

PERPUSTAKAAN FTSP UII  
 HADIAH/BELI  
 TGL. TERIMA : 14 Februari 2007  
 NO. JUDUL : 802186  
 NO. INV. : 5120002186001  
 NO. DOK. :

**TUGAS AKHIR  
 PERANCANGAN ULANG**

**RUMAH SAKIT PKU MUHAMMADIYAH II  
 JOGJAKARTA MENGGUNAKAN STRUKTUR  
 PORTAL BAJA**

R.  
 650.21  
 Di  
 P  
 1



111. 277. bil. lang. 28

**Meyliana Primitasari**  
 No. Mhs. 01 511 037

**Yogi Dadang Sulasmanah**  
 No. Mhs. 01 511 058

Struktur Baja - Keras  
 Struktur Portal Baja  
 R.S. PKU Muhammadiyah  
 Sulasmanah,  
 Jember

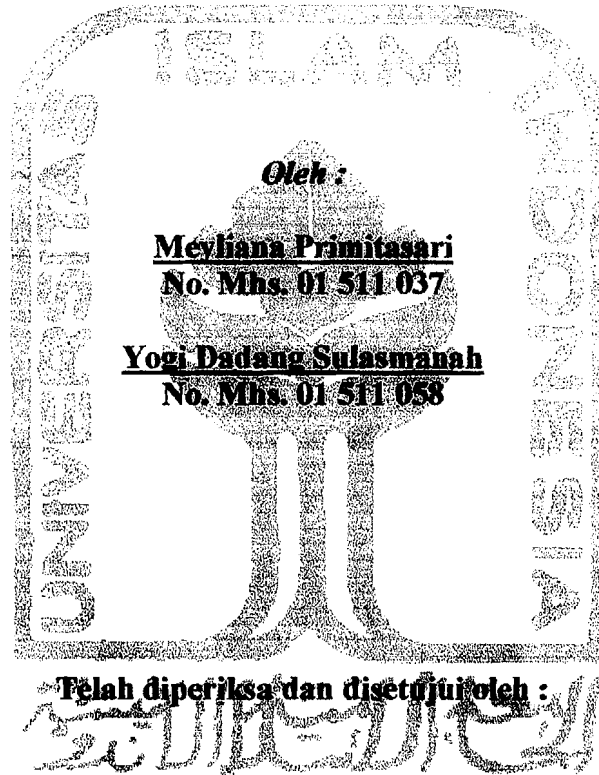
**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 JOGJAKARTA  
 2006**

MILIK PERPUSTAKAAN  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
 PERENCANAAN UII YOGYAKARTA


**HALAMAN PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**


**PERANCANGAN ULANG  
RUMAH SAKIT PKU MUHAMMADIYAH II JOGJAKARTA  
MENGUNAKAN STRUKTUR PORTAL BAJA**



**Suharyatno, Ir, MT.**  
**Dosen Pembimbing I**

  
**Tanggal : 21/9/06**

**Helmy Akbar Bale, Ir, MT.**  
**Dosen Pembimbing II**

  
**Tanggal :**

2 = 422

## **MOTTO**

**Dan Kepada Allahlah Orang-orang Mukmin Bertawakkal  
(Ali-Imran : 122)**

**Sesungguhnya Sesudah Kesulitan itu ada Kemudahan  
(Asy-syarah : 6)**

**Maka apabila Kamu Telah Selesai (Dari Suatu Urusan) Kerjakan  
Dengan Urusan yang lain  
(Asy-syarah : 7)**

**Dan hanya kepada Allahlah Hendaknya Kamu bertawakkal  
(Asy-syarah : 8)**

**Barangsiapa menginginkan Dunia maka atas orang itu Ilmu dan  
barang siapa menginginkan Akhirat maka atas orang itu Ilmu dan  
barang siapa menginginkan kedua-duanya maka atas Orang itu  
Ilmu  
(Hadits Nabi)**

**Perjuangan hidup tidaklah senantiasa memihak  
Pada yang lebih kuat atau yang lebih cepat  
Tapi cepat lambat sang pemenang adalah yang berpikir  
Dia pasti MENANG  
-Napoleon hill-**

**Sumeh, Aweh Lan Ojo Dumeh  
-- Jowo Aseli --**

**Alhamdulillahirobilalamin,**

**Puji syukur atas rahmat dan hidayah yang telah diberikan Allah SWT kepada saya. Dengan segala limpahan rahmat dan hidayahnya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tak lupa saya haturkan beribu-ribu terimakasih kepada....**

**❖ Papah & Mamah**

**Pah,mah terimakasih banyak atas doa dan restunya yang tak pernah putus-putusnya untuk meli. Sehingga meli dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang sangat memakan waktu begitu panjang. Hanya ini yang dapat meli persembahkan untuk mamah dan papah. Meli tak mampu memberikan yang lebih, tapi mungkin dengan ini dapat membuat papah dan mamah bahagia serta bangga.**

**❖ Adikku yang bandel: Iwan**

**Wan, jangan ngerokok terus ingat kesehatanmu. Belajar yang rajin ya... Trus cepet kerjain TA\_nya biar cepet lulus n dapat kerjaan yang baik.Jangan pacaran terus ya...**

**OK, aku tunggu tahun depan..**

**❖ Adikku yang rada bandel:Yustin**

**Yus, kuliah yang rajin n jangan lupa belajar ya.... Biar cepat lulus dan dapat nilai yang terbaik.Ingat pesan mamah & papah, trus kalo dibangunin jangan susah donk ntar terlambat lho.... Obatnya jangan lupa diminum ya biar cepet sembuh.**

**❖ Patner TA\_ku: Yogi dadang**

**Thanks banget atas kesabaran dan kerja samanya slama ini.mohon maaf jika aku sering bikin kamu kesel.Tanpa kamu mungkin aku belum lulus seperti sekarang ini.**

**❖ My Best Friends**

**Adit, Yanti,Sofi makasih banyak ya atas persahabatannya slama ini.**

**Kreshna....Thanks yo atas leptope.sory wis ngerepoti terus.**

**Makasih untuk smua temen2ku yang ga bisa aku sebutin satu2 soale ra nyukup he.....**

**Mey on 7**



## Thank's To :

- ☉ Allah SWT yang telah memberikanku begitu banyak nikmat, diantara nikmat-Nya yaitu diberikanya kemudahan dalam menyelesaikan studi S-1 di UII ini, sholawat serta salam semoga selalu terlimpahkan kepada junjungan nabi Muhammad SAW beserta para sahabatnya keluarganya dan pengikutnya hingga akhir zaman nanti.
- ☉ Ibu dan Bapak tercinta , makasih ya.....atas semuanya, tanpa doa kalian, Yogi tidak akan menjadi seperti ini.
- ☉ Bapak Ir. Suharyatmo, MT dan Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, MT, makasih buanget ya telah membimbing kami dengan penuh kesabaran dan maaf kalau kami pernah buat jengkel.
- ☉ Adikku, Budi dan Ikhsan serta embah-embahku thank's yo, U udah memberiku support.
- ☉ Makasih buanyak kepada Nur Hidayanti yang telah mengisi hari-hariku dengan cinta kasih sayang dan perhatiannya serta dorongannya untuk menyelesaikan TA ini.
- ☉ My partner, Mey, akhirnya perjuangan kita selama kurang lebih setahun selesai juga ya...!!! minta maaf apabila aku selama ini ada salah dan thank's a lot ya atas kerjasamanya.
- ☉ Teman-teman kost "Nero" dan keluarga Bapak Suradi atas dukungannya.
- ☉ Supra blackku yang cantik Ab 3902 GZ, dikau telah setia menemaniku selama aku kuliah di UII tercinta.
- ☉ Teman-teman semua yang kenal aku, terima kasih banget atas semuanya.

Yogie Dadang S.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah ﷻ atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya. Tak lupa shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad ﷺ, keluarga, para sahabat, dan para pengikutnya, Karena keridhoan-Nya, penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh untuk menyelesaikan pendidikan jenjang Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

Selanjutnya, izinkanlah penyusun mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang telah membimbing dan membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih tersebut penyusun sampaikan kepada:

1. Bapak Ir. H. Suharyatmo, MT. selaku Dosen Pembimbing I
2. Bapak Ir. Helmy Akbar Bale, MT. selaku Dosen Pembimbing II
3. Bapak Ir. H. A Kadir Aboe, MS. selaku dosen penguji
4. Bapak DR. Ir. Ruzardi, MS selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

5. Bapak Ir. H. Faisol AM, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
6. Ibu, Bapak, adik-adik dan kekasih tercinta yang selalu mendukung, mendoakan dan memotivasi.
7. Semua pihak yang telah membantu penyusunan laporan ini., karena bantuan merekalah penyusun dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Besar harapan kami semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada siapa saja yang membutuhkan referensi mengenai perancangan bangunan gedung menggunakan struktur portal baja.

والسلام عليكم ورحمة الله وبركاته

Jogjakarta, Agustus 2006

Penyusun

## ABSTRAKSI

*Pembangunan yang makin marak membutuhkan terobosan yang baru untuk dapat mendesain bangunan yang ekonomis tanpa mengabaikan kualitasnya serta keamanan dan kenyamanannya. Seorang sarjana teknik sipil harus mampu menerapkan kemampuan teoritisnya dilapangan, oleh karena itu tugas akhir tentang Perancangan Ulang Rumah Sakit PKU Muhammadiyah II Jogjakarta Menggunakan Struktur Portal Baja ini bertujuan agar dapat merancang suatu bangunan sebagai bekal mempersiapkan diri dalam dunia konstruksi sebenarnya.*

*Rumah Sakit PKU Muhammadiyah II Jogjakarta merupakan salah satu dari rumah sakit di jogjakarta yang menggunakan struktur beton bertulang. Beton merupakan bahan bangunan yang mempunyai berat sendiri yang besar sehingga dibutuhkan dukungan untuk menahan struktur yang besar. Oleh karena itu kami merancang ulang struktur tersebut dengan menggunakan baja. Dengan pertimbangan baja memiliki keunggulan-keunggulan yaitu berat baja lebih ringan dari berat beton dan mudah dibongkar pasang. Jika memakai struktur baja diharapkan dapat mengurangi dimensi pondasi, berat balok dan berat kolom yang berakibat berkurangnya biaya untuk pondasi.*

*Sebagai hasil dari perancangan ini meliputi perancangan atap, perancangan balok anak, perancangan balok Induk, perancangan kolom yang menggunakan profil baja dengan metode LRFD (Load Resistance Factor Design), pelat lantai, pedestal, pile cap, pondasi tiang pancang dan tie beam yang menggunakan beton bertulang dengan metode kekuatan.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAKSI .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR NOTASI.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.3 Manfaat.....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Lokasi Proyek .....	4
1.6 Metode Perancangan.....	5
1.7 Bagan Alir Perancangan .....	5
1.8 Dasar-dasar Perencanaan .....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	10
2.1 Pendahuluan.....	10

2.2	<i>Load and Resistance Factor Design (LRFD)</i> .....	10
2.3	Rangka Batang .....	11
2.4	Pelat .....	11
2.4.1	Pelat Satu Arah .....	12
2.4.2	Pelat Dua Arah .....	12
2.5.	Balok .....	12
2.6.	Kolom .....	13
2.7	Portal .....	14
2.7.1	Portal Tak Bergoyang .....	14
2.7.2	Portal Bergoyang .....	14
2.8	Pondasi .....	14
2.9	Beban Statik Ekuivalen .....	15
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....		16
3.1	Pendahuluan .....	16
3.2	Beban-beban Yang Bekerja .....	16
3.3	Kombinasi Pembebanan .....	18
3.4	Batas-batas Lendutan .....	19
3.5	Faktor Reduksi .....	19
3.6	Gaya dan Momen Rencana .....	21
3.6.1	Gaya Geser Rencana Balok .....	21
3.6.2	Momen Rencana Kolom .....	21
3.6.3	Gaya Aksial Rencana Kolom .....	22

3.6.4	Gaya Geser Rencana Kolom .....	22
3.7	Analisis Tekuk Komponen Struktur .....	22
3.7.1	Gaya Tekuk Elastis .....	22
3.7.2	Daya Dukung Nominal Komponen Struktur Tekan .....	23
3.7.3	Faktor Panjang Tekuk .....	24
3.7.4	Batas Kelangsingan .....	26
3.8	Perencanaan Untuk Lentur .....	27
3.8.1	Lentur Terhadap Sumbu Utama Kuat .....	27
3.8.2	Momen Lentur Terhadap Sumbu Lemah .....	28
3.8.3	Kuat Nominal Lentur Dengan Pengaruh Tekuk Lokal .....	28
3.8.4	Kuat Lentur Nominal Penampang Dengan Pengaruh Tekuk Lateral .....	30
3.8.5	Kuat Geser Pelat Badan .....	31
3.8.6	Interaksi Geser dan Lentur .....	34
3.9	Perencanaan Akibat Gaya Tekan .....	34
3.10	Perencanaan Akibat Gaya Tarik Aksial .....	36
3.11	Komponen Struktur dengan Penampang sistematis yang Mengalami Momen Lentur dan Gaya Aksial .....	39
3.12	Perencanaan Balok komposit .....	40
3.12.1	Perhitungan Properti Elastis Penampang Komposit .....	40
3.12.2	Pembebanan dan Gaya Dalam Penampang Komposit .....	41
3.12.3	Kapasitas lentur Nominal Balok komposit .....	42
3.12.4	Kontrol Terhadap Lendutan .....	44

3.12.5 Perencanaan Konektor Geser .....	45
3.13 Perencanaan sambungan .....	46
3.13.1 Perencanaan sambungan Baut .....	46
3.13.2 Perencanaan Las.....	49
3.13.3 Perencanaan Sambungan Kolom .....	51
3.13.4 Perencanaan Sambungan Balok-Kolom .....	52
3.13.5 Perencanaan Sambungan Balok Anak dengan Balok Induk.....	56
3.13.6 Perencanaan Sambungan Balok Induk.....	57
3.14 Perencanaan Pelat Beton.....	59
3.14.1 Perencanaan Pelat Beton Satu Arah.....	59
3.14.2 Perencanaan Pelat Beton Dua Arah .....	62
3.15 Ketentuan Perencanaan Tahan Gempa .....	65
3.15.1 Ketentuan Umum .....	65
3.15.2 Parameter Beban Gempa.....	65
3.16 Perencanaan Pelat Dasar Kolom.....	68
3.17 Perencanaan Pedestal (Kaki Kolom) .....	72
3.18 Perencanaan <i>Pile Cap</i> .....	73
3.19 Perencanaan Pondasi.....	76
3.19.1 Menghitung Kapasitas Tiang Tunggal.....	76
3.19.2 Menghitung Kapasitas Tiang Kelompok .....	78
3.19.3 Perhitung Penurunan Pondasi Tiang Pancang .....	79
3.19.4 Efisiensi Pondasi Tiang Pancang .....	80



3.20	Perencanaan <i>Tie Beam</i> .....	80
BAB IV PERENCANAAN STRUKTUR .....		81
4.1	Perencanaan Atap.....	81
4.1.1	Perencanaan <i>Gording</i> .....	82
4.1.2	Perencanaan <i>Sagrod</i> dan <i>Tierod</i> .....	87
4.1.3	Perancangan Kuda-kuda .....	90
4.1.4	Perencanaan Sambungan Baut Pada Struktur Rangka Baja .....	99
4.1.5	Perencanaan Kenopi Atap.....	103
4.2	Pembebanan Struktur Portal Baja .....	109
4.3	Perencanaan Pelat .....	111
4.3.1	Perencanaan Pelat Satu Arah .....	111
4.3.2	Perencanaan Pelat Dua Arah.....	122
4.4	Menghitung Gaya Horizontal Akibat Gempa .....	131
4.4.1	Berat Struktur Pada Tiap Portal .....	132
4.4.2	Perhitungan Gaya Geser Dasar Akibat Gempa.....	135
4.5	Perencanaan Balok Anak .....	138
4.5.1	Perhitungan Properti Elastis Penampang Komposit .....	138
4.5.2	Kapasitas Lentur Nominal Balok Komposit .....	141
4.5.3	Kontrol Terhadap Lendutan Balok Anak.....	142
4.5.4	Perencanaan Konektor Geser.....	143
4.6	Perencanaan Balok Induk .....	144
4.6.1	Perhitungan Kuat Lentur Nominal Balok Portal.....	145

4.5.4	Perencanaan Konektor Geser .....	143
4.6	Perencanaan Balok Induk .....	144
4.6.1	Perhitungan Kuat Lentur Nominal Balok Portal.....	145
4.6.2	Gaya Geser Rencana Balok .....	148
4.6.3	Gaya Geser Nominal Balok .....	148
4.6.4	Kontrol Lendutan Balok .....	149
4.6.5	Interaksi Geser dan Lentur.....	150
4.7	Perencanaan Kolom .....	151
4.7.1	Momen Rencana Kolom ( $Mu,k$ ) .....	151
4.7.2	Gaya Aksial Rencana Kolom.....	153
4.7.3	Gaya Geser Rencana Kolom ( $Vu,k$ ).....	154
4.7.4	Perencanaan Kolom Terhadap Momen Lentur dan Gaya Aksial .....	154
4.7.5	Perencanaan Kolom Terhadap Gaya Geser .....	159
4.8	Kontrol <i>Strong Column Weak Beam</i> .....	159
4.9	Perencanaan Sambungan Kolom dengan Kolom.....	160
4.9.1	Perencanaan sambungan kolom pada sayap .....	161
4.9.2	Perencanaan sambungan kolom pada badan.....	166
4.10	Perencanaan Sambungan Balok-Kolom	170
4.10.1	Menentukan jumlah baut untuk menahan gaya tarik terfaktor maksimum $Tu$ dari momen lentur dari kuat desain maksimum baut $W18x60$ .....	171
4.10.2	Estimasi tebal pelat .....	172
4.10.3	Menentukan ukuran las yang digunakan.....	172

4.10.4	Periksa Kombinasi Geser dan Tarik .....	172
4.10.5	Perencanaan Daerah Panel <i>Zone</i> .....	173
4.11	Perencanaan Sambungan Balok Anak dengan Balok Induk.....	178
4.11.1	Perencanaan plat sambungan .....	178
4.11.2	Menentukan panjang las .....	180
4.12	Perencanaan Sambungan Balok Induk.....	181
4.13	Perencanaan Plat Dasar kolom.....	185
4.13.1	Desain Baut Angkur Arah <i>x</i> .....	190
4.13.2	Desain Baut Angkur Arah <i>y</i> .....	191
4.14	Perencanaan <i>Pedestal</i> .....	192
4.15	Perencanaan <i>Pile Cap</i> .....	194
4.15.1	Kontrol Geser Lentur <i>Pile Cap</i> Satu Arah (sejauh <i>d</i> ).....	196
4.15.2	Kontrol Geser <i>Pile Cap</i> (poer) Dua Arah (sejauh $d/2$ ).....	197
4.15.3	Penulangan Lentur <i>Pile Cap</i> (poer).....	199
4.16	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang.....	202
4.16.1	Menghitung Kapasitas Tiang Tunggal.....	203
4.16.2	Menghitung Kapasitas Tiang Kelompok .....	205
4.16.3	Perhitungan Penurunan Pondasi Tiang Pancang.....	206
4.16.4	Efisiensi Grup Pondasi Tiang Pancang.....	207
4.17	Perencanaan <i>Tie beam</i> .....	207
BAB V PEMBAHASAN.....		209
5.1	Umum .....	209

5.2	Atap.....	210
5.3	Pelat.....	213
5.4	Balok.....	217
5.5	Kolom .....	219
5.6	Sambungan.....	220
5.7	Pelat Dasar dan Pendestal Kolom.....	222
5.8	<i>Pile cap</i> .....	223
5.9	Pondasi.....	224
5.10	<i>Tie beam</i> .....	225
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		226
6.1	Kesimpulan.....	226
6.2	Saran .....	227

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1.1	Denah Lokasi Proyek.....	4
Gambar 1.2	Bagan Alir Perancangan .....	6
Gambar 1.3	Bagan Alir Perancangan Kuda-kuda.....	7
Gambar 1.4	Bagan Alir Perancangan Struktur Portal Baja .....	8
Gambar 3.1	Nilai $k_c$ Untuk Kolom dengan Ujung–ujung Yang Ideal.....	25
Gambar 3.2a	Nilai $k_c$ Untuk Komponen Struktur Tak Bergoyang .....	26
Gambar 3.2b	Nilai $k_c$ Untuk Komponen Struktur Bergoyang.....	26
Gambar 3.3	Diagram Momen Lentur Balok .....	28
Gambar 3.4	Diagram Tegangan Plastis Pada Daerah Lapangan .....	29
Gambar 3.5	Diagram Tegangan Plastis Pada Daerah Tumpuan.....	29
Gambar 3.6	Jalur-Jalur Kegagalan Pada Penampang Bersih.....	38
Gambar 3.7	Diagram tegangan plastis dengan $g_n$ plastis di beton .....	42
Gambar 3.8	Diagram tegangan plastis dengan $g_n$ plastis di baja .....	43
Gambar 3.9	Distribusi Beban Plat .....	44
Gambar 3.10	Koefisien Gempa Dasar (3) untuk Wilayah Gempa 3 (menurut SNI PPTGIUG 2000) .....	66
Gambar 3.11	Analisis Plat Dasar Kolom.....	69
Gambar 3.12	Desain Plat Dasar .....	70
Gambar 3.13	<i>Pile Cap</i> .....	73

Gambar 3.14	Konfigurasi Tiang Pancang.....	78
Gambar 4.1	Struktur Rangka Kuda-kuda.....	81
Gambar 4.2	Arah Pembebanan Gording.....	81
Gambar 4.3	Distribusi Beban Pada Atap.....	82
Gambar 4.4	Beban Mati.....	91
Gambar 4.5	Beban Hidup.....	91
Gambar 4.6	Beban Angin.....	92
Gambar 4.7	Penomeran Batang.....	93
Gambar 4.8	Profil Kuda-kuda.....	93
Gambar 4.9	Penampang Profil 2L70x70x7.....	94
Gambar 4.10	Penampang Profil 2L60x60x6.....	98
Gambar 4.11	Daerah Yang Diarsir Dapat Terjadi Kegagalan Robekan.....	102
Gambar 4.12	Pembebanan Pada Kenopi Atap.....	103
Gambar 4.13	Gaya Pada Sambungan Kenopi dengan Kolom <i>K1</i> .....	107
Gambar 4.14	Sambungan Kenopi dengan Kolom <i>K1</i> .....	109
Gambar 4.15	Pelat Atap Satu Arah.....	112
Gambar 4.16	Pelat Lantai Selasar Satu Arah.....	117
Gambar 4.17	Potongan Pelat.....	124
Gambar 4.18	Pembebanan Pada Balok Anak.....	138
Gambar 4.19	Penampang Komposit.....	141
Gambar 4.20	Diagram Tegangan Lentur Plastis.....	142
Gambar 4.21	Diagaram Momen Lentur Balok.....	147

Gambar 4.22	Diagram Momen Lentur Balok Akibat Beban Gravitasi .....	150
Gambar 4.23	Blok Geser Pada Sayap Kolom .....	162
Gambar 4.24	Blok Geser Pada Plat Sayap Kolom .....	163
Gambar 4.25	Blok Geser Pada Badan Kolom .....	167
Gambar 4.26	Blok Geser Pada Plat Badan Kolom .....	168
Gambar 4.27	Detail Sambungan Kolom .....	170
Gambar 4.28	Gaya yang terjadi pada sambungan balok dengan kolom .....	171
Gambar 4.29	Detail Sambungan Balok-Kolom .....	177
Gambar 4.30	Penampang Baut dengan Luasan Blok Geser .....	179
Gambar 4.31	Detail Sambungan Balok Anak dengan Balok Induk .....	180
Gambar 4.32	Sambungan <i>Splice</i> .....	182
Gambar 4.33	Deformasi Linear Akibat Momen Lentur .....	185
Gambar 4.34	Detail Sambungan Balok .....	185
Gambar 4.35	Analisis Plat Dasar Kolom .....	186
Gambar 4.36	Desain Plat Dasar .....	188
Gambar 4.37	Distribusi Tegangan Pada Plat Dasar Kolom .....	189
Gambar 4.38	Detail Perencanaan <i>Base Plate</i> .....	192
Gambar 4.39	Penampang Pedestal Kolom .....	194
Gambar 4.40	Gambar Konfigurasi Kelompok Tiang Pancang .....	195
Gambar 4.41	Reaksi Tiang Pancang Akibat Gaya Aksial dan Momen .....	196
Gambar 4.42	Penampang Kritis <i>Pile Cap</i> Geser Satu Arah (sejauh $d$ ) .....	197
Gambar 4.43	Penampang Kritis <i>Pile Cap</i> Geser 2 Arah (sejauh $d/2$ ) .....	199

Gambar 4.44	Daerah Penulangan Lentur <i>Mux</i> .....	199
Gambar 4.45	Daerah Penulangan Lentur <i>Muy</i> .....	201
Gambar 4.46	Konfigurasi Kelompok Tiang Pancang.....	205
Gambar 4.47	Potongan <i>Tie beam</i> .....	208
Gambar 5.1	Kuda-kuda RS PKU.....	212
Gambar 5.2	Kuda-kuda Hasil Desain Tugas Akhir.....	212
Gambar 5.3	Perbedaan Penempatan Balok Anak Pada RS PKU dan Tugas Akhir.....	216



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1	Batas Lendutan Maksimum .....	19
Tabel 3.2	Faktor Reduksi ( $\phi$ ) Untuk Kekuatan Batas .....	20
Tabel 3.3	Momen Kritis Untuk Tekuk Lateral .....	30
Tabel 3.4	Bentang Untuk Pengekang Lateral .....	30
Tabel 3.5	Ukuran Minimum Las Sudut .....	50
Tabel 3.6	Klasifikasi system struktur, system pemikul beban, factor Modifikasi respon, R dan faktor kuat cadang struktur ( $\Omega$ ) .....	67
Tabel 3.7	Nilai $K$ .....	77
Tabel 3.8	Nilai $\delta$ .....	77
Tabel 4.1	Pembebanan dan Momen Sumbu $x$ - $y$ Gording .....	83
Tabel 4.2	Kombinasi Momen Pembebanan LRFD .....	84
Tabel 4.3	Kombinasi Beban Merata LRFD .....	86
Tabel 4.4	Kombinasi Beban Terpusat LRFD .....	86
Tabel 4.5	Pembebanan Arah $y$ .....	88
Tabel 4.6	Kombinasi Pembebanan Arah $y$ Sagrod (LRFD) .....	88
Tabel 4.7	Beban Angin Tiup .....	92
Tabel 4.8	Beban Angin Hisap .....	92
Tabel 4.9	Gaya Tekan Pada Kuda-kuda .....	93

Tabel 4.10	Gaya Tarik Pada Kuda-kuda .....	97
Tabel 4.11	Beban Angin Tiup.....	104
Tabel 4.12	Beban Angin Hisap .....	104
Tabel 4.13	Rekapitulasi Berat Portal Arah $x$ .....	134
Tabel 4.14a	Rekapitulasi Berat Portal Arah $y$ .....	134
Tabel 4.14b	Rekapitulasi Berat Portal Arah $y$ .....	135
Tabel 4.15	Rekapitulasi Gaya-gaya Horizontal Portal Arah $x$ .....	137
Tabel 4.16a	Rekapitulasi Gaya-gaya Horizontal Portal Arah $y$ .....	137
Tabel 4.16b	Rekapitulasi gaya-gaya horizontal portal arah $y$ .....	137
Tabel 5.1	Rekapitulasi Perencanaan Atap.....	211
Tabel 5.2	Rekapitulasi perencanaan Kuda-kuda.....	211
Tabel 5.3	Rekapitulasi Pelat Satu Arah .....	213
Tabel 5.4	Rekapitulasi Pelat Dua Arah Pelat Atap .....	213
Tabel 5.5	Rekapitulasi Pelat Dua Arah Pelat Lantai 3.....	214
Tabel 5.6	Rekapitulasi Pelat Dua Arah Pelat Lantai 2.....	214
Tabel 5.7	Rekapitulasi Pelat Dua Arah Pelat Lantai 1.....	215
Tabel 5.8	Rekapitulasi Balok anak .....	217
Tabel 5.9	Rekapitulasi Balok Induk.....	218
Tabel 5.10	Rekapitulasi Kolom .....	219
Tabel 5.11	Rekapitulasi Sambungan Kolom dengan Kolom.....	220
Tabel 5.12	Rekapitulasi Sambungan Balok dengan Kolom .....	220
Tabel 5.13	Rekapitulasi sambungan Balok Induk .....	221

Tabel 5.14	Rekapitulasi Sambungan Balok Anak dengan Balok Induk.....	221
Tabel 5.15	Rekapitulasi Dimensi Pelat dasar Kolom .....	222
Tabel 5.16	Rekapitulasi Pedestal Kolom .....	223
Tabel 5.17	Rekapitulasi <i>Pile Cape</i> Pondasi.....	223
Tabel 5.18	Rekapitulasi Pondasi.....	224
Tabel 5.19	Rekapitulasi <i>Tie beam</i> .....	225

## DAFTAR NOTASI

- $A_w$  adalah luas pelat badan,  $cm^2$
- $A_{tr}$  adalah luas baja transformasi,
- $a$  adalah jarak antara dua pengaku vertikal,  $mm$
- $A_b$  adalah luas bruto,  $cm^2$
- $A_g$  adalah luas penampang kotor,  $cm^2$
- $A_e$  adalah luas penampang efektif,  $cm^2$
- $A_s$  adalah luas tulangan,  $mm^2$
- Adalah luas penampang baja,  $cm^2$
- $A_{cr}$  adalah luas penampang beton,  $mm^2$
- $A_p$  adalah luas penampang tiang,  $mm^2$
- $B$  adalah lebar struktur,  $m$
- adalah lebar pelat dasar kolom,  $mm$
- $b_E$  adalah lebar efektif slab beton,  $m$
- $b_f$  adalah lebar sayap suatu profil,  $mm$
- $C_1$  adalah koefisien angin tiup
- $C_2$  adalah koefisien angin hisap
- $C_b$  adalah koefisien pengali momen tekuk torsi lateral
- $C_v$  adalah konstanta untuk penentuan kekuatan tekuk lateral pelat badan
- adalah koefisien percepatan gempa
- $C_{tx}$  adalah koefisien momen tumpuan arah-x

- $C_y$  adalah koefisien momen tumpuan arah  $-y$
- $C_{lx}$  adalah koefisien momen lapangan arah  $-x$
- $C_{ly}$  adalah koefisien momen lapangan arah  $-y$
- $C_a$  adalah koefisien percepatan gempa
- $C$  adalah koefisien gempa dasar
- adalah gaya desak beton
- adalah kohesi tanah
- $d$  adalah diameter lubang,  $mm$
- adalah tinggi manfaat,  $mm$
- $d_3$  adalah jarak tepi pedestal sampai dengan titik pusat tiang pancang arah sumbu  $x$ ,  $mm$
- $d_1$  adalah jarak tepi pedestal sampai dengan titik pusat tiang pancang paling kanan,  $mm$
- $d_2$  adalah jarak tepi pedestal sampai dengan titik pusat tiang pancang terdekat,  $mm$
- $d_c$  adalah tinggi keseluruhan profil baja,  $mm$
- $d_b$  adalah diameter baut nominal pada daerah berulir,  $mm$
- $D$  adalah beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen,
- adalah diameter angkur,  $mm$
- $E$  adalah modulus elastisitas baja/beban gempa,  $MPa$
- $E_c$  adalah modulus elastisitas beton,  $MPa$
- $E_p$  adalah modulus elastisitas tiang,  $MPa$

- $E_g$  adalah efisiensi kelompok tiang
- $e_y$  adalah eksentrisitas akibat momen arah sumbu  $y$ ,  $m$
- $e_x$  adalah eksentrisitas akibat momen arah sumbu  $x$ ,  $m$
- $f_y$  adalah tegangan leleh material,  $MPa$
- $f_{cr}$  adalah tegangan kritis,  $MPa$
- $f_i'$  adalah tegangan ijin tarik beton,  $N/mm^2$
- $f_L$  adalah tegangan leleh dikurangi tegangan sisa,  $MPa$
- $f_r$  adalah tegangan sisa,  $MPa$
- $f_p$  adalah tegangan pada ujung plat,  $MPa$
- $f_u$  adalah tegangan tarik putus,  $MPa$
- $f_u^b$  adalah tegangan tarik putus baut,  $N/mm^2$
- $f_{uv}$  adalah tegangan geser akibat beban terfaktor pada suatu baut,  $N/mm^2$
- $f'_c$  adalah kuat tekan karakteristik beton,  $MPa$
- $f$  adalah unit tahanan friksi
- $F_i$  adalah distribusi gaya horizontal akibat beban gempa,  $Kg$
- $G$  adalah modulus geser baja,  $MPa$
- adalah faktor kekenyangan akibat adanya batang lentur yang merangka ke batang tekan yang sedang ditinjau
- $H$  adalah tinggi total struktur,  $m$
- adalah beban hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan,  $kN/m^2$
- adalah kedalaman angkur,  $cm$
- $h$  adalah tebal pelat,  $mm$

- adalah tinggi bersih balok pelat berdingding penuh,  $mm$
- $h_i$  adalah tinggi lantai ke  $i$  terhadap lantai dasar,  $m$
- $I_y$  adalah momen inersia sumbu  $y$ ,  $cm^4$
- $I_{tr}$  adalah momen inersia penampang komposit,  $cm^4$
- $I_{xs}$  adalah momen inersia arah sumbu  $x$  untuk baja,  $cm^4$
- $I_{xcr}$  adalah momen inersia arah sumbu  $x$  untuk beton,  $cm^4$
- $I_w$  adalah konstanta puntir lengkung,  $mm^6$
- $I$  adalah faktor kepentingan struktur yang ditetapkan oleh ketentuan yang berlaku
- adalah inersia penampang tiang,  $mm^4$
- $I_{komp}$  adalah momen inersia penampang komposit,  $mm^4$
- $J$  adalah konstanta puntir torsi,  $mm^4$
- $K$  adalah konstanta jenis struktur
- adalah koefisien tekanan tanah
- $k_c$  adalah faktor panjang struktur
- $k$  adalah tebal pelat sayap ditambah jari-jari peralihan,  $mm$
- $L$  adalah beban mati yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung,
- adalah panjang bentang,  $m$
- adalah panjang pelat dasar kolom,  $mm$
- $L_a$  adalah beban mati diatap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material atau penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak

- $L_p$  adalah panjang bentang maksimum untuk balok yang mampu menerima momen plastis,  $m$
- $L_r$  adalah panjang bentang minimum untuk balok yang kekuatannya mulai ditentukan oleh momen kritis tekuk torsi lateral,  $m$
- $l$  adalah panjang pengelasan,  $mm$
- $L_n$  adalah bentang bersih terkecil pada pelat dihitung dari muka kolom,  $mm$
- $L_x$  adalah panjang bentang pendek,  $mm$
- $L_y$  adalah panjang bentang panjang,  $mm$
- $M_{uy}$  adalah momen lentur terfaktor terhadap sumbu  $y$ ,  $kNm$
- $M_n$  adalah kuat lentur nominal balok/kuat nominal dari momen lentur panjang,  $kNm$
- $M_p$  adalah momen lentur yang menyebabkan seluruh penampang mengalami tegangan leleh,  $kNm$
- $M_r$  adalah momen batas tekuk,  $kNm$
- $M_{max}$  adalah momen maksimum pada batang yang ditinjau,  $kNm$
- $M_A$  adalah momen pada seperempat bentang,  $kNm$
- $M_B$  adalah momen tengah pada bentang,  $kNm$
- $M_C$  adalah momen pada tiga perempat bentang,  $kNm$
- $M_{cr}$  adalah momen kritis terhadap tekuk torsi lateral,  $kNm$
- $M_{ux}$  adalah momen lentur terfaktor terhadap sumbu  $x$ ,  $kNm$
- $M_{u,kx}$  adalah momen ultimit kolom arah sumbu  $x$ ,  $kNm$
- $M_{u,ky}$  adalah momen ultimit kolom arah sumbu  $y$ ,  $kNm$



- $m$  adalah jumlah bidang geser,  
adalah jarak tepi pelet dasar kolom dengan profil baja pada arah lebar,  $m$
- $N$  adalah dimensi longitudinal dari perletakan atau tumpuan,  $m$   
adalah kapasitas tiang tunggal berdasarkan kekuatan beton,  $kN$
- $N_u$  adalah gaya tekan konsentris akibat beban terfaktor,  $kN$
- $N_n$  adalah kuat tekan nominal komponen struktur,  $kN$
- $N_{cr}$  adalah gaya tekuk elastis,  $kN$
- $N_q^*$  adalah *bearing capacity factor*
- $n$  adalah banyaknya lobang dalam garis potong  
adalah jumlah stud geser  
adalah jarak tepi pelat dasar kolom dengan profil baja pada arah panjang,  $m$   
adalah jumlah tiang pancang dalam satu kelompok
- $n_x$  adalah jumlah tiang sebaris dalam arah sumbu  $x$
- $n_y$  adalah jumlah tiang sebaris dalam arah sumbu  $y$
- $N_{u,t}$  adalah gaya aksial kolom,  $kN$
- $P_b$  adalah penutup beton,  $mm$
- $P_c$  adalah beban tekuk,  $kN$
- $q_u$  adalah beban merata,  $kN/m$
- $q$  adalah unit daya dukung tanah,  $kN$
- $Q_p$  adalah tahanan ujung,  $kN$
- $Q_s$  adalah tahanan friksi,  $kN$
- $Q_{all}$  adalah kapasitas tiang tunggal,  $kN$

- $R_u$  adalah gaya terfaktor suatu baut,  $kN$
- $R$  adalah faktor modifikasi respon
- $R_n$  adalah kuat nominal baut,  $N$
- $r_y$  adalah jari-jari girasi terhadap sumbu lemah,  $mm$
- $r_o$  adalah jari-jari girasi polar terhadap pusat geser,  $mm$
- $R_{nw}$  adalah kuat nominal sambungan las,  $N$
- $r_1, r_2$  adalah faktor modifikasi tegangan untuk menghitung ada atau tidak adanya ulir baut pada bidang geser
- $S$  adalah jarak antar sumbu lubang pada arah sejajar sumbu komponen struktur,  $mm$
- adalah jarak antar tulangan,  $mm$
- adalah jarak antar tiang,  $mm$
- adalah penurunan pondasi tiang tunggal,  $mm$
- $s$  adalah jarak pusat ke pusat tiang,  $mm$
- $SF$  adalah angka keamanan
- $S_g$  adalah penurunan pondasi kelompok tiang,  $m$
- $t_f$  adalah tebal sayap suatu profil,  $mm$
- $t$  adalah tebal penampang,  $mm$
- $t_w$  adalah tebal badan profil,  $mm$
- $T_d$  adalah kuat tarik rencana,  $kN$
- $T_n$  adalah kuat tarik nominal,  $kN$

- adalah gaya tarik yang ditahan satu angkur,  $kN$
- $t_p$  adalah tebal pelat,  $mm$
- $t_l$  adalah tebal rencana las,  $mm$
- $T$  adalah waktu getar dasar struktur, detik
- adalah gaya tarik penampang baja,  $kN$
- $u$  adalah jarak antara sumbu lubang pada arah tengah lurus sumbu komponen struktur,  $mm$
- $V_u$  adalah gaya geser perlu,  $kN$
- $V_n$  adalah kuat geser nominal pelat badan,  $kN$
- $V_d$  adalah kuat geser rencana baut,  $kN$
- $V$  adalah gaya geser rencana total,  $kN$
- $V_D$  adalah gaya geser akibat beban mati,  $kN$
- $V_L$  adalah gaya geser akibat beban hidup,  $kN$
- $V_s$  adalah geser sengkang,  $kN$
- $V_c$  adalah geser lentur satu arah,  $kN$
- $V_{max}$  adalah gaya geser rencana maksimum,  $kN$
- $W_D$  adalah beban mati, berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap,  $kN$
- $W_L$  adalah beban hidup,  $kN$
- $W_w$  adalah beban angin,  $kN$
- $W$  adalah beban angin,  $kN$
- adalah berat tiang pancang,  $kN$

- $w$  adalah lebar pelat (jarak antar sumbu pengelasan),  $mm$
- $W_t$  adalah berat total struktur,  $Kg$
- $w_i$  adalah berat lantai ke  $I$ ,  $Kg$
- $X_1, X_2$  adalah koefisien untuk menghitung momen tekuk torsi lateral
- $X_0, Y_0$  adalah koordinat pusat geser terhadap titik berat
- $\bar{x}$  adalah eksentrisitas sambungan, jarak tegak lurus gaya tarik antara titik berat penampang komponen yang disambung dengan pelat sambung,  $mm$
- $x$  adalah panjang bidang tekan,  $mm$
- $X_{max}$  adalah jarak tiang terjauh dalam arah sumbu  $x$ ,  $m$
- $X_a, Y_a$  adalah letak garis netral komposit terhadap sisi atas dan sisi bawah,  $mm$
- $Y_{max}$  adalah jarak tiang terjauh dalam arah sumbu  $y$ ,  $m$
- $\lambda_c$  adalah parameter kelangsingan kolom
- $\omega$  adalah faktor tekuk
- $\lambda$  adalah batas kelangsingan
- $\lambda_p$  adalah batas perbandingan lebar terhadap tebal untuk penampang kompak
- $\lambda_r$  adalah batas perbandingan lebar terhadap tebal untuk penampang tak kompak
- $\phi$  adalah faktor reduksi
- $\phi_n$  adalah faktor reduksi kekuatan
- $\phi_f$  adalah faktor reduksi kekuatan untuk fraktur
- $a_m$  adalah rasio kekuatan balok terhadap pelat
- $\beta$  adalah rasio panjang terhadap lebar bentang pelat

- $\rho$  adalah rasio tulangan
- $\Delta_{max}$  adalah lendutan maksimum, *mm*
- $\Delta_{baja}$  adalah lendutan baja, *mm*
- $\Delta_{komp}$  adalah lendutan komposit, *mm*
- $\phi N_p$  adalah kapasitas penumpu, *kN*
- $\phi N_n$  adalah kapasitas tarik satu angkur, *kN*
- $\Sigma P_{ultimi}$  adalah beban ultimit, *kN*
- $\Sigma P$  adalah keliling tiang, *m*
- $\Sigma x^2$  adalah jumlah jarak kuadrat searah sumbu *x*, *m*
- $\gamma$  adalah berat volume tanah, *kN/m<sup>3</sup>*
- $\Delta L$  adalah panjang tiang, *m*
- $\sigma_v'$  adalah tegangan efektif vertical, *kN/m*
- $\delta$  adalah sudut geser permukaan, °

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sehat adalah hak setiap manusia, sehat merupakan investasi dalam pembangunan suatu bangsa dan negara. Tanpa kesehatan sumberdaya manusia disuatu negara akan sulit mencapai kesejahteraan dan produktifitas yang optimal.

Permintaan akan pelayanan kesehatan bagi masyarakat yang selama ini telah diselenggarakan oleh Rumah Sakit menjadi kian terbatas baik kemampuan pelayanan maupun fasilitasnya. Hal ini disebabkan karena bertambahnya permintaan pelayanan kesehatan untuk masyarakat menengah kebawah yang akan terus semakin meningkat sesuai dengan jumlah peningkatan jumlah penduduk.

Rumah Sakit PKU Muhammadiyah II Jogjakarta merupakan salah satu dari Rumah Sakit di Jogjakarta yang menggunakan struktur beton bertulang. Beton merupakan bahan bangunan yang mempunyai berat sendiri yang besar sehingga dibutuhkan dukungan untuk menahan struktur yang besar. Bentang antar kolom struktur Rumah Sakit ini cukup panjang antara 7,2 m sampai 14,4 m maka tampak dimensi balok dan kolom pada bangunan ini cukup besar sehingga berat bangunan juga besar. Oleh karena itu dengan mempertimbangkan kelemahan-kelemahan beton yang ada maka kami merancang ulang struktur tersebut dengan

menggunakan baja, karena baja memiliki keunggulan-keunggulan yaitu berat baja lebih ringan dari berat beton, mudah dibongkar pasang dan lebih langsing.

Dengan memakai struktur baja diharapkan dapat mengurangi dimensi pondasi yang berakibat berkurangnya biaya untuk pondasi. Selain itu baja merupakan bahan olahan dari pabrik yang mempunyai sifat keseragamannya lebih baik dari bahan beton.

Dari uraian diatas kami mengambil judul Tugas Akhir dengan judul "PERANCANGAN ULANG RUMAH SAKIT PKU MUHAMMADIYAH II JOGJAKARTA MENGGUNAKAN STRUKTUR PORTAL BAJA". Sebagai salah satu upaya untuk untuk menerapkan ilmu ketekniksipilan yang didapat selama dibangu kuliah dan bekal untuk memasuki persaingan kerja dalam bidang konstruksi.

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

Maksud dari perancangan ulang ini adalah untuk memberikan alternatif lain selain beton bertulang yang digunakan sebagai bahan struktur.

Tujuan dari perancangan ulang ini adalah merancang struktur rangka atap dan portal menggunakan baja dengan mengandalkan teori-teori hitungan manual dan bantuan program komputer.

