50	Top	1651,4049	42,5072	21,5565	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,511
C20	LT. DASAR	K35/50	Bottom	1666,8126	-42,9038	-47,7549	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,528
C21	LT. DASAR	K35/50	Top	1506,8169	-38,7855	-60,3393	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,498
C21	LT. DASAR	K35/50	Bottom	1522,2246	39,1821	79,4305	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,525
C22	LT. DASAR	K35/50	Top	1246,6131	32,0878	43,7914	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,405
C22	LT. DASAR	K35/50	Bottom	1262,0208	-32,4844	-61,9248	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx - 1,3 QEy	0,431
C23	LT. DASAR	K35/50	Top	1440,8364	-37,0871	-55,714	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,474
C23	LT. DASAR	K35/50	Bottom	1456,2441	37,4837	76,4828	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,503
C24	LT. DASAR	K35/50	Top	1257,9216	32,3789	-41,6527	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,405
C24	LT. DASAR	K35/50	Bottom	1237,1409	31,844	71,87	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,437
C25	LT. DASAR	K35/50	Top	1820,5276	-46,8604	-19,8227	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,566
C25	LT. DASAR	K35/50	Bottom	1857,1893	47,8041	64,1826	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,602
C26	LT. DASAR	K60/60	Top	3193,1113	135,4391	-106,139	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,519
C26	LT. DASAR	K60/60	Bottom	3186,3355	-232,8906	-108,3036	1,265 D + 1 L - 1,3 QEx - 0,39 QEy	0,567
C27	LT. DASAR	K60/60	Top	4087,5798	-69,3262	-135,8712	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,649
C27	LT. DASAR	K60/60	Bottom	3838,9824	247,8385	127,6078	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,663
C28	LT. DASAR	K35/50	Top	1954,9629	-50,3207	-13,1754	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,608
C28	LT. DASAR	K35/50	Bottom	1970,3706	50,7173	49,7125	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,616
C29	LT. DASAR	K35/50	Top	2381,3961	-70,1976	-15,7311	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,75
C29	LT. DASAR	K35/50	Bottom	2396,8038	-70,8369	45,3959	1,265 D + 1 L - 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,744
C30	LT. DASAR	K60/60	Top	4543,3421	151,0207	-1,4221	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,721
C30	LT. DASAR	K60/60	Bottom	4575,0379	65,1355	152,0743	1,265 D + 1 L + 0,39 QEx + 1,3 QEy	0,726
C31	LT. DASAR	K60/60	Top	3299,2624	-118,7045	-109,6675	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,528
C31	LT. DASAR	K60/60	Bottom	3330,9582	224,6423	110,7211	1,265 D + 1 L + 1,3 QEx + 0,39 QEy	0,581



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

NO	TGL	KETERANGAN	DLEN	CEK
REVISI				

PROYEK :



GRAND MALEBU  
MAKASSAR

LOKASI PROYEK :

J. BONTO MAHA NO.12 A  
MAKASSAR

JUDUL SKRIPSI :

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
BERDASARKAN  
SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013

DIPERIKSA :