## **1.3 Manfaat**

Manfaat dari perancangan ini adalah memberikan tambahan pengetahuan tentang tahapan perencanaan struktur bangunan baja pada suatu konstruksi bangunan gedung bertingkat.

#### 1.4 Batasan Masalah

Sebagai batasan masalah dalam penyusunan tugas akhir ini agar tidak terlalu meluas dan lebih terarah maka penyusun memberikan batasan perencanaan sebagai berikut:

1. Struktur rangka atap dan struktur portal direncanakan menggunakan bahan baja dengan metode *Load & Resistance Factor Design*. Pelat lantai, *pedestal*, *pilecap*, tiang pancang dan *Tie beam* menggunakan bahan beton bertulang dengan metode kekuatan.
2. Analisis struktur rangka baja atap ditinjau secara 2D menggunakan program aplikasi SAP 2000 dengan spesifikasi baja: Jenis baja BJ 37, profil siku ganda, Modulus elastisitas  $2.10^5$  MPa.
3. Analisis struktur portal baja ditinjau secara 3D menggunakan program aplikasi ETABS dengan spesifikasi baja: Jenis baja BJ 37, Profil *W*, Modulus elastisitas  $2.10^5$  MPa.
4. Balok anak didesain komposit dengan pelat lantai sedangkan balok induk tidak komposit terhadap pelat lantai.
5. Kolom direncanakan lebih kuat dari balok (*strong column weak beam*) dan hubungan struktur portal dengan tanah diasumsikan jepit.
6. Pelat, *pedestal*, *pile cap* menggunakan beton  $f'_c$  25 MPa sedangkan tulangnya menggunakan tulangan polos apabila diameter tulangan  $< 12$  mm dan tulangan berulir apabila diameter tulangan  $\geq 12$  mm.
7. Pondasi menggunakan tiang pancang beton berdasarkan data-data tanah dari lokasi proyek.

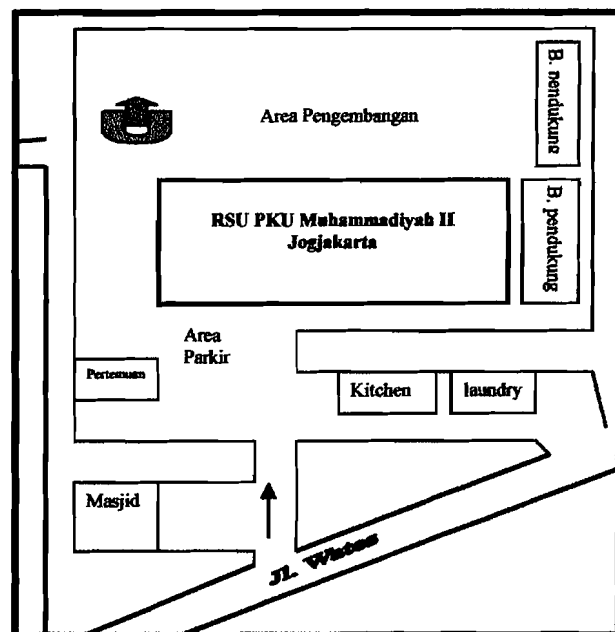


8. Bangunan berdiri di wilayah gempa 3 menurut Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002) dan struktur direncanakan menggunakan beban gempa statik ekuivalen.
9. Perancangan ini tidak termasuk Rencana Anggaran Biaya (RAB).

### 1.5 Lokasi Proyek

Proyek pembangunan RS PKU Muhammadiyah II terletak di kawasan Gamping di jalan Wates Km 5,5 Bodeh, Ambar Ketawang, Gamping, Sleman Jogjakarta. Adapun batas-batas lokasi proyek adalah sebagai berikut:

1. Sebelah utara berbatasan dengan persawahan.
2. sebelah barat berbatasan dengan persawahan.
3. sebelah timur berbatasan dengan pemukiman penduduk.
4. sebelah selatan berbatasan dengan jalan raya dan pemukiman.



Gambar 1.1 Denah Lokasi Proyek

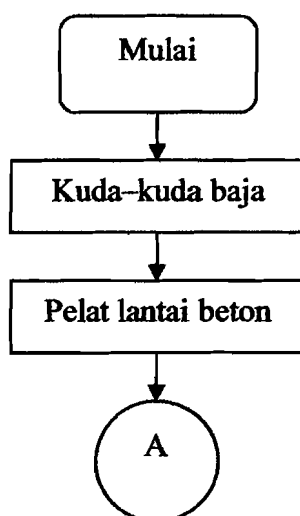
## 1.6 Metode Perancangan

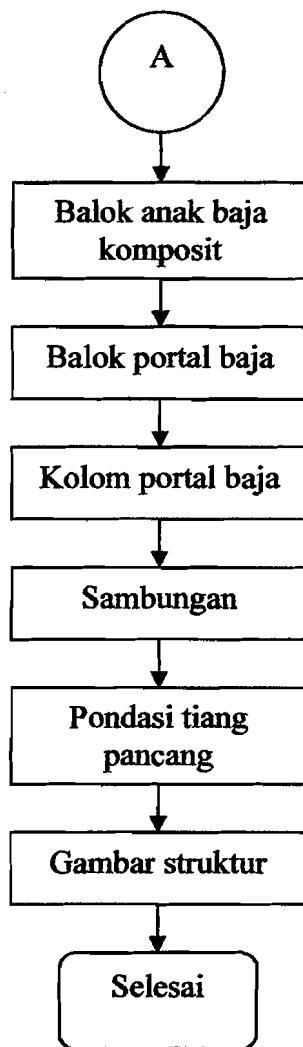
Dalam perancangan Gedung RS PKU Muhammadiyah II Jogjakarta dibagi menjadi beberapa langkah, yaitu:

1. Mengumpulkan data berupa situasi, denah ruang dan data tanah.
2. Mengumpulkan literatur sebagai dasar perancangan.
3. Mendesain awal struktur.
4. Mengasumsikan struktur sehingga mudah dihitung.
5. Menentukan beban pada struktur.
6. Menentukan dimensi struktur.
7. Menganalisis struktur.
8. Menganalisis elemen struktur.
9. Menggambar detail hasil desain.

## 1.7 Bagan Alir Perancangan

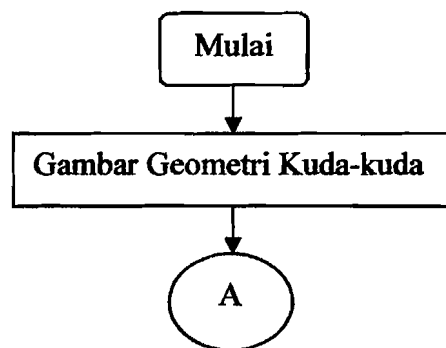
Perancangan suatu struktur bangunan gedung dapat disederhanakan dengan bagan alir sebagai berikut:

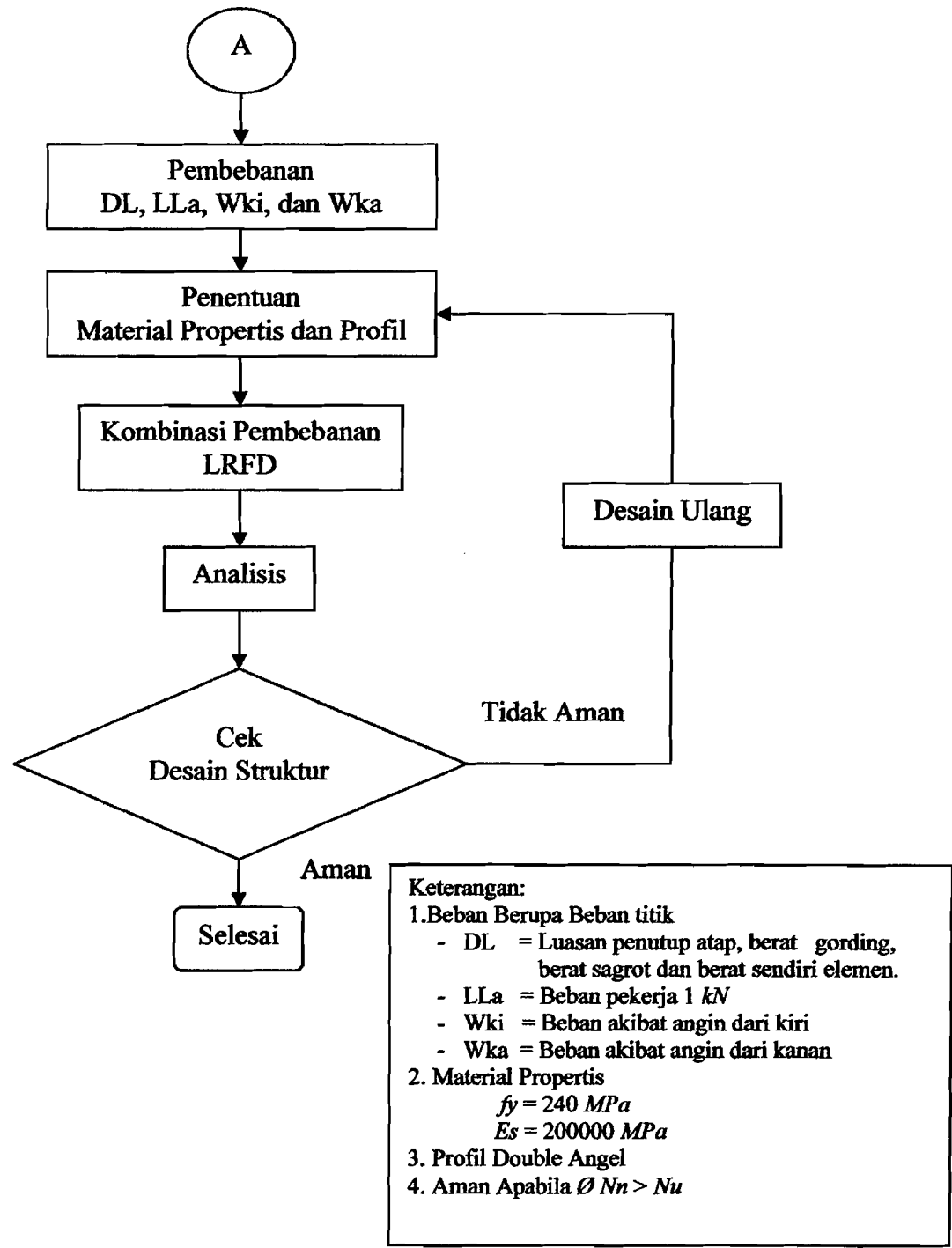




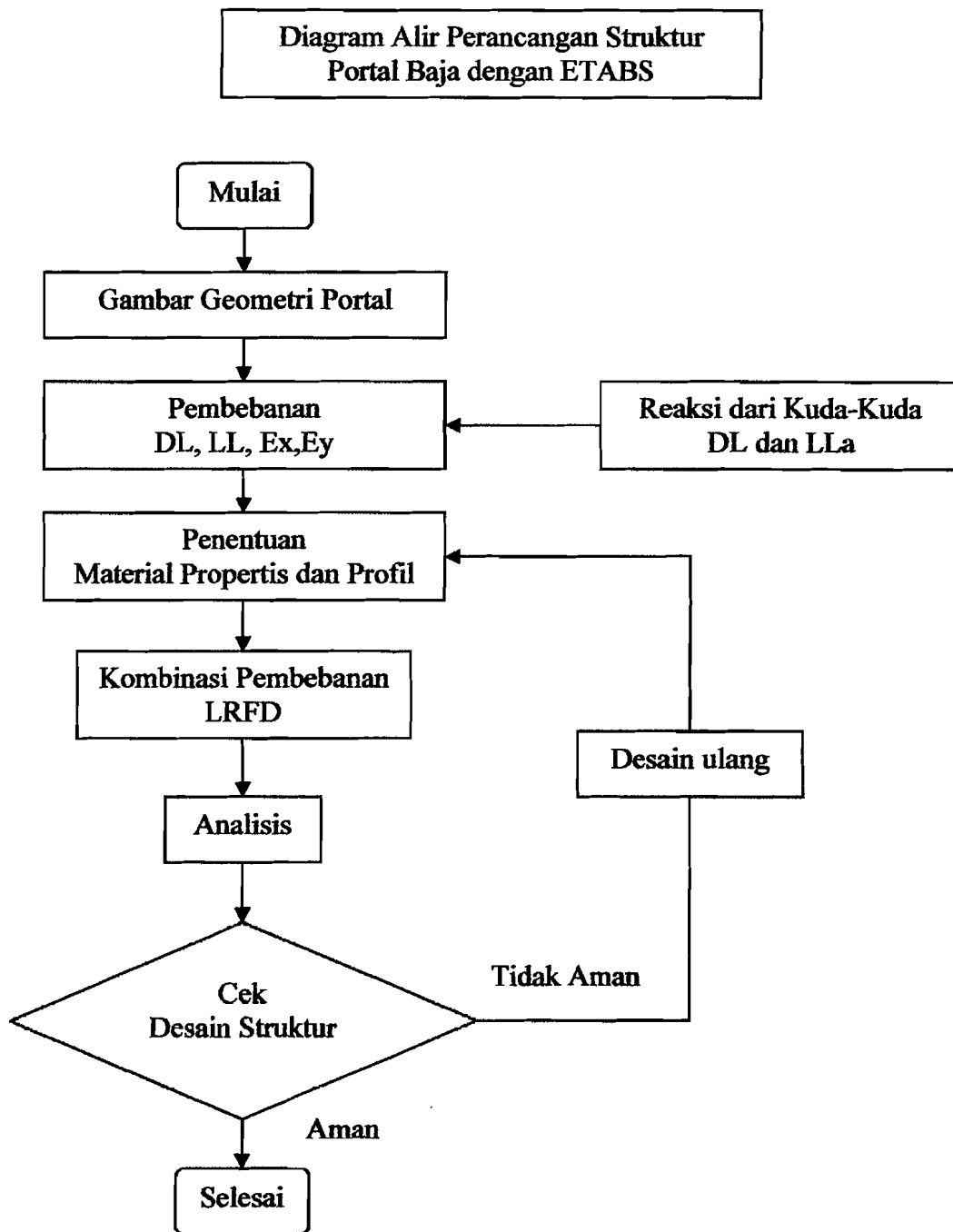
**Gambar 1.2** Bagan Alir Perancangan

**Diagram Alir Perancangan Kuda-kuda Rangka Baja dengan SAP 2000**





Gambar 1.3 Bagan Alir Perancangan Kuda-kuda



**Gambar 1.4** Bagan Alir Perancangan Portal Baja

## 1.8 Dasar-dasar Perencanaan

Peraturan-peraturan/standarisasi yang digunakan dalam perhitungan ulang ini adalah:

1. *Manual of steel Construction "Load and Resistance Factor Design"* dari AISC.
2. Pedoman Perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (SKBI-1.3.53.1987).
3. Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung (SKBI-1.3.53.1987).
4. Pedoman Perencanaan Bangunan Baja Untuk Gedung (SKBI-1.3.55.1987).
5. Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI 1971 N.I-2).
6. Standar Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002).
7. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002).
8. Tata cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T-15-1991-03).

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pendahuluan**

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

#### **2.2 Load and Resistance Factor Design (LRFD)**

*Load and Resistance Factor Design (LRFD)* adalah metode yang digunakan dalam merencanakan struktur berdasarkan pada kekuatan batas, dimana suatu struktur akan berhenti memenuhi fungsi yang diharapkan darinya. (*Salmon and Johnson, 1996*).

### 2.3 Rangka Batang (*Truss*)

Rangka batang adalah konstruksi yang disusun dari batang-batang yang disambung menjadi sudut segi tiga dan sudut banyak yang saling menutup. (*Ir. J.E.DE Vries & Ir A.P.Potma, 1953*).

Suatu rangka batang merupakan suatu struktur yang terdiri dari anggota bagian tipis yang disambungkan bersama pada ujung-ujungnya (*R.C.Hibeller, 1997*).

### 2.4 Pelat

Pelat adalah elemen horizontal struktur yang mendukung beban mati maupun beban hidup dan menyalurkannya ke rangka vertikal dari system struktur (*Sudarmoko, 1996*).

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

Pelat merupakan panel-panel beton bertulang yang mungkin bertulang dua atau satu arah saja, tergantung system strukturnya. Kontinuitas penulangan pelat diteruskan masuk kedalam balok-balok dan diteruskan kedalam kolom. Dengan demikian, sistem pelat secara keseluruhan menjadi satu kesatuan membentuk rangka struktur bangunan kaku statis tak tentu yang sangat kompleks,



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

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

#### **2.4.1 Pelat Satu Arah**

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

#### **2.4.2 Pelat Dua Arah**

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

### **2.5 Balok**

Balok merupakan struktur yang hanya menerima beban-beban yang tegak saja, dan bisa dianalisis dengan lengkap bila diagram geser dan diagram momennya telah didapatkan (*Istimawan, 1994*).

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

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

Balok pada umumnya dipandang sebagai sesuatu batang yang terutama memikul pembebanan gravitasi secara transversal. Istilah pembebanan transversal ini diambil untuk dapat mencakup momen–momen ujung (*C.G. Salmon & J.E.Johnson, 1996*).

Sebuah batang atau konstruksi batang, yang diletakkan mendatar atau boleh dikatakan mendatar dan digunakan untuk mendukung lantai, tembok atau dinding disebut gelagar atau balok (*Ir. J.E.DE Vries & Ir A.P.Potma, 1953*).

## 2.6 Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom meneruskan beban dari elevasi teratas ke elevasi yang lebih rendah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasai. (*Sudarmoko, 1996*).

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

Suatu batang yang ditempatkan secara tegak atau konstruksi batang, yang digunakan untuk menunjang sebuah balok, gelagar atau rusuk disebut kolom (*Ir. J.E.DE Vries & Ir A.P.Potma, 1953*).

Batang-batang lurus yang mengalami tekanan akibat bekerjanya gaya-gaya aksial dikenal dengan sebutan kolom. Sebuah kolom yang sempurna yaitu kolom yang dibuat dari bahan yang bersifat isotropis, bebas dari tegangan-tegangan

samping, dibebani pada pusatnya serta mempunyai bentuk yang lurus, akan mengalami perpindahan yang seragam akibat terjadinya regangan tekan yang seragam pada penampangnya (*R.Amon & B.K.A.Mazumder, 1988*)

## **2.7 Portal**

Portal adalah elemen tipikal yang terdiri dari kolom-kolom vertikal tertopang pin yang memiliki panjang, ukuran dan sebuah balok dukung horisontal terhubung secara tegar. (*R.C.Hibeller, 1997*).

Portal ada dua macam yaitu sebagai berikut:

### **2.7.1 Portal Tak Bergoyang**

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

### **2.7.2 Portal Bergoyang**

Portal bergoyang adalah portal dimana tekuk goyongannya tergantung pada kekuatan lentur balok dan kolom yang disambung secara rigid. (*Salmon & Jhonson, 1996*).

## **2.8 Pondasi**

Pondasi adalah bagian dari suatu system rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh pondasi dan beratnya sendiri kedalam tanah dan batuan yang terletak dibawahnya. (*Bowles, 1991*).

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

## **2.9 Beban Statik Ekivalen**

Beban statik ekivalen adalah representasi dari beban gempa setelah disederhanakan, yaitu penyederhanaan gaya-inersia yang bekerja pada suatu masa dan disederhanakan menjadi beban statik. Kondisi statik artinya, gaya gaya tersebut tetap pada intensitasnya, tetap tempatnya dan tetap arah/garis kerjanya (*Widodo,2001*).

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Pendahuluan**

Suatu bangunan baja harus memiliki kekuatan yang cukup, seperti kekakuan dan ketahanan yang cukup, sehingga dapat berfungsi selama umur layan struktur yang direncanakan. Dalam pendesainan struktur harus memiliki cadangan kekuatan di atas kekuatan yang diperlukan. Hal ini dilakukan untuk menanggung kemungkinan kelebihan beban akibat perubahan fungsi struktur, terlalu rendahnya taksiran atas efek-efek beban.

Metode *Load and Resistance Factor Design* merupakan perencanaan dengan mempertimbangkan kapasitas ultimit, sehingga beban-beban yang terjadi akan dikalikan dengan *over capacity factor*. Kapasitas nominal dari setiap elemen yang telah didesain dikalikan dengan *undercapacity factor*. Filosofi perencanaan dengan metode *Load and Resistance Factor Design* adalah kekuatan lebih besar atau sama dengan kebutuhan kekuatan.

#### **3.2 Beban-Beban Yang Bekerja**

Perencanaan suatu struktur untuk keadaan-keadaan stabil batas, kekuatan batas, dan kemampuan layan batas harus memperhitungkan pengaruh-pengaruh dari aksi-aksi sebagai akibat dari beban-beban berikut ini menurut Pedoman

**Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung:**

1. **Beban mati ( $W_D$ )** ialah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap.
2. **Beban hidup ( $W_L$ )** ialah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung termasuk beban-beban yang berasal dari barang-barang yang berpindah-pindah. Beban hidup menurut Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung 1987 untuk rumah sakit adalah  $250\text{kg/m}^2$
3. **Beban angin ( $W_w$ )** ialah semua beban yang bekerja pada gedung yang disebabkan oleh selisih dari tekanan udara, yang nilainya dikalikan dengan koefisien angin. Koefisien angin untuk perancangan tugas akhir ini menggunakan atap segitiga majemuk dengan kriteria sebagai berikut:
  - Untuk bidang – bidang atap dipihak angin ( $c_1$ )  
 $\alpha < 65^\circ (0,02\alpha - 0,4 ) \dots\dots\dots(3.1)$
  - Untuk semua bidang atap dibelakang angin ( $c_2$ )  
 untuk semua  $\alpha -0,4 \dots\dots\dots(3.2)$

dengan  $c_1$  adalah koefisien angin tiup,  $c_2$  adalah koefisien angin hisap,  $\alpha$  adalah sudut kemiringan atap.
4. **Beban gempa** ialah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa.

### 3.3 Kombinasi Pembebanan

Struktur baja yang direncanakan harus mampu memikul semua kombinasi pembebanan dibawah ini:

$$1,4D \dots \dots \dots (3.3)$$

$$1,2D + 1,6L + 0,5 (L_a \text{ atau } H) \dots \dots \dots (3.4)$$

$$1,2D + 1,6(L_a \text{ atau } H) + (\gamma_L L \text{ atau } 0,8W) \dots \dots \dots (3.5)$$

$$1,2D + 1,3W + \gamma_L L + 0,5 (L_a \text{ atau } H) \dots \dots \dots (3.6)$$

$$1,2D \pm 1,0E + \gamma_L L \dots \dots \dots (3.7)$$

$$0,9D \pm (1,3W \text{ atau } 1,0E) \dots \dots \dots (3.8)$$

Keterangan:

*D* adalah beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan layan tetap.

*L* adalah beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain-lain.

*L<sub>a</sub>* adalah beban hidup di atap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak.

*H* adalah beban hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air.

*W* adalah beban angin.

*E* adalah beban gempa, yang ditentukan menurut SNI 03-1726-1989, atau penggantinya.

dengan:

$$\gamma_L = 0,5 \text{ bila } L < 5 \text{ kPa, dan } \gamma_L = 1 \text{ bila } L \geq 5 \text{ kPa.}$$

Pengecualian: faktor beban untuk  $L$  di dalam kombinasi pembebanan pada persamaan 3.5, 3.6 dan 3.7 harus sama dengan 1,0 untuk garasi parkir, daerah yang digunakan untuk pertemuan umum, dan semua daerah di mana beban hidup lebih besar daripada 5 kPa.

### 3.4 Batas-Batas Lendutan

Batas-batas lendutan untuk keadaan kemampuan-layan batas harus sesuai dengan struktur, fungsi penggunaan, sifat pembebanan, serta elemen-elemen yang didukung oleh struktur tersebut. Batas lendutan maksimum diberikan dalam Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Batas Lendutan Maksimum

Komponen struktur dengan beban tidak terfaktor	Batas
Balok pemikul dinding atau finishing yang getas	$L/360$
Balok biasa	$L/240$

Keterangan:

$L$  adalah panjang bentang, beban tetap adalah beban mati dan beban sementara meliputi beban gempa atau beban angin.

### 3.5 Faktor Reduksi

Dalam perancangan metode *Load and Resistance Factor Design* kekuatan penampang nominal harus dikalikan dengan faktor reduksi pada Tabel 3.2.



**Tabel 3.2 Faktor Reduksi ( $\phi$ ) Untuk Kekuatan Batas**

<b>Kuat rencana untuk</b>	<b>Faktor reduksi</b>
<b>Komponen struktur yang memikul gaya tarik aksial:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Terhadap kuat tarik leleh</li> <li>• Terhadap kuat tarik fraktur</li> </ul>	 <b>0,90</b> <b>0,75</b>
<b>Komponen struktur yang memikul gaya tekan aksial:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuat penampang</li> <li>• Kuat komponen struktur</li> </ul>	 <b>0,85</b> <b>0,85</b>
<b>Komponen struktur yang memikul lentur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Balok</li> <li>• Balok pelat berdinding penuh</li> <li>• Pelat badan yang memikul geser</li> <li>• Pelat badan pada tumpuan</li> <li>• Pengaku</li> </ul>	 <b>0,90</b> <b>0,90</b> <b>0,90</b> <b>0,90</b> <b>0,90</b>
<b>Komponen struktur yang memikul aksi-aksi kombinasi:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuat lentur atau geser</li> <li>• Kuat tarik</li> <li>• Kuat tekan</li> </ul>	 <b>0,90</b> <b>0,90</b> <b>0,85</b>
<b>Komponen struktur komposit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuat tekan</li> <li>• Kuat tumpu beton</li> <li>• Kuat lentur dengan distribusi tegangan plastik</li> <li>• Kuat lentur dengan distribusi tegangan elastik</li> </ul>	 <b>0,85</b> <b>0,60</b> <b>0,85</b> <b>0,90</b>
<b>Sambungan baut:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baut yang memikul geser</li> <li>• Baut yang memikul tarik</li> <li>• Baut yang memikul kombinasi geser dan tarik</li> <li>• Lapis yang memikul tumpu</li> </ul>	 <b>0,75</b> <b>0,75</b> <b>0,75</b> <b>0,75</b>
<b>Sambungan las:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las tumpul penetrasi penuh</li> <li>• Las sudut dan las tumpul penetrasi sebagian</li> <li>• Las pengisi</li> </ul>	 <b>0,90</b> <b>0,75</b> <b>0,75</b>

### 3.6 Gaya dan Momen Rencana

#### 3.6.1 Gaya Geser Rencana Balok

Gaya geser balok lebih ditentukan oleh momen plastis balok ( $M_{pb}$ ) pada kedua ujung balok pada arah berlawanan. Gaya geser balok diambil dari nilai minimum dua persamaan berikut:

$$V_{u1} = 1,2.V_D + 0,5.V_L + \frac{2.\beta.M_p}{L'} \dots\dots\dots(3.9)$$

$$V_{u2} = 1,2.V_D + 0,5.V_L + \mu.V_E \dots\dots\dots(3.10)$$

#### 3.6.2 Momen Rencana Kolom

Perencanaan Kolom didasarkan pada prinsip desain *strong Column and weak beam*, dimana respon struktur ( $M_{u,k}$ ,  $N_{u,k}$  dan  $V_{u,k}$ ) terlebih dahulu dicari berdasarkan kapasitas maksimum profil balok yang digunakan. Momen rencana kolom ( $M_{u,k}$ ) berada pada tiap join balok kolom, yang dihitung berdasarkan besarnya momen plastis yang terjadi pada kedua ujung balok dengan dikalikan faktor pembesaran ( $\beta$ ) sebesar 1,1. (Bruneau, 1998).

1. Menentukan Koefisien distribusi momen kolom akibat beban statik:

$$\alpha_{k,a} = \frac{ME_{k,a}}{ME_{k,a} + ME_{k,b}} \dots\dots\dots(3.11)$$

2. Kapasitas lentur sendi plastis pada kedua ujung balok,

$$M_{pb,k} = 1,1 \cdot f_y \cdot Z_x \dots\dots\dots(3.12)$$

3. Kemudian dihitung nilai momen rencana kolom,  $M_{u,k}$  atas:

$$M_{u,k} = \frac{h_n}{h} \cdot 0,7\omega_d \cdot \alpha_k \cdot \phi_o \cdot \left( \frac{L}{L_{nb}} \cdot M_{pb,ki} + \frac{L}{L_{nb}} \cdot M_{pb,ka} \right) \dots\dots\dots(3.13)$$

Tetapi tidak lebih besar dari:

$$M_{u,k} = 1,2. M_{D,kxa} + 0,5. M_{L,kxa} + \mu. M_{E,kxa} \dots \dots \dots (3.14)$$

### 3.6.3 Gaya Aksial Rencana Kolom

Gaya aksial rencana kolom ( $N_{u,k}$ ) dihitung dengan persamaan

$$N_{u,k} = 0,7. R_v \cdot \left( \frac{M_{pb,ki}}{L'_{ki}} + \frac{M_{pb,ka}}{L'_{ka}} \right) + 1,05. N_{g,k} \dots \dots \dots (3.15)$$

Tetapi tidak lebih besar dari:

$$N_{u,k} = 1,2. N_{D,kxa} + 0,5. N_{L,kxa} + \mu. N_E \dots \dots \dots (3.16)$$

$R_v$  : faktor reduksi =1

### 3.6.4 Gaya Geser Rencana Kolom

Gaya geser rencana kolom:

$$V_{u,k} = \frac{M_{u,k} \text{ bawah} + M_{u,k} \text{ atas}}{h'_k} \dots \dots \dots (3.17)$$

Tetapi tidak lebih besar dari:

$$V_{u,k} = 1,2. V_{D,kxa} + 0,5. V_{L,kxa} + \mu. V_{E,kxa} \dots \dots \dots (3.18)$$

## 3.7 Analisis Tekuk Komponen Struktur

Gaya tekuk elastis komponen struktur ( $N_{cr}$ ) untuk keadaan tertentu ujung-ujungnya yang diberikan oleh suatu rangka pendukung ditetapkan sesuai dengan Butir 3.7.2.

### 3.7.1 Gaya Tekuk Elastis

Gaya tekuk elastis komponen struktur ( $N_{cr}$ ) ditetapkan sebagai berikut:

$$N_{cr} = \frac{A_b \cdot f_y}{\lambda_c^2} \dots \dots \dots (3.19)$$



Untuk penampang yang mempunyai perbandingan lebar terhadap tebalnya lebih besar dari pada nilai  $\lambda$ , analisis kekuatan dan kekuatannya dilakukan secara tersendiri dengan mengacu pada metode-metode analisis yang rasional.

### 3.7.3 Faktor Panjang Tekuk

Nilai faktor panjang tekuk ( $k_c$ ) bergantung pada kekangan rotasi dan translasi pada ujung-ujung komponen struktur. Pada Gambar 3.2(a) untuk komponen struktur tak bergoyang, kekangan translasi ujungnya dianggap tak-hingga. Pada Gambar 3.2(b) untuk komponen struktur bergoyang, kekangan translasinya dianggap nol.

#### 1. Komponen Struktur Dengan Ujung Ideal

Nilai faktor panjang tekuk ( $k_c$ ) yang digunakan untuk komponen struktur dengan ujung-ujung ideal ditunjukkan pada Gambar 3.1.

#### 2. Komponen Struktur Dari Suatu Rangka

Untuk komponen struktur tekan yang merupakan bagian dari suatu rangka bersambungan kaku, nilai faktor panjang tekuk ( $k_c$ ) ditetapkan dari Gambar 3.2(a) untuk komponen struktur tak bergoyang dan dari Gambar 3.2(b) untuk komponen struktur bergoyang. Pada gambar tersebut  $G_a$  dan  $G_b$  adalah perbandingan antara kekakuan komponen struktur dengan tekanan dominan terhadap kekakuan komponen struktur relatif bebas tekan, masing-masing pada ujung A dan ujung B. Nilai  $G$  ditetapkan sesuai Butir 3.7.3-3.

#### 3. Perbandingan Kekakuan Pada Rangka Portal

Nilai  $G$  suatu komponen struktur pada rangka portal dapat ditentukan sebagai berikut:

$$G = \frac{\sum \left(\frac{1}{L}\right)_c}{\sum \left(\frac{1}{L}\right)_b} \dots\dots\dots(3.24)$$

Kecuali bahwa:

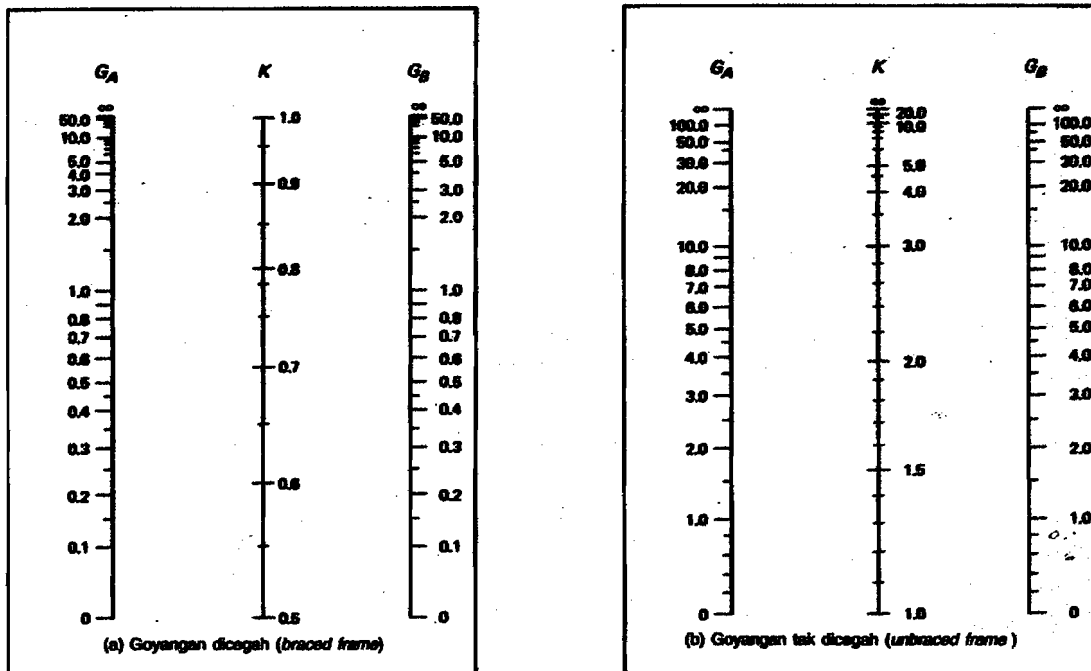
- a. Untuk komponen struktur tekan yang dasarnya tidak terhubung secara kaku pada pondasi, nilai  $G$  tidak boleh diambil kurang dari 10, kecuali bila dilakukan analisis khusus untuk menetapkan nilai  $G$  tersebut.
- b. Untuk komponen struktur tekan yang dasarnya terhubung secara kaku pada pondasi, nilai  $G$  tidak boleh diambil kurang dari 1, kecuali bila dilakukan analisis khusus untuk menetapkan nilai  $G$  tersebut.

4. Komponen Struktur Pada Struktur Segitiga

Panjang efektif ( $L_k$ ) komponen struktur pada suatu struktur segitiga diambil tidak kurang dari panjang teoritisnya ( $L$ ) dari as-ke-as sambungan dengan komponen struktur lainnya, kecuali jika dihitung dengan analisis lainnya yang lebih teliti.

Barik kolom ditunjukkan oleh garis putus-putus	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Harga $K$ teoritik	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Harga dasar yang diberikan bila kondisi ideal hanya	0.65	0.80	1.0	1.2	2.10	2.0
Kode kondisi ujung						

Gambar 3.1 Nilai  $k_c$  Untuk Kolom Dengan Ujung-ujung Yang Ideal



**Gambar 3.2** (a) Nilai  $k_c$  Untuk Komponen Struktur Tak Bergoyang, dan  
(b) Untuk Komponen Struktur Bergoyang

### 3.7.4 Batas Kelangsingan

Untuk batang-batang yang direncanakan terhadap tekan, angka perbandingan kelangsingan  $\lambda = L/r$  dibatasi sebesar 200.

Untuk batang-batang yang direncanakan terhadap tarik, angka perbandingan kelangsingan  $L/r$  dibatasi sebesar 300 untuk batang sekunder dan 240 untuk batang primer. Ketentuan diatas tidak berlaku untuk batang bulat dan tarik. Batang-batang yang ditentukan oleh gaya tarik namun dapat berubah menjadi batang tekan yang tidak dominan pada kombinasi pembebanan yang lain, tidak perlu memenuhi batas kelangsingan batang tekan.

Perbandingan maksimum lebar terhadap tebal dalam lentur untuk elemen tertekan ditentukan dengan persamaan berikut:

- Pada sayap

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} \dots\dots\dots(3.25)$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y (MPa)}} \dots\dots\dots(3.26)$$

$$\lambda_r = \frac{370}{\sqrt{f_y - f_r (MPa)}} \dots\dots\dots(3.27)$$

- pada badan

$$\lambda = \frac{h_c}{t_w} \dots\dots\dots(3.28)$$

$$\lambda_p = \frac{1.680}{\sqrt{f_y (MPa)}} \dots\dots\dots(3.29)$$

$$\lambda_r = \frac{2.550}{\sqrt{f_y (MPa)}} \dots\dots\dots(3.30)$$

### 3.8 Perencanaan Untuk Lentur

Perencanaan lentur terdapat pada perencanaan gording dan balok, komponen struktur yang memikul lentur harus memenuhi ketentuan:

#### 3.8.1 Lentur Terhadap Sumbu Utama Kuat

Suatu komponen struktur yang memikul lentur terhadap sumbu kuat (sumbu- $x$ ), dan dianalisis dengan metode elastis harus memenuhi:

$$M_{ux} \leq \phi \cdot M_n \dots\dots\dots(3.31)$$

Keterangan:

$M_{ux}$  adalah momen lentur terfaktor terhadap sumbu- $x$



$\phi$  adalah faktor reduksi yang nilainya 0,9

$M_n$  adalah kuat nominal dari momen lentur penampang

### 3.8.2 Momen Lentur Terhadap Sumbu Lemah

Suatu komponen struktur yang memikul lentur terhadap sumbu lemah (sumbu-y), dan dianalisis dengan metode elastis harus memenuhi:

$$M_{uy} \leq \phi \cdot M_n \dots\dots\dots (3.32)$$

Keterangan:

$M_{uy}$  adalah momen lentur terfaktor terhadap sumbu-y

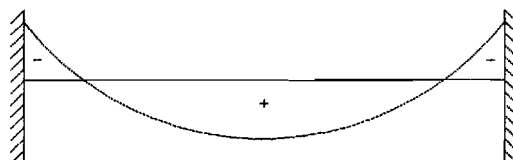
$\phi$  adalah faktor reduksi yang nilainya 0,9

$M_n$  adalah kuat nominal dari momen lentur penampang

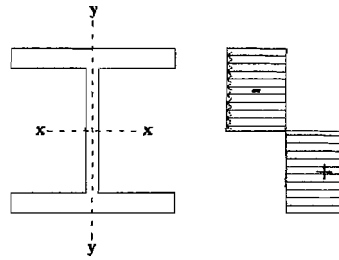
### 3.8.3 Kuat Nominal Lentur Dengan Pengaruh Tekuk Lokal

#### 1. Batasan Momen

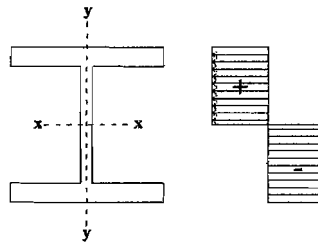
- a. Momen leleh  $M_y$  adalah momen lentur yang menyebabkan penampang mulai mengalami tegangan leleh yaitu diambil sama dengan  $f_y S$  adalah modulus penampang elastis.
- b. Kuat lentur plastis  $M_p$  momen lentur yang menyebabkan seluruh penampang mengalami tegangan leleh harus diambil yang lebih kecil dari  $f_y Z$  atau  $1,5M_y$ , dan  $Z$  adalah modulus penampang plastis.



**Gambar 3.3 Diagram Momen Lentur Balok**



**Gambar 3.4 Diagram Tegangan Plastis pada Daerah Lapangan**



**Gambar 3.5 Diagram Tegangan Plastis pada Daerah Tumpuan**

**2. Penampang Kompak**

Untuk penampang-penampang yang memenuhi  $\lambda \leq \lambda_p$ , kuat lentur nominal penampang adalah,

$$M_n = M_p \dots \dots \dots (3.33)$$

**3. Penampang Tak-kompak**

Untuk penampang yang memenuhi  $\lambda_p < \lambda < \lambda_r$ , kuat lentur nominal penampang ditentukan sebagai berikut:

$$M_n = M_p - (M_p - M_r) \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \dots \dots \dots (3.34)$$

**4. Penampang Langsing**

Untuk pelat sayap yang memenuhi  $\lambda_r \leq \lambda$ , kuat lentur nominal penampang adalah,

$$M_n = M_r (r / \lambda)^2 \dots \dots \dots (3.35)$$

### 3.8.4 Kuat Lentur Nominal Penampang Dengan Pengaruh Tekuk Lateral

#### 1. Batasan Momen

- a. Faktor pengkali  $C_b$  ditentukan oleh

$$C_b = \frac{12,5M_{\max}}{2,5M_{\max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \leq 2,3 \dots \dots \dots (3.36)$$

dengan  $M_{\max}$  adalah momen maksimum pada bentang yang ditinjau serta  $M_A$ ,  $M_B$ , dan  $M_C$  adalah masing-masing momen pada  $\frac{1}{4}$  bentang, tengah bentang dan  $\frac{3}{4}$  bentang komponen struktur yang ditinjau.

- b. Momen kritis  $M_{cr}$  ditentukan dalam tabel 3.3.

**Tabel 3.3 Momen Kritis Untuk Tekuk Lateral**

Profil	$M_{cr}$
Profil-I dan kanal ganda	$C_b \frac{\pi}{L} \sqrt{EI_y GJ + \left(\frac{\pi E}{L}\right)^2 I_y I_w}$
Profil kotak pejal atau berongga	$2C_G E \frac{\sqrt{JA}}{L/r_y}$

#### 2. Pengekang Lateral

Kuat komponen struktur dalam memikul momen lentur tergantung dari panjang bentang antara dua pengekang lateral yang berdekatan,  $L$ . Batas-batas bentang pengekang lateral ditentukan dalam Tabel 3.4.

**Tabel 3.4 Bentang Untuk Pengekang Lateral**

Profil	$L_p$	$L_r$
Profil-I dan Kanal ganda	$1,76r_y \sqrt{\frac{E}{f_y}}$ dengan $r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$ adalah jari-jari girasi terhadap sumbu lemah	$r_y \left[ \frac{X_1}{f_L} \right] \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 \cdot f_L^2}}$ dengan $f_L = f_y - f_r$ $X_1 = \frac{\pi}{S} \sqrt{\frac{EGJA}{2}}$

Lanjutan Tabel 3.4

Profil	$L_p$	$L_r$
		$X_2 = \frac{I_w}{I_y} \left( \frac{S}{GJ} \right)^2 \cdot 4$ <p><math>I_w</math> adalah konstanta puntir lengkung  <math>J</math> adalah konstanta puntir torsi</p>
Profil kotak Pejal atau berongga	$0,13E_r y \frac{\sqrt{JA}}{M_p}$	$2E_r y \frac{\sqrt{JA}}{M_r}$

### 3. Bentang Pendek

Untuk komponen struktur yang memenuhi  $L \leq L_p$  kuat nominal komponen struktur terhadap momen lentur adalah:

$$M_n = M_p \dots \dots \dots (3.37)$$

### 4. Bentang Menengah

Untuk komponen struktur yang memenuhi  $L_p \leq L \leq L_r$  kuat nominal komponen struktur terhadap momen lentur adalah

$$M_n = C_b \left[ M_r + (M_p - M_r) \frac{(L_p - L)}{(L_r - L_p)} \right] \leq M_p \dots \dots \dots (3.38)$$

### 5. Bentang Panjang

Untuk komponen struktur yang memenuhi  $L_r \leq L$ , kuat nominal komponen struktur terhadap lentur adalah

$$M_n = M_{cr} \leq M_p \dots \dots \dots (3.39)$$

## 3.8.5 Kuat Geser Pelat Badan

### 1. Kuat Geser

Pelat geser yang memikul gaya geser perlu ( $V_u$ ) harus memenuhi

$$V_u \leq \phi V_n \dots \dots \dots (3.40)$$

Keterangan:

$\phi$  adalah faktor reduksi sesuai Tabel 3.2

$V_n$  adalah kuat geser nominal pelat badan berdasarkan Butir 3.8.5-2,N.

## 2. Kuat Geser Nominal

Kuat geser nominal ( $V_n$ ) pelat badan harus diambil seperti yang ditentukan dibawah ini:

- a. Jika perbandingan maksimum tinggi terhadap panel  $h/t_w$  memenuhi;

$$(h/t_w) \leq 1,10 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}} \dots\dots\dots (3.41)$$

dengan,

$$k_n = 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2} \dots\dots\dots (3.42)$$

Kuat geser nominal pelat badan harus diambil seperti ditentukan dalam butir 3.8.5-3.

- b. Jika perbandingan maksimum tinggi terhadap tebal panel  $h/t_w$  memenuhi;

$$1,10 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}} \leq (h/t_w) \leq 1,37 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}} \dots\dots\dots (3.43)$$

Kuat geser nominal pelat badan diyentukan butir 3.8.5-4.