DOSEN PEMBIMBING 1 DOSEN PEMBIMBING 2

Ir. Ester Pnskasari, MT Mohammad Erfan, ST, MT

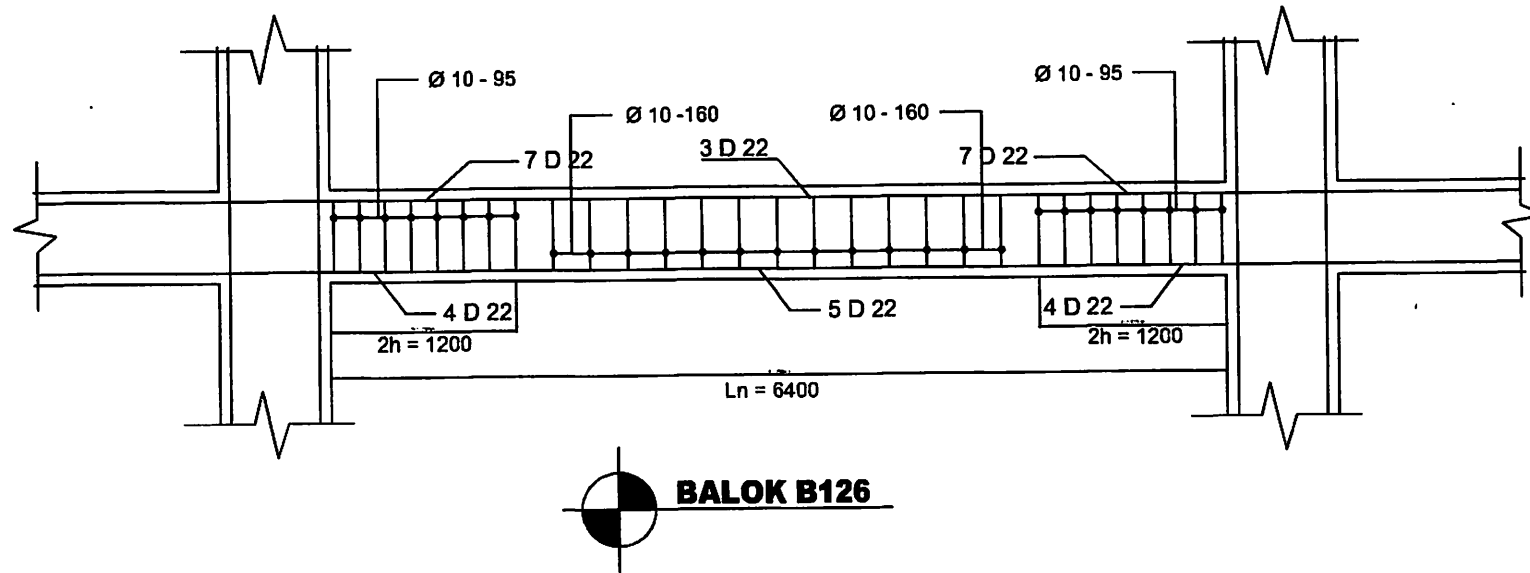
DIGAMBAR :

Anugrah Pramana Nugraha  
NIM. 14.219.06

JUDUL GAMBAR :

SKALA :

DI GAMBAR		TGL	
DI PERIKSA		No/GBP	
DI PENCANA			
DI SETUJUI			



**BALOK B126**

### DETAIL DAN TABEL PENULANGAN BALOK T

TYPE	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
DETAIL BALOK T			
DIMENSI	350 x 600	350 x 600	350 x 600
TUL. TARIK	7 D 22	5 D 22	7 D 22
TUL. TEKAN	4 D 22	3 D 22	4 D 22
SENGKANG	Ø 10 - 95	Ø 10 - 160	Ø 10 - 95
TUL. TORSI	2 Ø 10	2 Ø 10	2 Ø 10





INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

NO	TGL	KETERANGAN	DLEM	CEK

REVISI :

PROYEK :



LOKASI PROYEK :  
**JL. BONTO MAMU NO.12 A  
 MAKASSAR**

JUDUL SKRIPSI :

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
 GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
 RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
 BERDASARKAN  
 SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013**

DIPERIKSA :