- c. Jika perbandingan maksimum tinggi terhadap tebal panel  $h/t_w$  memenuhi;

$$1,37 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}} \leq (h/t_w) \dots\dots\dots (3.44)$$

Kuat geser nominal pelat badan ditentukan dalam Butir 3.8.5-5.

### 3. Kuat Geser

Kuat geser nominal pelat badan harus dihitung sebagai berikut:

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \dots \dots \dots (3.45)$$

dengan  $A_w$  adalah luas kotor pelat badan.

### 4. Kuat Tekuk Geser Elasto-Plastis

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \left[ 1,10 \sqrt{\frac{k_n \cdot E}{f_y}} \right] \frac{1}{(h/t_w)} \dots \dots \dots (3.46a)$$

atau

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \left[ C_v + \frac{(1 - C_v)}{1,15 \sqrt{1 + (a/h)^2}} \right] \dots \dots \dots (3.46b)$$

dengan:

$$C_v = 1,10 \frac{\sqrt{k_n \cdot E / f_y}}{(h/t_w)} \dots \dots \dots (3.47)$$

### 5. Kuat Tekuk Geser Elastis

Kuat tekuk geser elastis adalah sebagai berikut:

$$V_n = \frac{0,9 A_w \cdot k_n \cdot E}{(h/t_w)^2} \dots \dots \dots (3.48a)$$

atau

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \left[ C_v + \frac{(1 - C_v)}{1,15 \sqrt{1 + (a/h)^2}} \right] \dots \dots \dots (3.48b)$$

dengan

$$C_v = 1,5 \frac{k_n \cdot E}{f_y} \frac{1}{(h/t_w)^2} \dots\dots\dots (3.49)$$

### 3.8.6 Interaksi Geser dan Lentur

#### 1. Kuat Geser Pelat Badan Dengan Adanya Momen Lentur

Kuat geser nominal pelat badan dengan adanya momen lentur harus dihitung menggunakan ketentuan Butir 3.8.6-2.

#### 2. Metode Interaksi Geser dan Lentur

Jika momen lentur dianggap dipikul oleh seluruh penampang, maka selain memenuhi Butir 3.8.1 dan 3.8.6-1, balok harus direncanakan untuk memikul kombinasi lentur dan geser yaitu:

$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,375 \dots\dots\dots (3.50)$$

Keterangan:

$V_n$  adalah kuat geser nominal pelat badan akibat geser saja (lihat Butir 3.8.5-2),  $N$

$M_n$  adalah kuat lentur nominal balok (Lihat Butir 3.8.3),  $N\text{-mm}$

### 3.9 Perencanaan Akibat Gaya Tekan

Suatu komponen struktur yang mengalami gaya tekan konsentris akibat beban terfaktor,  $N_u$  harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

$$1. N_u \leq \phi_n N_n$$

Keterangan:

$\phi_n$  adalah faktor reduksi kekuatan (lihat Tabel 3.2)

$N_n$  adalah kuat tekan nominal komponen struktur yang ditentukan berdasarkan Butir 3.7.2 dan 3.9.1

2. - Perbandingan kelangsingan  $< \lambda_r$

- kelangsingan komponen struktur tekan,  $\lambda = \frac{L_k}{r} < 200$

3. Komponen struktur tekan yang elemen penampangnya mempunyai perbandingan lebar terhadap tebal lebih besar dari pada nilai  $\lambda_r$ , harus direncanakan dengan analisis rasional yang dapat diterima.

### Kuat Tekan Rencana Akibat Tekuk Lentur-Torsi

Kuat tekan rencana akibat tekuk lentur-torsi,  $\phi_n N_{nt}$  dari komponen struktur tekan yang terdiri dari siku-ganda atau berbentuk T, dengan elemen-elemen penampangnya mempunyai rasio lebar-tebal,  $\lambda_r$  lebih kecil daripada yang ditentukan, harus memenuhi:

$$N_u \leq \phi_n N_{nt} \dots \dots \dots (3.51)$$

dengan  $\phi_n$  adalah faktor reduksi kekuatan (lihat Tabel 3.2)

$$N_{nt} = A_g f_{ct} \dots \dots \dots (3.52)$$

$$f_{ct} = \left( \frac{f_{cy} + f_{cz}}{2H} \right) \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot f_{cy} \cdot f_{cz} \cdot H}{(f_{cy} + f_{cz})^2}} \right] \dots \dots \dots (3.53)$$

$$\text{dan } f_{cz} = \frac{GJ}{A \bar{r}_o^2} \dots \dots \dots (3.54)$$

dengan

$\bar{r}_o$  adalah jari-jari girasi polar terhadap pusat geser



$$\bar{r}_o^2 = \frac{I_x + I_y}{A} + x_o^2 + y_o^2 \quad (3.55)$$

$$H = 1 - \left( \frac{x_o^2 + y_o^2}{\bar{r}_o^2} \right) \quad (3.56)$$

Keterangan:

$x_o, y_o$  adalah koordinat pusat geser terhadap titik berat,  $x_o = 0$  untuk siku ganda dan profil T (sumbu  $y$ -sumbu simetris)

$f_{cry}$  dihitung sesuai dengan persamaan (3.22), untuk tekuk lentur terhadap sumbu lemah  $y$ - $y$ , dan dengan menggunakan harga  $\lambda_c$ , yang dihitung dengan rumus

$$\text{dan } \lambda_c = \frac{Lk_y}{\pi r_y} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \quad (3.57)$$

dengan  $Lk_y$  adalah panjang tekuk dalam arah sumbu lemah  $y$ - $y$

### 3.10 Perencanaan Akibat Gaya Tarik Aksial

Komponen struktur yang memikul gaya tarik aksial terfaktor  $N_u$  harus memenuhi:

$$N_u \leq \phi N_n \quad (3.58)$$

dengan  $\phi N_n$  adalah kuat tarik rencana yang besarnya diambil sebagai nilai terendah di antara dua perhitungan menggunakan harga-harga  $\phi$  dan  $N_n$  di bawah ini:

$$\phi = 0,9$$

$$N_n = A_g f_y \quad (3.59)$$

dan

$$\phi = 0,75$$

$$N_n = A_e \cdot f_u \dots \dots \dots (3.60)$$

Keterangan:

$A_g$  adalah luas penampang bruto,  $m^2$

$A_e$  adalah luas penampang efektif menurut persamaan (3.61),  $mm^2$

$f_y$  adalah tegangan leleh,  $MPa$

$f_u$  adalah tegangan tarik putus,  $MPa$ .

Luas panampang efektif komponen struktur yang mengalami gaya tarik ditentukan sebagai berikut:

$$A_e = AU \dots \dots \dots (3.61)$$

Keterangan:

$A$  adalah luas penampang menurut Butir 3.10.1 sampai dengan 3.10.4,  $mm^2$ .

$U$  adalah faktor reduksi.

$$= 1 - (x/L) \leq 0,9 \text{ atau } 3.10.3 \text{ dan } 3.10.4.$$

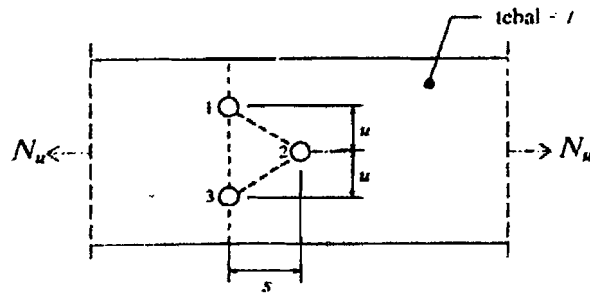
$X$  adalah eksentrisitas sambungan, jarak tegak lurus gaya tarik, antara titik berat penampang komponen yang disambung dengan bidang sambung,  $mm$

$L$  adalah panjang sambungan dalam arah gaya tarik, yaitu jarak antara dua baut yang terjauh pada suataun sambungan atau panjang las dalam arah gaya tarik,  $mm$ .

#### 1. Kasus Gaya Tarik Hanya Disalurkan Oleh Baut

a.  $A = A_{nt}$

Adalah luas penampang neto terkecil antara potongan 1-3 dan potongan 1-2-3.



**Gambar 3.6 Jalur-Jalur Kegagalan Pada Penampang Bersih**

Potongan 1-3  $A_u = A_g - ndt \dots\dots\dots(3.62)$

Potongan 1-2-3  $A_u = A_g - ndt + \sum \frac{s^2}{4u} \dots\dots\dots(3.63)$

Keterangan:

$A_g$  adalah luas penampang bruto,  $mm^2$

$t$  adalah tebal penampang,  $mm$

$d$  adalah diameter lubang,  $mm$

$n$  adalah banyaknya lubang dalam garis potongan

$s$  adalah jarak antara sumbu lubang pada arah sejajar sumbu komponen struktur,  $mm$ .

$u$  adalah jarak antara sumbu lubang pada arah tegak lurus sumbu komponen struktur.

b. Dalam suatu potongan jumlah luas lubang tidak boleh melebihi 15% luas penampang utuh.

## 2. Kasus Gaya Tarik Disalurkan Oleh Las Memanjang

Bila gaya tarik hanya disalurkan oleh pengelasan memanjang ke komponen struktur yang bukan pelat, atau oleh kombinasi pengelasan memanjang atau melintang.

$A = A_g$ , adalah luas penampang bruto komponen struktur,  $mm^2$

### 3. Kasus Gaya Tarik Disalurkan Oleh Las Melintang

Bila gaya tarik hanya disalurkan oleh pengelasan melintang:

$A$  adalah jumlah luas penampang neto yang dihubungkan secara langsung dan  $U = 1,0$ .

### 4. Kasus Gaya Tarik Disalurkan Oleh Las Sepanjang Dua Sisi

Bila gaya tarik disalurkan ke sebuah komponen struktur pelat dengan pengelasan sepanjang kedua sisi pada ujung pelat, dengan  $l \geq w$

$A$  adalah luas pelat

$$\text{untuk } l \geq 2w \quad U = 1,0 \dots\dots\dots (3.64a)$$

$$\text{untuk } 2w > l \geq 1,5w \quad U = 0,87 \dots\dots\dots (3.64b)$$

$$\text{untuk } 1,5w \geq l \geq w \quad U = 0,75 \dots\dots\dots (3.64c)$$

Keterangan:

$l$  adalah panjang pengelasan,  $mm$

$w$  adalah lebar pelat (jarak antar sumbu pengelasan),  $mm$

### 3.11 Komponen Struktur dengan Penampang Simetris Yang Mengalami Momen Lentur dan Gaya Aksial

Komponen struktur yang mengalami momen lentur dan gaya aksial harus direncanakan memenuhi ketentuan sebagai berikut:

untuk  $\frac{N_u}{\phi N_n} \geq 0,2$ :

$$\frac{N_u}{\phi N_n} + \frac{8}{9} \left( \frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b \cdot M_{ny}} \right) \leq 1,0 \dots\dots\dots (3.65a)$$

untuk  $\frac{N_u}{\phi N_n} < 0,2$ :

$$\frac{N_u}{2\phi N_n} + \left( \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1,0 \dots\dots\dots (3.65b)$$

Keterangan:

$N_u$  adalah gaya aksial (tarik atau tekan) terfaktor,  $N$ .

$N_n$  adalah kuat nominal penampang,  $N$ .

$\phi$  adalah faktor reduksi kekuatan sesuai Butir 3.5 untuk gaya tarik aksial, atau sama dengan 0,85 untuk gaya tekan aksial.

$M_{ux}, M_{uy}$  adalah momen lentur terfaktor terhadap sumbu- $x$  dan sumbu- $y$ ,  $N$ - $mm$ .

$M_{nx}, M_{ny}$  adalah kuat nominal lentur penampang terhadap sumbu- $x$  dan sumbu- $y$ ,  $N$ - $mm$ .

$\phi_b = 0,9$  adalah faktor reduksi kuat lentur.

### 3.12 Perencanaan Balok Komposit

#### 3.12.1 Perhitungan Properti Elastis Penampang Komposit

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{f'c} \text{ (MPa)} \dots\dots\dots (3.66)$$

Rasio modular

$$n = \frac{E_s}{E_c} \dots\dots\dots (3.67)$$

Lebar efektif slab beton untuk balok interior merupakan nilai terkecil dari:

$$b_E \leq \frac{1}{4} L \dots\dots\dots (3.68)$$

$$b_E \leq 16 t_s + b_f \dots\dots\dots (3.69)$$

$$b_E \leq b_o \dots \dots \dots (3.70)$$

Lebar sayap beton ekuivalen,  $\frac{b_E}{n} \dots \dots \dots (3.71)$

Luas baja transformasi:

$$A_{tr} = (b_E/n \cdot t_s) + A_s \dots \dots \dots (3.72)$$

Letak garis netral komposit terhadap sisi atas

$$Y_a = \frac{\left( \left( \frac{b_E}{n} t_s \right) 0,5 t_s \right) + (A_s ((0,5 d_s) + t_s))}{\left( \frac{b_E}{n} t_s \right) + A_s} \dots \dots \dots (3.73)$$

$$Y_b = d_s + t_s - Y_a \dots \dots \dots (3.74)$$

Momen inersia penampang komposit

$$I_{tr} = I_{xs} + A_s Y_2^2 + I_{xcr} + A_{cr} Y_1^2 \dots \dots \dots (3.75)$$

### 3.12.2 Pembebanan dan Gaya Dalam Penampang Komposit

Balok anak diasumsikan sebagai balok sederhana sehingga dukungan pada balok anak adalah sendi-rol.

$L_x$  = sisi terpendek

$L_y$  = sisi terpanjang

$$t = 0,5 L_x \dots \dots \dots (3.76)$$

$$t_{eq} = t - \frac{4 t^3}{3 L_y^2} \dots \dots \dots (3.77)$$

$$Q_{D \text{ equiv}} = Q_D \cdot t_{eq} \dots \dots \dots (3.78)$$

$$Q_{L \text{ equiv}} = Q_L \cdot t_{eq} \dots \dots \dots (3.79)$$

$$Q_u = 1,2 Q_D + 1,6 Q_L \dots \dots \dots (3.80)$$

Momen maksimum ultimit

$$M_u = \frac{1}{8} Q_u L^2 \dots\dots\dots (3.81)$$

Gaya geser ultimit

$$V_u = \frac{1}{2} Q_u L \dots\dots\dots (3.82)$$

Gaya geser akibat beban mati

$$V_D = \frac{1}{2} Q_D L \dots\dots\dots (3.83)$$

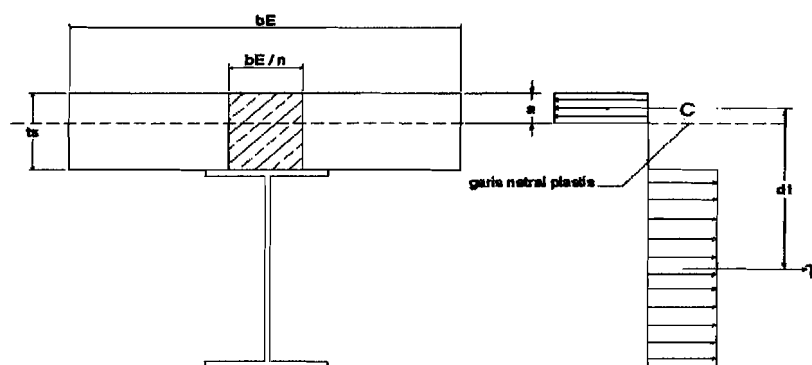
Gaya geser akibat beban hidup

$$V_L = \frac{1}{2} Q_L L \dots\dots\dots (3.84)$$

### 3.12.3 Kapasitas Lentur Nominal Balok Komposit

a. Sumbu netral plastis (PNA) pada slab

Apabila  $a < t_s$ , maka garis netral plastis ada di beton



**Gambar 3.7** Diagram tegangan plastis dengan  $gn$  plastis di beton

$$\text{Gaya desak beton, } C = 0,85 f_c b_E a \dots\dots\dots (3.85)$$

$$\text{Gaya tarik penampang baja, } T = A_s f_y \dots\dots\dots (3.86)$$

Kesetimbangan gaya dalam  $C = T$

$$0,85.f'_c.b_E.a = A_s.f_y$$

Sehingga nilai  $a$  dapat dicari berdasarkan blok tegangan yang terjadi

$$a = \frac{A_s.f_y}{0,85.f'_c.b_e} \dots\dots\dots (3.87)$$

Kapasitas nominal balok komposit

$$M_n = C.d_1 \text{ atau } T.d_1 \dots\dots\dots (3.88)$$

Bila slab tersebut mampu mengembangkan suatu gaya tekan paling tidak sama dengan kekuatan leleh penuh dengan balok bajanya, PNA akan berada dalam slab, situasi yang lazim untuk penampang-penampang yang sepenuhnya komposit. Bila kekuatan nominal dinyatakan dalam bentuk gaya baja akan diperoleh

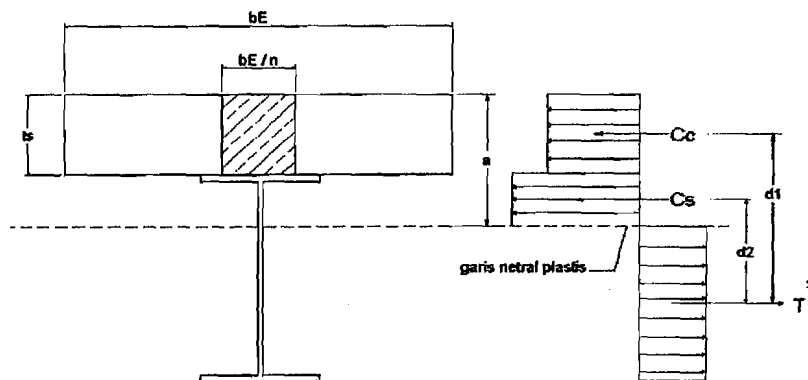
$$M_n = A_s.f_y \left( \frac{d}{2} + t_s - \frac{a}{2} \right) \dots\dots\dots (3.89)$$

Cek kapasitas balok komposit

$$\phi_b M_n \geq M_u \dots\dots\dots (3.90)$$

b. Sumbu netral plastis (PNA) pada slab

Apabila  $a > t_s$ , maka garis netral plastis ada di baja



Gambar 3.8 Diagram tegangan plastis dengan  $gn$  plastis di baja



Gaya tekan beton dalam slab,  $C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot b_E \cdot t_s$ ..... (3.91)

Gaya tarik  $T'$  lebih kecil daripada  $A_s \cdot f_y$  harus sama dengan jumlah gaya-gaya tekan:

$$T' = C_c + C_s \dots\dots\dots (3.92)$$

$$T' = A_s \cdot f_y - C_s \dots\dots\dots (3.93)$$

Maka akan diperoleh:  $C_s = \frac{A_s \cdot f_y - C_c}{2}$  ..... (3.94)

atau

$$C_s = \frac{A_s \cdot f_y - 0,85 \cdot f'_c \cdot b_E \cdot t_s}{2} \dots\dots\dots (3.95)$$

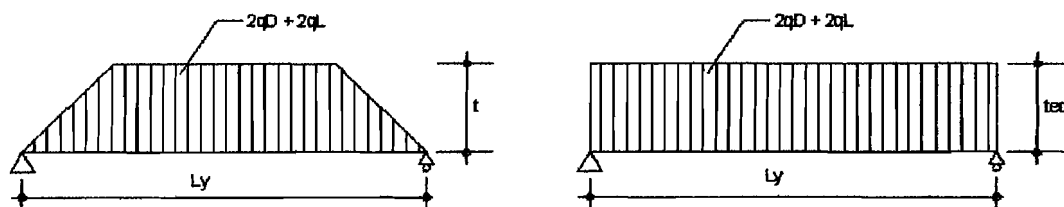
Kapasitas nominal balok komposit

$$M_n = C_c \cdot d_1 + C_s \cdot d_2 \dots\dots\dots (3.96)$$

Cek kapasitas balok komposit dengan persamaan (3.90)

### 3.12.4 Kontrol Terhadap Lendutan

Balok Komposit yang telah didisain harus dikontrol besarnya lendutan yang terjadi. Besarnya lendutan sangat tergantung pada beban-beban yang bekerja pada balok tersebut.



Gambar 3.9 Distribusi Beban Plat

$L_x$  = sisi terpendek dari pelat

$$t = 0,5.L_x \dots\dots\dots (3.97)$$

$$t_{eq} = t - \frac{4.t^3}{3.L_y^2} \dots\dots\dots (3.98)$$

$$q_D = t_{eq}.Q_D \dots\dots\dots (3.99)$$

$$q_L = t_{eq}.Q_L \dots\dots\dots (3.100)$$

$$q_{total} = 2q_D + 2q_L + q_s \dots\dots\dots (3.101)$$

Lendutan yang terjadi pada balok komposit

1. Apabila pada pelaksanaan terdapat dukungan

$$\Delta_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{total}.L^4}{E_s.I_{kom}} < \frac{L}{360} \dots\dots\dots (3.102)$$

2. Apabila pada pelaksanaan tanpa dukungan

$$q_{matl} = q_D + q_s \dots\dots\dots (3.103)$$

$$\Delta_{baja} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{matl}.L^4}{E_s.I_s} \dots\dots\dots (3.104)$$

$$\Delta_{Kmp} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_L.L^4}{E_s.I_{Kom}} \dots\dots\dots (3.105)$$

$$\Delta_{max} = \Delta_{baja} + \Delta_{Kmp} < \frac{L}{360} \dots\dots\dots (3.106)$$

### 3.12.5 Perencanaan Konektor Geser

Untuk menjamin kinerja penampang komposit menjadi sangat efektif, maka di antara profil baja dan beton (pelat) dipasang baut penghubung geser (*shear conector*).

Gaya geser horizontal yang terjadi antara beton dan baja ( $V_n$ ) merupakan nilai terkecil dari persamaan (3.107a) dan (3.107b),



$$V_n = 0,85 \cdot f'_c \cdot b_E \cdot t_s \dots\dots\dots (3.107a)$$

$$V_n = A_s \cdot f_y \dots\dots\dots (3.107b)$$

Kuat nominal satu penghubung geser jenis paku yang ditanam di dalam pelat beton massif adalah:

$$Q_n = 0,5 \cdot A_{sc} \cdot \sqrt{f'_c \cdot E_c} \leq A_{sc} \cdot f_u \dots\dots\dots (3.108)$$

Jumlah stud geser yang dibutuhkan untuk setengah bentang balok:

$$n = \frac{V_n}{Q_n} \dots\dots\dots (3.109)$$

Untuk pengecekan kapasitas geser balok anak dapat dicari dengan persamaan (3.40) sampai (3.45).

### 3.13 Perencanaan Sambungan

#### 3.13.1 Perencanaan Sambungan Baut

Suatu baut yang memikul gaya terfaktor,  $R_u$ , harus memenuhi

$$R_u \leq \phi R_n \dots\dots\dots (3.110)$$

Keterangan:

$\phi$  adalah faktor reduksi kekuatan.

$R_n$  adalah kuat nominal baut.

#### 1. Baut Dalam Geser

Kuat geser rencana dari suatu baut dihitung sebagai berikut:

$$V_d = \phi_f \cdot V_n = \phi_f \cdot r_1 \cdot f_u^b \cdot A_b \dots\dots\dots (3.111)$$

Keterangan:

$r_1 = 0,5$  untuk baut tanpa ulir pada bidang geser

$r_1 = 0,4$  untuk baut dengan ulir pada bidang geser

$\phi_f = 0,75$  adalah faktor reduksi kekuatan untuk fraktur

$f_u^b$  adalah tegangan tarik putus baut (MPa)

$A_b$  adalah luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir ( $mm^2$ ).

Kuat geser nominal baut yang mempunyai beberapa bidang geser (bidang geser majemuk) adalah jumlah kekuatan masing-masing yang dihitung untuk setiap bidang geser.

## 2. Baut Yang Memikul Gaya Tarik

Kuat tarik rencana satu baut dihitung sebagai berikut:

$$T_d = \phi_f T_n = \phi_f \cdot 0,75 \cdot f_u^b \cdot A_b \dots\dots\dots (3.112)$$

Keterangan:

$\phi_f = 0,75$  adalah faktor reduksi kekuatan untuk fraktur

$f_u^b$  adalah tegangan tarik putus baut (MPa)

$A_b$  adalah luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir ( $mm^2$ ).

## 3. Baut Pada Sambungan Tipe Tumpu Yang Memikul Kombinasi Geser dan Tarik

Baut yang memikul gaya geser terfaktor,  $V_u$  dan gaya tarik terfaktor,  $T_u$ , secara bersamaan harus memenuhi kedua persyaratan berikut:

$$f_{uv} = \frac{V_u}{vA_b} \leq r_1 \phi_f f_u^b m \dots\dots\dots (3.113)$$

$$T_d = \phi_f T_n = \phi_f f_t A_b \geq \frac{T_u}{n} \dots\dots\dots (3.114)$$

$$f_1 \leq f_1 - r_2 f_{uv} \leq f_2 \dots\dots\dots (3.115)$$

Keterangan:

$\phi_f = 0,75$  adalah faktor reduksi kekuatan untuk fraktur

$n$  adalah jumlah baut

$m$  adalah jumlah bidang geser

untuk baut mutu tinggi;

$$f_1 = 807 \text{ Mpa}, f_2 = 621 \text{ Mpa},$$

$r_2 = 1,9$  untuk baut dengan ulir pada bidang geser,

$r_2 = 1,5$  untuk baut tanpa ulir pada bidang geser,

untuk baut mutu normal;

$$f_1 = 410 \text{ Mpa}, f_2 = 310 \text{ Mpa},$$

$$r_2 = 1,9$$

#### 4. Kuat Tumpu

Kuat tumpu rencana bergantung pada yang terlemah dari baut atau komponen pelat yang disambung. Apabila jarak lubang tepi terdekat dengan sisi pelat dalam arah kerja gaya lebih besar daripada 1,5 kali diameter lubang, jarak antar lubang lebih besar daripada 3 kali diameter lubang, dan ada lebih dari satu baut dalam arah kerja gaya, maka kuat rencana tumpu dapat dihitung sebagai berikut:

$$R_d = \phi_f R_n = 2,4 \cdot \phi_f d_b t_p f_u \dots \dots \dots (3.116)$$

Keterangan:

$\phi_f = 0,75$  adalah faktor reduksi kekuatan untuk fraktur,

$d_b$  adalah diameter baut nominal pada daerah tak berulir ( $mm$ ),

$t_p$  adalah tebal pelat ( $mm$ ),

$f_u$  adalah tegangan tarik putus yang terendah dari baut atau pelat (*MPa*).

### 5. Tata Letak Baut

Tata letak baut harus memenuhi persyaratan:

- Jarak antar pusat baut tidak boleh kurang dari 3 kali diameter nominal baut.
- Jarak antar pusat pengencang tidak boleh melebihi  $15t_p$  ( $t_p$  = tebal lapis tertipis di dalam sambungan).
- Jarak tepi minimum:  $1,75d_b$  (tepi dipotong dengan tangan),  $1,50d_b$  (tepi dipotong dengan mesin) dan  $1,25d_b$  (tepi profil bukan hasil potongan) dengan  $d_b$  adalah diameter nominal baut pada daerah tak berulir.
- Jarak tepi maksimum: 12 kali tebal pelat lapis luar tertipis dalam sambungan dan 150 mm.

### 3.13.2 Perencanaan Las

#### 1. Kuat Las Sudut

Las Sudut yang memikul gaya terfaktor per satuan panjang las,  $R_u$ , harus memenuhi:

$$R_u \leq \phi R_{nw}$$

dengan

$$\phi_f R_{nw} = 0,75 \cdot t_e (0,6 \cdot f_{uw}) \text{ (las)} \dots \dots \dots (3.117a)$$

$$\phi_f R_{nw} = 0,75 \cdot t_e (0,6 \cdot f_u) \text{ (bahan dasar)} \dots \dots \dots (3.117b)$$

dengan  $\phi_f = 0,75$  faktor reduksi kekuatan saat fraktur

Keterangan:

$f_{uw}$  adalah tegangan tarik putus logam las, *MPa*.

$f_u$  adalah tegangan tarik putus bahan dasar, *MPa*.

$t_i$  adalah tebal rencana las, *mm*.

## 2. Ukuran Minimum Las Sudut

Ukuran minimum las sudut, selain dari las sudut yang digunakan untuk memperkuat las tumpul, ditetapkan sesuai dengan Tabel 3.5 kecuali bila ukuran las tidak boleh melebihi tebal bagian yang tertipis dalam sambungan.

**Tabel.3.5** Ukuran Minimum Las Sudut

Tebal bagian paling tebal, $t$ ( <i>mm</i> )	Tebal minimum las sudut, $t_w$ ( <i>mm</i> )
$t \leq 7$	3
$7 < t \leq 10$	4
$10 < t \leq 15$	5
$15 < t$	6

## 3. Ukuran Maksimum Las Sudut Sepanjang Tepi

Ukuran maksimum las sudut sepanjang tepi kolom yang disambung adalah:

- a. Untuk komponen dengan tebal kurang dari 6,4 *mm*, diambil setebal komponen.
- b. Ukuran komponen dengan tebal 6,4 *mm* atau lebih, diambil 1,6 *mm* kurang dari tebal komponen kecuali jika dirancang agar memperoleh tebal rencana las tertentu.

## 4. Panjang Efektif

Panjang efektif las sudut adalah seluruh panjang las sudut berukuran penuh. Panjang efektif las sudut paling tidak harus 4 kali ukuran las; jika kurang, maka ukuran las untuk perencanaan harus dianggap sebesar 0,25 dikali panjang efektif. Persyaratan panjang minimum berlaku juga pada sambungan pelat yang

bertumpuk (lap). Setiap segmen las sudut yang tidak menerus (selang-seling) harus mempunyai panjang efektif tidak kurang dari 40 mm dan 4 kali ukuran nominal las.

### 5. Luas Efektif

Luas efektif las sudut adalah perkalian panjang efektif dan tebal rencana las

#### 3.13.3 Perencanaan Sambungan Kolom

Sambungan kolom dilakukan karena adanya keterbatasan panjang profil yang tersedia dan perbedaan profil yang dipakai. Dalam perencanaanya sambungan dibagi menjadi dua, yaitu sambungan sayap dan sambungan badan.

Sambungan sayap merupakan sambungan yang berada pada sayap kolom. Gaya pada sayap kolom diperoleh melalui persamaan (3.113 )

$$N_{uf} = \frac{M_{u,k}}{0,95 \cdot d} \dots\dots\dots (3.118)$$

Dimana  $N_{uf}$  gaya pada tiap sayap kolom.  $M_{u,k}$  adalah momen kolom dan  $d$  merupakan tinggi profil kolom. Jumlah baut minimum yang diperlukan pada sambungan diperoleh melalui persamaan (3.112).

$$n = \frac{N_{uf}}{\phi R_n} \dots\dots\dots (3.119)$$

Setelah jumlah baut diketahui, maka langkah selanjutnya adalah mendisain pelat sambung. Luas tampang dan tebal pelat sambung dapat dicari melalui persamaan (3.114) dan (3.115).

$$A_g = \frac{N_{uf}}{2,09 f_y} \dots\dots\dots (3.120)$$



$$t_{\min} = \frac{A_g}{\text{lebar plat}} \dots\dots\dots(3.121)$$

Kemudian kontrol kekuatan pelat sambung dengan persamaan (3.115).

$$\phi R_n = \phi \cdot f_u \cdot A_{nt} \dots\dots\dots(3.122)$$

Kuat tumpu pelat sambung dapat digunakan persamaan (3.111).

Sambungan badan merupakan sambungan yang berada pada badan kolom. Gaya pada badan kolom diperoleh melalui persamaan (3.117).

$$N_{uw} = \frac{N_{uk} \cdot A_w}{A} \dots\dots\dots(3.123)$$

### 3.13.4 Perencanaan Sambungan Balok-Kolom

Perencanaan sambungan balok ke kolom didasarkan momen lentur dan gaya geser pada balok. Momen pada balok akan didistribusikan menjadi tegangan tarik dan tekan pada sambungan.

1. Menentukan jumlah baut untuk menahan gaya tarik terfaktor maksimum  $N_u$  dari momen lentur dari kuat desain maksimum balok.

$$N_{u \text{ maks}} = \frac{\phi_b \cdot M_n}{d - t_{fb}} \dots\dots\dots(3.124)$$

Untuk baut  $\phi = 24 \text{ mm}$  (A325-X) kuat desain dalam tarik diperoleh dari persamaan (3.108).

Jumlah baut dapat ditentukan dari persamaan di atas ini:

$$\text{Jumlah baut} = \frac{N_u}{\phi \cdot R_n} \text{ (baut untuk tarik)} \dots\dots\dots(3.125)$$

$$\text{Jumlah baut} = \frac{V_u}{\phi \cdot R_n} \text{ (baut untuk geser) ..... (3.126)}$$

## 2. Estimasi Tebal Pelat

$$b' = s - \frac{1}{2} \cdot d \text{ ..... (3.127)}$$

$$t_p = \sqrt{\frac{4,44 \cdot T \cdot b'}{w \cdot f_y \cdot (1 + \alpha \cdot \delta)}} \text{ ..... (3.128)}$$

## 3. Menentukan Ukuran Las Yang Digunakan

$$\text{Las} = \phi \cdot R_{n,w} \text{ perlu ..... (3.129)}$$

Dari tabel 5.14.2 *Salmon & Johnson*-Struktur Baja desain dan perilaku ukuran las  $\phi \cdot R_{n,w}$  (Kip/In) harus lebih besar  $\phi \cdot R_{n,w}$  perlu (Kip/In).

## 4. Periksa Kombinasi Geser dan Tarik

Tegangan yang diakibatkan oleh gaya geser

$$f_{uv} = \frac{V_u}{A_b} \text{ ..... (3.130)}$$

Untuk baut *A325-X* adalah

$$f'_{ut} = 590 - 1,4 \cdot f_{uv} < 470 \text{ MPa ..... (3.131)}$$

## 5. Perencanaan Daerah Panel Zone

### 1) Pelat Pengaku (*stiffener*):

Akibat transfer momen lentur ke sayap kolom menimbulkan gaya aksial  $N_{bf}$  tarik atau tekan pada sayap kolom. Untuk menghindari robeknya las antara sayap kolom dan *flange plate* maka harus dipenuhi persamaan di bawah ini:

$$\phi N_n \geq N_{bf} \text{ ..... (3.132)}$$

Nilai kapasitas beban terfaktor,  $N_{bf}$  akibat *strain hardening*:

$$N_{bf} = 1,8 \cdot b_f \cdot t_f \cdot f_y \dots \dots \dots (3.133)$$

Pelelehan sayap lokal (*Local flange bending*):

$$\phi N_n = \phi 6,25 \cdot t_{fc}^2 \cdot f_{yc} \dots \dots \dots (3.134)$$

Pelelehan badan lokal (*Local Web Yielding*):

$$\phi N_n = \phi \cdot (5k + t_{fb}) \cdot f_{yc} \cdot t_{wc} \dots \dots \dots (3.135)$$

Pelipatan pelat badan (*Web Crippling*):

$$\phi N_n = \phi 135 \cdot t_{wc}^2 \left[ 1 + 3 \left( \frac{t_{fb}}{d_c} \right) \left( \frac{t_{wc}}{t_{fc}} \right)^{1,5} \right] \sqrt{\frac{f_{yc} \cdot t_{fc}}{t_{wc}}} \dots \dots \dots (3.136)$$

Tekuk tekan dari pelat badan (*Compression Buckling of The Web*):

$$\phi N_N = \frac{\phi 4100 \cdot t_{wc}^3 \sqrt{f_{yc}}}{d'_c} \dots \dots \dots (3.137)$$

Luas pengaku pelat adalah :

$$A_{sl\ perlu} = \frac{N_{bf} - \phi f_{yc} (t_{fb} + 5k) t_{wc}}{\phi f_{yst}} \dots \dots \dots (3.138)$$

Lebar pengaku minimum adalah:

$$b_{sl\ minimum} \geq \frac{b_{fb}}{3} - \frac{t_{wc}}{2} \dots \dots \dots (3.139)$$

Tebal pengaku minimum adalah:

$$t_s\ minimum = \frac{t_{fb}}{2} \dots \dots \dots (3.140)$$

Karena pengaku harus berpartisipasi dengan pelat badan kolom dan bekerja seperti halnya kolom dalam menahan pelipatan pelat badan. Maka  $\lambda$  tidak

boleh melampaui  $\lambda_r$  untuk pengaku sebagai suatu elemen tekan tanpa perkuatan,

Periksa kekuatan kolom dari pengaku yang bekerja dalam kombinasi dengan panjang pelat badan yang sama  $25t_{wc}$

$$\phi_c N_n = A_g(\phi f_{cr}) \dots\dots\dots(3.141)$$

2) Menentukan Gaya Geser pada Panel Zone

Terdapat balok pada kolom maka gaya geser pada kolom adalah:

$$V_c = \frac{M_{p1} \left[ \frac{L_1}{L_{m1}} \right]}{h} \dots\dots\dots(3.142)$$

3) Gaya geser pada *Panel Zone* :

$$V_u = \frac{M_{p1}}{0,95d_{b1}} + \frac{M_{p2}}{0,95d_{b2}} - V_c \dots\dots\dots(3.143)$$

4) Kuat geser daerah *panel zone*:

Untuk  $N_u \leq 0,75 N_y = f_y A$  maka :

$$V_n = \phi 0,6 f_y d_c t_w \left( 1 + \frac{3 b_f t_f^2}{d_b d_c t_w} \right) \dots\dots\dots(3.144)$$

Untuk  $N_u > 0,75 N_y = f_y A$  maka :

$$V_n = \phi 0,6 f_y d_c t_w \left( 1 + \frac{3 b_f t_f^2}{d_b d_c t_w} \right) \left( 1,9 - \frac{1,2 N_u}{N_y} \right) \dots\dots\dots(3.145)$$

5) Sambungan pelat ke kolom:

$$a_{\text{efektif maksimum}} = \frac{0,9 f_y t_s}{2(0,707)0,75(0,60 F_{EXX})_s} \dots\dots\dots(3.146)$$

Gaya terfaktor maksimum yang akan ditahan oleh pengaku adalah:

$$\text{Gaya} = \phi A_{st} f_{yst} \dots\dots\dots(3.147)$$

Dari tabel 5.14.3, *Salmon & Johnson*, struktur baja desain dan perilaku las memberikan  $\phi R_{nw}$  (*kips/inc*). Gunakan las fillet, atas dan bawah, pada pelat tekan maupun tarik dimana pelat-pelat ini menumpu pada flens-flens kolom. Sepanjang badan kolom, las fillet diperlukan hanya pada satu sisi pelat saja.

### 3.13.5 Perencanaan Sambungan Balok Anak dengan Balok Induk

#### 1. Perencanaan Plat Sambung

Kuat geser satu baut adalah

$$\phi \cdot R_n = \phi \cdot (0,6 \cdot f_u^b) \cdot m \cdot A_b \dots\dots\dots(3.148)$$

$$\text{Jumlah baut } n = \frac{V_u}{\phi \cdot R_n} \dots\dots\dots(3.149)$$

$$t \geq \frac{V}{\phi \cdot f_u \cdot \text{jarakujung}} \dots\dots\dots(3.150)$$

Apabila  $f_u \cdot A_{nt} > 0,6 \cdot f_u \cdot A_{ns}$ ,

$$R_n = 0,6 f_y A_{vg} + f_u A_{nt} \dots\dots\dots(3.151a)$$

atau apabila  $f_u \cdot A_{nt} < 0,6 \cdot f_u \cdot A_{ns}$ ,

$$R_n = 0,6 f_u A_{ns} + f_y A_{tg} \dots\dots\dots(3.151b)$$

$A_{vg}$  = luas *bruto* yang mengalami pelelehan geser

$A_{tg}$  = luas *bruto* yang mengalami pelelehan tarik

$A_{ns}$  = luas *netto* yang mengalami retakan geser

$A_{nt}$  = luas *netto* yang mengalami retakan tarik

## 2. Menentukan Panjang Las

$$t_e = 0,707 \cdot a \dots\dots\dots(3.152)$$

kekuatan las berdasarkan leleh tarik dapat dicari dari persamaan (3.111a)

Panjang las yang dibutuhkan:

$$P_{las} = \frac{V_u}{\phi \cdot R_{nw}} \dots\dots\dots(3.153)$$

### 3.13.6 Perencanaan Sambungan Balok Induk

Sambungan Balok dengan balok dilakukan karena adanya keterbatasan panjang profil yang tersedia.

1. Kekuatan desain maksimum  $\phi M_n$  dan  $\phi V_n$  dari balok dapat dicari dari persamaan (3.33) dan (3.45)

Meskipun *LRFD* tidak mensyaratkan suatu proporsi minimum dari kekuatan yang harus dikembangkan oleh suatu *splice*, sangatlah bijaksana untuk mendesain *splice* dalam proporsi utama kekuatan batang.

2. Pelat badan, pelat badan harus menahan semua gaya geser. Kekuatan desain  $\phi R_n$  untuk baut dalam geser ganda adalah

$$\phi \cdot R_n = \phi \cdot (0,6 \cdot f_u^b) \cdot m \cdot A_b \dots\dots\dots(3.154)$$

Tebal pelat badan yang diperlukan untuk mencegah keruntuhan geser sepanjang penampang bersih adalah:

$$A_{ns\ perlu} = \frac{V_u}{\phi \cdot (0,6 \cdot f_u)} \dots\dots\dots(3.155)$$

3. Pelat *flens*, pelat *splice* didesain sebagai batang-batang tarik. Lebar pelat dibuat lebih kecil dari lebar *flens* balok.

$$\text{Gaya flens} = \frac{M_u}{\text{lengan}} = \frac{M_u}{d + est.t} \dots\dots\dots (3.156)$$

$$\phi.N_n = \phi.A_g.f_y \text{ pelepasan pelat splice } (\phi = 0,9)$$

$$\phi.N_n = \phi.A_n.f_u \text{ patah pelat splice } (\phi = 0,9)$$

$$A_n \leq 0,85 . A_g$$

$$A_g \text{ perlu} = \frac{N_u}{\phi.f_y} \dots\dots\dots (3.157)$$

$$A_n \text{ perlu} = \frac{N_u}{\phi.f_u} \dots\dots\dots (3.158)$$

$$A_g \text{ min} = \frac{A_n \text{ perlu}}{0,85} \dots\dots\dots (3.159)$$

4. Baut– baut flens, baut–baut berada dalam kondisi geser tunggal,

$$\text{jumlahbaut} = \frac{N_u}{\phi.R_n} \dots\dots\dots (3.160)$$

5. Baut–baut badan. Hitung momen yang ditahan oleh pelat badan ketika  $f_y$  telah dicapai dipusat dari pelat flens tarik

$$\phi.M_n = \phi \left( \frac{td^2}{6} \right) . f_y = \dots\dots\dots (3.161)$$

Kuat tumpu badan dapat dicari dari persamaan (3.110). Suatu pendekatan konservatif adalah dengan menentukan gaya pada baut–baut badan yang didekat flens dengan menggunakan metode vektor elastis

$$\Sigma x^2 + \Sigma y^2 \dots\dots\dots (3.162)$$

$$R_{ux} = \frac{M_u y}{\Sigma x^2 + \Sigma y^2} \dots\dots\dots (3.163)$$

$$R_{wy} = \frac{M_{ux}}{\sum x^2 + \sum y^2} \dots\dots\dots(3.164)$$

$$R_{uv} = \frac{V_u}{n} \dots\dots\dots(3.165)$$

$$R_u = \sqrt{(R_{uv} + R_{ux})^2 + R_{ux}^2} \dots\dots\dots(3.166)$$

### 3.14 Perencanaan Pelat Beton

#### 3.14.1 Perencanaan Pelat Beton Satu Arah

##### 1. Menentukan tebal minimum pelat beton

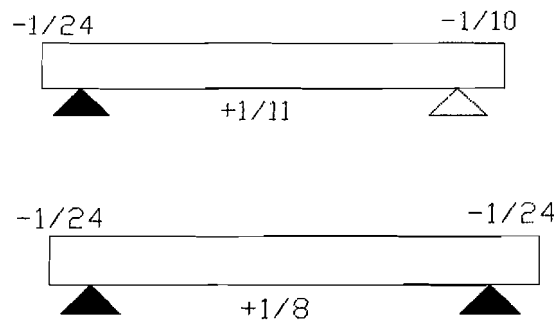
Tebal pelat lantai minimum adalah 120 mm, untuk atap tebal minimumnya adalah 100 mm. Tebal terlentur satu arah tergantung besar momen lentur, defleksi dan kuat geser yang dituntut. SK-SNI memberikan tebal minimum pelat satu arah yang dikaitkan dengan bentang pelat, beton normal ( $W_c = 23 \text{ kN/m}^3$ ) dan baja BJTD-40,sbb:

- $L/20 \rightarrow$  dua tumpuan
- $L/24 \rightarrow$  satu ujung menerus
- $L/28 \rightarrow$  kedua ujung menerus
- $L/10 \rightarrow$  Kantilever
- Jika mutu baja bukan BJTD-40, dikalikan faktor :  $\left[ 0,4 + \frac{f_y}{700} \right]$
- Sedang untuk beton ringan dikalikan faktor :  $(1,65-0,005.W_c)$



## 2. Menentukan momen lentur pelat yang terjadi

Perencanaan dan analisis dilakukan dengan menggunakan konsep cara pendekatan untuk menghitung momen dan geser sesuai dengan SK SNI T-15-1991-03 yaitu sebagai berikut :



Besar momen lentur adalah :

$$W_u = 1,2.W_D + 1,6.W_L \dots \dots \dots (3.167)$$

$$\text{Momen} = \text{Koefisien} \cdot W_u \cdot L^2 \dots \dots \dots (3.168)$$

## 3. Menentukan tinggi manfaat (d)

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \dots \dots \dots (3.169)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b \dots \dots \dots (3.170)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \dots \dots \dots (3.171)$$

Untuk  $f'_c \leq 30$  MPa maka  $\beta_1 = 0,85$

Untuk  $f'_c > 30$  MPa maka  $\beta_1 = 0,85 - 0,008 \cdot (f'_c - 30) \geq 0,65$

Tinggi manfaat untuk pelat satu arah adalah sebagai berikut:

$$d = h - p_b - \frac{1}{2} \cdot \phi_{tulc}$$

4. Menentukan Gaya geser ( $V_n$ )

$$V_u = 1,15 \cdot \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot L \dots \dots \dots (3.172)$$

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot L \dots \dots \dots (3.173)$$

Cek Kuat geser:

$$\phi V_n = \phi(1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d) > V_u \dots \dots \dots (3.174)$$

5. Menentukan luas tulangan ( $A_s$ )

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} \dots \dots \dots (3.175)$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} \dots \dots \dots (3.176)$$

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \dots \dots \dots (3.177)$$

Jika  $\rho_{ada} > \rho_{maks}$   $\longrightarrow$  tebal minimum ( $h$ ) harus diperbesar

Jika  $\rho_{min} < \rho_{ada} < \rho_{maks}$   $\longrightarrow$  dipakai nilai:  $\rho_{pakai} = \rho_{ada}$

Jika  $\rho_{ada} < \rho_{min} < \rho_{maks}$  dan:

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

$1,33 \rho_{ada} < \rho_{min}$   $\longrightarrow$  dipakai nilai:  $\rho_{perlu} = 1,33 \rho_{ada}$

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

$$A_{s_{perlu}} = \rho_{perlu} \cdot b \cdot d \geq A_s \text{ bagi/susut} \dots \dots \dots (3.178)$$

Untuk menjaga terhadap susut harus dipenhi:  $A_s \geq A_{sst}$  dimana luas tulangan susut

minimum:

- BJTD-30  $\rightarrow A_{sst} = 0,002 \cdot b \cdot h$
- BJTD-40  $\rightarrow A_{sst} = 0,0018 \cdot b \cdot h$

- BJTD > 40  $\rightarrow A_{sst} = 0,0018 \cdot b \cdot h \cdot \frac{400}{f_y} > 0,0014 \cdot b \cdot h$

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

Jarak antar tulangan:

$$s \leq \frac{A_1 \cdot b}{A_{s \text{ perlu}}} \dots \dots \dots (3.179)$$

$$s \leq 3h \dots \dots \dots (3.180)$$

Diambil nilai jarak antar tulangan ( $s$ ) yang bterkecil, sehingga didapat nilai

$$A_{s \text{ ada}}, \text{ yaitu : } A_{s \text{ ada}} = \frac{A_1 \cdot b}{s} \dots \dots \dots (3.181)$$

### 3.14.2 Perencanaan Pelat Beton Dua Arah

#### 1. Menentukan tebal minimum pelat beton

Tebal pelat lantai minimum adalah 120 mm, untuk atap tebal minimumnya adalah 100 mm. SK SNI T-15-1991-03 memberikan pendekatan empiris mengenai batasan defleksi dilakukan dengan tebal pelat minimum sebagai berikut:

$$h \geq \frac{L_n \left( 0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 5\beta \cdot \left[ \alpha_m - 0,12 \cdot \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right) \right]} \dots \dots \dots (3.182)$$

tetapi tidak boleh kurang dari:

$$h \geq \frac{L_n \left( 0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 9\beta} \dots \dots \dots (3.183a)$$

dan tidak perlu lebih dari

$$h \geq \frac{L_n \left( 0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36} \dots\dots\dots (3.183b)$$

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

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

dengan:

$L_n$  adalah bentang bersih terkecil pada pelat dihitung dari muka kolom,  $mm$ .

$\alpha_m$  adalah rasio kekakuan balok terhadap pelat.

$\beta$  adalah rasio panjang terhadap lebar bentang pelat.

## 2. Menentukan momen lentur pelat yang terjadi

Perencanaan dan analisis dilakukan dengan menggunakan konsep beban amplop yaitu dengan menggunakan koefisien momen,

Besar momen lentur adalah:

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot c_{lx} \dots\dots\dots (3.184a)$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot c_{lx} \dots\dots\dots (3.184b)$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot c_{ly} \dots\dots\dots (3.184c)$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot c_{ly} \dots\dots\dots (3.184d)$$

dengan:

$q_u$  adalah beban merata

$L_x$  adalah panjang bentang pendek

$c_{lx}$  adalah koefisien momen tumpuan arah-x

$c_{tx}$  adalah koefisien momen lapangan arah-x

$c_{ty}$  adalah koefisien momen tumpuan arah-y

$c_{ly}$  adalah koefisien momen lapangan arah-y

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

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

$$d_x = h - p_b - \frac{1}{2} \cdot \phi_{tulx}$$

$$d_y = h - p_b - \phi_{tulx} - \frac{1}{2} \cdot \phi_{tuly}$$

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

### 4. Menentukan luas tulangan ( $A_s$ ) arah $x$ dan $y$

Untuk menentukan luas tulangan ditentukan dari persamaan (175) – (181) tetapi pada persamaan (180) menjadi

$$s \leq 2h \dots\dots\dots (3.185)$$

$$s \leq 250 \text{ mm} \dots\dots\dots (3.186)$$

### 5. Kontrol kapasitas lentur pelat yang terjadi

$$a = \frac{A_{s\text{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \dots\dots\dots (3.187)$$

$$M_n = A_{s\text{ada}} \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \geq \frac{M_u}{\phi} \dots\dots\dots (3.188)$$

### 3.15 Ketentuan Perencanaan Tahan Gempa

#### 3.15.1 Ketentuan Umum

Komponen struktur untuk bangunan baja tahan gempa harus memenuhi,

$$\phi R_n \geq R_u \dots\dots\dots (3.189)$$

#### 3.15.2 Parameter Beban Gempa

##### 1. Gaya Geser Dasar

Gaya geser dasar rencana total,  $V$ , pada suatu arah ditetapkan sebagai berikut:

$$V = \frac{C_v I}{RT} W_1 \dots\dots\dots (3.190)$$

Gaya geser dasar rencana total,  $V$ , tidak perlu lebih besar dari pada nilai berikut:

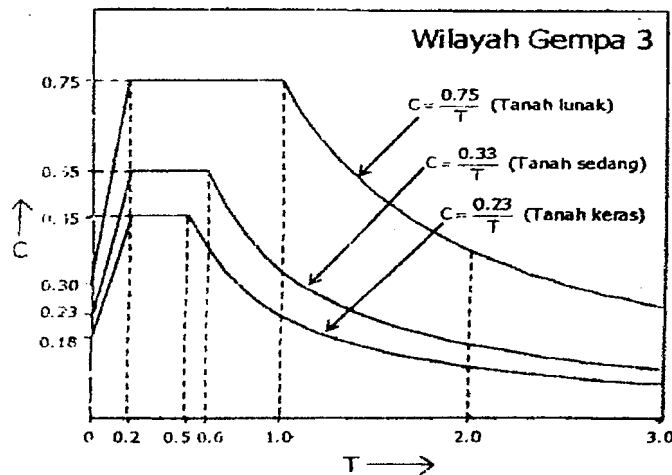
$$V \leq V_{maks} = \frac{2,5 C_a I}{R} W_1 \dots\dots\dots (3.191)$$

##### 2. Waktu Getar Alami Struktur ( $T$ )

Untuk Struktur baja, periode getar struktur dihitung dengan rumus  $T=0,085.H^{3/4}$ , dengan H adalah tinggi total bangunan.

##### 3. Koefisien Gempa Dasar ( $C$ ).

Koefisien gempa dasar berfungsi untuk menjamin agar struktur mampu memikul beban gempa yang dapat menyebabkan kerusakan besar pada struktur. Koefisien ini dimaksud untuk struktur dengan daktilitas penuh, diman factor  $K$ -nya adalah 1.



**Gambar 3.10** Koefisien Gempa Dasar ( $C$ ) untuk Wilayah Gempa 3  
(menurut SNI PPTGIUG 2000)

#### 4. Faktor Keutamaan ( $I$ ).

Waktu ulang dari kerusakan struktur gedung akibat gempa akan diperpanjang dengan pemakaian suatu factor keutamaan yang lebih besar dari 1. oleh karena itu semakin penting struktur tersebut semakin besar perlindungan yang harus diberikan.

#### 5. Distribusi Gaya Horizontal Akibat Beban Gempa ( $F_i$ ).

Distribusi gaya geser horizontal total akibat gempa ( $F_i$ ) tergantung pada perbandingan tinggi total struktur ( $H$ ) terhadap lebar struktur ( $B$ ) pada arah yang ditinjau.

adapun distribusinya adalah sebagai berikut :

- a. Struktur bangunan yang memiliki  $H/B < 3$ , maka gaya horizontal akibat beban gempa ( $F_i$ ) untuk masing-masing lantai dapat dihitung menurut persamaan berikut ini :

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} \cdot V \dots\dots\dots (3.192)$$

- b. Struktur bangunan gedung yang memiliki nilai  $H/B > 3$ , maka 90% beban didistribusikan berupa gaya horizontal akibat gempa ( $F_i$ ) untuk masing-masing lantai dihitung dan 10% beban lainnya ditambahkan pada tingkat paling atas atau atap yang dihitung dengan persamaan berikut:

$$F_i = 0,1V \div \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} \cdot 0,9V \dots\dots\dots (3.193)$$

Untuk lantai selain atap dihitung dengan persamaan berikut :

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} \cdot 0,9V \dots\dots\dots (3.194)$$

**Tabel 3.6** Tabel dibawah ini menunjukkan klasifikasi sistem struktur, sistem pemikul beban, faktor modifikasi respon,  $R$ , dan faktor kuat cadang struktur,  $\Omega$ .

Sistem Struktur	Deskripsi Sistem Pemikul Beban Gempa	$R$	$\Omega_0$
1. Sistem dinding penumpu [sistem struktur yang tidak memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Dinding penumpu atau sistem bresing memikul hampir semua beban gravitasi. Beban lateral dipikul dinding geser atau rangka bresing]	1. Dinding penumpu dengan rangka baja ringan dan bresing baja tarik.	2,8	2,2
	2. Rangka bresing di mana bresing memikul beban gravitasi.	4,4	2,2
2. Sistem Rangka Bangunan [sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban grafitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul dinding geser atau rangka bresing.]	1. Sistem rangka bresing eksentris (SRBE)	7,0	2,8
	2. Sistem rangka bresing konsentrik biasa (SRBKB)	5,6	2,2
	3. Sistem rangka bresing konsentrik khusus (SRBKK)	6,4	2,2
3. Sistem Rangka Pemikul Momen [Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban grafitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul rangka pemikul momen terutama melalui mekanisme lentur.]	1. Sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK)	8,5	2,8
	2. Sistem rangka pemikul momen terbatas (SRPMT)	6,0	2,8
	3. Sistem rangka pemikul biasa (SRPMB)	4,5	2,8
	4. Sistem rangka batang pemikul momen khusus (SRBPMK)	6,5	2,8



Lanjutan tabel 3.6

Sistem Struktur	Deskripsi Sistem Pemikul Beban Gempa	R	$\Omega_0$
4. Sistem Ganda [Terdiri dari : 1) rangka ruang yang memikul seluruh beban grafitasi; 2) pemikul beban lateral berupa dinding geser atau rangka bresing dengan rangka pemikul momen. Rangka pemikul momen harus direncanakan secara terpisah mampu memikul sekurang-kurangnya 25% dari seluruh beban lateral; 3) kedua sistem harus direncanakan untuk memikul secara bersama-sama seluruh beban lateral dengan memperhatikan interaksi sistem ganda .]	1. Dinding geser beton dengan SRPMB	4,2	2,8
	2. SRBE baja		
	a. Dengan SRPMK baja	8,5	2,8
	b. Dengan SRPMB baja	4,2	2,8
	3. SRBKB baja		
	a. Dengan SRPMK baja	6,5	2,8
	b. Dengan SRPMB baja	4,2	2,8
	4. SPBKK baja		
	a. Dengan SRPMK baja	7,5	2,8
	b. Dengan SRPMB baja	4,2	2,8
5. Sistem Bangunan Kolom [Sistem struktur yang memanfaatkan kolom kantilever untuk memikul beban lateral.]	Komponen struktur kolom kantilever	2,2	2,0

### 3.16 Perencanaan Pelat Dasar kolom

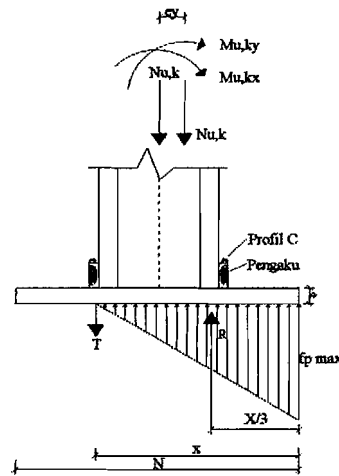
Pelat dasar kolom merupakan penghubung antara kolom baja dengan kaki kolom beton (pedestal). Dalam perencanaannya pelat dasar kolom akan didesain berdasarkan beban aksial dan momen yang terjadi di dasar kolom. Desain plat dasar kolom dipengaruhi oleh momen arah  $x$  ( $M_{u,kx}$ ) dan arah  $y$  ( $M_{u,ky}$ ).

Eksentrisitas akibat momen :

$$e_y = \frac{M_{u,kx}}{N_{u,k}} < \frac{1}{2} d_c \dots \dots \dots (3.195)$$

$$e_x = \frac{M_{u,ky}}{N_{u,k}} \dots \dots \dots (3.196)$$

Menentukan dimensi pelat dasar kolom:



Gambar 3.11 Analisis Plat Dasar Kolom

Diasumsikan resultan reaksi distribusi segitiga ( $R$ ) bekerja pada pusat flens, sehingga :

$$N_u = R = T$$

Kesetimbangan momen pada pusat gaya aksial  $N$  :

$$N_{u,k} \left( d_c / 2 + b_{f,ca} / 2 \right) + M_{u,kx} + M_{u,ky} = R \left( d_c + b_{f,ca} - t_f / 2 \right) \dots \dots \dots (3.197)$$

Diasumsikan luas bidang tekan efektif penumpu akibat momen yang bekerja adalah  $(X \cdot B)$ , sehingga gaya tekan yang terjadi harus memenuhi :

$$\phi N_p \geq N_u \dots \dots \dots (3.198)$$

$$\phi \left( 1/2 \cdot F_p \cdot X \cdot B \right) \dots \dots \dots (3.199)$$

$$F_p = 0,85 \cdot f'_c < \text{tegangan desak beton}$$

$$\text{Jarak dari pusat flens ke ujung pelat} = 1/3 \cdot X \dots \dots \dots (3.200)$$

Panjang pelat dasar yang dibutuhkan

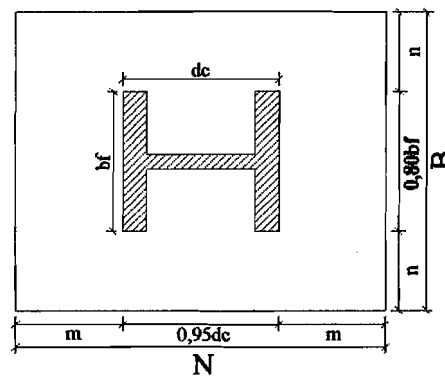
$$L = \left( 2 \cdot X \right) + \left( d_c - t_f \right) \dots \dots \dots (3.201)$$

Dimana  $X$  adalah panjang bidang tekan ( $m$ ),  $d_c$  adalah tinggi keseluruhan profil baja ( $mm$ ),  $t_f$  adalah tebal sayap dari profil baja ( $mm$ ).

Menentukan jarak tepi pelat dasar kolom dengan profil baja pada arah lebar dan panjang.

$$m = \frac{L - 0,95.d_c}{2} \dots\dots\dots(3.202)$$

$$n = \frac{B - 0,8.b_f}{2} \dots\dots\dots(3.203)$$



**Gambar 3.12** Desain Plat Dasar

Tegangan pada ujung pelat:

$$f_p = \frac{N_u}{B.L} \pm \frac{M_{u,kx}}{1/6.B.L^2} \pm \frac{M_{u,ky}}{1/6.B^2.L} < F_p \dots\dots\dots(3.204)$$

Cek kapasitas penumpu (pedestal)

$$\phi N_p \geq N_u \dots\dots\dots(3.205)$$

$$\phi N_p = \phi_c \cdot F_p \cdot A \dots\dots\dots(3.206)$$

Momen lentur pelat di titik  $A$ , sepanjang  $B$  (tegak lurus gambar) =  $1 m$

$$M_u = 1/2.(f_p \max - y).x/3.(2/3.x/3).B + y.x/3.(1/2.x/3).B \dots\dots\dots(3.207)$$

Batas pelelehan untuk lentur pada pelat menghendaki

$$\phi M_n \geq M_u \dots \dots \dots (3.208a)$$

$$\phi M_n = \phi M_p = \phi b \cdot Z \cdot f_y = 0,9 \cdot (B \cdot t_p^2/4) \cdot f_y \geq M_u \dots \dots \dots (3.208b)$$

Jadi rumus tebal pelat yang diperlukan sabagai berikut :

$$t_p = \sqrt{\frac{4 \cdot M_u}{0,9 \cdot B \cdot f_y}} \dots \dots \dots (3.209)$$

Perencanaan baut angkur arah y yang menahan  $M_u, kx$

$$N = \frac{M_{u,kx}}{d} \dots \dots \dots (3.210)$$

Kapasitas tarik satu angkur ( $\phi N_n$ ):

$$\phi N_n = \phi \cdot 0,75 \cdot f_u \cdot A_b \dots \dots \dots (3.211)$$

Jumlah angkur minimum yang diperlukan :

$$n = \frac{N}{\phi \cdot N_n} \dots \dots \dots (3.212)$$

Kedalaman angkur :

Gaya tarik yang ditahan satu angkur :

$$N_n = \frac{N}{n} \dots \dots \dots (3.213)$$

Tegangan ijin tarik beton :

$$f_t' = 0,57 \cdot \sqrt{f_c' (Mpa)} \dots \dots \dots (3.214)$$

Gaya tarik = luas permukaan angkur x tegangan ijin tarik beton

$$N_n = \pi \cdot D \cdot L \cdot x \cdot f_t' \dots \dots \dots (3.215)$$

Kedalaman angkur yang diperlukan :

$$H = \frac{N_n}{\pi \cdot D \cdot f_t'} \dots \dots \dots (3.216)$$

Dimana  $N_n$  adalah gaya tarik yang terjadi pada angkur ( $kN$ ),  $D$  adalah diameter angkur ( $mm$ ),  $f_t'$  adalah tegangan ijin tarik beton ( $kN/m^2$ ).

Perencanaan angkur arah  $y$  yang menahan  $M_{u,ky}$  sama dengan perencanaan angkur arah  $x$ , sehingga persamaan (3.212) sampai dengan (3.216) dapat dipakai.

### 3.17 Perencanaan Pedestal (kaki kolom)

Pedestal (kaki kolom) merupakan elemen struktur yang berfungsi sebagai tempat perletakan pelat dasar kolom, terbuat dari beton. Dalam desainnya pedestal dirancang mempunyai dimensi yang lebih besar dari pelat dasar kolom dan tinggi pedestal harus lebih dari kedalaman angkur.

Tulangan longitudinal/ lentur pedestal

Rasio tulangan pakai,  $\rho = 1\%$

$$A_{st} = 0,01 \cdot A_g \dots \dots \dots (3.217)$$

Menentukan jumlah tulangan longitudinal :

$$n = \frac{A_{st}}{A_\phi} \dots \dots \dots (3.218)$$

Tulangan sengkang :

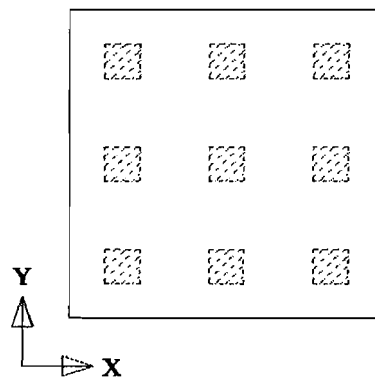
$$V_s = \frac{V_{u,kpakai}}{\phi} e_x = \frac{M_{u,ky}}{N_{u,k}} \dots \dots \dots (3.219)$$

Jarak antar tulangan sengkang

$$S = \frac{n \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} e_x = \frac{M_{u,ky}}{N_{u,k}} \dots \dots \dots (3.220)$$

### 3.18 Perencanaan *Pile Cap*

Dalam perencanaan pondasi *pile cap* dipergunakan untuk menyatukan kelompok tiang pancang yang bekerja pada suatu kolom, terbuat dari beton bertulang.



**Gambar 3.13** *Pile Cap*

$$\Sigma X^2 = \Sigma(n \cdot X_i^2) \dots\dots\dots (3.221)$$

$$\Sigma Y^2 = \Sigma(n \cdot Y_i^2) \dots\dots\dots (3.222)$$

Beban ultimit :

$$\Sigma P = N + \text{berat pile cap} + \text{berat pederstal} \dots\dots\dots (3.223)$$

$$\Sigma P_{ultimite} = 1,05 \cdot \Sigma P \dots\dots\dots (3.224)$$

Beban yang bekerja pada satu tiang:

$$P_{\max} = \frac{\Sigma P_{ultimite}}{n} \pm \frac{M_{u,x} \cdot Y_{\max}}{n_x \cdot \Sigma Y^2} \pm \frac{M_{u,y} \cdot X_{\max}}{n_y \cdot \Sigma X^2} \dots\dots\dots (3.225)$$

Dimana  $M_{u,x}$ : momen searah sumbu y,  $M_{u,y}$ : momen searah sumbu x,  $X_{\max}$ : jarak tiang terjauh dalam arah sumbu x,  $Y_{\max}$ : jarak tiang terjauh dalam arah sumbu y,  $n_x$ : jumlah tiang sebaris dalam arah sumbu x,  $n_y$ : jumlah tiang

sebaris dalam arah sumbu  $y$ ,  $\sum X^2$ : jumlah jarak kuadrat searah sumbu  $x$ ,  
dan  $\sum Y^2$ : jumlah jarak kuadrat searah sumbu  $y$ .

Kontrol geser lentur satu arah sejauh  $d$

$$D = t_p - p_b - 0,5 \cdot \emptyset t_{ul} \dots \dots \dots (3.226)$$

$$V_u = \sum n \cdot P_{max} \dots \dots \dots (3.227a)$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \dots \dots \dots (3.227b)$$

$$\phi V_c > V_u \dots \dots \dots (3.227c)$$

Kontrol geser poer / pile cap dua arah (sejauh  $d/2$ )

$$V_u = \sum n \cdot P_{max} \dots \dots \dots (3.228a)$$

Diambil nilai terkecil dari dua persamaan dibawah ini :

$$1. V_c = \left(1 + \frac{1}{\beta_o}\right) \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{6}\right) b_o \cdot d \dots \dots \dots (3.228b)$$

$$2. V_c = 0,33 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_o \cdot d \dots \dots \dots (3.228c)$$

$$b_o = 2 \cdot (h_p + d) + 2 \cdot (b_p + d) \dots \dots \dots (3.229)$$

$$\beta_o = \frac{L}{B} < 2 \dots \dots \dots (3.230)$$

Kriteria perencanaan tulangan geser:

1. Bila  $V_u \leq \frac{1}{2} \phi V_c$  maka tidak diperlukan tulangan geser
2. Bila  $\frac{1}{2} \phi V_c < V_u < \phi V_c$  maka diperlukan tulangan geser minimum

$$\text{Dimana } V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot w \cdot d$$

Luas minimum tulangan geser minimum (sejangkang vertikal) :

$$A_v = \frac{1}{3} \frac{b_w s}{f_y} \text{ atau } s = \frac{3 A_v f_y}{b_w} \text{ dan } V_s = \frac{A_v f_y d}{s}$$

Dengan spasi sejangkang :  $s \leq d/2$  atau  $s \leq 600$

3. Bila  $\phi V_c < V_u \leq \phi \left( V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} b_w d \right)$  maka diperlukan tulangan geser untuk

menahan geser kelebihan.:

$$\phi V_s - \text{perlu} = V_u - \phi V_c \text{ dengan spasi: } s \leq d/2 \text{ atau } s \leq 600 \text{ mm}$$

4. Bila  $V_u > \phi (V_c + V_s)$  maka ukuran penampang harus diperbesar

Penulangan lentur poer / pile cap

**Penulangan lentur  $M_{u,y}$**

$$M_{uy} = n \cdot P_{u1} \cdot d_3 \dots \dots \dots (3.231)$$

Dimana:  $d_3$  adalah jarak tepi pedestal sampai dengan titik pusat tiang pancang

arah sumbu  $x$ .

$$\frac{M_u}{\phi} = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) \dots \dots \dots (3.232)$$

$$A_s \text{ perlu} = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b}{f_y} \dots \dots \dots (3.233)$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d \dots \dots \dots (3.234)$$

Jarak antar tulangan didapat dengan persamaan (3.179) dan (3.181)

Kemudian control kapasitas tulangan pelat dengan persamaan (3.187) dan (3.188)

**Penulangan lentur  $M_{u,y}$**

$$M_{ux} = n \cdot P_{u1} \cdot d_1 + n \cdot P_{u2} \cdot d_2 \dots \dots \dots (3.235)$$

Dimana:  $d_1$  adalah jarak tepi pedestal sampai dengan titik pusat tiang pancang

paling kanan,  $P_{u1}$ , ( $d_1 = s - (h_p/2)$ ) mm,  $d_2$  adalah jarak tepi pedestal



sampai dengan titik pusat tiang pancang terdekat,  $y_1 = P_{u2}, (d_2 = s - (h_p/2)$

*mm.*

Perhitungan selanjutnya sama dengan penulangan lentur  $M_{ux}$  sehingga persamaan (3.232) sampai dengan (3.234), (3.179), (3.181), (3.187) dan (3.188) dapat digunakan.

### Tulangan susut

$$A_{sst} = koef. \cdot b \cdot h \dots\dots\dots(3.236)$$

Jarak antar tulangan susut didapat dengan persamaan (3.179)

## 3.19 Perencanaan Pondasi

Dari data tanah diketahui bahwa tanah pada RS PKU Muhammadiyah II Jogjakarta mempunyai kuat dukung ijin hanya  $q_a = 0,30 \text{ Kg/cm}^2$ . Sehingga pondasi yang dipergunakan dalam perancangan ini adalah pondasi tiang pancang.

### 3.19.1 Menghitung Kapasitas Tiang Tunggal

#### 1. Berdasarkan kekuatan tanah

##### a. Tahanan ujung ( $Q_p$ )

Tahanan ujung (*end bearing*) adalah tahanan tiang yang didasarkan pada daya dukung ujung tiang.

Jenis tanah dilapangan adalah pasir maka  $C = 0$ , sehingga rumus umum untuk menghitung tahanan ujung pada pondasi dalam adalah :

$$Q_p = A_p \cdot q \cdot Nq^* \dots\dots\dots(3.237)$$

$$q = L \cdot \gamma \dots\dots\dots(3.238)$$

b. Tahanan friksi ( $Q_s$ )

Tahanan friksi (*friction resistance*) adalah tahanan tiang yang didapatkan dari hasil gesekan selimut tiang dengan tanah.

Rumus umum tahanan friksi adalah sebagai berikut:

$$Q_s = \sum p \cdot \Delta L \cdot f \dots \dots \dots (3.239)$$

Banyak metoda diperkenalkan untuk mencari tahanan friksi pada tanah lempung, pada perencanaan ini dipergunakan Metode  $\alpha$ .

$$f = K \cdot \sigma_v' \cdot \tan \delta \dots \dots \dots (3.240)$$

Nilai  $K$  dan  $\delta$  dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 3.7** Tabel Nilai  $K$ :

Metoda instalasi	$K$
Tiang pancang, <i>displacement</i> besar	$(1 - 2)K_o$
Tiang pancang, <i>displacement</i> kecil	$(0,75 - 1,75)K_o$
Bored pile	$(0,75 - 1)K_o$

$$K_o = 1 - \sin \varphi$$

**Tabel 3.8** Nilai  $\delta$

Interface	$\delta$
Baja halus	$(0,5 - 0,7) \varphi$
Baja kasar	$(0,7 - 0,9) \varphi$
<i>Precast concrete</i>	$(0,8 - 1) \varphi$
<i>Cast in place</i>	$\varphi$

Kapasitas tiang tunggal berdasarkan kekuatan tanah adalah:

$$Q_u = Q_p + Q_s - W \dots \dots \dots (3.241)$$

2. Berdasarkan kekuatan beton

Tiang dianggap sebagai kolom langsing, sehingga beban yang terjadi  $P_c$  adalah beban tekuk *Euler*.

$$P_c = \frac{\pi^2 E.I}{L^2} \dots\dots\dots (3.242)$$

$$N = P_c.SF \dots\dots\dots (3.243)$$

Untuk kapasitas tiang tunggal terpakai, diambil nilai terkecil dari kapasitas tiang tunggal berdasarkan kekuatan tanah dan kapasitas tiang tunggal berdasarkan kekuatan beton.

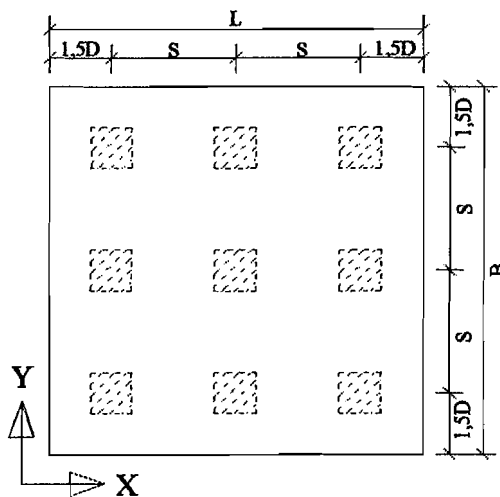
**3.19.2 Menghitung Kapasitas Tiang Kelompok**

1. Jumlah tiang yang diperlukan

$$N_{total} = N + \text{berat pile} \dots\dots\dots (3.244)$$

$$n = \frac{N_{total}}{Q_u} \dots\dots\dots (3.245)$$

2. Penentuan konfigurasi kelompok tiang.



**Gambar.3.14** Konfigurasi Tiang Pancang

$$s = d_{optimum} = (2,5 \text{ sampai } 3D) \dots\dots\dots (3.246)$$

$n_1$  dan  $n_2$  adalah jumlah ting pada kelompok tiang 1.

$$L = Lg + 2.D \dots\dots\dots (3.247)$$

$$B = Bg + 2.D \dots\dots\dots (3.248)$$

3. Jumlah total kapasitas kelompok tiang

$$\Sigma Q_u = n.(Q_p + Q_s) \dots\dots\dots (3.249)$$

4. Kontrol apakah kapasitas total kelompok tiang memenuhi.

$$\Sigma x^2 = 2. (s)^2 \dots\dots\dots (3.250)$$

$$\Sigma y^2 = 2. (s)^2 \dots\dots\dots (3.251)$$

dengan:

$x_{maks} = s, y_{maks} = s$ , dan  $n$  adalah jumlah tiang pancang.

$$N = \frac{N_{total}}{n} + \frac{M_x \cdot y}{\Sigma x^2} + \frac{M_y \cdot x}{\Sigma y^2} \dots\dots\dots (3.252)$$

Tiang pancang aman dipakai apabila nilai  $N \leq \Sigma Q_u$ .

### 3.19.3 Perhitungan Penurunan Pondasi Tiang

Tahapan perhitungan penurunan pondasi tiang pada tanah pasir adalah sebagai berikut:

1. Penurunan pondasi tiang tunggal

$$S = \frac{D}{100} + \frac{Q.L}{A_p \cdot E_p} \dots\dots\dots (3.253)$$

2. Penurunan pondasi kelompok tiang

Dengan metode *Vesic*:

$$S_g = S \cdot \sqrt{\frac{B}{D}} \dots\dots\dots (3.254)$$

### 3.19.4 Efisiensi Grup Pondasi Tiang Pancang

$$E_g = 1 - \arctg \frac{d}{s} \left( \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n} \right) \dots\dots\dots (3.255)$$

Daya dukung satu tiang =  $E_g \cdot Q_u \geq$  Beban pada satu tiang

### 3.20 Perencanaan Tie Beam

Pondasi-pondasi dari suatu gedung harus saling berhubungan dalam dua arah yang umumnya saling tegak lurus oleh unsur-unsur penghubung/balok pengikat yang direncanakan terhadap gaya aksial tarik/tekan sebesar 10% dari beban vertikal maksimum pada pembebanan gempa salah satu pondasi yang dihubungkan.

1. Gaya yang bekerja pada tie beam:

$$N_u = \frac{1}{10} N_{u,k} \dots\dots\dots (3.256)$$

$$A_s = \frac{N_u}{f_y} \dots\dots\dots (3.257)$$

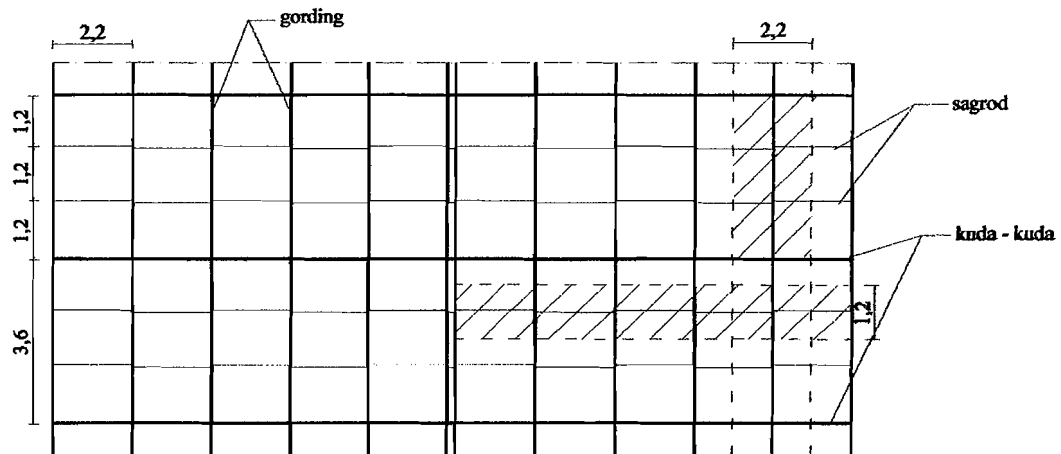
2. Jumlah tulangan :

$$n = \frac{A_s}{A_{1D}} \dots\dots\dots (3.258)$$

3. Tulangan susut :

Untuk perhitungan tulangan susut dapat dilihat pada persamaan (3.236)





**Gambar 4.3 Distribusi Beban Pada Atap**

#### 4.1.1 Perencanaan Gording Profil Baja

Gording direncanakan menggunakan baja profil *light lip channels*, tegangan leleh ( $f_y$ ) 240 MPa dan modulus elastisitas ( $E$ )  $2.10^5$  MPa.

##### 1. Pembebanan Gording

Asumsi untuk perencanaan gording didasarkan pada gording yang menerima beban terbesar dengan bentang terpanjang dan desain struktur disamakan untuk semua gording.

##### a. Beban mati (genteng usuk dan reng = $0,5 \text{ kN/m}^2$ )

- Penutup atap genteng, usuk dan reng:  $0,5 \times 2,2 = 1,10 \text{ kN/m}$
- Gording taksiran  $0,15 \times 2,2 = 0,33 \text{ kN/m}$

$$q_D = 1,43 \text{ kN/m}$$

##### b. Beban hidup pekerja atap (100 Kg)

- $p_{la} = 1 \text{ kN}$

c. Beban angin ( $w = 0,4 \text{ kN/m}^2$ )

- Angin tiup:

$$c = (0,02 \times \alpha) - 0,4$$

$$c_1 = (0,02 \times 35^\circ) - 0,4 = 0,3$$

$$q_{wtiup} = 0,3 \times 0,4 \times 2,2 = 0,264 \text{ kN/m}$$

- Angin hisap:

$$c_2 = - 0,4$$

$$q_{whisap} = - 0,4 \times 0,4 \times 2,2 = -0,352 \text{ kN/m}$$

**Tabel 4.1** Pembebanan dan Momen Sumbu  $x$ - $y$  Gording

No	Jenis Pembebanan	$W_x$ (1)	$W_y$ (2)	$M_x$ (3)	$M_y$ (4)
1.	Beban mati ( $D$ )	1,171	0,820	1,328	0,211
2.	Beban Pekerja ( $L_a$ )	0,819	0,574	0,517	0,246
3.	Beban angin ( $W$ )				
	- Tiup	0	0,264	0,428	0
	- Hisap	0	-0,352	-0,570	0

Keterangan tabel:

(1) Pembebanan tegak lurus bidang atap

$$q_y = q \sin 35^\circ \text{ (kN /m)}$$

$$p_y = p \sin 35^\circ \text{ (kN)}$$

(2) Pembebanan sejajar bidang atap

$$q_x = q \cos 35^\circ \text{ (kN /m)}$$

$$p_x = p \cos 35^\circ \text{ (kN)}$$



## (3) Momen sejajar bidang atap

$$M_x = 1/8 q_y L^2 \text{ (kNm)}$$

$$M_x = 1/4 p_y L \text{ (kNm)}$$

## (4) Momen arah tegak lurus bidang atap

$$M_y = 1/8 q_x \left(\frac{L}{3}\right)^2 \text{ (kNm)}$$

$$M_y = 1/4 p_x \left(\frac{L}{3}\right) \text{ (kNm)}$$

Dengan  $L = 3600 \text{ mm}$   $\frac{L}{3} = 1200 \text{ mm}$

**Tabel 4.2 Kombinasi Momen Pembebanan (LRFD)**

No	Kombinasi	$M_{ux}$ (kNm)	$M_{uy}$ (kNm)
1.	$1,4 M_D$	1,8592	0,2954
2.	$1,2 M_D + 0,5 M_{La}$	1,8521	0,3762
3.	$1,2 M_D + 1,6 M_{La} + 0,8 M_{Wtiup}$	<b>2,7632</b>	<b>0,6468</b>
4.	$1,2 M_D + 1,6 M_{La} + 0,8 M_{Whisap}$	1,9648	0,3762
5.	$1,2 M_D + 1,3 M_{Wtiup} + 0,5 M_{Lu}$	2,4085	0
6.	$1,2 M_D + 1,3 M_{Whisap} + 0,5 M_{La}$	1,1111	0

## 2. Dimensi Gording

## a. Arah sumbu x (sejajar bidang atap)

$$M_{ux} = 2,7632 \text{ kNm (kombinasi maksimum)}$$

Gording diasumsikan sebagai penampang kompak, kuat desainnya sebagai

berikut:

$$\phi M_n \geq M_{ux}$$

$$\phi \cdot Z_x \cdot f_y \geq M_{ux}$$

$$Z_x \geq \frac{M_{ux}}{\phi \cdot f_y} \quad Z_x \geq \frac{2,7632 \times 10^6}{0,9 \times 240} = 12792,59 \text{ mm}^3 = 12,79 \text{ cm}^3$$

Di coba profil (*light lip channels*) C 150 x 50 x 20 x 2,3

Section properties C 150 x 50 x 20 x 2,3:

$$Z_x = 28 \text{ cm}^3 \quad Z_y = 6,33 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 210 \text{ cm}^4 \quad I_y = 21,9 \text{ cm}^4$$

b. Arah sumbu *y* (tegak lurus gording)

$M_{uy} = 0,6468 \text{ kNm}$  (kombinasi maksimum)

$$Z_y \geq \frac{0,6468 \times 10^6}{0,9 \times 240} = 2994,44 \text{ mm}^3 = 2,994 \text{ cm}^3$$

$$Z_y \text{ profil} = 6,33 \text{ cm}^3 > Z_y = 2,994 \text{ cm}^3 \quad - \text{Ok} -$$

c. Cek kuat nominal dari momen lentur penampang terhadap sumbu-*x*

$$\phi M_{nx} = \phi \cdot Z_x \cdot f_y$$

$$= 0,9 \cdot 28 \cdot 10^{-6} \cdot 240 \cdot 10^3$$

$$= 6,048 \text{ kNm} > M_{ux} = 2,7632 \text{ kNm} \quad - \text{Aman} -$$

d. Cek kuat nominal dari momen lentur penampang terhadap sumbu-*y*

$$\phi M_{ny} = \phi \cdot Z_y \cdot f_y$$

$$= 0,9 \cdot 6,33 \cdot 10^{-6} \cdot 240 \cdot 10^3$$

$$= 1,3673 \text{ kNm} > M_{uy} = 0,6468 \text{ kNm} \quad - \text{Aman} -$$

## e. Kontrol lendutan

Tabel 4.3 Kombinasi Beban Merata *LRFD*

No	Kombinasi	$q_{u,x}$ (kN/m)	$q_{u,y}$ (kN/m)
1.	1,4 <i>D</i>	1,6394	1,1480
2.	1,2 <i>D</i> + 0,5 <i>L<sub>a</sub></i>	1,4052	0,9840
3.	1,2 <i>D</i> + 1,6 <i>L<sub>a</sub></i> + 0,8 <i>W<sub>tiup</sub></i>	1,4052	1,1952
4.	1,2 <i>D</i> + 1,6 <i>L<sub>a</sub></i> + 0,8 <i>W<sub>hisap</sub></i>	1,4052	0,5280
5.	1,2 <i>D</i> + 1,3 <i>W<sub>tiup</sub></i> + 0,5 <i>L<sub>a</sub></i>	1,4052	1,3272
6.	1,2 <i>D</i> + 1,3 <i>W<sub>hisap</sub></i> + 0,5 <i>L<sub>a</sub></i>	1,4052	0,2430

Tabel 4.4 Kombinasi Beban Terpusat *LRFD*

No	Kombinasi	$p_{u,x}$ (kN)	$p_{u,y}$ (kN)
1.	1,4 <i>D</i>	0	0
2.	1,2 <i>D</i> + 0,5 <i>L<sub>a</sub></i>	0,4095	0,2870
3.	1,2 <i>D</i> + 1,6 <i>L<sub>a</sub></i> + 0,8 <i>W<sub>tiup</sub></i>	1,3104	0,9184
4.	1,2 <i>D</i> + 1,6 <i>L<sub>a</sub></i> + 0,8 <i>W<sub>hisap</sub></i>	1,3104	0,9184
5.	1,2 <i>D</i> + 1,3 <i>W<sub>tiup</sub></i> + 0,5 <i>L<sub>a</sub></i>	0,4095	0,2870
6.	1,2 <i>D</i> + 1,3 <i>W<sub>hisap</sub></i> + 0,5 <i>L<sub>a</sub></i>	0,4095	0,2870

## 1) Lendutan tegak lurus gording

$$\Delta y = \frac{5}{384} q_{wy} \frac{L^4}{EI_x} + \frac{p_w \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_x}$$

$$\Delta y = \frac{5}{384} 1,1952 \frac{3600^4}{2 \cdot 10^5 \cdot 210 \cdot 10^4} + \frac{918,4 \cdot 3600^3}{48 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 210 \cdot 10^4}$$

$$\Delta y = 8,349017 \text{ mm}$$

## 2) Lendutan sejajar gording

$$\Delta x = \frac{5}{384} q_{ux} \left(\frac{L}{3}\right)^4 + \frac{P_{ux} \left(\frac{L}{3}\right)^3}{48 \cdot E \cdot I_y}$$

$$\Delta x = \frac{5}{384} 1,6394 \frac{1200^4}{2 \cdot 10^5 \cdot 21,9 \cdot 10^4} + \frac{1310,4 \cdot 1200^3}{48 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 21,9 \cdot 10^4}$$

$$\Delta x = 2,08763 \text{ mm}$$

## 3) Lendutan dua arah

$$\Delta = \sqrt{\Delta y^2 + \Delta x^2}$$

$$\Delta = \sqrt{8,349017^2 + 2,08763^2} = 8,606061 \text{ mm} < \frac{L}{360} = 10 \text{ mm} \quad - \text{Ok} -$$

Berdasarkan lendutan yang terjadi profil C 150 x 50 x 20 x 2,3 memenuhi persyaratan.

4.1.2 Perencanaan *Sagrod* dan *Tierod*

*Sagrod* berfungsi sebagai batang tarik, yang prinsipnya bertujuan untuk mengurangi momen gording searah kuda-kuda yaitu pada sumbu lemah. Sedangkan *tierod* berfungsi sebagai batang tarik mendatar pada ujung atap.