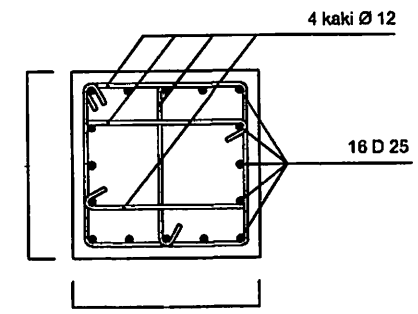
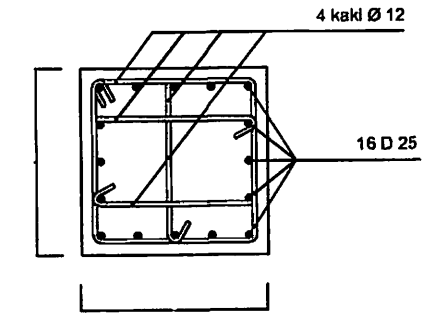
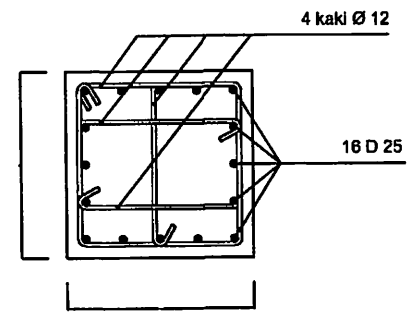
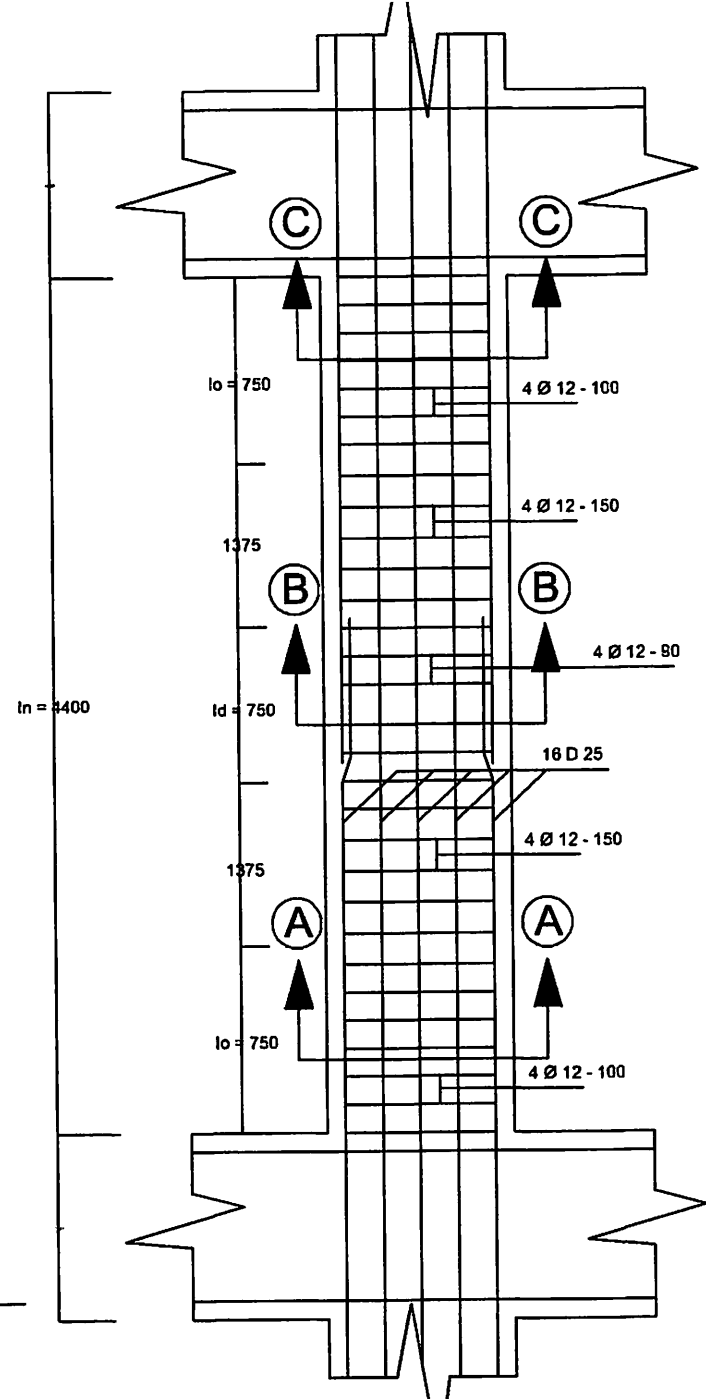
DOSEN PEMBIMBING 1	DOSEN PEMBIMBING 2
Ir. Ester Priskasari, MT	Mohammad Erfan, ST, MT

DIGAMBAR :

Anugrah Pramana Nugraha  
 NIM. 14.219.08

JUDUL GAMBAR : SKALA :