1. Pembebanan *Sagrod*

## a. Beban mati

- Beban penutup atap :  $0,5 \times 1,2 \times 14,68 = 8,8080 \text{ kN}$
- Beban gording :  $4,96 \times 8 \times 1,2 = 47,616 \text{ kg}$   
=  $0,4762 \text{ kN}$
- Beban *sagrod*, taksiran :  $0,05 \times 14,68 = 0,7340 \text{ kN}$

$$P_d = 10,0182 \text{ kN}$$

## b. Beban hidup atap

- Beban pekerja  $P_{La} = 1 \text{ kN} \times 8 \text{ Pekerja} = 8 \text{ kN}$

## c. Beban angin

- Angin tiup  $P_{wtiup} = (0,02 \times \alpha - 0,4) \times 0,4 \times 1,2 \times 14,68 = 2,114 \text{ kN}$
- Angin hisap  $P_{whisap} = (-0,4) \times 0,4 \times 1,2 \times 14,68 = -2,819 \text{ kN}$

Tabel 4.5 Pembebanan Arah y

No	Jenis beban	$P_y = p \cos \alpha \text{ (kN)}$
1.	Mati ( $P_d$ )	8,2064
2.	Hidup ( $P_{La}$ )	6,5532
3.	Angin:	
	- tiup ( $P_{wt}$ )	2,1140
	- hisap ( $P_w$ )	2,8190

Tabel 4.6 Kombinasi Pembebanan Arah y Sagrod (LRFD)

No	Kombinasi	$N_{uy} \text{ (kN)}$
1.	$1,4 P_D$	11,4890
2.	$1,2 P_D + 0,5 P_{La}$	13,1243
3.	$1,2 P_D + 1,6 P_{La} + 0,8 P_{wtiup}$	<b>22,0240</b>
4.	$1,2 P_D + 1,6 P_{La} + 0,8 P_{whisap}$	18,0776
5.	$1,2 P_D + 1,3 P_{wtiup} + 0,5 P_{La}$	15,8725
6.	$1,2 P_D + 1,3 P_{whisap} + 0,5 P_{La}$	9,4596

Diambil Kombinasi pembebanan terbesar

$$N_{uy \text{ Max}} = 22,0240 \text{ kN}$$

Sagrod hanya memikul komponen yang paralel dengan atap maka sebuah

sagrod harus memiliki kekuatan untuk memikul:

$$N_{uv} = (\sin 35^\circ) \cdot 22,0240 = 12,6325 \text{ kN}$$

## 2. Dimensi Sagrod

$$N_u \leq \phi N_d$$

$$A_g \text{ yang disyaratkan} = \frac{N_{u,v}}{0,75 \times (0,75 \cdot f_u)} = \frac{12,6325 \times 10^3}{0,75 \times (0,75 \cdot 370)} = 60,6967 \text{ mm}^2$$

$$A_g = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$60,6967 = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$D^2 = 77,2814 \text{ mm}$$

$$D = 8,7910 \approx 10 \text{ mm}$$

$$A_g \text{ profil} = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$= \frac{1}{4} \pi 10^2$$

$$= 78,5398 \text{ mm}^2$$

$$\phi N_n = 0,75 \cdot (0,75 \cdot 370) \cdot 78,5398$$

$$= 16,3461 \text{ kN} > N_{u,v} = 12,6325 \text{ kN} \quad (\text{Aman})$$

## 3. Dimensi tierod

$$N_{ux \text{ Max}} = 22,1240 \text{ kN}$$

$$N_{uh} = 22,0240 \times \cos 35^\circ$$

$$= 18,0410 \text{ kN}$$

$$N_u \leq \phi N_d$$

$$A_g \text{ yang disyaratkan} = \frac{N_{u,h}}{0,75 \times (0,75 \cdot f_u)} = \frac{18,0410 \times 10^3}{0,75 \times (0,75 \cdot 370)} = 86,6835 \text{ mm}^2$$

$$A_g = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$86,6835 = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$D^2 = 110,3688 \text{ mm}$$

$$D = 10,5057 \approx 12 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 A_g \text{ profil} &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\
 &= \frac{1}{4} \pi 12^2 \\
 &= 113,0973 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi N_n &= 0,75 \cdot (0,75 \cdot 370) \cdot 113,0973 \\
 &= 23,5384 \text{ kN} > N_{u,h} = 18,0410 \text{ kN} \quad (\text{Aman})
 \end{aligned}$$

#### 4.1.3 Perancangan Kuda-kuda Profil Baja

Kuda-kuda direncanakan menggunakan baja profil *double angle*, tegangan leleh ( $f_y$ ) 240 MPa dan modulus elastisitas ( $E$ )  $2 \cdot 10^5$  MPa.

##### 1. Beban Pada Rangka Kuda-kuda

###### a. Beban mati

- Berat penutup atap:  $0,5 \text{ kN/m}^2$
- Berat gording:  $4,96 \text{ kg/m} = 0,0496 \text{ kN/m}$
- Berat eternit + penggantung:  $18 \text{ kg/m}^2 = 0,18 \text{ kN/m}^2$

###### b. Beban hidup atap: 1 kN

###### c. Beban angin: $0,4 \text{ kN/m}^2$

##### 2. Pembebanan Kuda-kuda

###### a. Beban mati

$$P_1 = \text{Berat gording} : 0,0496 \times 3,6 = 0,1786 \text{ kN}$$

$$\text{Berat genteng} : 0,5 \times 3,6 \times 2,02 = \underline{3,6360 \text{ kN}}$$

$$P1 = 3,8146 \text{ kN}$$

$$P_2 = \text{Berat gording} : 0,0496 \times 3,6 = 0,1786 \text{ kN}$$

$$\text{Berat genteng} : 0,5 \times 3,6 \times 2,20 = \underline{3,9600 \text{ kN}}$$

$$P2 = 4,1386 \text{ kN}$$

$$P_3 = \text{Berat gording} : 0,0496 \times 3,6 = 0,1786 \text{ kN}$$

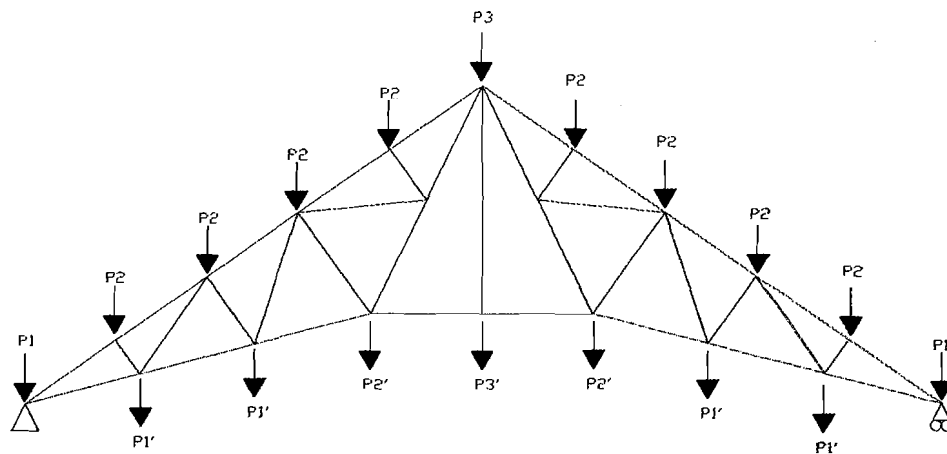
$$\text{Berat genteng} : 0,5 \times 3,6 \times 1,10 = 1,9800 \text{ kN}$$

$$P_3 = 2,1586 \text{ kN}$$

$$P'_1 = \text{Berat penggantung} : 0,18 \times 3,6 \times 2,27 = 1,4710 \text{ kN}$$

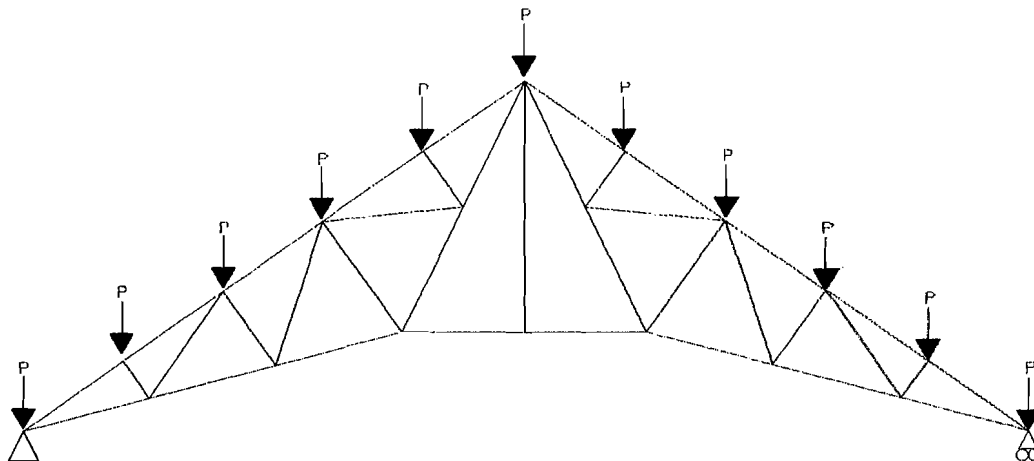
$$P'_2 = \text{Berat penggantung} : 0,18 \times 3,6 \times 2,225 = 1,4418 \text{ kN}$$

$$P'_3 = \text{Berat penggantung} : 0,18 \times 3,6 \times 2,18 = 1,4126 \text{ kN}$$



**Gambar 4.4 Beban Mati**

b. Beban hidup = 1 kN



**Gambar 4.5 Beban Hidup**

c. Beban angin (0,4) kN/m<sup>2</sup>

$$\text{Beban angin tiup} : c_f = (0,02 \times 35^\circ) - 0,4 = 0,3$$



$$P_{wt} = 0,3 \times 0,4 = 0,12 \text{ kN/m}^2$$

**Tabel 4.7** Beban Angin Tiup

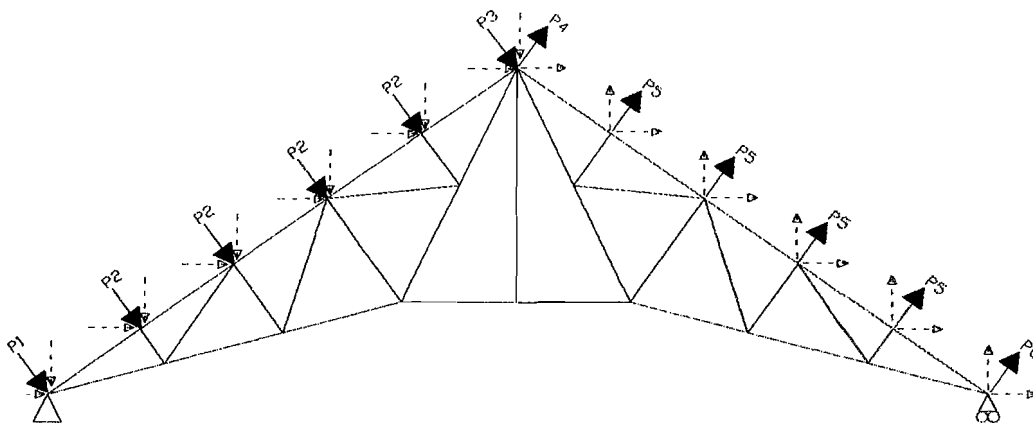
$P \text{ (kN)}$	$\text{Sin } 35^\circ$	$\text{Cos } 35^\circ$
$P_1 = 0,12 \times 3,6 \times 2,02 = 0,8726$	0,5005	0,7148
$P_2 = 0,12 \times 3,6 \times 2,20 = 0,9504$	0,5451	0,7785
$P_3 = 0,12 \times 3,6 \times 1,10 = 0,4752$	0,2726	0,3893

Beban angin hisap :  $c_2 = -0,4$

$$P_{wh} = -0,4 \times 0,4 = -0,16 \text{ kN/m}^2$$

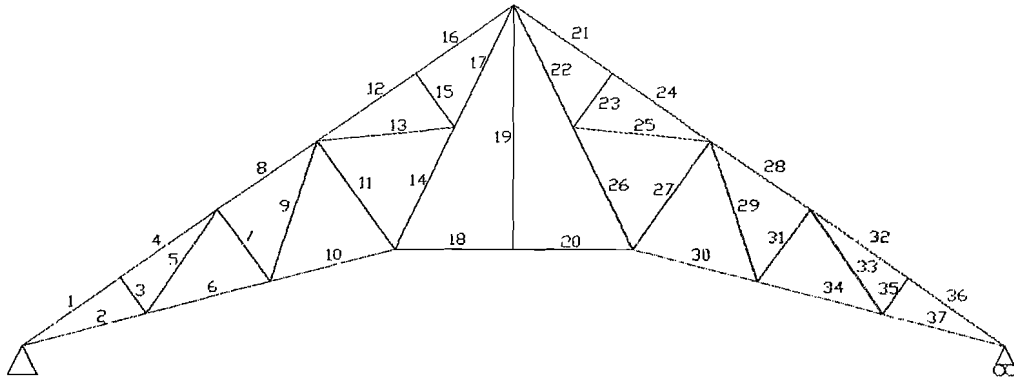
**Tabel 4.8** Beban Angin Hisap

$P \text{ (kN)}$	$\text{Sin } 35^\circ$	$\text{Cos } 35^\circ$
$P_4 = -0,16 \times 3,6 \times 1,10 = -0,6336$	-0,3634	-0,5190
$P_5 = -0,16 \times 3,6 \times 2,20 = -0,7268$	-0,7268	-1,0380
$P_6 = -0,16 \times 3,6 \times 2,02 = -0,6674$	-0,6674	-0,9531

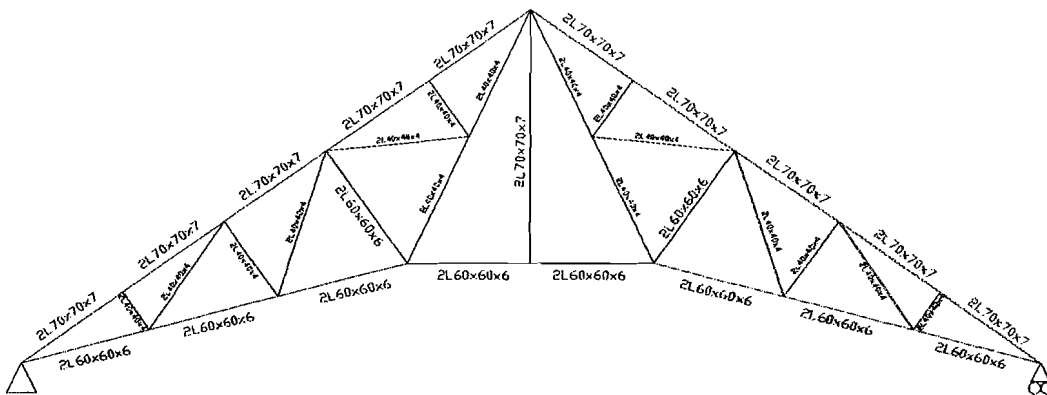


**Gambar 4.6** Beban Angin

### 3. Dimensi Rangka Kuda-kuda



**Gambar 4.7 Penomoran Batang**



**Gambar 4.8 Profil Kuda-kuda**

#### a. Perencanaan batang tekan

**Tabel 4.9 Gaya Tekan Pada Kuda-kuda**

No	No. Batang	Panjang batang (m)	Profil	$N_{u, Maks}$ kN
1	1	2,2087	2L70x70x7	113,3617
2	3	0,8266	2L40x40x4	6,2825
3	4	2,1948	2L70x70x7	109,6710
4	7	1,6508	2L40x40x4	10,4873
5	8	2,2029	2L70x70x7	94,5677
6	11	2,4692	2L60x60x6	18,4711

Lanjutan Tabel 4.9

No	No. Batang	Panjang batang (m)	Profil	$N_{u, Maks}$ kN
7	12	2,2029	2L70x70x7	85,1825
8	15	1,2346	2L40x40x4	6,4309
9	16	2,2029	2L70x70x7	81,4371
10	21	2,2029	2L70x70x7	78,7113
11	23	1,2346	2L40x40x4	6,4309
12	24	2,2029	2L70x70x7	83,0603
13	27	2,4692	2L60x60x6	18,4832
14	28	2,2029	2L70x70x7	92,3071
15	31	1,6508	2L40x40x4	10,5055
16	32	2,1948	2L70x70x7	105,7820
17	35	0,8266	2L40x40x4	6,2886
18	36	2,2087	2L70x70x7	110,0900

Diambil gaya tekan yang paling besar  $N_{u maks} = 113,3617 \text{ kN}$

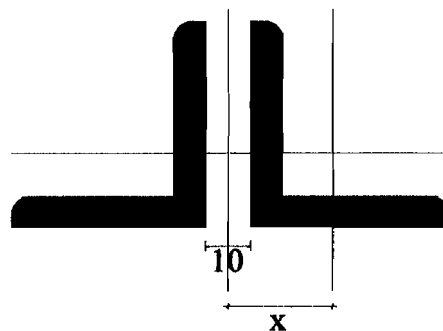
$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

Dicoba profil 2Lx70x70x7

$$I_x = I_y = 42,4 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$A_g = 1880 \text{ mm}^2$$

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



Gambar 4.9. Penampang Profil 2L70x70x7

- Cek angka perbandingan kelangsingan batang tekan

$$L_k = k.L$$

$$= 1.2208,7 = 2208,7 \text{ mm}$$

Mencari  $r$  (jari jari kelambatan) dipilih yang terkecil untuk profil 2Lx70x70x7

$$x = t_p/2 + e$$

$$= 10/2 + 1,69 = 5,97 \text{ mm}$$

$$I_y \text{ dua profil} = 2.I_y + 2A.x^2$$

$$= 2.42,4.10^4 + 2.940.5,97^2 = 915004,892 \text{ mm}^4$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_g}}$$

$$= \sqrt{\frac{915004,892}{1880}} = 22,061 \text{ mm}$$

$$I_x \text{ dua profil} = 2.I_x$$

$$= 2 . 42,4.10^4 = 84,8 . 10^4 \text{ mm}^4$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}}$$

$$= \sqrt{\frac{84,8.10^4}{1880}} = 21,238 \text{ mm}$$

Dipilih  $r$  ( jari-jari kelambatan ) terkecil ;  $r_x = 21,238 \text{ mm}$

$$\frac{L_k}{r_x} = \frac{2208,7}{21,238} = 103,97 < 200 \quad (\text{OK})$$

- Kelangsingan penampang profil siku ganda

$$\lambda \leq \lambda_r$$

$$\frac{b}{t} = \frac{70}{7} = 10 \leq \lambda_r = \frac{200}{\sqrt{f_y}} = 12,91$$

- Parameter kelangsingan batang tekan

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \frac{L_k}{r} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$$= \frac{1}{\pi} \frac{2208,7}{21,238} \sqrt{\frac{240}{2 \cdot 10^5}} = 1,1467$$

- koefisien tekuk

untuk  $\lambda_c \leq 0,25$                       maka  $\omega = 1$

untuk  $0,25 < \lambda_c < 1,2$               maka  $\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c}$

untuk  $\lambda_c \geq 1,2$                       maka  $\omega = 1,25\lambda_c^2$

maka koefisien tekuk batang:

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c}$$

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot 1,1467} = 1,72$$

- Kuat tekan nominal batang tekan

$$\phi N_n = \phi \cdot A_g \left( \frac{f_y}{\omega} \right) \cdot 10^{-3}$$

$$= 0,85 \cdot 1880 \left( \frac{240}{1,72} \right) \cdot 10^{-3} = 222,9767 \text{ kN}$$

$$(\phi N_n = 222,9767 \text{ kN}) > (N_u = 113,3671 \text{ kN}) \quad (\text{Aman})$$

Untuk perhitungan batang tekan yang lainnya pada struktur rangka baja dapat dilihat pada lampiran 3.

## b. Perencanaan batang tarik

Tabel 4.10 Gaya Tarik Pada Kuda-kuda

No	No. Batang	Panjang batang (m)	Profil	$N_{u,Maks}$ kN
1	2	2,3480	2L60x60x6	103,0571
2	5	2,3548	2L40x40x4	12,1500
3	6	2,3480	2L60x60x6	92,3577
4	9	2,7544	2L40x40x4	14,2140
5	10	2,3480	2L60x60x6	81,6210
6	13	2,5234	2L40x40x4	6,6686
7	14	2,5272	2L40x40x4	42,2652
8	17	2,5272	2L40x40x4	49,0890
9	18	2,1800	2L60x60x6	50,1196
10	19	4,5600	2L70x70x7	3,1631
11	20	2,1800	2L60x60x6	50,1196
12	22	2,5272	2L40x40x4	45,4213
13	25	2,5234	2L40x40x4	6,6686
14	26	2,5272	2L40x40x4	38,5974
15	29	2,7544	2L40x40x4	14,2342
16	30	2,3480	2L60x60x6	76,8435
17	33	2,3548	2L40x40x4	12,1587
18	34	2,3480	2L60x60x6	85,1999
19	37	2,3480	2L60x60x6	93,5354

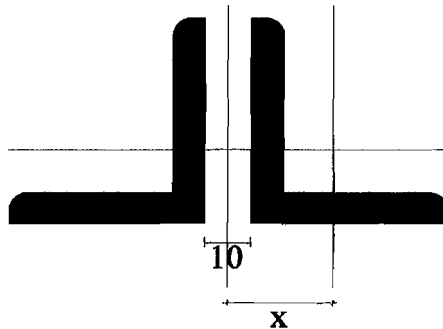
Diambil gaya tarik yang paling besar  $N_{u maks} = 103,0571 \text{ kN}$

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

Dipakai profil 2Lx60x60x6

$$A_g = 1382 \text{ mm}^2$$

$$I_x = I_y = 22,8 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \quad e = 1,69$$



**Gambar 4.10** Penampang profil 2L60x60x6

- Cek angka perbandingan kelangsingan batang tarik

Mencari  $r$  dipilih yang terkecil untuk profil 2Lx60x60x6

$$\begin{aligned} x &= t_p/2 + e \\ &= 10/2 + 1,69 \\ &= 6,69 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_y \text{ dua profil} &= 2.I_y + 2A.x^2 \\ &= 2.22,8.10^4 + 2.691.5,97^2 = 517852,93 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_y &= \sqrt{\frac{I_y}{A_g}} \\ &= \sqrt{\frac{517852,93}{1382}} = 19,3575 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_x \text{ dua profil} &= 2.I_x \\ &= 2 \cdot 22,8.10^4 = 45,6 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_g}} = \sqrt{\frac{35,6.10^4}{1382}} = 18,1647 \text{ mm}$$

Dipilih  $r$  (jari-jari kelambatan) terkecil ;  $r_x = 18,1647 \text{ mm}$

$$\frac{L}{r_x} = \frac{2348}{18,1647}$$

$$= 129,262 < 240 \text{ (OK)}$$

- Kuat tarik nominal batang tarik

$$\phi N_n = \phi \cdot A_g \cdot f_y$$

$$= 0,9 \cdot 1382 \cdot 240 \cdot 10^{-3} = 298,512 \text{ kN}$$

$$(\phi N_n = 298,512 \text{ kN}) > (N_u = 103,0571 \text{ kN}) \quad \text{(Aman)}$$

Untuk hitungan batang tarik yang lainya dapat dilihat pada lampiran 3.

#### 4.1.4 Perencanaan Sambungan Baut Pada Struktur Rangka Baja

- Profil yang digunakan 2Lx70x70x7

Tegangan putus minimum baja profil  $f_u = 370 \text{ Mpa}$

Gaya batang kombinasi faktor beban maksimum,  $N_u = 113,3620 \text{ kN}$

- Data-data baut yang digunakan untuk menyambung

Mutu baut A325-x

Tegangan tarik putus baut  $f_u^b = 807 \text{ Mpa}$

Diameter baut  $d = 16 \text{ mm}$ .

- Kuat geser satu baut

$$V_d = \phi_f \cdot V_n = \phi_f \cdot r_1 \cdot f_u^b \cdot A_b$$

Dengan :

$\phi_f V_n$  = kuat geser rencana baut

$\phi_f = 0,75$  (faktor reduksi kekuatan untuk fraktur)

$r_1 = 0,4$  (untuk baut yang ulir pada bidang geser)





$$f_u^b = 807 \text{ Mpa (tegangan tarik putus baut)}$$

$A_b$  = luas penampang bruto baut

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 = 201,062 \text{ mm}^2$$

$$\phi_f \cdot V = 0,75 \cdot 0,4 \cdot 807 \cdot 201,062 \cdot 10^{-3}$$

$$= 48,6771 \text{ kN}$$

- Kuat tarik rencana satu baut

$$T_d = \phi_f \cdot T_n = \phi_f \cdot 0,75 \cdot f_u^b \cdot A_b$$

$$= 0,75 \cdot 0,75 \cdot 807 \cdot 201,062 \cdot 10^{-3}$$

$$= 91,2696 \text{ kN}$$

- Kuat tumpu rencana baut

$$R_d = \phi_f \cdot R_n = 2,4 \cdot \phi_f \cdot d_b \cdot t_p \cdot f_u$$

$$t_p = 10 \text{ mm (tebal pelat buhul)}$$

$$t_f = 7 \text{ mm (tebal profil)}$$

$$t_f < t_p; \text{ maka dipakai } t_f = 7 \text{ mm}$$

$$\phi_f \cdot R_n = 2,4 \cdot 0,75 \cdot 16 \cdot 7 \cdot 370 \cdot 10^{-3}$$

$$= 74,592 \text{ kN}$$

- Menghitung jumlah baut sambungan

Dari perhitungan di atas, kuat rencana baut yang terkecil adalah kuat baut

dalam geser, yaitu :  $\phi_f \cdot V_n = 48,6771 \text{ kN}$

$$\text{Jumlah baut, } n = N_u / (\phi_f \cdot V_n)$$

$$= 115,3539 / 48,6771 = 2,3698$$

- Jumlah baut

$$n_p = n/2$$

$$= 2,3698/2$$

$$= 1,1849 \text{ jumlah baut terpasang, } n_p = 2 \text{ baut}$$

### 1. Cek kegagalan robekan pada lubang baut

#### a. Pelelehan geser robekan tarik

$$\phi_f T_{nl} = \phi (0,6 f_y A_{vg} + f_u A_m)$$

$$A_{vg} = (s' + (n_p - 1)s) t_p$$

Dengan :

$$s' = 40 \text{ mm (jarak lubang baut dengan tepi pelat profil) } 2,5 d_b$$

$$s = 80 \text{ mm (jarak antar baut) } 5 d_b$$

$$A_{vg} = (40 + (2 - 1)80) \cdot 7$$

$$= 840 \text{ mm}^2$$

$$A_m = (b/2 - (db + 1)/2) t_f$$

dengan :

$$b = 70 \text{ mm (panjang kaki profil)}$$

$$A_m = (70/2 - (16 + 1)/2) \cdot 7$$

$$= 185,5 \text{ mm}^2$$

$$\phi_f T_{nl} = (0,75 (0,6 \cdot 240 \cdot 840 + 370 \cdot 185,5)) \cdot 10^{-3}$$

$$= 142,196 \text{ kN}$$

$$\phi_f T_{nl} = 2 \cdot 142,196$$

$$= 284,393 \text{ kN (untuk dua profil)} > N_u = 113,3620 \text{ kN (Aman)}$$

b. retakan geser pelelehan tarik

$$\phi_f \cdot T_{n2} = \phi (0,6 \cdot f_u \cdot A_{ns} + f_y \cdot A_{tg})$$

$$A_{ns} = (s' + (n_p - 1)s - n_p \cdot d_b) t_p$$

$$= (40 + (2 - 1) \cdot 80 - 2 \cdot 16) \cdot 7$$

$$= 616 \text{ mm}^2$$

$$A_{tg} = (l_p / 2) t$$

$$= (70 / 2) \cdot 7$$

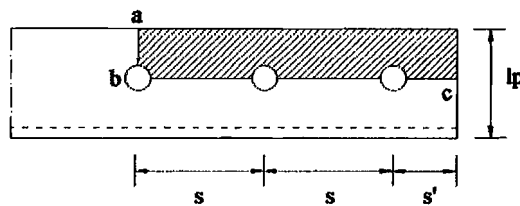
$$= 245 \text{ mm}^2 \quad (\text{luas kotor pelelehan geser})$$

$$\phi_f \cdot T_{n2} = 0,75 \cdot (0,6 \cdot 370 \cdot 616 + 240 \cdot 245) \cdot 10^{-3}$$

$$= 146,664 \text{ kN} \quad (\text{untuk satu profil})$$

$$\phi_f \cdot T_{n2} = 2 \cdot 146,664 = 293,328 \text{ kN} \quad (\text{untuk dua profil})$$

$$293,328 \text{ kN} \geq N_u = 113,3620 \text{ kN} \quad (\text{Aman})$$



Gambar 4.11. Daerah yang diasir dapat terjadi kegagalan robekan

2. Cek kuat tarik profil dengan luas netto profil

$$\phi_f \cdot T_{n2} = \phi \cdot A_{netto} \cdot f_u$$

$$A_{netto} = l_p - 2(d_p + 1) + (s_p^2 / 4 \cdot g)$$

$$g = g_a + g_b - t_f$$

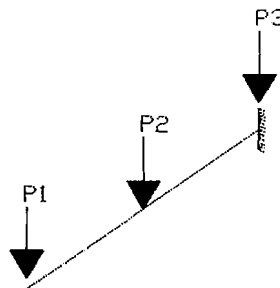
$$= b/2 + b/2 - t_f$$

$$\begin{aligned}
 &= 70/2 + 70/2 - 7 = 63 \text{ mm} \\
 A_{\text{netto}} &= 2\left((2.70 - 7) - 2(16 + 1) + (40^2 / 4.63)\right)7 \\
 &= 1474,89 \text{ mm}^2 \\
 \phi_f \cdot T_{n2} &= 0,75 \cdot 1474,89 \cdot 370 \cdot 10^{-3} \\
 &= 306,961 \text{ kN} > 113,3620 \text{ kN} \quad (\text{Aman})
 \end{aligned}$$

Untuk hitungan sambungan yang lainnya dapat dilihat pada lampiran 3.

#### 4.1.5 Perencanaan Kenopi Atap

##### 1. Pembebanan kenopi atap



Gambar 4.12. Pembebanan Pada Kenopi Atap

##### a. Beban mati:

$P_1$ : Berat gording : $0,0496 \times 3,6$	$= 0,1786 \text{ kN}$
Berat genteng : $0,5 \times 3,6 \times 0,92$	$= 1,6560 \text{ kN}$
Berat penggantung : $0,18 \times 3,6 \times 0,25$	$= 0,4860 \text{ kN}$
	$2,3206 \text{ kN}$
$P_2$ : Berat gording : $0,0496 \times 3,6$	$= 0,1786 \text{ kN}$
Berat genteng : $0,5 \times 3,6 \times 1,84$	$= 3,3120 \text{ kN}$
Berat penggantung : $0,18 \times 3,6 \times 1,5$	$= 0,9720 \text{ kN}$
	$4,4626 \text{ kN}$

$$\begin{aligned}
 P_3 : \text{Berat gording} &: 0,0496 \times 3,6 &= 0,1786 \text{ kN} \\
 \text{Berat genting} &: 0,5 \times 3,6 \times 2,02 &= 3,6360 \text{ kN} \\
 \text{Berat penggantung} &: 0,18 \times 3,6 \times 0,75 &= \underline{0,4860 \text{ kN}} \\
 &&4,3006 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

b. Beban hidup atap

$$P_1 = 2 \text{ kN}$$

$$P_2 = 1 \text{ kN}$$

$$P_3 = 1 \text{ kN}$$

c. Beban angin  $(0,4) \text{ kN/m}^2$

$$\text{Beban angin tiup} : c_1 = (0,02 \times 35^\circ) - 0,4 = 0,3$$

$$P_{wt} = 0,3 \times 0,4 = 0,12 \text{ kN/m}^2$$

**Tabel 4.11. Beban Angin Tiup**

Beban angin	$\sin 35^\circ$	$\cos 35^\circ$
$P_1 = 0,12 \times 3,6 \times 0,75 = 0,324$	0,1858	0,2654
$P_2 = 0,12 \times 3,6 \times 1,50 = 0,648$	0,3717	0,5308
$P_3 = 0,12 \times 3,6 \times 0,75 = 0,324$	0,1858	0,2654

$$\text{Beban angin hisap} : c_2 = -0,4$$

$$P_{wh} = -0,4 \times 0,4 = -0,16 \text{ kN/m}^2$$

**Tabel 4.12. Beban Angin Hisap**

Hisap	$\sin 35^\circ$	$\cos 35^\circ$
$P_1 = -0,16 \times 3,6 \times 0,75 = -0,432$	-0,2478	-0,3539
$P_2 = -0,16 \times 3,6 \times 1,5 = -0,864$	-0,4956	-0,7077
$P_3 = -0,16 \times 3,6 \times 0,75 = -0,432$	-0,24787	-0,3539

## 2. Perancangan batang lentur

$$M_u = 31,9467 \text{ kNm (dari lampiran 4)}$$

Dicoba profil *WF 10x17*:

$$S_x = 265,4996 \text{ cm}^3 \quad i_y = 2,1454 \text{ cm}^4 \quad t_f = 8,382 \text{ mm} \quad b_w = 256,794 \text{ mm}$$

$$S_y = 29,0962 \text{ cm}^3 \quad I_x = 3408,9354 \text{ cm}^4 \quad t_w = 6,096 \text{ mm}$$

$$i_x = 10,2902 \text{ cm}^4 \quad I_y = 148,1784 \text{ cm}^4 \quad b_f = 101,854 \text{ mm}$$

### a) Kuat nominal lentur penampang dengan pengaruh tekuk lokal

Kelangsingan penampang pada sayap

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{101,854}{8,382} = 6,0758$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} = \frac{170}{\sqrt{240}} = 10,9735$$

$$\lambda < \lambda_p$$

Penampang kompak

$$\text{Maka } M_n = M_p$$

$$M_p = 1,5 \cdot f_y \cdot S_x$$

$$M_p = 1,5 \cdot 240 \cdot 10^3 \cdot 265,4996 \cdot 10^{-6}$$

$$M_p = 95,5798 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \cdot 95,5798 = 86,022 \text{ kNm} \geq M_u = 31,9467 \text{ kNm} \quad (\text{Aman})$$

Kelangsingan penampang pada badan

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{256,794}{6,0960} = 42,1250$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{f_y} = \frac{1680}{240} = 108,4440$$

$\lambda < \lambda_p$  maka  $M_n = M_p$

$$\phi M_n = 0,9 \cdot 95,5798 = 86,022 \text{ kNm} \geq M_u = 31,9467 \text{ kNm} \quad (\text{Aman})$$

b) Kuat lentur nominal penampang dengan pengaruh tekuk lateral

$$L = 3680 \text{ mm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{148,1784 \cdot 10^4}{32,1935 \cdot 10^2}} = 21,4540 \text{ mm}$$

$$L_p = 1,76 \cdot r_y \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,76 \cdot 21,454 \sqrt{\frac{2 \cdot 10^5}{240}} = 1090,0096 \text{ mm}$$

$$X_1 = 2210 \text{ Ksi} = 15237,95 \text{ Mpa}$$

$$X_2 = 0,00782 \text{ Ksi} = 0,05392 \text{ Mpa}$$

$$f_L = f_y - f_r$$

$$f_L = 240 - 115 = 125 \text{ MPa}$$

$$L_r = r_y \left[ \frac{X_1}{f_L} \right] \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 \cdot f_L^2}}$$

$$L_r = 21,4540 \left[ \frac{15237,95}{125} \right] \sqrt{1 + \sqrt{1 + 0,05392 \cdot 125^2}} = 14334,9761 \text{ mm}$$

$L_p \leq L \leq L_r$  Termasuk bentang menengah

$$c_b = \frac{12,5 M_{maks}}{2,5 M_{maks} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \leq 2,3$$

$$c_b = \frac{12,5 \cdot 31,9467}{2,5 \cdot 31,9467 + 3 \cdot 20,8122 + 4 \cdot 9,8822 + 3 \cdot 4,8288} = 2,034 \leq 2,3$$

$$M_n = c_b \left[ M_r + (M_p - M_r) \frac{(L_r - L)}{(L_r - L_p)} \right] \leq M_p$$

$$M_n = 2,034 \left[ 33,1876 + (95,5798 - 33,1876) \frac{(14,335 - 3,68)}{(14,335 - 1,090)} \right] = 169,5934 \text{ kNm}$$

$$M_n = 169,5934 \text{ kNm} > M_p = 95,5798 \text{ kNm}$$

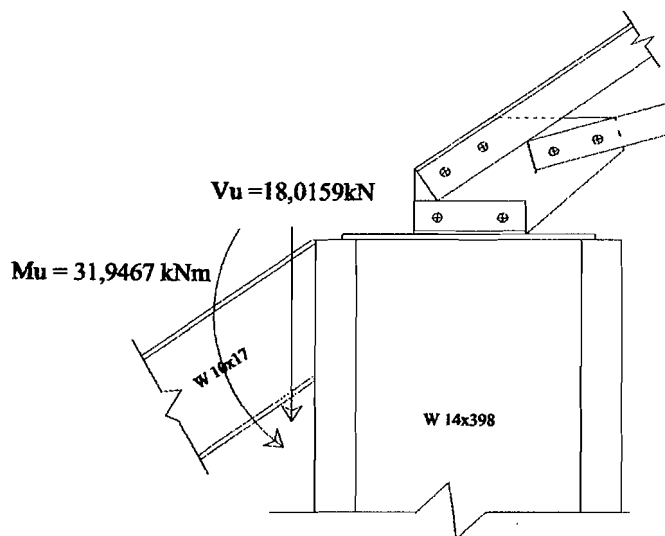
$$\text{Maka } \phi M_n = \phi M_p$$

$$= 0,9 \cdot 95,5798 = 86,02182 \text{ kNm}$$

$$\text{Rasio kapasitas lentur yang terjadi; } \frac{M_u}{\phi M_n} = \frac{31,9467}{86,02182} = 0,374 < 1,0 - \text{OK} -$$

### 3. Perencanaan sambungan

Dari hasil analisis didapat  $M_u = 31,9467 \text{ kNm}$  dan  $V_u = 18,0159 \text{ kN}$  untuk lebuah lengkapnya dapat dilihat dilampiran 2.



**Gambar 4.13** Gaya Pada Sambungan Kenopi dengan Kolom K1

Kekuatan geser desain  $\phi R_n$  untuk penyambung yang terkena geser saja adalah:

$$\phi_v R_{nv} = 0,65(0,60 F_u^b) m A_b$$

$$\phi_v R_{nv} = 0,65 \cdot (0,60 \cdot 807) \cdot 1.210,062 = 63,28022 \text{ kN}$$

Kekuatan tarik desain  $\phi R_n$  untuk penyambung yang terkena tarik saja adalah:

$$\phi_t R_{nt} = 0,75(0,75 F_u^b) A_b$$

$$\phi_t R_{nt} = 0,75(0,75 \cdot 807) \cdot 210,062 = 91,2696 \text{ kN}$$



Banyaknya penyambung  $n$  yang dibutuhkan perbaris adalah sekitar:

$$n = \sqrt{\frac{6M}{R_p}} = \sqrt{\frac{6.31,9467.100}{91,2696.(80)}} = 1,62 \text{ yang dibutuhkan untuk } M \text{ saja}$$

$$n = \frac{V}{2R} = \frac{18,0159}{2.63,28002} = 0,1424 \text{ yang dibutuhkan untuk geser saja}$$

Coba 6 baut (3baut per baris):

$$\sum y^2 = 2(80^2) = 12800 \text{ mm}^2$$

$$R_u = \frac{M_u y}{\sum y^2} = \frac{31,9467.100.80}{12800} = 19,9667 \text{ kN} < 91,2629 \text{ kN}$$

$$R_{uv} = \frac{V_u}{\sum n} = \frac{18,0159}{6} = 3,003 \text{ kN} < 63,28022 \text{ kN}$$

Pelat Bracket segi tiga dengan ukuran 100 x 143,41 mm:

$$\frac{b}{a} = \frac{143,41}{100} = 1,434 \rightarrow z = 0,11$$

$$P_u = \phi_c P_n = 0,85 \cdot F_y z b t = 18,01596 \text{ kN}$$

$$t \geq \frac{P_u}{\phi F_y z b} = \frac{18,0159.10^3}{0,85.(240)(0,12).354,62} = 5,132 \text{ mm}$$

Dipakai tebal pelat 6 mm.

Kekuatan las adalah:

$$a_{\text{maks}} = 1/4 - 1/16 = 3/16 \text{ inch} = 4,76 \text{ mm}$$

$$\phi 2a(0,707)(0,60 F_{EXX}) = \phi(0,60 F_u) t$$

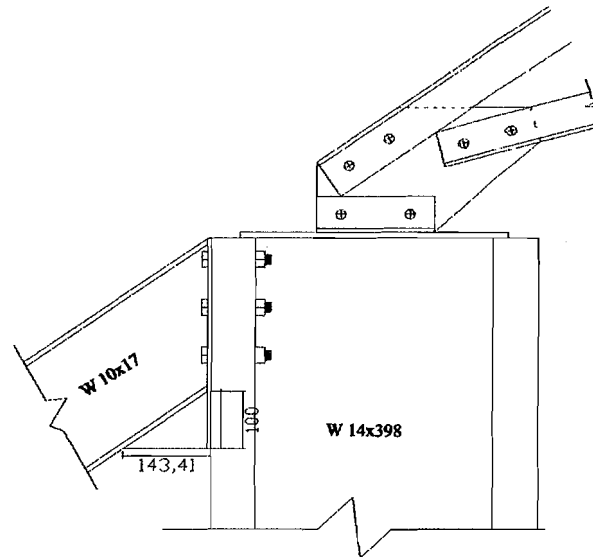
$$2a(0,707)(0,60.482,65) = (0,60.370) t$$

$$a_{\text{eff.maks}} = 0,707 \frac{F_u t_1}{F_{EXX}} = 0,707 \frac{370 t}{482,65} = 0,54 t = 0,54(6) = 3,24 \text{ mm}$$

$$\phi R_{nw} = \phi \cdot \phi_{\text{eff.maks}} \cdot 0,0707(0,6 \cdot F_{EXX})$$

$$= 0,75 \cdot 3,24 \cdot 0,707 \cdot 0,60 \cdot 482,65 = 497,52 \text{ N/mm}$$

Atau untuk dua fillet, kuat desainnya adalah  $2(497,52) = 995,04 \text{ N/mm}$



Gambar 4.14 Sambungan Kenopi dengan Kolom K1

## 4.2 Pembebanan Struktur Portal Baja

### 1. Beban lantai

- Beban hidup =  $2,5 \text{ kN/m}^2$

- Beban mati :

$$\text{Berat pelat: } 0,12 \times 24 = 2,88 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat pasir: } 0,05 \times 18 = 0,90 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat spesi: } 0,03 \times 24 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat keramik: } 0,01 \times 24 = 0,24 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat plafon: } 0,01 \times 18 = 0,18 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Jumlah beban mati} = \underline{\underline{4,92 \text{ kN/m}^2}}$$

## 2. Beban atap

- Beban hidup =  $1 \text{ kN/m}^2$
- Beban mati:

$$\text{Berat pelat: } 0,1 \times 24 = 2,40 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Lapisan kedap air: } 0,02 \times 22 = 0,44 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat plafon: } 0,01 \times 18 = 0,18 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Jumlah beban mati} = \underline{3,02 \text{ kN/m}^2}$$

## 3. Beban lantai pada selasar

- Beban hidup:  $3 \text{ kN/m}^2$
- Beban mati :

$$\text{Berat pelat: } 0,12 \times 24 = 2,88 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat pasir: } 0,05 \times 18 = 0,90 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat spesi: } 0,03 \times 24 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat keramik: } 0,01 \times 24 = 0,24 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat plafon: } 0,01 \times 18 = 0,18 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Jumlah beban mati} = \underline{4,92 \text{ kN/m}^2}$$

## 4. Beban lantai pada balkon

- Beban Hidup =  $3 \text{ kN/m}^2$
- Beban mati :

$$\text{Berat pelat: } 0,12 \times 24 = 2,88 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat pasir: } 0,05 \times 18 = 0,90 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat spesi: } 0,03 \times 24 = 0,72 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Berat keramik: } 0,01 \times 24 = 0,24 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Berat plafon: } 0,01 \times 18 &= 0,18 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Jumlah beban mati} &= 4,92 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

#### 5. Beban lantai pada ruang rapat

- Beban hidup =  $4 \text{ kN/m}^2$
- Beban mati :

$$\begin{aligned} \text{Berat pelat: } 0,12 \times 24 &= 2,88 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Berat pasir: } 0,05 \times 18 &= 0,90 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Berat spesi: } 0,03 \times 24 &= 0,72 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Berat keramik: } 0,01 \times 24 &= 0,24 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Berat plafon: } 0,01 \times 18 &= 0,18 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Jumlah beban mati} &= 4,92 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

#### 6. Beban tembok:

- Tembok tinggi 4 m:  $2,5 \times 4 = 10 \text{ kN/m}$
- Tembok tinggi 0,9 m:  $2,5 \times 0,9 = 2,25 \text{ kN/m}^2$

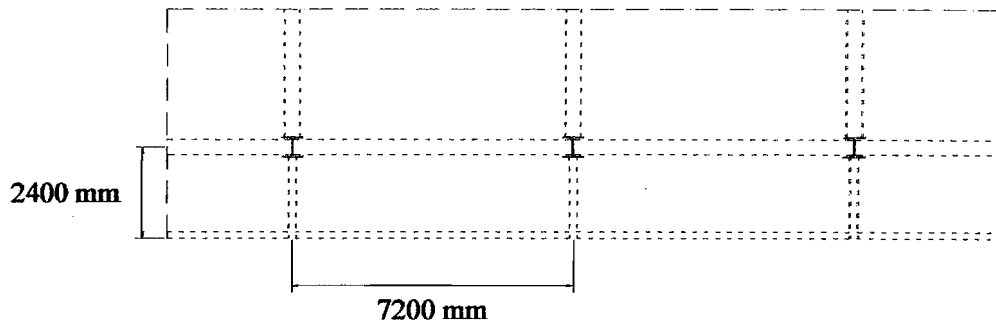
### 4.3 Perencanaan Pelat Beton

Pelat adalah elemen horizontal struktur yang mendukung beban mati maupun beban hidup dan menyalurkannya ke rangka vertikal dari system struktur. Berdasarkan perbandingan antara bentang panjang dan bentang pendek, pelat dibedakan menjadi dua, yaitu Pelat satu arah dan pelat dua arah.