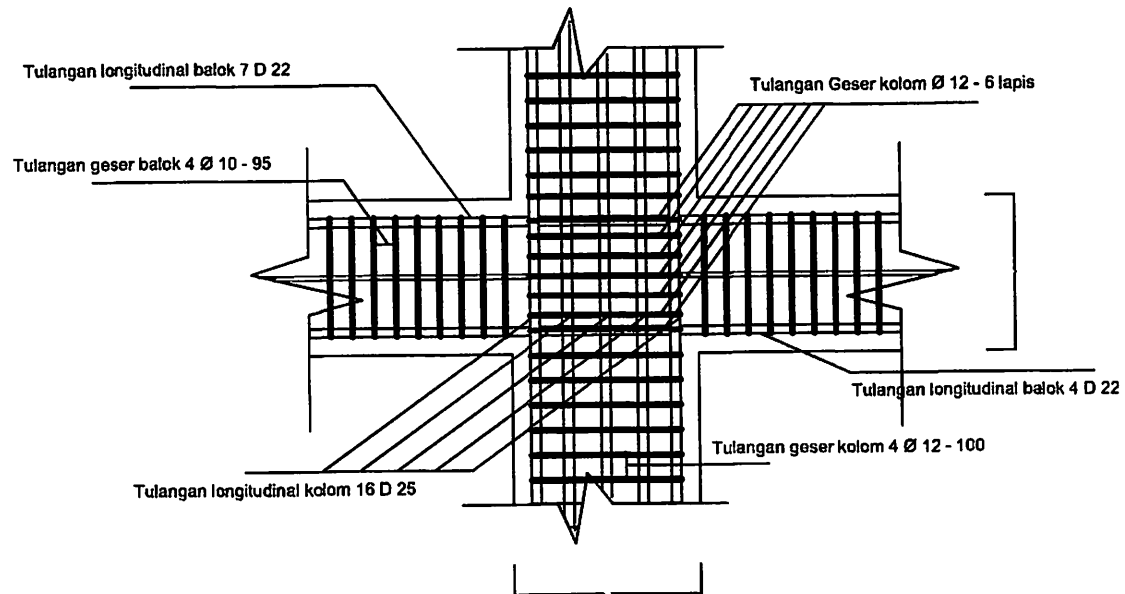
DI GAMBAR	TGL
DI PERIKSA	No.GBP
DI PENCANA	
DI SETUJUJ	



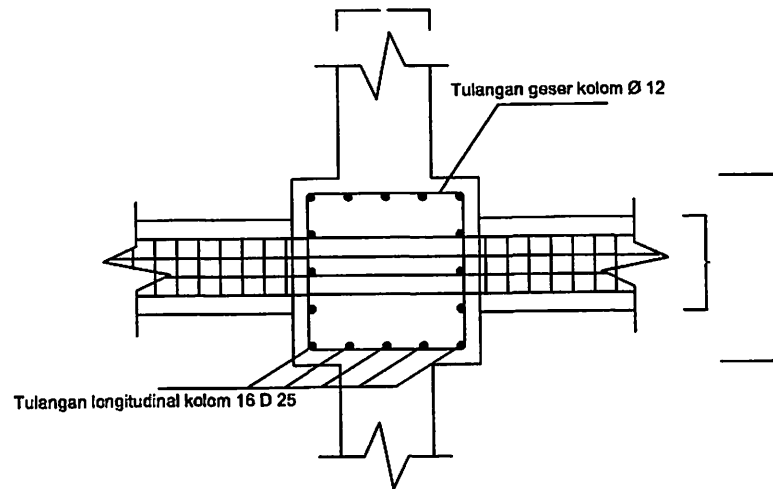
**POTONGAN C - C**

**POTONGAN B - B**

**POTONGAN A - A**



**HUBUNGAN BALOK - KOLOM**  
TAMPAK DEPAN



**HUBUNGAN BALOK - KOLOM**  
TAMPAK ATAS



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1


NO	TGL	KETERANGAN	DLEM	CEK
REVISI				

PROYEK :



LOKASI PROYEK :  
**JL. BONTOMAHAL NO.12 A  
MAKASSAR**

JUDUL SKRIPSI :  
**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
BERDASARKAN  
SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013**

DIPERIKSA :

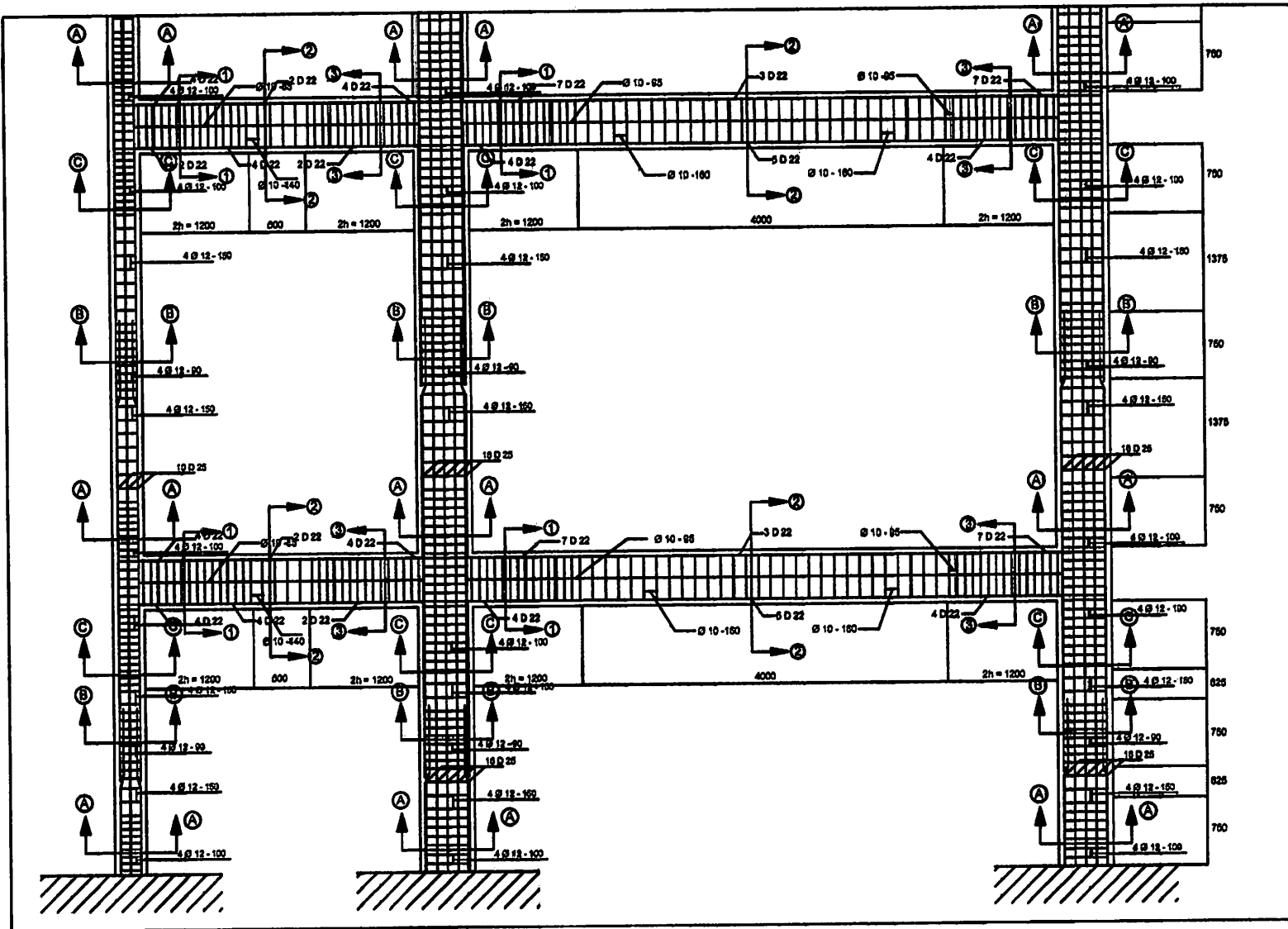
DOSEN PEMBIMBING 1	DOSEN PEMBIMBING 2
Ir. Ester Priskasari, MT	Mohammad Erfan, ST, MT

DIGAMBAR :

Anugrah Pramana Nugraha  
NIM. 14.219.06

JUDUL GAMBAR : SKALA :

DI GAMBAR	TGL
DI PERIKSA	No. GBP
DI PERENCANA	
DI SETUJUI	



3500 mm                                  7000 mm

**DETAIL POT. LINE PORTAL E**

# SKRIPSI



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL B-1

NO	TGL	KETERANGAN	OLEH	CEK

REVISI

PROYEK :

**GRAND MALEBU  
MAKASSAR**

LOKASI PROYEK :

**R. BONTI MANAI NO.12 A  
MAKASSAR**

JUJUL SKRIPSI :

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
 GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
 RANGKA PEMKUL MOMEN ( BRPM )  
 BERDASARKAN  
 BNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013**

PEMERIKSA :

DOSEN PEMBIMBING 1	DOSEN PEMBIMBING 2
Ir. Ester Priskasari, MT	Mohammed Erfan, ST, MT

IGAMBAR :

Anugrah Pramana Nugraha  
NIM. 16.219.06

JUJUL GAMBAR :	SKALA :