#### 4.3.1 Perencanaan Pelat Beton Satu Arah

Perencanaan pelat satu arah direncanakan apabila perbandingan bentang panjang dengan bentang pendek hasilnya lebih dari dua.

## 1. Pelat atap dengan ukuran 7,2 x 2,4 m



Gambar 4.15 Pelat Atap Satu Arah

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0,85$$

$$\rho_b = \frac{0,85 f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,0538$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0538 = 0,0404$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2941$$

Panjang bentang pendek:  $L_x = 2400 \text{ mm}$

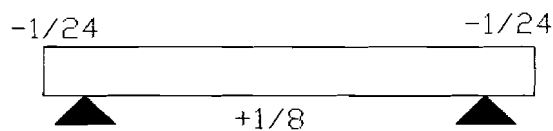
Panjang bentang panjang:  $L_y = 7200 \text{ mm}$

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{7200}{2400} = 3 > 2 \text{ (Pelat satu arah)}$$

Tebal pelat untuk pelat atap = 100 mm

$$W_u = 1,2 \cdot W_D + 1,6 \cdot W_L$$

$$W_u = 1,2 \cdot 3,02 + 1,6 \cdot 1 = 5,224 \text{ kN/m}$$



$$M_u^- = 1/24 \cdot W_u \cdot L^2 = 1/24 \cdot 5,224 \cdot 2,4^2 = 1,2538 \text{ kNm}$$

$$M_u^+ = 1/8 \cdot W_u \cdot L^2 = 1/8 \cdot 5,224 \cdot 2,4^2 = 3,7613 \text{ kNm}$$

$$M_u^- = 1/24 \cdot W_u \cdot L^2 = 1/24 \cdot 5,224 \cdot 2,4^2 = 1,2538 \text{ kNm}$$

$$V_u = 1,15 \cdot 1/2 \cdot W_u \cdot L = 1,15 \cdot 1/2 \cdot 5,224 \cdot 2,4 = 7,21 \text{ kN}$$

$$V_u = 1/2 \cdot W_u \cdot L = 1/2 \cdot 5,224 \cdot 2,4 = 6,29 \text{ kN}$$

Dipakai tulangan diameter = P8 dan penutup beton = 40 mm

$$d = 100 - 40 - (8/2) = 56 \text{ mm}$$

Cek Kuat geser:

$$\begin{aligned} \phi V_n &= \phi(1/6 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_w \cdot d) = 0,6 \cdot (1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 1000 \cdot 56) \\ &= 28000 \text{ N} = 28 \text{ kN} > V_u = 7,21 \text{ kN} \end{aligned}$$

Perhitungan tulangan lentur:

a.  $M_u^- = 1,2538 \text{ kNm}$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1,2538}{0,8} = 1,567 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{1,567 \cdot 10^6}{1000 \cdot 56^2} = 0,4998 \text{ MPa}$$

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,294} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 0,4998}{240}} \right) = 0,00211$$

$$1,33 \cdot \rho_{ada} = 1,33 \cdot 0,00211 = 0,002803 < \rho_{min} = 0,0058$$

$$\text{Maka } \rho_{pakai} = 1,33 \cdot \rho_{ada} = 0,002803$$

Luas tulangan pokok :

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,002803 \cdot 1000 \cdot 56 = 156,9618 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan susut :

$$A_{sst} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 100 = 200 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 156,9618 \text{ mm}^2 < A_{sst} = 200 \text{ mm}^2$$

Maka  $A_s$  pakai =  $A_{sst} = 200$

Tulangan pokok:

$$A_{1D} = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 = 1/4 \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,24 \text{ mm}^2$$

$$S \leq \frac{A_{1D} \cdot 1000}{A_s} = \frac{50,24 \cdot 1000}{200} = 251,2 \text{ mm}$$

$S$  pakai = 250 mm

Dipakai tulangan pokok = P8-250

Luas tulangan pakai:

$$A_s = \frac{A_{1D} \cdot 1000}{S_{pakai}} = \frac{50,24 \cdot 1000}{250} = 200,96 \text{ mm}^2 > 200 \text{ mm}^2 \text{ (aman)}$$

Tulangan susut:

$$\begin{aligned} \text{Dipakai diameter P8 mm maka } A_{1D} &= 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 = 1/4 \cdot \pi \cdot 8^2 \\ &= 50,24 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$s \leq \frac{A_{1D} \cdot 1000}{A_{sst}} = \frac{50,24 \cdot 1000}{200} = 251,2 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan susut: P8-250

b.  $M_u^+ = 3,7613 \text{ kNm}$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,7613}{0,8} = 4,7016 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b.d^2} = \frac{4,7016.10^6}{1000.56^2} = 1,4992 \text{ MPa}$$

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,2941} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2.11,2941.1,4992}{240}} \right) = 0,00648$$

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

$$\text{Maka } \rho_{pakai} = \rho_{ada} = 0,00648$$

Luas tulangan pokok:

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,00648 \cdot 1000 \cdot 56 = 362,88 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan susut:

$$A_{sst} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 100 = 200 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 362,88 \text{ mm}^2 > A_{sst} = 200 \text{ mm}^2$$

Tulangan pokok:

$$A_{1D} = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 = 1/4 \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,24 \text{ mm}^2$$

$$S \leq \frac{A_{1D} \cdot 1000}{A_s} = \frac{50,24 \cdot 1000}{362,88} = 138,448 \text{ mm}$$

$$S_{pakai} = 125 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan pokok = P8-125

Luas tulangan pakai:

$$A_s = \frac{A_{1D} \cdot 1000}{S_{pakai}} = \frac{50,24 \cdot 1000}{125} = 401,92 \text{ mm}^2 > 362,88 \text{ mm}^2 \text{ (aman)}$$

Tulangan susut:

$$\begin{aligned} \text{Dipakai diameter: P8 mm maka } A_{1D} &= 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 = 1/4 \cdot \pi \cdot 8^2 \\ &= 50,24 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$



$$s \leq \frac{A_{1D} \cdot 1000}{A_{sst}} = \frac{50,24 \cdot 1000}{200} = 251,2 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan susut: P8-250

c.  $M_u^- = 1,2538 \text{ kNm}$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1,2538}{0,8} = 1,567 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{1,567 \cdot 10^6}{1000 \cdot 56^2} = 0,4998 \text{ MPa}$$

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,294} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 1,0 \cdot 0,4998}{240}} \right) = 0,00211$$

$$1,33 \cdot \rho_{ada} = 1,33 \cdot 0,00211 = 0,002803 < \rho_{min} = 0,0058$$

Maka  $\rho_{pakai} = 1,33 \cdot \rho_{ada} = 0,002803$

Luas tulangan pokok :

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,002803 \cdot 1000 \cdot 56 = 156,9618 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan susut:

$$A_{sst} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 100 = 200 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 156,9618 \text{ mm}^2 < A_{sst} = 200 \text{ mm}^2$$

Maka  $A_s \text{ pakai} = A_{sst} = 200$

Tulangan pokok:

$$A_{1D} = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 = 1/4 \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,24 \text{ mm}^2$$

$$S \leq \frac{A_{1D} \cdot 1000}{A_s} = \frac{50,24 \cdot 1000}{200} = 251,2 \text{ mm}$$

S pakai = 250 mm

Dipakai tulangan pokok = P8-250

Luas tulangan pakai:

$$A_s = \frac{A_{1D} \cdot 1000}{S_{pakai}} = \frac{50,24 \cdot 1000}{250} = 200,96 \text{ mm}^2 > 200 \text{ mm}^2 \text{ (aman)}$$

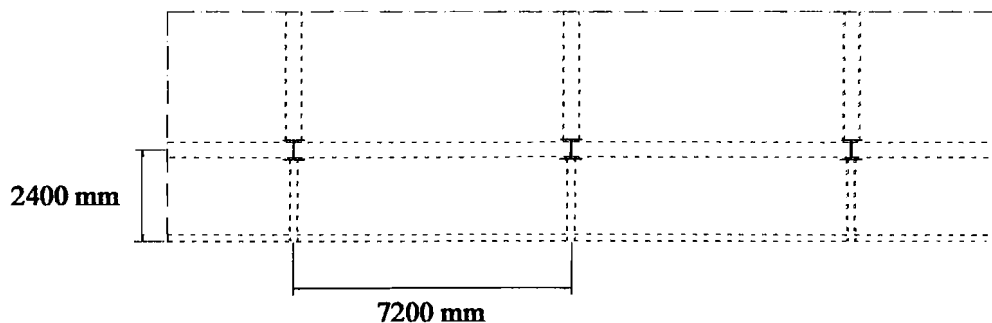
Tulangan susut:

$$\begin{aligned} \text{Dipakai diameter P8 mm maka } A_{1D} &= 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 = 1/4 \cdot \pi \cdot 8^2 \\ &= 50,24 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$s \leq \frac{A_{1D} \cdot 1000}{A_{sst}} = \frac{50,24 \cdot 1000}{200} = 251,2 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan susut: P8-250

## 2. Pelat lantai selasar dengan ukuran 7,2 x 2,4 m



**Gambar 4.16** Pelat Lantai Selasar Satu Arah

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,0538$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0538 = 0,0404$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2941$$

Panjang bentang pendek:  $L_x = 2400 \text{ mm}$

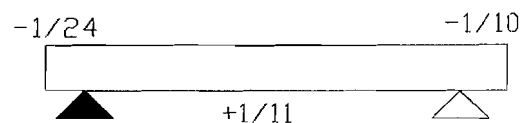
Panjang bentang panjang:  $L_y = 7200 \text{ mm}$

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{7200}{2400} = 3 > 2 \text{ (Pelat satu arah)}$$

Tebal pelat untuk pelat lantai =  $120 \text{ mm}$

$$W_u = 1,2 \cdot W_D + 1,6 \cdot W_L$$

$$W_u = 1,2 \cdot 4,92 + 1,6 \cdot 3 = 10,704 \text{ kN/m}$$



$$M_u^- = 1/24 \cdot W_u \cdot L^2 = 1/24 \cdot 10,704 \cdot 2,4^2 = 2,569 \text{ kNm}$$

$$M_u^+ = 1/11 \cdot W_u \cdot L^2 = 1/11 \cdot 10,704 \cdot 2,4^2 = 5,605 \text{ kNm}$$

$$M_u^- = 1/10 \cdot W_u \cdot L^2 = 1/10 \cdot 10,704 \cdot 2,4^2 = 6,1655 \text{ kNm}$$

$$V_u = 1,15 \cdot \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot L = 1,15 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10,704 \cdot 2,4 = 14,7715 \text{ kN}$$

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 10,704 \cdot 2,4 = 12,8448 \text{ kN}$$

Dipakai tulangan diameter = P10 dan penutup beton =  $20 \text{ mm}$

$$d = 120 - 20 - (10/2) = 95 \text{ mm}$$

Cek Kuat geser

$$\phi V_n = \phi(1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d) = 0,6 \cdot (1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 1000 \cdot 95)$$

$$= 47500 \text{ N} = 47,5 \text{ kN} > V_u = 14,7715 \text{ kN}$$

Perhitungan tulangan lentur:

a.  $M_u^- = 2,569 \text{ kNm}$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,569}{0,8} = 3,211 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{3,211 \cdot 10^6}{1000 \cdot 95^2} = 0,3558 \text{ MPa}$$

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,2941} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 0,3558}{240}} \right) = 0,00150$$

$$1,33 \cdot \rho_{ada} = 1,33 \cdot 0,00150 = 0,00199 < \rho_{min} = 0,0058$$

$$\text{Maka } \rho_{pakai} = 1,33 \cdot \rho_{ada} = 0,00199$$

Luas tulangan pokok :

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,00199 \cdot 1000 \cdot 95 = 189,05 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan susut:

$$A_{sst} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 189,05 \text{ mm}^2 < A_{sst} = 240 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pakai} = A_s = 240 \text{ mm}^2$$

Tulangan pokok:

$$A_{1D} = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 = 1/4 \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,5398 \text{ mm}^2$$

$$S \leq \frac{A_{1D} \cdot 1000}{A_s} = \frac{78,5398 \cdot 1000}{240} = 327,2492 \text{ mm}$$

$$S_{pakai} = 325 \text{ mm} < 3 \cdot h = 3 \cdot 120 = 360 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan pokok = P10-325

Luas tulangan pakai =

$$A_s = \frac{A_{1D} \cdot 1000}{S_{pakai}} = \frac{78,5398 \cdot 1000}{325} = 241,661 \text{ mm}^2 > 189,05 \text{ mm}^2 \text{ (aman)}$$

Tulangan susut:

$$\text{Pakai } P8 \text{ mm maka } A_{1D} = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 = 1/4 \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,2655 \text{ mm}^2$$

$$s \leq \frac{A_{1D} \cdot 1000}{A_{sst}} = \frac{50,2655 \cdot 1000}{240} = 209,4396 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan susut: P8-200

$$\text{Jarak maks} = 5 \cdot h = 5 \cdot 100 = 500 \text{ mm}$$

b.  $M_u^+ = 5,605 \text{ kNm}$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{5,605}{0,8} = 7,0063 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{7,60063 \cdot 10^6}{1000 \cdot 95^2} = 0,7763 \text{ MPa}$$

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,2941} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 0,7763}{240}} \right) = 0,0033$$

$$1,33 \cdot \rho_{ada} = 1,33 \cdot 0,0033 = 0,00438 < \rho_{min} = 0,0058$$

$$\text{Maka } \rho_{pakai} = 1,33 \rho_{ada} = 0,00438$$

Luas tulangan pokok:

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,00438 \cdot 1000 \cdot 95 = 416,4491 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan susut :

$$A_{sst} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 416,4491 \text{ mm}^2 > A_{sst} = 240 \text{ mm}^2$$

Tulangan pokok:

$$A_{1D} = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 = 1/4 \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,5398 \text{ mm}^2$$

$$s \leq \frac{A_{1D} \cdot 1000}{A_s} = \frac{78,5398 \cdot 1000}{416,4491} = 188,594 \text{ mm}$$

$$s_{pakai} = 175 \text{ mm} < 3 \cdot h = 3 \cdot 100 = 300 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan pokok = P10-175

Luas tulangan pakai:

$$A_s = \frac{A_{ID} \cdot 1000}{S_{pakai}} = \frac{78,5398 \cdot 1000}{175} = 448,799 \text{ mm}^2 > 416,4491 \text{ mm}^2 \text{ (aman)}$$

Tulangan susut

Pakai: P8 mm maka  $A_{ID} = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 = 1/4 \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,2655 \text{ mm}^2$

$$s \leq \frac{A_{ID} \cdot 1000}{A_{sst}} = \frac{50,2655 \cdot 1000}{240} = 209,4396 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan susut: P8-200

c.  $M_u^- = 6,1655 \text{ kNm}$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{6,1655}{0,8} = 7,7069 \text{ kNm}$$

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{7,7069 \cdot 10^6}{1000 \cdot 95^2} = 0,8539 \text{ MPa}$$

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,2941} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 0,8539}{240}} \right) = 0,0036$$

$$1,33 \cdot \rho_{ada} = 1,33 \cdot 0,0036 = 0,0048 < \rho_{min} = 0,0058$$

$$\text{Maka } \rho_{pakai} = 1,33 \cdot \rho_{ada} = 0,0048$$

Luas tulangan pokok:

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,0048 \cdot 1000 \cdot 95 = 458,9831 \text{ mm}^2$$

Luas tulangan susut:

$$A_{sst} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 458,9831 \text{ mm}^2 > A_{sst} = 240 \text{ mm}^2$$

Tulangan pokok:

$$A_{ID} = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 = 1/4 \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,5398 \text{ mm}^2$$

$$S \leq \frac{A_{1D} \cdot 1000}{A_s} = \frac{78,5398 \cdot 1000}{458,9831} = 171,117 \text{ mm}$$

$$S_{\text{pakai}} = 150 \text{ mm} < 3 \cdot h = 3 \cdot 100 = 300 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan pokok = P10-150

Luas tulangan pakai:

$$A_s = \frac{A_{1D} \cdot 1000}{S_{\text{pakai}}} = \frac{78,5398 \cdot 1000}{150} = 523,598 \text{ mm}^2 > 458,66 \text{ mm}^2 \text{ (aman)}$$

Tulangan susut:

$$\text{Pakai: } P8 \text{ mm maka } A_{1D} = 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 = 1/4 \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,2655 \text{ mm}^2$$

$$s \leq \frac{A_{1D} \cdot 1000}{A_{sst}} = \frac{50,2655 \cdot 1000}{240} = 209,4396 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan susut: P8-200

### 4.3.2 Perencanaan Pelat Beton Dua Arah

Perencanaan pelat dua arah direncanakan apabila perbandingan bentang panjang dengan bentang pendek hasilnya kurang atau sama dengan dua, sebagai contoh perhitungan diambil pelat lantai dengan ukuran 7200 mm x 3600 mm:

#### 1. Pembebanan Pelat Lantai

- a. Beban mati pelat lantai ( $q_d$ ) = 4,92 kN/m<sup>2</sup>
- b. Beban hidup pelat lantai ( $q_l$ ) = 2,5 kN/m<sup>2</sup>
- c. Kombinasi pembebanan (SK SNI T – 1991-03, pasal 3.2.2)

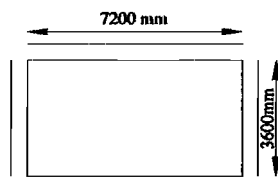
$$\begin{aligned} q_u &= 1,2 q_d + 1,6 q_l \\ &= 1,2 \cdot 4,92 + 1,6 \cdot 2,5 = 9,904 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

## 2. Tebal pelat minimum ( $h$ )

Untuk bentang  $l_x < 4$  meter dimabil  $h = 100 \text{ mm}$  untuk pelat atap dan  $120 \text{ mm}$  untuk pelat lantai untuk contoh ini diambil tebal pelat  $120 \text{ mm}$ .

## 3. Distribusi momen

Pelat dianggap terjepit elastis pada keempat sisinya



Dihitung sebagai pelat dua arah :

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{7,2}{3,6} = 2$$

$$M_u = 0,001 \cdot q_U \cdot L_x^2 \cdot C_x$$

Dari tabel 13.3.2 PBI 1971 didapat faktor (C):

$L_y/L_x$	2
$c_{lx}$	62
$c_{ly}$	35
$c_{lx}$	62
$c_{ly}$	35

$$M_{lx} = 0,001 \cdot 9,904 \cdot 3,6^2 \cdot 62 = 7,9581 \text{ kNm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot 9,904 \cdot 3,6^2 \cdot 35 = 4,4925 \text{ kNm}$$

$$-M_{lx} = 0,001 \cdot 9,904 \cdot 3,6^2 \cdot 62 = 7,9581 \text{ kNm}$$

$$-M_{ly} = 0,001 \cdot 9,904 \cdot 3,6^2 \cdot 35 = 4,4925 \text{ kNm}$$



#### 4. Perencanaan tulangan arah $x$

##### a. Arah lapangan $x$

$$M_u = M_{lx} = 7,9581 \text{ kNm}$$

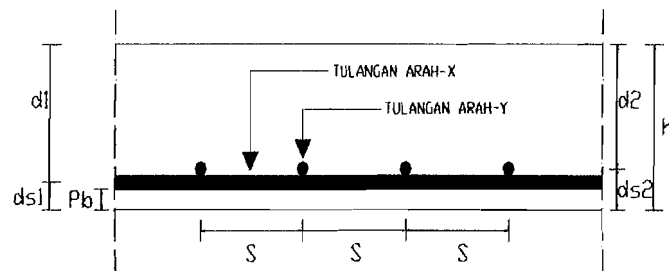
$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{7,9581}{0,8} = 9,9476 \text{ kNm}$$

Tebal pelat  $h = 120 \text{ mm}$

Tebal penutup beton  $P_b = 20 \text{ mm}$

Tinggi manfaat tulangan pelat

$$d = d_x = h - P_b - \frac{1}{2} \phi = 120 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 95 \text{ mm}$$



**Gambar 4.17** Potongan Pelat Pada Tulangan Lapangan

Rasio penulangan pada keadaan seimbang regangan

$$\rho_b = \frac{0,85 f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,0538$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0538 = 0,0404$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

##### 1) Menentukan luas tulangan

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{9,9476 \cdot 10^6}{1000 \cdot 95^2} = 1,1022 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2941$$

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,2941} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 1,1022}{240}} \right) = 0,00472$$

$$\rho_{ada} \leq \rho_{min} = 0,00583$$

$$\leq \rho_{max} = 0,0404$$

$$1,33 \cdot \rho_{ada} = 1,33 \cdot 0,00472 = 0,00628 > \rho_{min} = 0,00583$$

$$\text{maka } \rho_{perlu} = \rho_{min} = 0,00583$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{perlu} \cdot b \cdot d = 0,00583 \cdot 1000 \cdot 95 = 553,85 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ susut} = 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240 \text{ mm}^2$$

$$\text{Syarat } A_s \text{ perlu} \geq A_s \text{ susut}$$

$$\text{Jadi } A_s \text{ pakai} = A_s \text{ perlu} = 553,83 \text{ mm}^2$$

$$\text{Pakai tulangan } P10 \rightarrow A1\emptyset = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,5398 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan } (s) = \frac{A_{1\emptyset} \cdot 1000}{A_s \text{ pakai}} = \frac{78,5398 \cdot 1000}{553,85} = 141,807 \text{ mm}$$

$$\text{Syarat jarak tulangan } (s) \leq 2 \cdot h = 2 \cdot 120 = 240 \text{ mm}$$

$$\leq 250 \text{ mm}$$

$$\text{Jadi pakai jarak } (s) = 150 \text{ mm} \rightarrow P10-150$$

$$A_s \text{ ada} = \frac{78,54 \cdot 1000}{150} = 523,5987 \text{ mm}^2$$

## 2) Kontrol $M_n$

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{523,5987 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 5,9136 \text{ mm}$$

$$M_n = A_s \text{ ada} \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$= 523,5987 \cdot (95 - 5,9136/2)$$

$$= 11,5665 \text{ kNm} \geq \frac{M_u}{\phi} = 9,9476 \text{ kNm} \quad (\text{Aman})$$

## b. Arah tumpuan x

$$M_u = M_{tx} = 7,9581 \text{ kNm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{7,9581}{0,8} = 9,9476 \text{ kNm}$$

Tebal pelat  $h = 120 \text{ mm}$

Tebal penutup beton  $P_b = 20 \text{ mm}$

Tinggi manfaat tulangan pelat

$$d = d_x = h - P_b - \frac{1}{2} \phi = 120 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 95 \text{ mm}$$

Rasio penulangan pada keadaan seimbang regangan

$$\rho_b = \frac{0,85 f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \cdot \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,0538$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0538 = 0,0404$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

## 1) Menentukan luas tulangan

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{9,9476 \cdot 10^6}{1000 \cdot 95^2} = 1,1022 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2941$$

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,2941} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 1,1022}{240}} \right) = 0,00472$$

$$\rho_{ada} > \rho_{min} = 0,0058$$

$$\leq \rho_{maks} = 0,0404$$

$$1,33 \cdot \rho_{ada} = 1,33 \cdot 0,00472 = 0,00628 > \rho_{min} = 0,00583$$

maka  $\rho_{pertu} = \rho_{min} = 0,00583$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d = 0,00583 \cdot 1000 \cdot 95 = 553,85 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ susut} = 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240 \text{ mm}^2$$

$$\text{Syarat } A_s \text{ perlu} \geq A_s \text{ susut}$$

$$\text{Jadi } A_s \text{ pakai} = A_s \text{ perlu} = 553,83 \text{ mm}^2$$

$$\text{Pakai tulangan } P10 \rightarrow A1\emptyset = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,5398 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan (s)} = \frac{A_{1\emptyset} \cdot 1000}{A_s \text{ pakai}} = \frac{78,5398 \cdot 1000}{553,85} = 141,807 \text{ mm}$$

$$\text{Syarat jarak tulangan (s)} \leq 2 \cdot h = 2 \cdot 120 = 240 \text{ mm}$$

$$\leq 250 \text{ mm}$$

$$\text{Jadi pakai jarak (s)} = 150 \text{ mm} \rightarrow P10-150$$

$$A_s \text{ ada} = \frac{78,54 \cdot 1000}{150} = 523,5987 \text{ mm}^2$$

## 2) Kontrol $M_n$

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{523,5987 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 5,9136 \text{ mm}$$

$$M_n = A_s \text{ ada} \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$= 523,5987 \cdot (95 - 5,9136/2)$$

$$= 11,5665 \text{ kNm} \geq \frac{M_u}{\phi} = 9,9476 \text{ kNm} \quad (\text{Aman})$$

## 5. Perencanaan tulangan arah y

### a. Arah lapangan y

$$M_u = M_{ly} = 4,4925 \text{ kNm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,4925}{0,8} = 5,6156 \text{ kNm}$$

$$\text{Tebal pelat } h = 120 \text{ mm}$$

Tebal penutup beton  $P_b = 20 \text{ mm}$

Tinggi manfaat tulangan pelat

$$d = d_x = h - P_b - \frac{1}{2} \phi - \phi_{tul} = 120 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 10 - 10 = 85 \text{ mm}$$

Rasio penulangan pada keadaan seimbang regangan

$$\rho_b = \frac{0,85 f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,0538$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0538 = 0,0404$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

1) Menentukan luas tulangan

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{5,6156 \cdot 10^6}{1000 \cdot 85^2} = 0,77725 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2941$$

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,2941} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 0,77725}{240}} \right) = 0,0033$$

$$\rho_{ada} \leq \rho_{min} = 0,0058$$

$$\leq \rho_{max} = 0,0404$$

$$1,33 \cdot \rho_{ada} = 1,33 \cdot 0,0033 = 0,00439 \leq \rho_{min} = 0,0058$$

$$\text{maka } \rho_{perlu} = 1,33 \rho_{ada} = 0,00439$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{perlu} \cdot b \cdot d = 0,00439 \cdot 1000 \cdot 85 = 373,067 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ susut} = 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240 \text{ mm}^2$$

Syarat  $A_s \text{ perlu} > A_s \text{ susut}$

$$\text{Jadi } A_s \text{ pakai} = A_s \text{ perlu} = 373,067 \text{ mm}^2$$

$$\text{Pakai tulangan P10} \rightarrow A_{1\phi} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,54 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan (s)} = \frac{A_{t\phi} \cdot 1000}{A_{s \text{ pakai}}} = \frac{78,5398 \cdot 1000}{373,067} = 210,5247 \text{ mm}$$

$$\text{Syarat jarak tulangan (s)} \leq 2 \cdot h = 2 \cdot 120 = 240 \text{ mm}$$

$$\leq 250 \text{ mm}$$

Jadi pakai jarak (s) = 200 mm → P10-200

$$A_{s \text{ ada}} = \frac{78,54 \cdot 1000}{200} = 392,7 \text{ mm}^2$$

## 2) Kontrol $M_n$

$$a = \frac{A_{s \text{ ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{392,7 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 4,4352 \text{ mm}$$

$$M_n = A_{s \text{ ada}} \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$= 392,7 \cdot 240 \cdot (85 - 4,4352/2)$$

$$= 7,8021 \text{ kNm} \geq 1,33 \frac{M_u}{\phi} = 7,4687 \text{ kNm} - \text{OK} -$$

## b. Arah tumpuan y

$$M_u = M_{ty} = 4,4925 \text{ kNm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,4925}{0,8} = 5,6156 \text{ kNm}$$

Tebal pelat  $h = 120 \text{ mm}$

Tebal penutup beton  $P_b = 20 \text{ mm}$

Tinggi manfaat tulangan pelat

$$d = d_x = h - P_b - \frac{1}{2} \phi = 120 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 95 \text{ mm}$$

Rasio penulangan pada keadaan seimbang regangan

$$\rho_b = \frac{0,85 f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,05376$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0538 = 0,04032$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

1) Menentukan luas tulangan

$$R_n = \frac{M_u / \phi}{b \cdot d^2} = \frac{5,6156 \cdot 10^6}{1000 \cdot 95^2} = 0,6222 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2941$$

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{11,2941} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2941 \cdot 0,6222}{240}} \right) = 0,00263$$

$$\rho_{ada} \leq \rho_{min} = 0,00583$$

$$\leq \rho_{max} = 0,0404$$

$$1,33 \cdot \rho_{ada} = 1,33 \cdot 0,00263 = 0,0035 \leq \rho_{min} = 0,00583$$

$$\text{maka } \rho_{perlu} = 1,33 \cdot \rho_{ada} = 0,0035$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{perlu} \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 1000 \cdot 95 = 332,520 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ susut} = 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240 \text{ mm}^2$$

$$\text{Syarat } A_s \text{ perlu} \geq A_s \text{ susut}$$

$$\text{Jadi } A_s \text{ pakai} = A_s \text{ perlu} = 332,520 \text{ mm}^2$$

$$\text{Pakai tulangan P10} \rightarrow A_{1\phi} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,54 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan (s)} = \frac{A_{1\phi} \cdot 1000}{A_s \text{ pakai}} = \frac{78,54 \cdot 1000}{332,520} = 236,1963 \text{ mm}$$

$$\text{Syarat jarak tulangan (s)} \leq 2 \cdot h = 2 \cdot 120 = 240 \text{ mm}$$

$$\leq 250 \text{ mm}$$

$$\text{Jadi pakai jarak (s)} = 200 \text{ mm} \rightarrow \text{P10-200}$$

$$As_{ada} = \frac{78,5398.1000}{200} = 392,699mm^2$$

2) Kontrol  $M_n$

$$a = \frac{As_{ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{392,699.240}{0,85.25.1000} = 4,4352mm$$

$$M_n = As_{ada} \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$= 785,398.240 \cdot (95 - 4,4352/2)$$

$$= 8,7445kNm \geq 1,33 \cdot \frac{M_u}{\phi} = 7,4687 kNm - OK -$$

6. Perencanaan tulangan bagi

$$As_{bagi} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 = 240 mm^2$$

$$\text{Dipakai P8} = A_{1\phi} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 8^2 = 50,2665 mm^2$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{A_{1\phi} \cdot 1000}{As_{bagi}} = \frac{50,2665 \cdot 1000}{240} = 209,4396mm$$

Jadi dipakai tulangan bagi P8-200

$$As = \frac{50,2665 \cdot 1000}{200} = 251,35mm^2 > 240mm^2$$

Untuk perhitungan tipe pelat yang lainya bisa dilihat dilampiran 6

#### 4.4 Menghitung Gaya Horisontal Akibat Gempa

Distribusi gaya geser horisontal total akibat gempa ( $F_i$ ) tergantung pada perbandingan tinggi total struktur ( $H$ ) terhadap lebar struktur ( $B$ ) pada arah yang ditinjau.



#### 4.4.1 Berat Struktur Pada Tiap Portal

Untuk Menghitung Gaya horisontal akibat gempa dihitung terlebih dahulu berat struktur pada tiap portal, untuk portal A adalah sebagai berikut:

##### 1. Berat atap

Berat balok $B1$ ( $W12 \times 26$ ) = 36.1.38,66	= 1391,76 Kg
Berat balok $B2$ ( $W12 \times 30$ ) = 21,6.1.44,42	= 959,472 Kg
Berat balok $B3$ ( $W12 \times 40$ ) = 14,4.1.59,13	= 851,472 Kg
Balok anak ( $Ba1$ ) ( $W10 \times 30$ ) = 32,4.1.44,67	= 1447,308 Kg
Berat pelat atap = (50,4.3,6.1.302) + (0,3.50,4.3,6.1.100)	= 60238,08 Kg
<hr/>	
Total = 64888,092 Kg	

##### 2. Berat Lantai

###### a. Lantai 3

Berat balok $B1$ ( $W18 \times 50$ ) : 3,6.2.74,29	= 534,888 Kg
Berat balok $B2$ ( $W18 \times 60$ ) : 28,8.1.88,94	= 2561,472 Kg
Berat balok $B3$ ( $W21 \times 182$ ) : 10,8.2.270,87	= 5850,792 Kg
Berat balok $B4$ ( $W24 \times 62$ ) : 14,4.1.92,48	= 1331,712 Kg
Berat balok $Ba1$ ( $W12 \times 58$ ) : 3,6.6.85,91	= 1855,656 Kg
Berat pelat ruang rapat : (18.3,6.1.492) + (0,3.18.3,6.1.400)	= 39657,6 Kg
Berat pelat selasar : (32,4.3,6.1.492) + (0,3.32,4.3,6.1.300)	= 67884,48 Kg
Berat tembok 0,9 m : 14,4 . 225	= 3240 Kg
Berat tembok 4 m : 57,6 . 1000	= 57600 Kg
Berat kolom $K1$ ( $W14 \times 398$ ) : 591,26.2.4	= 4730,08 Kg
Berat kolom $K2$ ( $W14 \times 342$ ) : 510,41.2.4	= 4083,28 Kg

Berat kolom K3 (W14x283) : 420,96.2.4 = 3367,68 Kg

---

Total = 192697,64Kg

b. Lantai 2

Berat balok B1 (W18x50) : 3,6.2.74,29 = 534,888 Kg

Berat balok B2 (W18x60) : 28,8.1.88,94 = 2561,472 Kg

Berat balok B3 (W21x182) : 10,8.2.270,87 = 5850,792 Kg

Berat balok B4 (W24x62) : 14,4.1.92,48 = 1331,712 Kg

Berat balok Ba1 (W12x58) : 32,4.1.85,91 = 2783,484 Kg

Berat pelat selasar: (50,4.3,6.1.492)+(0,3. 50,4.3,6.1.300) = 105598,08Kg

Berat tembok 0,9 m : 14,4 . 225 = 3240 Kg

Berat tembok 0,4 m : 57,6 . 1000 = 57600 Kg

Berat kolom K1 (W14x398) : 591,26.2.4 = 4730,08 Kg

Berat kolom K2 (W14x342) : 510,41.2.4 = 4083,28 Kg

Berat kolom K3 (W14x283) : 420,96.2.4 = 3367,68 Kg

---

Total = 191681,468 Kg

c. Lantai 1

Berat balok B1 (W18x50) : 3,6.2.74,29 = 534,888 Kg

Berat balok B2 (W18x60) : 28,8.1.88,94 = 2561,472 Kg

Berat balok B3 (W21x182) : 10,8.2.270,87 = 5850,792 Kg

Berat balok B4 (W24x62) : 14,4.1.92,48 = 1331,712 Kg

Berat balok Ba1 (W12x58) : 32,4.1.85,91 = 2783,484 Kg

Berat pelat selasar : (50,4.3,6.1.492)+(0,3. 50,4.3,6.1.300) = 105598,08Kg

Berat tembok 0,9 m : 14,4 . 225 = 3240 Kg

Berat tembok 0,4 m : 57,6 . 1000	= 57600 Kg
Berat kolom K1 (W14x398) : 591,26.2.4	= 4730,08 Kg
Berat kolom K2 (W14x342) : 510,41.2.4	= 4083,28 Kg
Berat kolom K3 (W14x283) : 420,96.2.4	= 3367,68 Kg
<hr/>	
Total=191681,468 Kg	

Untuk berat portal lainnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 4.13 Rekapitulasi Berat Portal arah x**

Lantai	Berat portal arah x (Kg)					
	Portal 1	Portal 2	Portal 3	Portal 4	Portal 5	Portal 6
Atap	29808,8	48315,6	80870,6	80870,6	48315,6	29808,8
L 3	296731	390672,9	303965,8	331507,9	379468,1	329456,7
L 2	320727,6	367047,4	314600,4	336089,5	375225,5	329456,7
L 1	320727,6	367047,4	320124,4	347608,7	375387,5	329456,7
Σ	967995	1173083,25	1019561,20	1096076,74	1178396,68	1018179,04

**Tabel 4.14a Rekapitulasi Berat Portal arah y**

Lantai	Berat portal arah y (Kg)				
	Portal B	Portal C1	Portal C2	Portal D1	Portal D2
Atap	69016,8	5062,4	5062,4	5062,4	4933,3
Lantai 3	332206,8	154106,3	162754,8	153868,9	154702,6
Lantai 2	327579,4	160303,3	158900,2	161800,2	159049,9
Lantai 1	327579,4	160303,3	158900,2	161800,2	162742,6
Σ	1056382,3	479775,4	485617,6	485617,6	481428,4

Tabel 4.14b Rekapitulasi Berat Portal arah y

Lantai	Berat portal arah y (Kg)			
	Portal E1	Portal E2	Portal F	Portal G
Atap	18850,6	4933,3	74457,8	64888,1
Lantai 3	162565,1	178861,3	310526,8	144264,6
Lantai 2	168552,3	168842,6	293905,7	173681,5
Lantai 1	174976,3	175428,5	294376,9	148539,1
$\Sigma$	524944,3	528065,6	973267,2	531373,4

#### 4.4.2 Perhitungan Gaya Geser Dasar Akibat Gempa

##### 1. Waktu Getar Struktur ( $T$ )

$$T = 0,085.H^{3/4} = 0,085.16^{3/4} = 0,68 \text{ detik}$$

##### 2. Koefisien gempa dasar ( $C$ )

$$C = \frac{0,23}{T} = \frac{0,23}{0,68} = 0,338 \text{ (menurut gambar 3.4)}$$

##### 3. Faktor keutamaan ( $I$ ) dan faktor reduksi beban gempa ( $R$ )

Ditentukan nilai  $I = 1,4$  (untuk Rumah Sakit) dan  $R = 8,5$  (Rangka Pemikul Momen Khusus).

##### 4. Gaya geser dasar horisontal akibat gempa

$$V = \frac{C_v \cdot I}{R} W_t$$

- Portal 1:  $V = \frac{0,338 \cdot 1,4}{8,5} \cdot 967995,02 = 53926,37$
- Portal 2:  $V = \frac{0,338 \cdot 1,4}{8,5} \cdot 1173083,25 = 65351,70$
- Portal 3:  $V = \frac{0,338 \cdot 1,4}{8,5} \cdot 1019561,20 = 56799,08$

- Portal 4:  $V = \frac{0.338.1,4}{8,5} \cdot 1096076,74 = 61061,71$
- Portal 5:  $V = \frac{0.338.1,4}{8,5} \cdot 1178396,68 = 65647,7$
- Portal 6:  $V = \frac{0.338.1,4}{8,5} \cdot 1018179,04 = 56722,08$
- Portal A:  $V = \frac{0.338.1,4}{8,5} \cdot 641876,69 = 35758,53$
- Portal B:  $V = \frac{0.338.1,4}{8,5} \cdot 1056382,26 = 58850,36$
- Portal C1:  $V = \frac{0.338.1,4}{8,5} \cdot 479775,36 = 26727,97$
- Portal C2:  $V = \frac{0.338.1,4}{8,5} \cdot 485617,62 = 27053,44$
- Portal D1:  $V = \frac{0.338.1,4}{8,5} \cdot 482531,84 = 26881,53$
- Portal D2:  $V = \frac{0.338.1,4}{8,5} \cdot 481428,45 = 26820,06$
- Portal E1:  $V = \frac{0.338.1,4}{8,5} \cdot 524944,32 = 29244,30$
- Portal E2:  $V = \frac{0.338.1,4}{8,5} \cdot 528065,62 = 29418,19$
- Portal F :  $V = \frac{0.338.1,4}{8,5} \cdot 973267,18 = 54220,07$
- Portal G :  $V = \frac{0.338.1,4}{8,5} \cdot 531373,4 = 29602,46$

##### 5. Distribusi gaya geser horisontal akibat gempa

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} \cdot V$$

$$\text{Portal 1 : } F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} \cdot V$$

$$\text{Atap : } F_i = \frac{476940,9}{7886444,1} \cdot 53926,37 = 3261,3 \text{Kg}$$

Untuk gaya geser horisontal yang lainnya dapat dilihat dalam bentuk tabel dibawah ini:

**Tabel 4.15.** Rekapitulasi Gaya-gaya Horisontal Portal arah  $x$

$h_i$ (m)	$F_x$ (Kg)					
	Portal 1	Portal 2	Portal 3	Portal 4	Portal 5	Portal 6
16	3261,3	5120,8	8410,1	8449,2	5162,6	3226,8
12	24348	31054,4	23708	25976,3	30410,4	26747,6
8	17544,7	19451	16358,3	17556,9	20046,9	17831,8
4	8772,4	9725,5	8322,8	9079,3	10027,8	8915,9

**Tabel 4.16a.** Rekapitulasi Gaya-gaya Horisontal Portal arah  $y$

$h_i$ (m)	$F_y$ (Kg)					
	Portal A	Portal B	Portal C1	Portal C2	Portal D1	Portal D2
16	6557	7203,4	561,8	556	562,8	548,6
12	14674,4	26004,6	12825,2	13407,5	12828,7	12903,1
8	9684,7	17094,9	8894	8726,6	8993,3	8843,8
4	4842,4	8547,5	4447	4363,3	4496,7	4524,6

**Tabel 4.16b.** Rekapirulasi Gaya-gaya Horisontal Portal arah  $y$

$h_i$ (m)	$F_y$ (Kg)			
	Portal E1	Portal E2	Portal F	Portal G
16	2050,9	542,8	77647,5	6466,2
12	13265,1	14760,5	23920,4	10782,1
8	9169,1	9289,1	15093,4	8653,7
4	4759,3	4825,7	7558,8	3700,5

#### 4.5 Perencanaan Balok Anak Profil Baja

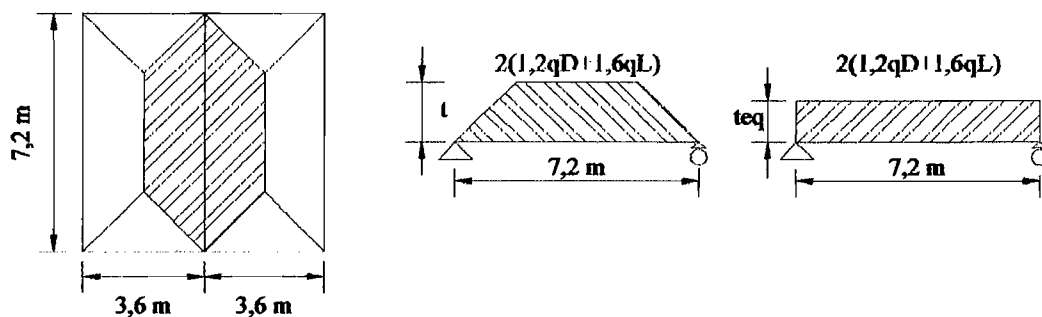
Dalam perencanaan balok anak, baja didesain komposit dengan beton (pelat), yang diharapkan agar supaya tinggi balok baja lebih efisien/ tidak sama dengan balok induknya. Prosedur pendisainan balok komposit akan dipaparkan dalam sub bab ini:

##### 4.5.1 Perhitungan Properti Elastis Penampang Komposit

Diambil perhitungan balok anak lantai atap struktur portal baja, dengan panjang bentang balok ( $L$ ) = 7,2 m dukungan pada balok anak merupakan dukungan sendi-rol (*simple beam*), sehingga momen rencana baloknya dapat

dihitung yaitu  $M_{u,b} = \frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2$  (kNm)

Beban merata equivalent yang bekerja pada balok anak berdasarkan pembebanan tributari area dari pelat lantai dapat dilihat pada gambar 4.19



Gambar 4.18 Pembebanan Pada Balok Anak

Dari hasil perhitungan berat pelat lantai, didapatkan beban-beban yang bekerja pada balok anak lantai sebagai berikut:

$$\text{Beban mati } (q_D) = 3,02 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Beban hidup } (q_L) = 1 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 q &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\
 &= 1,2 \cdot 3,02 + 1,6 \cdot 1 \\
 &= 4,124 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$t_q = t - \frac{4t^2}{3L_y^2}$$

dimana  $t = 0,5 \cdot L_x = 0,5 \cdot 3,8 = 1,8 \text{ m}$

$$t_{eq} = 1,8 - \frac{4 \cdot 1,8^2}{3 \cdot 7,2^2} = 1,65 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 q_{total} &= 2q \cdot t_{eq} + q_s ; (q_s = \text{berat sendiri profil } W10 \times 30 = 44,68 \text{ Kg/m}) \\
 &= 2 \cdot 4,123 \cdot 1,65 + 0,4468 \\
 &= 14,0527 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Jadi, } M_{u,b} = \frac{1}{8} \cdot 14,0527 \cdot (7,2)^2 = 91,0615 \text{ kN.m}$$

Balok anak pada pelat lantai didisain menggunakan profil baja  $W10 \times 30$  dengan data properties sebagai berikut :

$A_s = 57 \text{ cm}^2$	$I_x = 7075,93 \text{ cm}^4$	$E_s = 2 \cdot 10^5 \text{ MPa}$
$d = 267 \text{ mm}$	$I_y = 695,11 \text{ cm}^4$	
$t_w = 7,62 \text{ mm}$	$S_x = 530,63 \text{ cm}^3$	
$b_f = 148 \text{ mm}$	$S_y = 94,20 \text{ cm}^3$	
$t_f = 12,95 \text{ mm}$	$Z_x = 599,77 \text{ cm}^3$	
$r_x = 11,14 \text{ cm}$	$Z_y = 144,86 \text{ cm}^3$	
$r_y = 3,49 \text{ cm}$	$f_c = 25 \text{ Mpa}$	



Data slab beton:

Tebal slab,  $t_s = 100 \text{ mm}$

$$E_c = 4700 \sqrt{f'c \text{ (MPa)}} = 4700 \sqrt{25} = 23500 \text{ Mpa}$$

$$\text{Rasio modulus elastisitas, } n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2.10^5}{23500} = 8,5106$$

Balok anak bentang  $7,2 \text{ m}$

Lebar efektif slab beton untuk balok interior merupakan nilai terkecil dari :

$$b_E \leq \frac{1}{4} L = \frac{1}{4} \cdot 7,2 \text{ m} = 1,8 \text{ m}$$

$$b_E \leq 16 t_s + b_f = 16 \cdot 100 + 148 = 1,748 \text{ m}$$

$$b_E \leq b_o = 3,6 \text{ m}$$

$$\text{Lebar beton ekuivalen } (b') = \frac{b_E}{n} = \frac{1,748}{8,5106} = 205,39 \text{ mm}$$

Luas baja transformasi,

$$A_{tr} = (b' \times t_s) + A_s = (205,39 \times 100) + 5700 = 26239 \text{ mm}^2$$

Letak garis netral komposit terhadap sisi atas

$$\begin{aligned} Y_a &= \frac{((b' \cdot t_s) \cdot \frac{1}{2} t_s) + (A_s \cdot ((\frac{1}{2} d_s) + t_s))}{(b' \cdot t_s) + A_s} \\ &= \frac{((205,39 \cdot 100) \cdot \frac{1}{2} \cdot 100) + (5700 \cdot ((\frac{1}{2} \cdot 267) + 100))}{(205,39 \cdot 100) + 5700} \\ &= 89,8624 \text{ mm} \end{aligned}$$

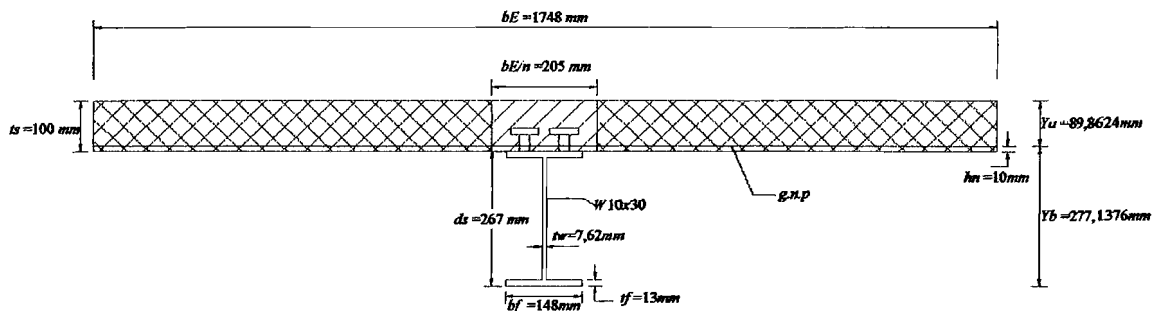
$$Y_b = d_s + t_s - Y_a = 267 + 100 - 89,8624 = 277,1376 \text{ mm}$$

Momen inersia penampang komposit

$$I_{kom} = I_{xs} + A_s \cdot Y_2^2 + I_{xcr} \cdot Y_1^2$$

$$\begin{aligned}
&= 7075,93 \cdot 10^4 + 5700 (277,1376 - \frac{1}{2} \cdot 267)^2 + (1/12) \cdot 205,39 \\
&\quad (277,1376 - 267)^3 + 205,39 \cdot 89,8624 \cdot (0,5 \cdot (277,1376 - 267))^2 + (1/12) \cdot \\
&\quad 205,39 \cdot 89,8624^3 + 205,39 \cdot 89,8624 (0,5 \cdot 89,8624)^2 \\
&= 238533571,9 \text{ mm}^4
\end{aligned}$$

Untuk perhitungan Inersia komposit yang lainnya dapat dilihat pada lampiran 7.