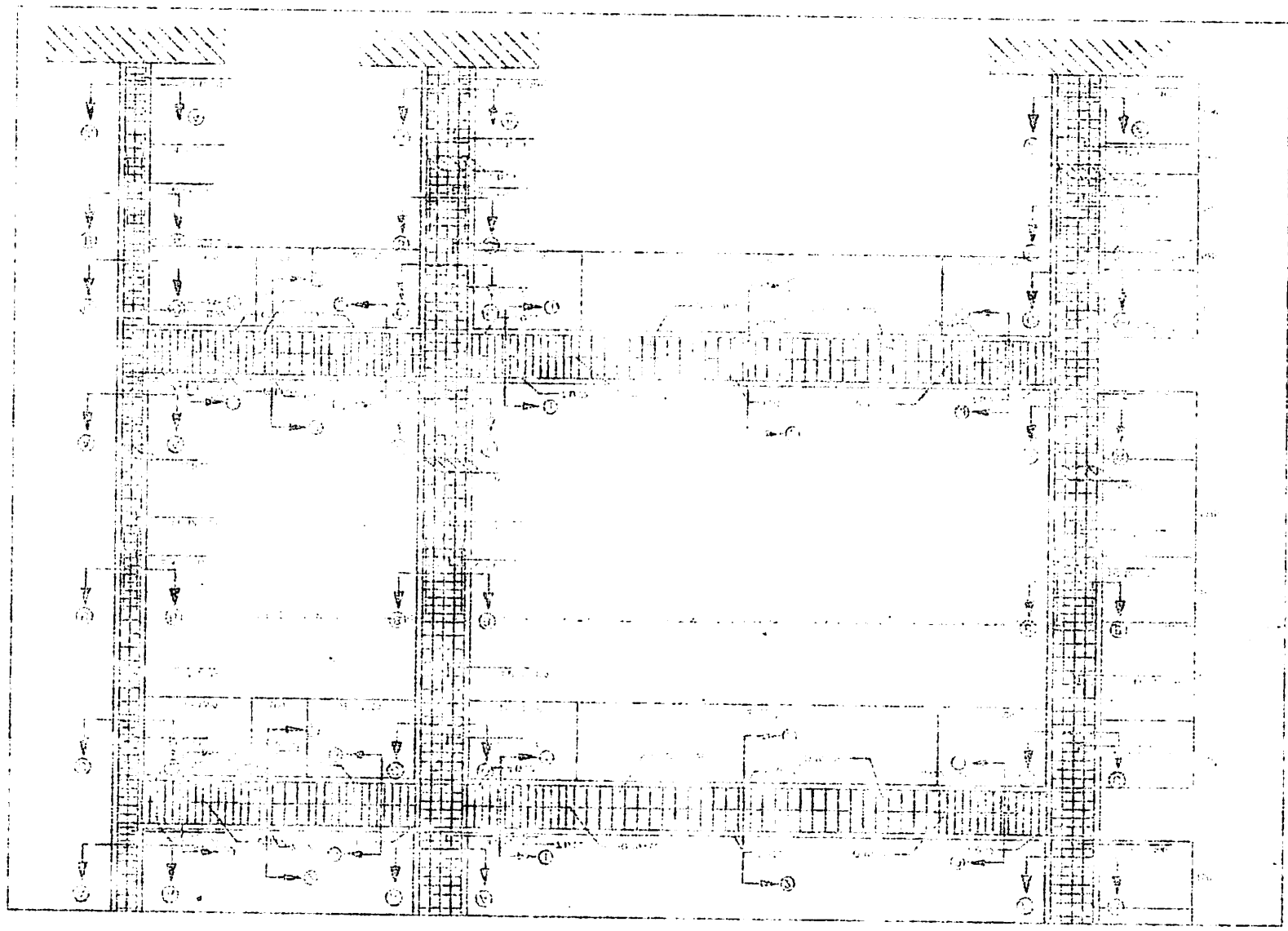
DI GAMBAR	TGL
DI PERIKSA	No.GBR
DI RENCANA	
DI SETUJUI	



ДЕТАЛЪ БОЛТИЕ БОКЪЛЪ Б

3200 mm

3000 mm



М. П. 1989

Инженер-проектировщик  
С. П. Иванов

ИЗДАНИЕ  
1989

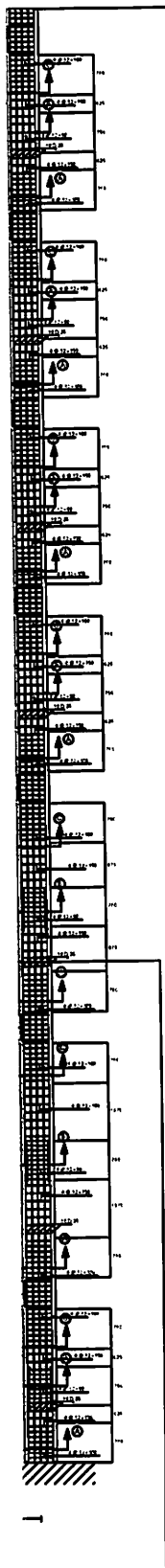


ИНЖЕНЕР  
С. П. ИВАНОВ

Инженер-проектировщик  
С. П. Иванов



СКРИПЪ



# SKRIPSI



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

NO	TGL	KETERANGAN	OLEH	CEK

REVISI

PROYEK :



**GRAND MALEBU  
 MAKASSAR**

LOKASI PROYEK :  
**JL. BONTO MANAI NO.12 A  
 MAKASSAR**

JUDUL SKRIPSI :  
**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL  
 GRAND MALEBU MENGGUNAKAN SISTEM  
 RANGKA PEMIKUL MOMEN ( SRPM )  
 BERDASARKAN  
 SNI 1726 - 2012 DAN SNI 2847 - 2013**

DIPERIKSA :	
DOSEN PEMBIMBING 1	DOSEN PEMBIMBING 2
<b>Ir. Ester Priskasari, MT</b>	<b>Mohammad Erfan, ST, MT</b>

DIGAMBAR :  
**Anugrah Pramana Nugraha  
 NIM. 14.219.06**

JUDUL GAMBAR :	SKALA :
DI GAMBAR	TGL
DI PERIKSA	No.GBR
DI RENCANA	
DI SETUJUI	



**CATATAN REVISI SKRIPSI  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S1  
SEMESTER GENAP 2015/2016**

Nama : ANUGRAH Dramana,  
NIM : 1421906.  
Judul : Perencanaan Struktur Bld Hotel Grand Maleber.  
Menggunakan sistem rangka Pemikul Momen  
Berdasarkan SNI 1726-2012 dan SNI 2047-2013.

- Abstrak meliputi hasil (komputer).  
\* betulkan penulisan

Malang, 20 - 01 - 2016

Disetujui,

Malang, 15 - 8 - 2016

Dosen Penguji,

(A. Agus Santosa)

- Skripsi harus dikumpulkan di Studio Sipil paling lambat tanggal 25 Agustus 2016 dengan melampirkan catatan revisi yang sudah di setujui oleh Dosen Penguji, sebagai persyaratan Yudisium.



CATATAN REVISI SKRIPSI  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S1  
SEMESTER GENAP 2015/2016

Nama : ANUGRAH PRAMANA MUGRAHA  
NIM : 1421906  
Judul : Perencanaan Struktur Gd. Hotel Grand Malebu  
Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)  
Berdasarkan SNI 1726 - 2012 dan SNI 2847 - 2013

Ukuran 192 ?

Coba revisi balok y. tinggi  
beli hi op ts 475 g/2 ?

AE

Malang, 22/8, 2016  
Disetujui,

ua

Malang, 15/8, 2016  
Dosen Penguji,

unap

( Sudirman )

- Skripsi harus dikumpulkan di Studio Sipil paling lambat tanggal 25 Agustus 2016 dengan melampirkan catatan revisi yang sudah di setujui oleh Dosen Penguji, sebagai persyaratan Yudisium.



### LEMBAR ASISTENSI

NAMA : ANUGRAH PRAMANA NUGRAHA  
NIM : 14.219.06  
PEMBIMBING : Ir. ESTER PRISKASARI, MT  
JURUSAN/PRODI : TEKNIK SIPIL / S1

#### JUDUL SKRIPSI

No	Tanggal	Keterangan	Tandatangan
1.	25/4 2016	Perbaiki Judul, Rumusan Masalah dan Batasan Masalah	
2.	26/4 2016	Bab 2 - Syarat detail Tulangan SRPMM dan SRPMK - Tulangan Transversal	
3.	10/5 2016	- Kombinasi Beban Diperbaiki - Hubungan Balok - kolom dispesifikasikan - Pelajari diagram teg. reg balok ! - Cek. Referensi	
4.			