**Gambar 4.19** Penampang Komposit

#### 4.5.2 Kapasitas Lentur Nominal Balok Komposit

Kontrol rasio tinggi terhadap tebal badan profil baja ( $h/t_w$ ) menurut persamaan.

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{0,95 \cdot 267}{7,62} = 33,29 < \lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y \text{ (MPa)}}} = \frac{1680}{\sqrt{240}} = 108,64$$

Balok anak lantai bentang 7,2 m

Gaya desak beton,  $C = 0,85 \cdot f_c \cdot b_E \cdot a$

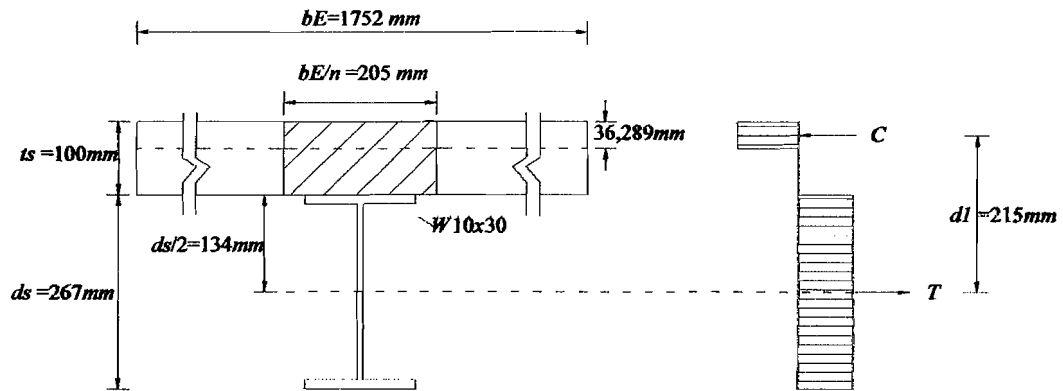
Gaya tarik penampang baja,  $T = A_s \cdot f_y$

Kesetimbangan gaya dalam,  $C = T$

$$0,85 \cdot f_c \cdot b_E \cdot a = A_s \cdot f_y$$

Sehingga nilai a dapat dicari berdasarkan balok tegangan yang terjadi

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b_E} = \frac{5700 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1748} = 36,829 \text{ mm} < t_s = 100 \text{ mm}$$



**Gambar 4.20** Diagram Tegangan Lentur Plastis

dikarenakan  $a < t_s$ , maka garis netral plastis berada pada beton. Dengan demikian

kapasitas nominal balok komposit,  $M_n$

$$M_n = C \cdot d_I = T \cdot d_I$$

$$M_n = T(d_I/2 + t_s - a/2)$$

$$M_n = (A_s \cdot f_y) \cdot (d_I/2 + t_s - a/2)$$

$$M_n = (5700 \cdot 36) \cdot (267/2 + 100 - 26,289/2) \cdot 10^{-6} = 294,61 \text{ kN.m}$$

Kontrol kapasitas balok anak :

$$\phi_b M_n \geq M_u$$

$$\phi_b M_n = 0,85 \cdot 294,61 = 250,42 \text{ kN.m} > M_u = 91,0615 \text{ kN.m}$$

sehingga profil W10x30 diatas dapat dipakai. Kemudian, dengan cara yang sama didapatkan hasil desain untuk balok anak yang dapat dilihat pada lampiran 7.

### 4.5.3 Kontrol Terhadap Lendutan Balok Anak

Lendutan yang terjadi pada balok komposit : dengan data beban mati ( $q_D$ ) = 3,02

$\text{kN/m}^2$ , beban hidup ( $q_L$ ) = 1  $\text{kN/m}^2$  dengan  $q_s = 0,4468 \text{ kN/m}$

1. Apabila pada pelaksanaan terdapat dukungan

$$\begin{aligned}\Delta_{\max} &= \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{\text{total}} \cdot L^4}{E \cdot I_{\text{komp}}} \\ &= \frac{5}{384} \cdot \frac{14,527 \cdot 7200^4}{2 \cdot 10^5 \cdot 238533571,9} = 10,31 \text{ mm} < \frac{L}{240} = 30 \text{ mm}\end{aligned}$$

2. Apabila pada pelaksanaan tanpa dukungan

$$\begin{aligned}q_{\text{Dtotal}} &= 2q_D + q_s \\ &= 2 \cdot (3,02 \cdot 1,65) + 0,4468 = 10,4128 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta_{\text{baja}} &= \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{\text{Dtot}} \cdot L^4}{E_s \cdot I_s} \\ &= \frac{5}{384} \cdot \frac{10,4128 \cdot 7200^4}{2 \cdot 10^5 \cdot 7075,93 \cdot 10^4} = 25,75 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta_{\text{komp}} &= \frac{5}{384} \cdot \frac{q_L \cdot L^4}{E_s \cdot I_{\text{komp}}} \\ &= \frac{5}{384} \cdot \frac{(1,165) \cdot 7200^4}{2 \cdot 10^5 \cdot 238533571,9} = 2,42 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta_{\max} &= \Delta_{\text{baja}} + \Delta_{\text{komp}} \\ &= 25,75 + 2,42 = 28,17 \text{ mm} < \frac{L}{240} = 30 \text{ mm}\end{aligned}$$

Untuk perhitungan yang lainya dapat dilihat pada lampiran 7.

#### 4.5.4 Perencanaan Konektor Geser

Untuk menjamin kinerja penampang komposit menjadi sangat efektif, maka diantara profil baja dan beton (pelat) dipasang baut penghubung atau biasa disebut *shear conector*.

Gaya geser horizontal ( $V_n$ ), dapat dihitung berdasarkan persamaan yang merupakan nilai terkecil dari :

$$\begin{aligned} 0,85 \cdot f'_c \cdot A_c &= 0,85 \cdot f'_c \cdot b_E \cdot t_s \\ &= 0,85 \cdot 25 \cdot 1748 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 3714,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$A_s \cdot f_y = 5700 \cdot 240 \cdot 10^{-3} = 1368 \text{ kN}$$

Digunakan penghubung geser jenis paku dengan diameter 20 mm dengan

$$F_u^b = 410 \text{ MPa} \left( A_{sc} = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 = 314 \text{ mm}^2 \right)$$

Kuat nominal satu penghubung geser jenis paku yang ditanam di dalam pelat beton adalah :

$$Q_n = 0,5 \cdot A_{sc} \cdot \sqrt{f'_c \cdot E_c} \leq A_{sc} \cdot f_u$$

$$Q_n = 0,5 \cdot 314 \cdot \sqrt{25 \cdot 23500} \cdot 10^{-3} = 120 \text{ kN} \leq 314 \cdot 410 \cdot 10^{-3} = 128,74 \text{ kN}$$

Jumlah stud geser yang dibutuhkan, sesuai dengan persamaan

$$n = \frac{V_n}{Q_n} = \frac{1368}{120} = 11,4 \approx 12 \text{ stud geser per setengah bantang balok.}$$

Untuk perhitungan pada balok anak yang lainnya dapat dilihat pada lampiran 7.

#### 4.6 Perencanaan Balok Induk Profil Baja

Dalam merencanakan balok menahan lentur, haruslah memenuhi persyaratan kekuatan menurut persamaan:

$$\phi M_n \geq M_u$$

Contoh perhitungan diambil balok B1 pada lantai 2, nomer frame B223 , momen rencana balok dari analisis didapat  $M_{u,b} = 272,698 \text{ kNm}$ . Banteng balok as ke as ( $L$ ) = 7,2 m, dan banteng bersih ( $L_n$ ) = 7,134 m.

#### 4.6.1 Perhitungan Kuat Lentur Nominal Balok Portal

Section propertis profil W 18x50:

$$\begin{aligned}
 S_x &= 1456,63 \text{ cm}^3 & i_y &= 4,20 \text{ cm} & t_f &= 14,48 \text{ mm} & b_w &= 457 \text{ mm} \\
 S_y &= 175,23 \text{ cm}^3 & I_x &= 33298,51 \text{ cm}^4 & t_w &= 9,07 \text{ mm} & Z_x &= 1655,09 \text{ cm}^3 \\
 i_x &= 18,74 \text{ cm} & I_y &= 1669,09 \text{ cm}^4 & b_f &= 191 \text{ mm} & A &= 94,8 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

##### 1. Kuat nominal lentur penampang dengan pengaruh tekuk lokal

Didalam tahap perencanaan lentur balok ini terlebih dahulu profil dicek kekompakan dengan mengontrol rasio lebar terhadap tebal ( $b/t$ ) dan ( $h/t$ ) penampang.

- Kelangsingan penampang pada sayap

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{191}{2 \cdot 14,48} = 6,595$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} = \frac{170}{\sqrt{240}} = 10,9735$$

Dari hasil diatas didapat  $\lambda < \lambda_p$  maka penampang kompak

Karena penampang kompak maka  $M_n = M_p$

$$M_p = f_y \cdot Z_x$$

$$M_p = 240 \cdot 10^3 \cdot 1655,09 \cdot 10^{-6}$$

$$M_p = 397,2216 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \cdot 397,2216 = 357,4994 \text{ kNm} \geq M_u = 272,698 \text{ kNm} \quad \text{- Aman -}$$

- Kelangsingan penampang pada badan

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{457}{9,02} = 50,67$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{240}} = 108,4435$$

Dari hasil diatas didapat  $\lambda < \lambda_p$  maka penampang kompak

Karena penampang kompak maka  $M_n = M_p$

$$\phi M_n = 0,9 \cdot 397,2216 = 357,4994 \text{ kNm} \geq M_u = 272,698 \text{ kNm} \quad - \text{ Aman} -$$

## 2. Kuat lentur nominal penampang dengan pengaruh tekuk lateral

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{1669,09 \cdot 10^4}{94,8 \cdot 10^2}} = 41,96 \text{ mm}$$

$$L_p = 1,76 r_y \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,76 \cdot 41,96 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 10^5}{240}} = 2131,86 \text{ mm} = 2,132 \text{ m}$$

$$X_1 = 13486,49 \text{ Mpa}$$

$$X_2 = 0,07699 \text{ Mpa}$$

$$f_L = f_y - f_r$$

$$f_L = 240 - 70 = 170 \text{ Mpa}$$

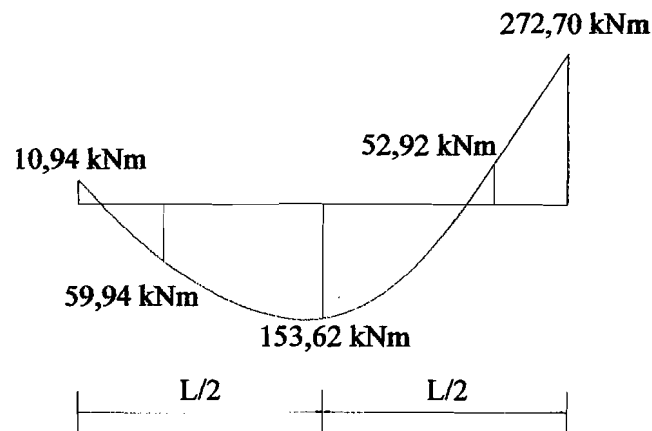
$$L_r = r_y \left[ \frac{X_1}{f_L} \right] \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 \cdot f_L^2}}$$

$$L_r = 41,96 \cdot \left[ \frac{13486,49}{170} \right] \sqrt{1 + \sqrt{1 + 0,07699 \cdot 170^2}} = 23110,98 \text{ mm} = 23,111 \text{ m}$$

$L_p \leq L \leq L_r$  Termasuk bentang menengah

$$M_r = S_x \cdot (f_y - f_r)$$

$$= 1456,63 \cdot 10^3 \cdot (240 - 70) \cdot 10^{-6} = 247,63 \text{ kNm}$$



**Gambar 4.21** Diagram Momen Lentur Balok

$$c_b = \frac{12,5M_{maks}}{2,5M_{maks} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \leq 2,3$$

$$c_b = \frac{12,5 \cdot 272,698}{2,5 \cdot 272,698 + 3 \cdot 59,936 + 4 \cdot 153,62 + 3 \cdot 52,922} = 3,13 > 2,3$$

$$c_b \text{ pakai} = 2,3$$

$$M_n = c_b \left[ M_r + (M_p - M_r) \frac{(L_r - L)}{(L_r - L_p)} \right] \leq M_p$$

$$M_n = 2,3 \left[ 247,63 + (397,2216 - 247,63) \frac{(23,11 - 7,2)}{(23,11 - 2,13)} \right]$$

$$= 830,464 \text{ kNm}$$

$$M_n = 830,464 \text{ kNm} > M_p = 397,2216 \text{ kNm}$$

$$\text{Maka } \phi M_n = \phi M_p$$

$$= 0,9 \cdot 397,2216 = 357,4994 \text{ kNm}$$

$$\text{Rasio kapasitas lentur yang terjadi; } \frac{M_u}{\phi M_n} = \frac{272,698}{357,4994} = 0,76 < 1,0 - \text{OK} -$$

Untuk perhitungan pada balok yang lainya dapat dilihat pada lampiran 7.



#### 4.6.2 Gaya Geser Rencana Balok

Dalam merencanakan balok menahan gaya geser, haruslah memenuhi persyaratan kekuatan menurut persamaan:

$$V_u \leq \phi V_n$$

Gaya geser balok lebih ditentukan oleh momen plastis balok ( $M_{pb}$ ) pada kedua ujung balok pada arah berlawanan. Gaya geser balok diambil dari nilai minimum dua persamaan berikut:

$$V_{u1} = 1,2.V_D + 0,5.V_L + \frac{2.\beta.M_P}{L'}$$

$$V_{u2} = 1,2.V_D + 0,5.V_L + \mu.V_E$$

Dari analisis didapat  $V_D = 101,096 \text{ kN}$ ,  $V_L = 1,807 \text{ kN}$ ,  $V_E = 35,811 \text{ kN}$

$$V_{u1} = 1,2.V_D + 0,5.V_L + \frac{2.\beta.M_P}{L'}$$

$$V_{u1} = 1,2.101,0957 + 0,5.1,807 + \frac{2.1.1.397,216}{5,83} = 272,111 \text{ kN}$$

$$V_{u2} = 1,2.V_D + 0,5.V_L + \mu.V_E$$

$$V_{u2} = 1,2.101,096 + 0,5.1,807 + 4.35,811 = 265,463 \text{ kN}$$

Jadi, gaya geser rencana balok  $V_{u,b} = 265,463 \text{ kN}$

Perhitungan gaya geser rencana balok selengkapnya disajikan pada lampiran 7.

#### 4.6.3 Gaya Geser Nominal Balok

Menentukan besarnya gaya geser nominal balok ( $V_n$ ) dengan mengontrol rasio tinggi terhadap tebal profil ( $h/t_w$ ).

$$\left(\frac{h}{t_w}\right) \leq 1,1 \cdot \sqrt{\frac{K_n \cdot E}{f_y}}$$

$$K_n = 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2} = 5 + \frac{5}{\left(\frac{7134}{457}\right)^2} = 5,02052$$

$$\left(\frac{457}{9,02}\right) \leq 1,1 \cdot \sqrt{\frac{5,02052 \cdot 2 \cdot 10^5}{240}}$$

$$50,665 \leq 71,150$$

$$A_w = h \cdot t_w = 457 \cdot 9,02 = 4122,14 \text{ mm} = 4,12 \text{ m}$$

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w = 0,6 \cdot 240 \cdot 4,12 = 593,59 \text{ kN}$$

$$\text{Syarat } V_u \leq \phi V_n$$

$$265,463 \leq 0,9 \cdot 593,59 = 534,23 \text{ kN} \quad (\text{aman})$$

$$\text{Rasio kapasitas geser yang terjadi } \frac{V_u}{\phi V_n} = \frac{256,463}{534,59} = 0,497 < 1$$

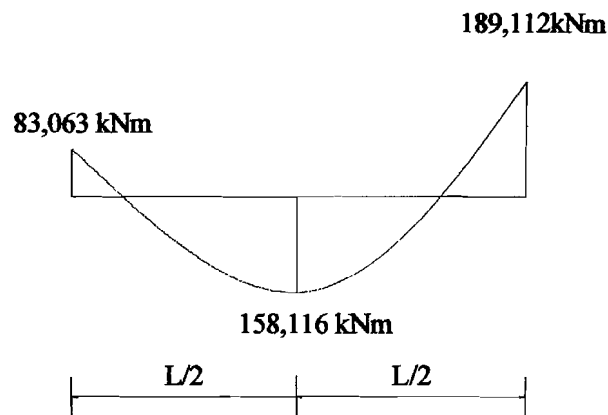
Perhitungan kuat geser nominal balok portal disajikan dalam tabel lampiran 7.

#### 4.6.4 Kontrol Lendutan Balok

Untuk memenuhi prinsip *serviceability limit state*, maka balok harus dikontrol aman terhadap lendutan.

Perhitungan lendutan menggunakan momen hasil analisis yang bekerja pada balok akibat beban grafitasi adalah sebagai berikut:

$$M_a = 83,062 \text{ kNm}, M_b = 150,114 \text{ kNm}, M_s = 189,112 \text{ kNm}$$



**Gambar 4.22** Diagram Momen Lentur Balok Akibat Beban Gravitasi

Lendutan ijin maksimum yang boleh terjadi pada balok sebesar:

Untuk balok yang mendukung beban lantai,

$$\Delta_{\text{maks}} = \frac{L}{360} = \frac{7200}{360} = 20 \text{ mm}$$

Dimana lendutan pada tengah bentang dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} \Delta_{\text{pertengahan bentang}} &= \frac{5L^2}{48.E.I} \cdot [M_s - 0,1.(M_a + M_b)] \\ &= \frac{5.7200^2}{48.2.10^5.33298,51.10^4} \cdot [(158,116 - 0,1(83,062 + 189,112)) \cdot 10^6] \\ &= 10,614 \text{ mm} < 20 \text{ mm} \quad - \text{ aman} - \end{aligned}$$

Htungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7.

#### 4.6.5 Interaksi Geser dan Lentur

Jika momen lentur dianggap dipikul oleh seluruh penampang, maka selain memenuhi kuat lentur nominal dan kuat geser nominal, balok harus direncanakan untuk memikul kombinasi lentur dan geser yaitu:

$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,375$$

$$0,76 + 0,625 \cdot 0,497 \leq 1,375$$

$$1,071 \leq 1,375 \text{ - OK -}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 7.

#### 4.7 Perencanaan Kolom Profil Baja

Perencanaan Kolom didasarkan pada prinsip desain *strong Column and weak beam*, dimana respon struktur ( $M_{u,k}$ ,  $N_{u,k}$  dan  $V_{u,k}$ ) terlebih dahulu dicari berdasarkan kapasitas maksimum profil balok yang digunakan.

Contoh perhitungan perencanaan kolom, Kolom yang ditinjau adalah kolom K1 Profil W14x398, tinggi antar lantai  $h = 4 \text{ m}$ . Disebelah kiri dan kanan kolom terdapat balok dengan profil sebagai berikut :

Profil balok kanan (B5): W12x26  $L = 2,4 \text{ m}$ ,  $L_{nb} = 2,1675 \text{ m}$

Profil balok kiri (B3): W21x182,  $L = 10,8 \text{ m}$ ,  $L_{nb} = 10,345 \text{ m}$

##### 4.7.1 Momen Rencana Kolom ( $M_{u,k}$ )

Momen rencana kolom ( $M_{u,k}$ ) berada pada tiap join balok kolom, yang dihitung berdasarkan besarnya momen plastis yang terjadi pada kedua ujung balok dengan dikalikan faktor pembesaran ( $\beta$ ) sebesar 1,1. (Bruneau, 1998).

1. Menentukan Koefisien distribusi momen kolom akibat beban statik:

$$ME_{k,a} = 38,4978 \text{ kNm}$$

$$ME_{k,b} = 25,34101 \text{ kNm}$$

$$\alpha_{k,a} = \frac{ME_{k,a}}{ME_{k,a} + ME_{k,b}} = \frac{38,4978}{38,4978 + 25,34101} = 0,6028$$

$$\alpha_{k,b} = \frac{ME_{k,a}}{ME_{k,a} + ME_{k,b}} = \frac{25,34101}{38,4978 + 25,34101} = 0,3972$$

2. Kapasitas lentur sendi plastis pada kedua ujung balok,

Diketahui  $Z_x$ : untuk profil  $W12x26 = 609,60 \text{ cm}^3$  dan profil  $W21x182 = 7800,24 \text{ cm}^3$

$$M_{pb,ki} = 1,1 \cdot f_y \cdot Z_x = 1,1 \cdot 240 \cdot 7800,24 \cdot 10^{-3} = 2059,2634 \text{ kNm}$$

$$M_{pb,ka} = 1,1 \cdot f_y \cdot Z_x = 1,1 \cdot 240 \cdot 609,60 \cdot 10^{-3} = 160,9344 \text{ kNm}$$

3. Kemudian dihitung nilai momen rencana kolom,  $M_{u,k}$  atas :

Momen yang dihasilkan dari analisis struktur adalah :

$$M_{D,kxa} = 181,4978 \text{ kNm}$$

$$M_{L,kxa} = 28,63097 \text{ kNm}$$

$$M_{E,kxa} = 38,4595 \text{ kNm}$$

$$M_{u,k} = \frac{h_n}{h} \cdot 0,7 \omega_d \cdot \alpha_k \cdot \phi_o \cdot \left( \frac{L}{L_{nb}} \cdot M_{pb,ki} + \frac{L}{L_{nb}} \cdot M_{pb,ka} \right)$$

$$M_{u,k} = \frac{3,4}{4} \cdot 0,7 \cdot 1,3 \cdot 0,6028 \cdot 1,25 \cdot \left( \frac{10,8}{10,345} \cdot 2059,2634 + \frac{2,4}{2,1675} \cdot 160,9344 \right)$$

$$= 2328,0324 \text{ kNm}$$

$$M_{u,k} = 1,2 \cdot M_{D,kxa} + 0,5 \cdot M_{L,kxa} + \mu \cdot M_{E,kxa}$$

$$M_{u,k} = 1,2 \cdot 181,4978 + 0,5 \cdot 28,63097 + 4 \cdot 38,4595 = 385,9508 \text{ kNm}$$

Dengan demikian, momen rencana kolom ( $M_{u,k}$ ) Pada kolom K1 adalah sebesar  $M_{u,k} = 385,9508 \text{ kNm}$ . Hasil selengkapnya mengenai hitungan  $M_{u,k}$  dapat dilihat pada lampiran 8.

#### 4.7.2 Gaya Aksial Rencana Kolom ( $N_{u,k}$ )

Gaya aksial rencana kolom ( $N_{u,k}$ ) dihitung dengan persamaan

$$N_{u,k} = 0,7.R_v \left( \frac{M_{pb,ki}}{L'_{ki}} + \frac{M_{pb,ka}}{L'_{ka}} \right) + 1,05.N_{g,k}$$

Tetapi tidak lebih besar dari:

$$N_{u,k} = 1,2.N_{D,kxa} + 0,5.N_{L,kxa} + \mu.N_E$$

Hasil analisis struktur pada lantai 2 pada kolom K1 adalah :

$$N_{D,kxa} = 3850,513 \text{ kN}$$

$$N_{L,kxa} = 936,340 \text{ kN}$$

$$N_{E,kxa} = 34,831 \text{ kN}$$

Kolom diapit empat balok yang saling tegak lurus, yaitu dua balok arah  $x$  dengan profil  $W18x50$  dan dua balok arah  $y$  dengan profil  $W21x182$  dan  $W12x26$ .

Besarnya momen kapasitas lentur sendi plastis pada kedua ujung balok:

$$M_{pb,ki} = 1,1.f_y.Z_x = 1,1.240.7800,24.10^{-3} = 2059,2634 \text{ kNm}$$

$$M_{pb,ka} = 1,1.f_y.Z_x = 1,1.240.609,60.10^{-3} = 160,9344 \text{ kNm}$$

$$N_{u,k} = 0,7.R_v \left( \frac{M_{pb,ki}}{L'_{ki}} + \frac{M_{pb,ka}}{L'_{ka}} \right) + 1,05.N_{g,k}$$

$R_v$  : faktor reduksi =1

$$\begin{aligned} N_{u,k} &= 0,7.1 \left( \left( \frac{2059,2634}{10,345} - \frac{160,9344}{2,1675} \right) + \left( \frac{436,9438}{6,7350} - \frac{436,9438}{6,7350} \right) \right) + 1,05.(3850,513 + 936,340) \\ &= 5113,5626 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$N_{u,k} = 1,2.N_{D,kxa} + 0,5.N_{L,kxa} + \mu.N_{E,kxa}$$

$$N_{u,k} = 1,2.3850,513 + 0,5.936,340 + 4.34,831 = 5228,1096 \text{ kN}$$

Jadi gaya aksial rencana kolom  $N_{u,k}$  terpakai adalah sebesar 5113,5626 kN

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada lapiran 8.

#### 4.7.3 Gaya Geser Rencana Kolom ( $V_{u,k}$ )

Dari hasil analisis struktur pada kolom K1 diketahui :

$$V_{D,kxa} = 84,239 \text{ kN} \quad V_{E,kxa} = 18,636 \text{ kN}$$

$$V_{L,kxa} = 12,956 \text{ kN}$$

gaya geser rencana kolom :

$$V_{u,k} = \frac{M_{u,k} \text{ bawah} + M_{u,k} \text{ atas}}{h'_k}$$

$$V_{u,k} = \frac{2.887,5032}{3,4} = 522,0607 \text{ kN}$$

$$V_{u,k} = 1,2 \cdot V_{D,kxa} + 0,5 \cdot V_{L,kxa} + \mu \cdot V_{E,kxa}$$

$$V_{u,k} = 1,2 \cdot 84,239 + 0,5 \cdot 12,956 + 4 \cdot 18,636 = 182,1088 \text{ kN}$$

Gaya geser rencana kolom pakai,  $V_{u,k} = 182,1088 \text{ kN}$

Hasil selengkapnya untuk hitungan  $V_{u,k}$  dapat dilihat pada lampiran 8.

#### 4.7.4 Perencanaan Kolom Terhadap Momen Lentur dan Gaya Aksial

Contoh perhitungan diambil kolom lantai 2 portal tepi (K1) dengan data perencanaan sebagai berikut:

$$M_{ux} = 385,9508 \text{ kNm} \quad N_u = 5113,5626 \text{ kNm} \quad V_{uy} = 189,398 \text{ kN}$$

$$M_{uy} = 335,5 \text{ kNm} \quad V_{ux} = 182,1088 \text{ kN}$$

Profil kolom K1 : W14x398

$$A = 754,8 \text{ cm}^2 \quad I_x = 249738,86 \text{ cm}^4 \quad Z_x = 13126,04 \text{ cm}^3 \quad r_x = 18,19 \text{ cm}$$

$$b_w = 465 \text{ mm} \quad I_y = 90322,2 \text{ cm}^4 \quad Z_y = 6587,60 \text{ cm}^3 \quad r_y = 10,94 \text{ cm}$$

$$b_f = 422 \text{ mm} \quad S_x = 10745,62 \text{ cm}^3 \quad t_w = 44,96 \text{ mm}$$

$$t_f = 72,39 \text{ mm} \quad S_y = 4284,33 \text{ cm}^3$$

Profil balok B3: W21x182

$$I_x = 196877,46 \text{ cm}^4$$

$$L = 10,8 \text{ m}$$

Profil balok B5: W12x26

$$I_x = 8491,12 \text{ cm}^4$$

$$L = 2,4 \text{ m}$$

Profil balok B1 : W18x50

$$I_y = 1669,09 \text{ cm}^4$$

$$L = 7,2 \text{ m}$$

#### 1. Kuat nominal lentur penampang dengan pengaruh tekuk lokal

Kelangsingan penampang pada sayap

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} = \frac{422}{2 \cdot 72,39} = 2,9148$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} = \frac{170}{\sqrt{240}} = 10,9735$$

$$\lambda < \lambda_p$$

$$\lambda_r = \frac{370}{\sqrt{f_y}} = \frac{370}{\sqrt{240}} = 23,8834$$

Penampang kompak

Maka  $M_n = M_p$

$$M_{px} = f_y \cdot Z_x$$

$$M_{px} = 240 \cdot 10^3 \cdot 13126,04 \cdot 10^{-6}$$

$$M_{px} = 3150,2496 \text{ kNm}$$



$$\phi M_{rx} = 0,9 \cdot 3150,2496 = 2835,2246 \text{ kNm} \geq M_{rx} = 385,9508 \text{ kNm} \quad \text{-Aman-}$$

$$M_{py} = f_y \cdot Z_y$$

$$M_{py} = 240 \cdot 10^3 \cdot 6587,60 \cdot 10^{-6}$$

$$M_{py} = 1581,024 \text{ kNm}$$

$$\phi M_{ry} = 0,9 \cdot 1581,024 = 1422,9216 \text{ kNm} \geq M_{ry} = 335,5 \text{ kNm} \quad \text{-Aman-}$$

Kelangsingan penampang pada badan

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{465}{44,96} = 10,3425$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{240}} = 108,4435$$

$\lambda < \lambda_p$  maka  $M_n = M_p$

$$\lambda_r = \frac{2550}{\sqrt{f_y}} = \frac{2550}{\sqrt{240}} = 164,602$$

## 2. Kuat lentur nominal penampang dengan pengaruh tekuk lateral

$$L_b = 4000 \text{ mm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{90322,2 \cdot 10^4}{754,8 \cdot 10^2}} = 109,3909 \text{ mm}$$

$$L_p = 1,76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,76 \cdot 109,3909 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 10^5}{240}} = 5557,8042 \text{ mm} = 5,558 \text{ m}$$

$$X_1 = 76528,11 \text{ Mpa}$$

$$X_2 = 8,935 \cdot 10^{-5} \text{ Mpa}$$

$$f_L = f_y - f_r$$

$$f_L = 240 - 70 = 170 \text{ MPa}$$

$$L_r = r_y \left[ \frac{X_1}{f_L} \right] \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 \cdot f_L^2}}$$

$$L_r = 109,3909 \left[ \frac{76528,11}{170} \right] \sqrt{1 + \sqrt{1 + 8,935 \cdot 10^{-5} \cdot 170^2}}$$

$$= 83753,5088 \text{ mm} = 83,753 \text{ m}$$

$L \leq L_p$  Termasuk bentang pendek

$$\text{Rasio kapasitas lentur } x \text{ yang terjadi; } \frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} = \frac{385,9508}{2835,2246} = 0,1361 < 1,0 \text{ --OK--}$$

$$\text{Rasio kapasitas lentur } y \text{ yang terjadi; } \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} = \frac{335,5}{1422,9216} = 0,2358 < 1,0 \text{ --OK--}$$

3. Menentukan nilai kondisi ujung (end condition) join kolom :

$$GA_x = \frac{\Sigma I_x / L_{kolom}}{\Sigma I_x / L_{balok}} = \frac{624347,15 + 624347,15}{182293,9444 + 35379,667} = 5,7365$$

$$GB_x = \frac{\Sigma I_x / L_{kolom}}{\Sigma I_x / L_{balok}} = \frac{624347,15 + 624347,15}{182293,9444 + 35379,667} = 5,7365$$

$$k_x = 2,3641$$

$$GA_y = \frac{\Sigma I_y / L_{kolom}}{\Sigma I_y / L_{balok}} = \frac{225805,5 + 225805,5}{46247,9306 + 46247,9306} = 4,8825$$

$$GB_y = \frac{\Sigma I_y / L_{kolom}}{\Sigma I_y / L_{balok}} = \frac{225805,5 + 225805,5}{46247,9306 + 46247,9306} = 4,8825$$

$$k_y = 2,2149$$

karena  $k_x < k_y$  maka dipakai  $k = 2,3641$

Kelangsingan kolom :

$$\lambda_{cx} = \frac{k_x \cdot L}{\pi r_x} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{2,3641 \cdot 4000}{\pi \cdot 181,9} \sqrt{\frac{240}{2 \cdot 10^5}} = 0,5732$$

$$\lambda_{cy} = \frac{k_y \cdot L}{\pi \cdot r_y} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{2,2149 \cdot 4000}{\pi \cdot 109,4} \sqrt{\frac{240}{2 \cdot 10^5}} = 0,893$$

4. Gaya tekuk kolom :

$$N_{\sigma x} = \frac{A_b \cdot f_y}{\lambda_{cx}^2} = \frac{754,8 \cdot 10^2 \cdot 240}{0,5732^2} = 55135,4305 \text{ kN}$$

$$N_{\sigma y} = \frac{A_b \cdot f_y}{\lambda_{cy}^2} = \frac{754,8 \cdot 10^2 \cdot 240}{0,893^2} = 22716,437 \text{ kN}$$

Untuk  $0,25 < \lambda_c < 1,2$  maka :

$$\omega_x = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \lambda_c} = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot 0,5732} = 1,176$$

$$\omega_y = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \lambda_{cy}} = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot 0,893} = 1,4276$$

Karena  $\omega_x < \omega_y$  maka  $\omega_{pakai} = 1,4276$

$$f_{cr} = \frac{f_y}{\omega} = \frac{240}{1,4276} = 168,1143$$

5. Daya dukung nominal komponen struktur tekan :

$$N_n = A_g \cdot f_{cr} = 754,8 \cdot 10^2 \cdot 168,1143 = 12689,2687 \text{ kN}$$

$$\phi N_n = 0,85 \cdot 12689,2687 = 10785,8784 \text{ kN}$$

$$\text{rasio} = \frac{N_u}{\phi N_n} = \frac{5113,5626}{10785,8784} = 0,4741$$

6. Interaksi aksial – momen:

$$\text{Karena } \frac{N_u}{\phi N_n} \geq 0,2 \text{ maka } \frac{N_u}{\phi N_n} + \frac{8}{9} \left( \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1,0$$

$$0,4741 + \frac{8}{9} \cdot (0,1361 + 0,2358) = 0,8047 < 1,0$$

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 8.

#### 4.7.5 Perencanaan Kolom Terhadap Gaya Geser

Kontrol rasio antara tinggi badan dengan tebal badan ( $h/t_w$ ):.

$$\frac{h}{t_w} \leq \frac{418}{\sqrt{f_y}}$$

$$\frac{465}{44,96} = 10,3425 \leq \frac{418}{\sqrt{240}} = 26,9818$$

Berdasarkan nilai rasio diatas, kemudian dihitung kapasitas geser penampang :

$$A_w = d \cdot t_w$$

$$= 465 \cdot 44,96 = 20906,4 \text{ mm}^2 = 0,0209 \text{ m}^2$$

$$V_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_w$$

$$= 0,6 \cdot 240 \cdot 20906,4 = 3010,5216 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 0,9 \cdot 3010,5216 = 2709,4694 \text{ kN} > V_u = 182,1088 \text{ kN}$$

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 8.

#### 4.8. Kontrol *Strong Column Weak Beam* Profil Baja

*Strong Column Weak Beam* merupakan prinsip desain dimana kolom didesain jauh lebih kuat dari pada baloknya. Hal tersebut biasanya dikontrol menurut persamaan:

$$\frac{\sum M_{pc}}{\sum M_{pb}} > 1,0$$

Pada hitungan manual ini diambil contoh pada Kolom (K1) W14x398 lantai 2

Nilai  $N_u$  seperti pada lampiran 8. Untuk Kolom (K1) lantai 2, Nilai  $N_u$  yang berpengaruh adalah:

$$N_{u,k} \text{ Lantai 3} = 2754,89 \text{ kN}$$

$$N_{u,k} \text{ Lantai 2} = 5189,05 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_{pc} &= \Sigma Z_x c (f_{yc} - N_{uc}/A_g) \\ &= 0,01312604 \cdot \left( 240000 - \frac{2754,89}{0,07548} \right) + 487 \cdot \left( 240000 - \frac{5189,05}{0,07548} \right) \\ &= 4919,04 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$V_u = 182,1088$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_{pb} &= \Sigma (1,1 R_y M_p + M_y) \\ &= (1,1 \cdot 1,3 \cdot Z_x \cdot f_y + \frac{1}{2} \cdot d \cdot V_u) \\ &= (1,1 \cdot 1,3 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} \cdot 240000 + (1/2 \cdot 0,577 \cdot 761,33)) \\ &= 2896,69 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\frac{\Sigma M_{pc}}{\Sigma M_{pb}} = \frac{4919,04}{2896,69} = 1,70 > 1 \rightarrow \text{OK!}$$

Perhitungan Selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 8.