### LEMBAR ASISTENSI

NAMA : ANUGRAH PRAMANA NUGRAHA  
NIM : 14.219.06  
PEMBIMBING : Ir. ESTER PRISKASARI, MT  
JURUSAN/PRODI : TEKNIK SIPIL / S1

#### JUDUL SKRIPSI

Perencanaan Struktur Gedung Hotel Grand Malebu  
Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)  
Berdasarkan SNI 1726-2012 dan SNI 2847-2013

No	Tanggal	Keterangan	Tandatangan
4	01/6 2016	- Tambahkan pengaruh beban gempa Vertikal - Cek Beban Gempa - Cek Berat Massa	
5	23/6 2016	- Kombinasi Beban Ok - Program ok lanjut penulangan - Cek stabilitas	
6	13/7 2016	- Tul. geser hitung nilai $M_{pr1}$ dan $M_{pr2}$ - $V_e = \frac{W_u \cdot L_n}{2} + \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L_n}$ - $M_{pr} = 1,25 \times M_u$	
7	26/7 2016	acc table geser acc HBk	



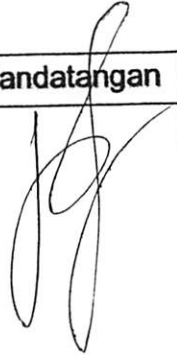
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 Malang

## LEMBAR ASISTENSI

NAMA : ANUGRAH PRAMANA NUGRAHA  
NIM : 14.219.06  
PEMBIMBING : Ir. ESTER PRISKASARI, MT  
JURUSAN/PRODI : TEKNIK SIPIL / S1

### JUDUL SKRIPSI

Perencanaan Struktur Gedung Hotel Grand Malebu  
Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)  
Berdasarkan SNI 1726-2012 dan SNI 2847-2013

No	Tanggal	Keterangan	Tandatangan
8.	29/7/2016	eee	



LEMBAR ASISTENSI

NAMA : ANUGRAH PRAMANA NUGRAHA  
NIM : 14.219.06  
PEMBIMBING : MOHAMMAD ERFAN, ST, MT  
JURUSAN/PRODI : TEKNIK SIPIL / S1

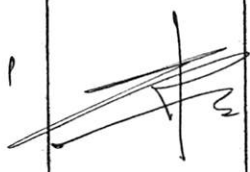

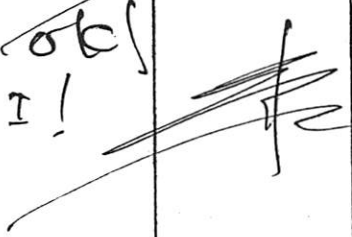
JUDUL SKRIPSI

No	Tanggal	Keterangan	Tandatangan
1	18/4 2016	- cek in' proposal (lihat catu' revisi di dalam... !)	
	28/4 2016	- cek Bab I. (lihat catu' revisi)  - Bab II. - referensi ditulis ! - cek tabel susun dg referensi !  - pelafan' Bab II. - tambahkan teori HBL ! - qbr urata diagn teg - reg balok !  - pelafan' diagram teg- reg kolom !	



LEMBAR ASISTENSI

NAMA : ANUGRAH PRAMANA NUGRAHA  
NIM : 14.219.06  
PEMBIMBING : MOHAMMAD ERFAN, ST, MT  
JURUSAN/PRODI : TEKNIK SIPIL / S1

No	Tanggal	Keterangan	Tandatangan
	09/2016 /05	- bab II, diajur lebih bagus lagi! (lihat catikan rencana) - susunan / lengkapi materi hl. foto (2 sisi & 4 sisi)	
	03/06 2016	- cek nilai Ta --! - cek berat lantai & partisi!	
	07/06 2016	- foto gambar ok! - foto rencana I!	



### LEMBAR ASISTENSI

NAMA : ANUGRAH PRAMANA NUGRAHA  
NIM : 14.219.06  
PEMBIMBING : MOHAMMAD ERFAN, ST, MT  
JURUSAN/PRODI : TEKNIK SIPIL / S1

#### JUDUL SKRIPSI

Perencanaan Struktur Gedung Hotel Grand Malebu  
Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)  
Berdasarkan SNI 1726-2012 dan SNI 2847-2013

No	Tanggal	Keterangan	Tandatangan
	20/6 2016	- perencana ok! - lanjut!	
	22/6 2016	- cek cek kontrol Mu → pakai TS x -	
	27/6 2016	- cek di gambar balok! - perjelas qbr analisis teg-reg	
		- ml. plat lantai bisa diab- kan.	
	30/6 2016	- cek Mu pada balok! - plat M dan P dari program ke diagram interaksi!	
	21/7 2016	- cek gaya geser <del>dan</del> pada dasar dan sandi plat balok! - cek desain HBK! - qbr detail mulai dicetak!	