#### 4.9 Perencanaan Sambungan Kolom dengan Kolom Profil Baja

Sambungan kolom dengan kolom dilakukan karena adanya keterbatasan panjang profil yang tersedia. Contoh perhitungan sambungan kolom K3 pada lantai 2 dengan menggunakan profil W14X283, data propertis profil untuk kolom dapat dilihat seperti dibawah ini :

Data propertis profil W14X283 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A &= 537,4 \text{ cm}^2 & t_f &= 52,58 \text{ mm} & f_y &= 240 \text{ Mpa} & Z_x &= 8881,79 \text{ cm}^3 \\ d &= 424 \text{ mm} & t_w &= 32,77 \text{ mm} & f_u &= 370 \text{ Mpa} & b_f &= 409 \text{ mm} \end{aligned}$$

#### 4.9.1 Perencanaan Sambungan Kolom Pada Sayap

Kekuatan desain maksimum dari kolom  $W14 \times 283$

$$\begin{aligned}\phi M_n &= \phi M_p = \phi \cdot Z_x \cdot f_y \\ &= 0,9 \cdot 8881,79 \cdot 240 \cdot 10^{-3} = 1918,47 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Gaya yang terjadi pada sayap

$$N_{uf} = \frac{M_u}{0,95 \cdot d \cdot 2} = \frac{1918,47 \cdot 1000}{0,95 \cdot 424 \cdot 2} = 2381,42 \text{ kN}$$

##### 1. Menentukan ukuran plat penyambung sayap luar

Kondisi leleh tarik:

$$\begin{aligned}N_u &\leq \phi \cdot f_y \cdot A_g \\ A_g \text{ min} &= \frac{2381,42 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 240} = 11025,09 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Kondisi fraktur:

$$N_u \leq \phi \cdot f_u \cdot A_e ; A_e = U \cdot A_n$$

Untuk  $A_n \leq 0,85 \cdot A_g$ ,  $U = 1 \rightarrow$  untuk pelat sambungan / batang tarik pendek

$$N_u \leq \phi \cdot f_u \cdot U \cdot 0,85 \cdot A_g$$

$$A_g \text{ min} = \frac{2381,42 \cdot 1000}{0,75 \cdot 370 \cdot 1 \cdot 0,85} = 10096,11 \text{ mm}^2$$

Jika digunakan lebar plat sambungan,  $b_{pl} = 320 \text{ mm}$

$$\text{Maka tebal plat sambung, } t_{pl} = \frac{11025,09}{320} = 34,45 \approx 35 \text{ mm}$$

##### 2. Menentukan jumlah baut yang diperlukan sayap untuk mentransfer gaya tarik dan tekan

Digunakan tipe baut A325-X diameter 30 mm (*double shear*)

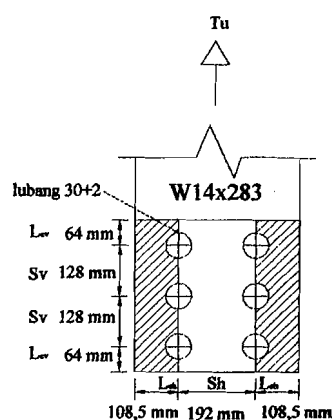
$$\phi R_n = \phi \cdot 0,6 \cdot f_u^b \cdot A_b = 0,75 \cdot 0,6 \cdot 807,2 \cdot (1/4 \cdot \pi \cdot 30^2) \cdot 10^{-3} = 513,39 \text{ kN}$$

Kebutuhan baut minimal untuk menahan geser

$$n \text{ perlu} = \frac{N_{uf}}{\phi R_n} = \frac{2381,42}{513,39} = 4,64 \approx 6 \text{ baut}$$

### 3. Kontrol blok geser pada sayap kolom

Cek blok geser pada sayap kolom:



**Gambar 4.23 Blok Geser Pada Sayap Kolom**

$$L_{ev} = 64 \text{ mm}, L_{eh} = 108,5 \text{ mm}$$

$$A_{vg} = 2 \cdot t_f \cdot (L_{ev} + 2 \cdot S)$$

$$= 2 \cdot 52,58 \cdot (64 + 2 \cdot 128) = 33651,2 \text{ mm}^2$$

$$A_{nt} = 2 \cdot t_f \cdot (L_{eh} - 0,5 \cdot (d + 2))$$

$$= 2 \cdot 52,58 \cdot (108,5 - 0,5 \cdot (30 + 2)) = 9727,3 \text{ mm}^2$$

$$A_{ns} = A_{vg} - 2 \cdot t_f \cdot (2,5 \cdot (d + 2))$$

$$= 33651,2 - 2 \cdot 52,58 \cdot (2,5 \cdot (30 + 2)) = 25238,4 \text{ mm}^2$$

$$A_{ig} = 2 \cdot t_f \cdot L_{eh}$$

$$= 2 \cdot 52,58 \cdot 108,5 = 11409,86 \text{ mm}^2$$

Untuk reaksi nominal pilih nilai terbesar dari :

$$N_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_{vg} + f_u \cdot A_{nt}$$

$$= (0,6 \cdot 240 \cdot 33651,2 + 370 \cdot 9727,3) \cdot 10^{-3} = 8444,87 \text{ kN} \quad (\text{menentukan})$$

$$N_n = 0,6 \cdot f_u \cdot A_{ns} + f_y \cdot A_{tg}$$

$$= (0,6 \cdot 370 \cdot 25238,4 + 240 \cdot 11409,86) \cdot 10^{-3} = 8341,29 \text{ kN}$$

Kapasitas reaksi terfaktor

$$\phi N_n = 0,75 \cdot 8444,87 = 6333,65 \text{ kN} > N_{uf} = 2381,42 \text{ kN} \quad - \text{OK}-$$

4. Kontrol kekuatan pada plat sayap luar.

Pakai pelat 35 mm x 320 mm

Kontrol tarik leleh pada plat:

$$\phi \cdot R_n = \phi \cdot f_y \cdot A_g$$

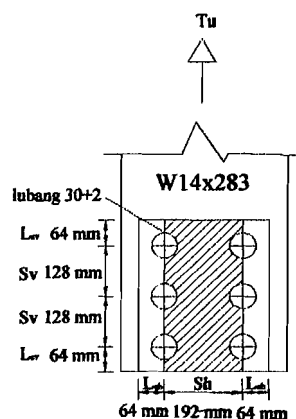
$$= 0,9 \cdot 240 \cdot 35 \cdot 384 \cdot 10^{-3} = 2903,04 \text{ kN} > N_{uf} = 2381,42 \text{ kN} \quad - \text{OK}-$$

Kontrol tarik fraktur pada plat:

$$\phi \cdot R_n = \phi \cdot f_u \cdot A_n$$

$$= 0,75 \cdot 370 \cdot (35 \cdot (384 - (3 \cdot 32))) \cdot 10^{-3} = 2797,2 \text{ kN} > N_{uf} = 2381,42 \text{ kN}$$

Cek blok geser pada plat sayap kolom:



Gambar 4.24 Blok Geser Pada Plat Sayap Kolom



$$L_{ev} = 64 \text{ mm}, sh = 192 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} A_{vg} &= 2 \cdot t_{pl} \cdot (L_{ev} + 2 \cdot S) \\ &= 2 \cdot 35 \cdot (64 + 2 \cdot 128) = 22400 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{nt} &= t_{pl} \cdot (L_{eh} - 0,5 \cdot (d + 2)) \\ &= 35 \cdot (192 - 0,5 \cdot (30 + 2)) = 6160 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ns} &= A_{vg} - 2 \cdot t_{pl} \cdot (2,5 \cdot (d + 2)) \\ &= 22400 - 2 \cdot 35 \cdot (2,5 \cdot (30 + 2)) = 16800 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{tg} &= t_{pl} \cdot sh \\ &= 35 \cdot 192 = 6720 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Untuk reaksi nominal pilih nilai terbesar dari :

$$\begin{aligned} N_n &= 0,6 \cdot f_y \cdot A_{vg} + f_u \cdot A_{nt} \\ &= (0,6 \cdot 240 \cdot 22400 + 370 \cdot 6160) \cdot 10^{-3} = 5504,8 \text{ kN} \quad (\text{menentukan}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_n &= 0,6 \cdot f_u \cdot A_{ns} + f_y \cdot A_{tg} \\ &= (0,6 \cdot 370 \cdot 16800 + 240 \cdot 6720) \cdot 10^{-3} = 5342,4 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kapasitas reaksi terfaktor

$$\phi N_n = 0,75 \cdot 5504,8 = 4128,6 \text{ kN} > N_{uf} = 2381,42 \text{ kN} \quad - \text{OK} -$$

Kuat tumpu plat sayap luar

$$\begin{aligned} \phi \cdot R_n &= \phi \cdot 2,4 \cdot f_u \cdot d_p \cdot t_p \\ &= 0,75 \cdot 2,4 \cdot 370 \cdot 30 \cdot 6 \cdot 35 \cdot 10^{-3} = 4195,8 \text{ kN} > 2381,42 \text{ kN} \end{aligned}$$

5. Pelat sayap dalam

$$N_{uf\text{dalam}} = \frac{N_{uf}}{2} = \frac{2381,42}{2} = 1190,71 \text{ kN}$$

Menentukan ukuran pelat sayap dalam

Kondisi leleh tarik:

$$N_u \leq \phi \cdot f_y \cdot A_g$$

$$A_g \text{ min} = \frac{1190,71}{0,9 \cdot 240} = 5512,55 \text{ mm}^2$$

Kondisi fraktur:

$$N_u \leq \phi \cdot f_u \cdot A_e ; A_e = U \cdot A_n$$

Untuk  $A_n \leq 0,85 \cdot A_g$

$U = 1 \rightarrow$  untuk pelat sambung/batang tarik pendek

$$N_u \leq \phi \cdot f_u \cdot U \cdot 0,85 \cdot A_g$$

$$A_g \text{ min} = \frac{1190,71 \cdot 1000}{0,75 \cdot 370 \cdot 0,85} = 5048,06 \text{ mm}^2$$

Jika digunakan lebar pelat sambungan,  $b_{pl} = 160 \text{ mm}$

$$\text{Maka tebal pelat sambungan, } t_{pl} = \frac{5512,55}{160} = 34 \approx 35 \text{ mm}$$

Kontrol kekuatan pada pelat dalam

Pakai plat 160x35

Kontrol tarik leleh pada plat :

$$\phi \cdot R_n = \phi \cdot f_y \cdot A_g$$

$$= 0,9 \cdot 240 \cdot 35 \cdot 160 \cdot 10^{-3} = 1209,6 \text{ kN} > 1190,71 \text{ kN}$$

Kontrol tarik fraktur pada plat:

$$\phi \cdot R_n = \phi \cdot f_u \cdot A_n$$

$$= 0,75 \cdot 35 \cdot 370 \cdot (160 - 1 \cdot (30 + 2)) = 1243,2 \text{ kN} > 1190,71 \text{ kN}$$

#### 4.9.2 Perencanaan Sambungan Kolom Pada Badan

Dari hasil perhitungan didapat  $N_u = 2529,11 kN$  (lihat Lampiran 8)

Gaya yang terjadi pada badan

$$N_{uw} = \frac{N_u \cdot d_w \cdot t_w}{A} = \frac{2529,11 \cdot (424,32,77)}{53700} = 654,39 kN$$

##### 1. Menentukan ukuran pelat badan

Pelat sambungan pada badan dipasang pada dua sisi badan kolom

Kondisi leleh tarik :

$$N_u \leq \phi \cdot f_u \cdot A_e ; A_e = U \cdot A_n$$

$$A_g \min = \frac{654,39 \cdot 1000}{2,0 \cdot 0,240} = 1514,79 mm^2$$

Untuk  $A_n \leq 0,85 \cdot A_g$

$U = 1 \rightarrow$  untuk pelat sambung/batang tarik pendek

$$N_u \leq \phi \cdot f_u \cdot U \cdot 0,85 \cdot A_g$$

$$A_g \min = \frac{654,39 \cdot 1000}{2,0 \cdot 0,75 \cdot 0,85} = 1387,154 mm^2$$

Jika digunakan lebar plat sambungan,  $b_{pl} = 216 mm$

Maka tebal pelat sambungan,  $t_{pl} = \frac{1514,79}{216} = 7,0129 mm \approx 8 mm$

##### 2. Menentukan jumlah baut yang diperlukan badan untuk mentransfer gaya tarik

dan tekan

Digunakan tipe baut A325-X diameter 24 mm

Kuat geser satu baut A325-X diameter 24 mm terdapat 2 bidang geser

$$\phi \cdot R_n = \phi \cdot (0,6 \cdot f_u^b) \cdot m \cdot a_b$$

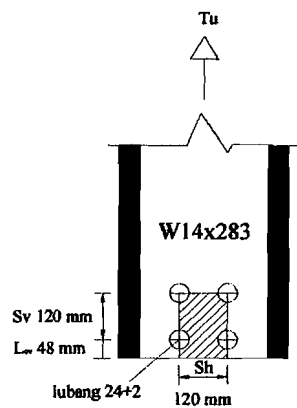
$$= 0,75 \cdot (0,6 \cdot 807) \cdot 2 \cdot (1/4 \cdot \pi \cdot 24^2) \cdot 10^{-3} = 328,40 \text{ kN}$$

Kebutuhan baut minimal untuk menahan geser

$$n_{\min} = \frac{N_{uw}}{\phi \cdot Rn} = \frac{654,39}{328,4} = 1,99 \approx 4 \text{ baut}$$

### 3. Kontrol blok geser pada badan kolom

Cek blok geser pada badan kolom:



**Gambar 4.25** Blok Geser Pada badan kolom

Ambil  $L_{ev} = 48 \text{ mm}$

$$A_{vg} = 2 \cdot t_w \cdot (L_{ev} + S)$$

$$= 2 \cdot 32,77 \cdot (48 + 120) = 11010,72 \text{ mm}^2$$

$$A_{nt} = 2 \cdot t_w \cdot (S_h - 0,5 \cdot (d + 2))$$

$$= 32,77 \cdot (120 - 0,5 \cdot (24 + 2)) = 7012,78 \text{ mm}^2$$

$$A_{ns} = A_{vg} - 2 \cdot t_w \cdot (1,5 \cdot (d + 2))$$

$$= 11010,72 - 2 \cdot 32,77 \cdot (1,5 \cdot (24 + 2)) = 8454,66 \text{ mm}^2$$

$$A_{tg} = 2 \cdot t_w \cdot s_h$$

$$= 2 \cdot 32,77 \cdot 120 = 7864,8 \text{ mm}^2$$

Untuk reaksi nominal pilih nilai terbesar dari :

$$N_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_{vg} + f_u \cdot A_{nt}$$

$$= (0,6 \cdot 240 \cdot 11010,72 + 370 \cdot 7012,78) \cdot 10^{-3} = 4180,27 \text{ kN (menentukan)}$$

$$N_n = 0,6 \cdot f_u \cdot A_{ns} + f_y \cdot A_{tg}$$

$$= (0,6 \cdot 370 \cdot 8454,66 + 240 \cdot 7864,8) \cdot 10^{-3} = 3764,49 \text{ kN}$$

Kapasitas reaksi terfaktor

$$\phi N_n = 0,75 \cdot 4180,27 = 3135,20 \text{ kN} > N_{uw} = \frac{N_u \cdot d_w \cdot t_w}{A} = 654,39 \text{ kN} \quad - \text{OK-}$$

#### 4. Kontrol kuat tarik pada badan kolom

Pakai plat 216 mm x 10 mm

Kontrol tarik leleh pada plat:

$$\phi R_n = \phi \cdot f_y \cdot A_g$$

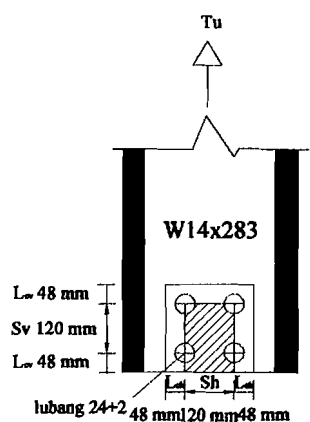
$$= 0,9 \cdot 240 \cdot (216 \cdot 10) \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 933,12 \text{ kN} > 654,39 \text{ kN}$$

Kontrol tarik fraktur pada plat:

$$\phi R_n = \phi \cdot f_u \cdot A_n$$

$$= 0,75 \cdot 370 \cdot [10 \cdot (216 - 2(24 + 2))] \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 910,2 \text{ kN} > 654,39 \text{ kN}$$

Cek blok geser pada plat badan kolom:



**Gambar 4.26** Blok Geser Pada plat badan kolom

Ambil  $L_{ev} = 48 \text{ mm}$ ,  $L_{eh} = 48 \text{ mm}$

$$A_{vg} = 2 \cdot t_{pl} \cdot (2 \cdot L_{ev} + S)$$

$$= 2 \cdot 10 \cdot (2 \cdot 48 + 120) = 4320 \text{ mm}^2$$

$$A_{nt} = t_{pl} \cdot (S_h - 0,5 \cdot (d + 2))$$

$$= 10 \cdot (120 - 0,5 \cdot (24 + 2)) = 1070 \text{ mm}^2$$

$$A_{ns} = A_{vg} - t_{pl} \cdot (1,5 \cdot (d + 2))$$

$$= 4320 - 10 \cdot (1,5 \cdot (24 + 2)) = 3930 \text{ mm}^2$$

$$A_{tg} = t_{pl} \cdot sh$$

$$= 10 \cdot 120 = 1200 \text{ mm}^2$$

Untuk reaksi nominal pilih nilai terbesar dari :

$$N_n = 0,6 \cdot f_y \cdot A_{vg} + f_u \cdot A_{nt}$$

$$= (0,6 \cdot 240 \cdot 4320 + 370 \cdot 1070) \cdot 10^{-3} = 1017,98 \text{ kN}$$

$$N_n = 0,6 \cdot f_u \cdot A_{ns} + f_y \cdot A_{tg}$$

$$= (0,6 \cdot 370 \cdot 3930 + 240 \cdot 1200) \cdot 10^{-3} = 1160,46 \text{ kN} \quad (\text{menentukan})$$

Kapasitas reaksi terfaktor

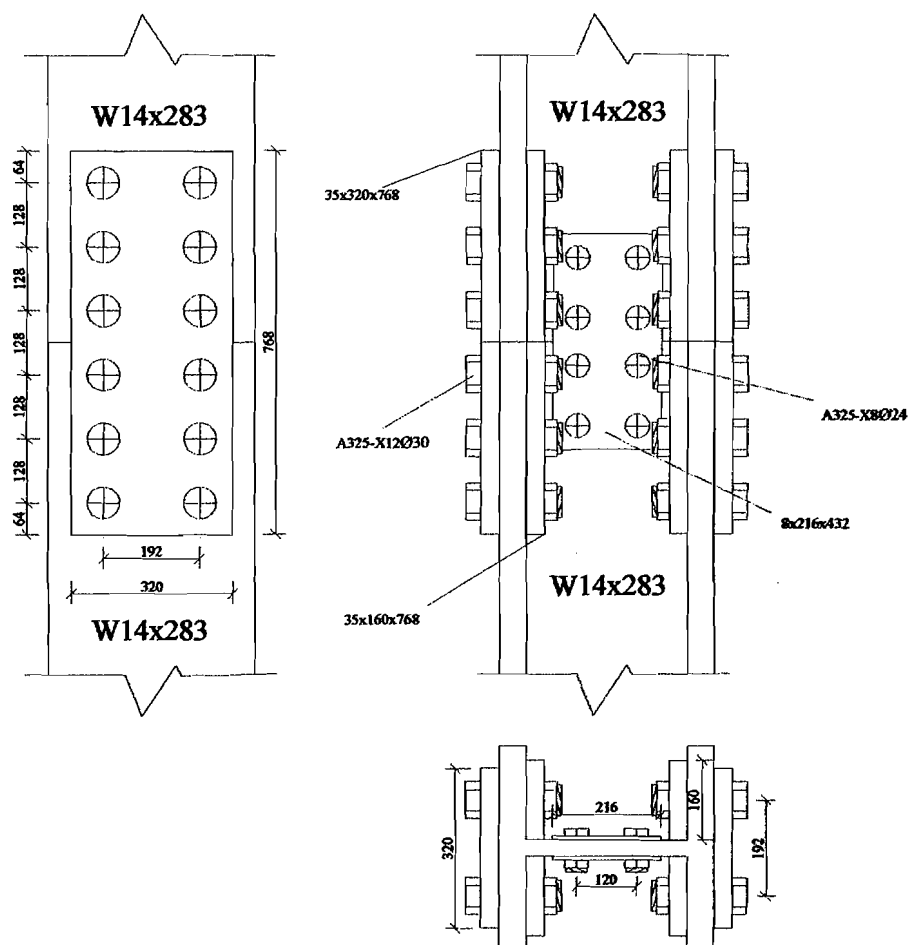
$$\phi N_n = 0,75 \cdot 1160,46 = 870,35 \text{ kN} > N_{uw} = \frac{N_u \cdot d_w \cdot t_w}{A} = 654,39 \text{ kN} \quad - \text{OK} -$$

Kuat tumpu pelat badan

$$\phi \cdot R_n = \phi \cdot 2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t_p$$

$$= 0,75 \cdot 2,4 \cdot 370 \cdot (4 \cdot 24) \cdot 2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 1278 \text{ kN} > N_{uw} = 654,39 \text{ kN}$$

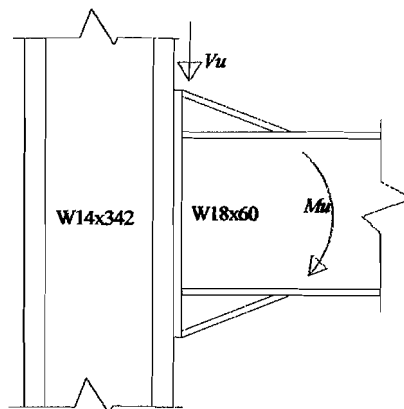
Untuk hitungan kolom dengan kolom yang lainya dapat dilihat pada lampiran 9.



**Gambar 4.27** Detail Sambungan Kolom

#### **4.10 Perencanaan Sambungan Balok dengan Kolom Profil Baja**

Perencanaan sambungan balok ke kolom didasarkan momen lentur dan gaya geser pada balok. Momen pada balok akan didistribusikan menjadi tegangan tarik dan tekan pada sambungan. Sebagai contoh perhitungan diambil sambungan antara balok  $W18x60$  dan kolom  $W14x342$ .



**Gambar 4.28** Gaya Yang Terjadi Pada Sambungan Balok dengan Kolom

**4.10.1 Menentukan jumlah baut untuk menahan gaya tarik terfaktor maksimum  $N_u$  dari momen lentur dari kuat desain maksimum balok W18x60**

$$\phi_b M_n = \phi_b M_p = \phi_b Z_x f_y = 0,9 \cdot (2015,61 \cdot 10^3) \cdot 240 \cdot 10^{-6} = 435,3718 \text{ kNm}$$

$$N_{u \text{ maks}} = \frac{\phi_b M_n}{d - t_{fb}} = \frac{435,3718 \cdot 10^3}{462 - 17,65} = 979,7948 \text{ kN}$$

Untuk baut  $\emptyset = 24 \text{ mm}$  (A325-X) kuat desain dalam tarik adalah:

$$\phi R_n = \phi (0,75 A_b) f_{ub} = 0,75 \cdot 339,29 \cdot 807 \cdot 10^{-3} = 205,36 \text{ kN}$$

$$\text{Jumlah baut} = \frac{N_u}{\phi R_n} = \frac{979,7948}{205,36} = 4,77 \approx 6 \text{ baut untuk tarik}$$

$$\phi V_n = \phi \cdot 0,6 f_y A_w$$

$$A_w = d \cdot t_w$$

$$A_w = 462 \cdot 10,54 = 4869,48 \text{ mm}^2$$

$$\phi V_n = 0,9 \cdot 0,6 \cdot 240 \cdot 4869,48 \cdot 10^{-3} = 631,08 \text{ kN}$$

$$\text{Jumlah baut} = \frac{631,08}{205,36} = 3,07 \approx 4 \text{ baut untuk menahan geser}$$



#### 4.10.2 Estimasi Tebal Pelat

$$b' = s - \frac{1}{2}.d = 60 - 12 = 48 \text{ mm}$$

$$t_p = \sqrt{\frac{4,44.T.b'}{w.f_y.(1+\alpha.\delta)}} = \sqrt{\frac{4,44.(979,7948/6).10^3.48}{240.240.(1+0)}} = 24,57 \approx 25 \text{ mm}$$

#### 4.10.3 Menentukan Ukuran Las Yang Digunakan

$$\begin{aligned} \text{Las} = \phi . R_{n.w} \text{ perlu} &= \frac{N_u}{(4.b_f - 2.t_w)} = \frac{979,7948}{(4.192 - 2.10,54).10^{-3}} = 1311,78 \text{ kN / m} \\ &= 7,489 \text{ kip/inc} \end{aligned}$$

Dari tabel 5.14.2 *Salmon & Johnson*-Struktur Baja desain dan perilaku, *E70 xxx* dengan ukuran las  $\frac{1}{4}$  inchi memeberikan  $\phi . R_{n.w} = 7,88 \text{ Kip/Inc}$  lebih besar  $\phi . R_{n.w} \text{ perlu} = 7,489 \text{ Kip/In}$ . Jadi las ukuran  $\frac{1}{4}$  inchi dapat digunakan. Las untuk menahan geser dilas pada sepanjang badan profil *W18x60* dengan pelat.

#### 4.10.4 Periksa Kombinasi Geser dan Tarik

Tegangan yang diakibatkan oleh gaya geser

$$f_w = \frac{V_u}{A_b} = \frac{631,08.1000}{10.452,389} = 139,50 \text{ Mpa}$$

Untuk baut *A325-X* adalah

$$f'_{ut} = 590 - 1,4.139,50 = 394,70 \text{ Mpa}$$

Ini tidak melampaui limit atas  $f'_{ut} = 470 \text{ Mpa}$ . Jadi  $f'_{ut} = 394,70 \text{ Mpa}$

$$f_w = \frac{979,7948.1000}{6.452,389} = 360,97 \text{ Mpa} < f'_{ut} = 394,70 \text{ Mpa} \quad \text{-OK-}$$

Untuk hitungan sambungan balok dengan kolom selengkapanya dapat dilihat pada lampiran 9.

#### 4.10.5 Perencanaan Daerah Panel Zone

##### 1. Pelat Pengaku (*stiffener*):

Akibat transfer momen lentur ke sayap kolom menimbulkan gaya aksial  $N_{bf}$  tarik atau tekan pada sayap kolom. Untuk menghindari robeknya las antara sayap kolom dan *flange plate* maka harus dipenuhi persamaan di bawah ini:

$$\phi N_n \geq N_{bf}$$

Nilai kapasitas beban terfaktor,  $P_{bf}$  akibat *strain hardening*:

$$\begin{aligned} N_{bf} &= 1,8 \cdot b_f \cdot t_f \cdot f_y \\ &= 1,8 \cdot 192 \cdot 17,65 \cdot 240 \cdot 10^{-3} = 1463,96 \text{ kN} \end{aligned}$$

Pelelehan sayap lokal (*Local flange bending*):

$$\begin{aligned} \phi N_n &= \phi 6,25 \cdot t_{fc}^2 \cdot f_{yc} \\ &= 0,9 \cdot 6,25 \cdot 62,74^2 \cdot 240 \cdot 10^{-3} = 5314,02 \text{ kN} > N_{bf} = 1463,96 \text{ kN} \end{aligned}$$

Pelelehan badan lokal (*Local Web Yielding*):

$$\begin{aligned} \phi N_n &= \phi \cdot (5k + t_{fb}) \cdot f_{yc} \cdot t_{wc} \\ &= 1 \cdot (5 \cdot 2,21 + 17,65) \cdot 240 \cdot 39,12 \cdot 10^{-3} \\ &= 269,46 \text{ kN} < N_{bf} = 1463,96 \text{ kN} \end{aligned}$$

Pelipatan pelat badan (*Web Crippling*):

$$\begin{aligned} \phi N_n &= \phi 135 t_{wc}^2 \left[ 1 + 3 \left( \frac{t_{fb}}{d_c} \right) \left( \frac{t_{wc}}{t_{fc}} \right)^{1,5} \right] \sqrt{\frac{f_{yc} t_{fc}}{t_{wc}}} \\ &= 0,75 \cdot 135 \cdot 39,42^2 \left[ 1 + 3 \left( \frac{17,65}{445} \right) \left( \frac{39,12}{62,74} \right)^{1,5} \right] \sqrt{\frac{240 \cdot 62,74}{39,12}} \cdot 10^{-3} \\ &= 3267,78 \text{ kN} > N_{bf} = 1463,96 \text{ kN} \end{aligned}$$

Tekuk tekan dari pelat badan (*Compression Buckling of The Web*):

$$\begin{aligned}\phi N_N &= \frac{\phi \cdot 4100 \cdot t_{wc}^3 \sqrt{F_{yc}}}{d_c'} \\ &= \frac{0,9 \cdot 4100 \cdot 39,12^3 \cdot \sqrt{240}}{(445 - 2 \cdot 62,74)} \cdot 10^{-3} = 10711,01 \text{ kN} > NP_{bf} = 1463,96 \text{ kN}\end{aligned}$$

Karena  $\phi N_n$  pada pelelehan sayap lokal ( $\phi N_n = 5314,02 \text{ kN}$ ), pelipatan pelat badan ( $\phi N_n = 3267,78 \text{ kN}$ ), dan tekuk tekan dari pelat badan ( $\phi N_n = 10711,01 \text{ kN}$ ) lebih besar dari  $N_{bf}$  kapasitas beban terfaktor ( $N_{bf} = 1463,96 \text{ kN}$ ) Sedangkan pelelehan badan lokal ( $\phi N_n = 269,46 \text{ kN}$ ) maka diperlukan pelat pengaku (*stiffener*), luas pengaku adalah :

$$\begin{aligned}A_{st} \text{ perlu} &= \frac{N_{bf} - \phi_{yc}^f (t_{fb} + 5k) t_{wc}}{\phi_{yst}^f} \\ A_{st} \text{ perlu} &= \frac{1463,96 - 269,46 \cdot 10^3}{240} = 0,00498 \text{ m}^2 = 4977,08 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

lebar pengaku minimum adalah:

$$b_{st} \text{ minimum} \geq \frac{b_{fb}}{3} - \frac{t_{wc}}{2} = \frac{192}{3} - \frac{39,12}{2} = 44,44 \text{ mm}, \text{ Pakai } 170 \text{ mm}$$

Tebal pengaku minimum adalah:

$$t_s \text{ minimum} = \frac{t_{fb}}{2} = \frac{17,65}{2} = 8,825 \text{ mm}, \text{ Pakai } 30 \text{ mm}$$

Dua pelat 150 mmx30 mm memberikan luas yang cukup lebih besar dari luas minimum  $A_{st} = 4977,08 \text{ mm}^2$  yang diperlukan.

Karena pengaku harus berpartisipasi dengan pelat badan kolom dan bekerja seperti halnya kolom dalam menahan pelipatan pelat badan. Maka  $\lambda$  tidak boleh melampaui  $\lambda_r$  untuk pengaku sebagai suatu elemen tekan tanpa perkuatan,

$$\left( \lambda = \frac{b_{st}}{t_s} = \frac{150}{30} = 5,67 \right) < \left( \lambda_r = \frac{370}{\sqrt{f_y - f_r}} = \frac{370}{\sqrt{240 - 115}} = 11,18 \right)$$

Periksa kekuatan kolom dari pengaku yang bekerja dalam kombinasi dengan panjang pelat badan yang sama  $25t_{wc} = 25 \cdot 39,12 = 978 \text{ mm}$

$$r = \sqrt{\frac{\frac{1}{12}(30)(170 + 170 + 39,12)^3}{2(170)30 + 978(30)}} = 58,70 \text{ mm}$$

Dengan menggunakan panjang efektif KL sama dengan 0,75 dari kedalaman penampang kolom; yakni kira-kira 312 mm

$$\frac{KL}{r} = \frac{312}{58,70} = 5,32 \text{ jadi}$$

$$\lambda_c = \frac{KL}{r} \sqrt{\frac{f_y}{\pi^2 E}} = 5,32 \sqrt{\frac{240}{3,14^2 \cdot 2 \cdot 10^5}} = 0,059$$

$$f_{cr} = \frac{f_y}{\omega} = \frac{240}{1} \cdot 10^3 = 240000 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi f_{cr} = 0,85 \cdot 240000 = 204000 \text{ kN/m}^2$$

$$A_g = 2(170) \cdot 30 + 978(39,12) = 48459,36 \text{ mm}^2$$

$$\phi_c N_n = A_g(\phi f_{cr}) = 0,048 \cdot 204000 = 9885,71 \text{ kN} > 1463,96 \text{ kN} - \text{Ok} -$$

Jadi digunakan pengaku 2 *Pls*-30x170x319 untuk menahan gaya tarik dan tekan.

## 2. Menentukan Gaya Geser pada Panel Zone

Terdapat dua balok pada kolom maka gaya geser pada kolom adalah:

$$V_c = \frac{M_{p1} \left[ \frac{L_1}{L_{n1}} \right] + M_{p2} \left[ \frac{L_2}{L_{n2}} \right]}{h}$$

$$V_c = \frac{435,3718 \left[ \frac{7,2}{6,755} \right] + 435,3718 \left[ \frac{7,2}{6,755} \right]}{4}$$

$$V_c = 232,03 \text{ kN}$$

Gaya geser pada *Panel Zone* :

$$V_u = \frac{M_{p1}}{0,95d_{b1}} + \frac{M_{p2}}{0,95d_{b2}} - V_c$$

$$V_u = \frac{435,3718}{0,95 \cdot 0,462} + \frac{435,3718}{0,95 \cdot 0,462} - 232,03 = 1751,9 \text{ kN}$$

Kuat geser daerah *panel zone*:

$N_u = 3313,932 \text{ kN}$  ( lihat lampiran 8)  $\leq N_y = f_y \cdot A = 240 \cdot 65160 \cdot 10^{-3} = 15638 \text{ kN}$   
maka :

$$V_n = \phi 0,6 \cdot F_y \cdot d_c \cdot t_w \left( 1 + \frac{3 \cdot b_{cf} \cdot t_{cf}^2}{d_b \cdot d_c \cdot t_w} \right)$$

$$V_n = 0,9 \cdot 0,6 \cdot 240 \cdot 445 \cdot 39,12 \left( 1 + \frac{3 \cdot 445 \cdot 62,74^2}{462 \cdot 445 \cdot 39,12} \right) \cdot 10^{-3}$$

$$V_n = 3730,25 > V_u = 1751,9 \text{ kN}$$

## 3. Sambungan pelat ke kolom:

Digunakan elektrode E90;

$$a_{\text{efektif maksimum}} = \frac{0,9 f_y t_s}{2 \cdot (0,707) \cdot 0,75 (0,60 F_{EXX})} = 1,414 \frac{f_y t_t}{F_{EXX}} = 1,414 \frac{240 t_t}{620,55} = 0,55 t_s$$

dengan menggunakan pelat penguaku 30 mm

$$a_{\text{efektif maksimum}} = 0,7t_s = 0,55 \cdot 30 = 16,5 \text{ mm}$$

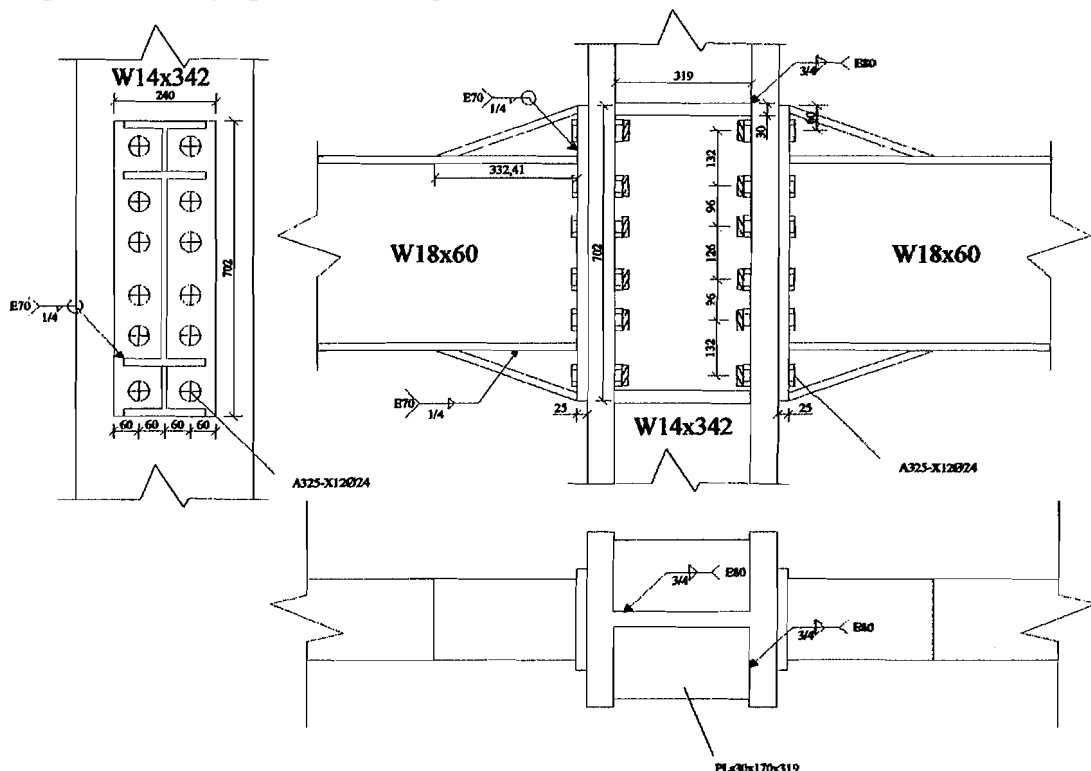
gaya terfaktor maksimum yang akan ditahan oleh penguaku adalah:

$$\text{Gaya} = \phi_c A_{st} f_{yst} = 0,85 \cdot (2) \cdot (170) \cdot (30) \cdot 240 \cdot 10^{-3} = 2080,8 \text{ kN}$$

Untuk las fillet pelat atas dan bawah, kekuatan yang diperlukan per inci adalah

$$\phi R_{nw} \text{perlu} = \frac{2080,08}{2(0,34)} = 3058,94 \text{ kN/m} = 17,44 \text{ kips/in}$$

Dari tabel 5.14.3, *Salmon & Johnson*, struktur baja desain dan perilaku las  $\frac{3}{4}$  inci memberikan  $\phi R_{nw} = 23,059(0,83/0,75) = 25,52 \text{ kips/inc}$ . Gunakan las fillet ukuran  $\frac{3}{4}$  inci, atas dan bawah, pada pelat tekan maupun tarik dimana pelat-pelat ini menumpu pada flens-flens kolom. Sepanjang badan kolom, las fillet diperlukan hanya pada satu sisi pelat saja.



Gambar 4.29 Detail Sambungan Balok-Kolom

#### 4.11 Perencanaan Sambungan Balok Anak Profil Baja dengan Balok

##### Induk Profil Baja

Contoh perhitungan diambil dari atap yaitu antara balok anak (Ba1) :  $W10 \times 30$  dengan balok induk (B1):  $W12 \times 26$ , yang mempunyai bentang 7,2 m, dengan data propertis balok anak sebagai berikut: Balok  $W10 \times 30$ .

$$\begin{aligned} d &= 267 \text{ mm} & A_s &= 57 \text{ cm}^2 & b_f &= 148 \text{ mm} \\ t_f &= 12,95 \text{ mm} & t_w &= 7,62 \text{ mm} & Z_x &= 599,77 \text{ cm}^3 \\ Z_y &= 144,86 \text{ cm}^3 & f_y &= 240 \text{ Mpa} & f_u &= 370 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Kuat desain maksimum balok adalah:

$$\begin{aligned} A_w &= d \cdot t_w \\ &= 267 \cdot 7,62 = 2034,54 \text{ mm}^2 \\ \phi \cdot V_n &= \phi \cdot 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \\ &= 0,9 \cdot 0,6 \cdot 240 \cdot 2034,54 \cdot 10^{-3} = 263,68 \text{ kN} \end{aligned}$$

##### 4.11.1 Perencanaan Plat Sambung

Dicoba menggunakan baut A325, diameter 16 mm, dengan  $A_b = 201,06 \text{ mm}^2$

Kuat geser satu baut adalah

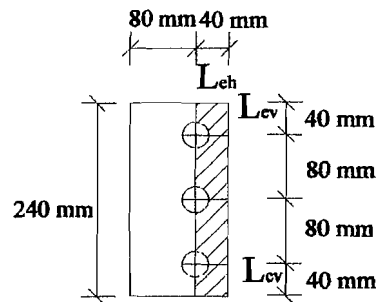
$$\begin{aligned} \phi \cdot R_n &= \phi \cdot (0,6 \cdot f_u^b) \cdot m \cdot A_b \\ &= 0,75 \cdot (0,6 \cdot 807) \cdot 2 \cdot 201,06 \cdot 10^{-3} = 146,03 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah baut } n = \frac{V_u}{\phi \cdot R_n} = \frac{263,68}{146,03} = 1,8 \approx 3 \text{ baut}$$

$$t \geq \frac{V}{\phi \cdot f_u \cdot \text{jarakujung}} = \frac{263,68 \cdot 1000 / 3}{0,75 \cdot 370 \cdot 80} = 4 \text{ mm}$$

Untuk menghindari kegagalan fraktur geser sepanjang penampang maka dicoba penggunaan 3 baut, dengan tebal plat sambung 12 mm x 240 mm.

Cek blok geser pada penampang plat (tampang kritis)



**Gambar 4.30** Penempatan baut dengan luasan blok geser

Ambil  $L_{ev} = 40 \cdot d_b = 16 \text{ mm}$  dan  $L_{eh} = 40 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} A_{vg} &= t_{pl} \cdot (l_{ev} + 2 \cdot S) \\ &= 4 \cdot (40 + 2 \cdot 80) = 800 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{nt} &= t_{pl} \cdot (L_{eh} - (0,5 \cdot (d + 1))) \\ &= 4 \cdot (40 - (0,5 \cdot (16 + 1))) = 126 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{ns} &= A_{vg} - t_{pl} \cdot (2,5 \cdot (d + 1)) \\ &= 800 - 4 \cdot (2,5 \cdot (16 + 1)) = 630 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{tg} &= t_{pl} \cdot L_{eh} \\ &= 4 \cdot 40 = 160 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Untuk reaksi nominal pilih nilai terbesar dari :

$$\begin{aligned} N_n &= 0,6 \cdot f_y \cdot A_{vg} + f_u \cdot A_{nt} \\ &= 0,6 \cdot 240 \cdot 800 + 370 \cdot 126 \cdot 10^{-3} = 161,82 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_n &= 0,6 \cdot f_u \cdot A_{ns} + f_y \cdot A_{tg} \\ &= 0,6 \cdot 370 \cdot 630 + 240 \cdot 160 \cdot 10^{-3} = 178,26 \text{ kN (Menentukan)} \end{aligned}$$

Kapasitas reaksi terfaktor,  $\phi \cdot N_n = 0,75 \cdot 178,26 = 401,085 \text{ kN} > Vu/2 = 131,84 \text{ kN}$



#### 4.11.2 Menentukan Panjang Las

Tebal plat yang digunakan  $t_{pl} = 4 \text{ mm}$

Digunakan las fillet, bila  $t_{pl} = 4 \text{ mm} < 6,35 \text{ mm}$

$$a_{max} = t_{pl} = 4 \text{ mm} \text{ dan } a_{min} = 4 \text{ mm}$$

$$a \text{ pakai} = 4 \text{ mm}$$

$$t_e = 0,707 \cdot 4 = 2,828 \text{ mm}$$

kekuatan las berdasarkan leleh tarik

$$\phi \cdot R_{nw} = \phi \cdot (0,6 \cdot f_u) \cdot t_{pl}$$

$$= 0,75 \cdot (0,6 \cdot 482,65) \cdot 2,828 = 614,22 \text{ N/mm} = 3,51 \text{ kips/in}$$

$$\phi \cdot R_{nw} \text{ las dengan ukuran } 3/16 = 4,18 \text{ kips/in (0,73 kN/mm)} \text{ melebihi}$$

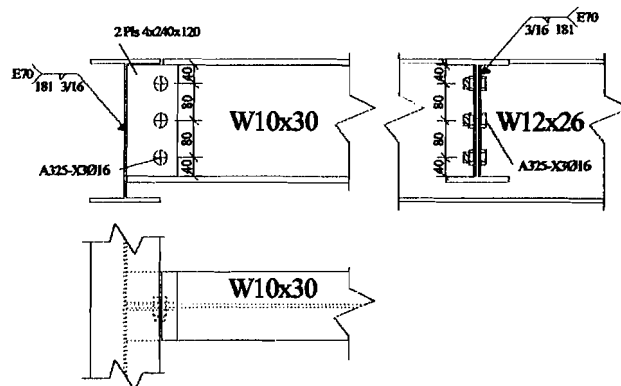
kekuatan las yang dibutuhkan. Maka las dengan ukuran 3/16 dapat digunakan.

Panjang las yang dibutuhkan:

$$P_{las} = \frac{V_u}{\phi \cdot R_{nw}} = \frac{131,84}{0,73} = 180,602 \text{ mm}$$

Panjang yang dipakai: 181 mm dengan ukuran las 3/16 pada satu sisi balok

Untuk hitungan sambungan balok anak dengan balok induk selengkapnya dapat dilihat dalam lampiran 9.



**Gambar 4.31** Detail Sambungan Balok Anak Dengan Balok Induk

#### 4.12 Perencanaan Sambungan Balok Induk Profil Baja

Sambungan Balok dengan balok dilakukan karena adanya keterbatasan panjang profil yang tersedia. Contoh sambungan balok induk profil  $W12 \times 40$ , data propertisnya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A &= 75,5 \text{ cm}^2 & d_b &= 302 \text{ mm} & b_f &= 203 \text{ mm} \\ t_f &= 13,08 \text{ mm} & t_w &= 7,49 \text{ mm} & Z_x &= 934,06 \text{ cm}^3 \\ Z_y &= 275,30 \text{ cm}^3 & f_y &= 240 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

1. Kekuatan desain maksimum  $\phi M_n$  dan  $\phi V_n$  dari balok  $W12 \times 40$  adalah:

$$\phi_b M_n = \phi_b M_p = 0,9 \cdot Z_x \cdot f_y = 0,9 \cdot 934,06 \cdot 240 \cdot 10^{-3} = 201,76 \text{ kNm}$$

$$\phi_v V_n = \phi_v \cdot (0,6 \cdot f_y) \cdot A_w = 0,9 \cdot (0,6 \cdot 240) \cdot 302 \cdot 7,49 \cdot 10^{-3} = 293,15 \text{ kN}$$

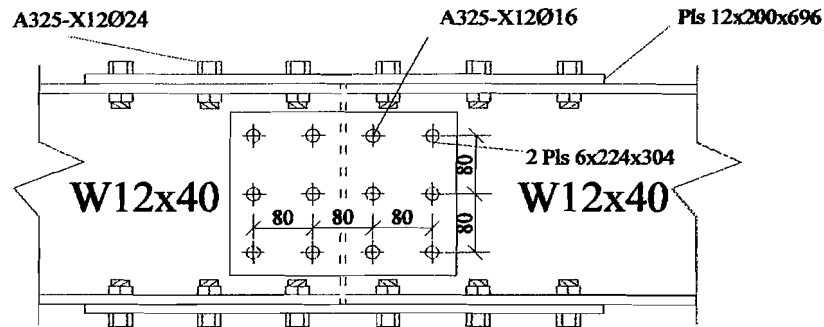
Meskipun *LRFD* tidak mensyaratkan suatu proporsi minimum dari kekuatan yang harus dikembangkan oleh suatu *splice*, sangatlah bijaksana untuk mendesain *splice* dalam proporsi utama kekuatan batang.

2. Pelat badan, pelat badan harus menahan semua gaya geser. Kekuatan desain  $\phi R_n$  untuk baut dalam geser ganda adalah

Diameter baut yang digunakan: 16 mm

$$\phi R_n = \phi \cdot (0,6 \cdot f_u^b) \cdot m \cdot A_b = 0,65 \cdot (0,6 \cdot 807) \cdot 2 \cdot 200,96 \cdot 10^{-3} = 126,50 \text{ kN}$$

$$\text{Jumlah baut} = \frac{293,15}{126,50} = 2,3 \approx 3 \text{ baut}$$



**Gambar 4.32 Sambungan *Splice***

Karena diperlukan 3 baut untuk geser saja dan pelat badan akan juga menahan sebagai momen lentur yang akan diterima oleh badan balok, coba 2 baris yang masing-masing 3 baut seperti diperlihatkan dalam Gambar 4.33 akan terdapat 2 jarak vertikal yang kira-kira 80 mm bila kedalaman pelat dibuat 244 mm (yang merupakan dimensi rata  $T$  dari badan balok).

Tebal pelat badan yang diperlukan untuk mencegah keruntuhan geser sepanjang penampang bersih adalah:

$$\phi(0,6.f_u).A_{ns} = V_u$$

$$A_{ns\text{ perlu}} = \frac{V_u}{\phi(0,6.f_u)} = \frac{293,15.1000}{0,75.0,6.370} = 1760,66\text{mm}^2$$

Dengan menggunakan 3 baut, tebal yang diperlukan untuk masing-masing dari dua pelat tersebut berdasarkan keadaan batas keruntuhan geser (*shear rupture limit state*) adalah :

$$t_{\text{perlu}} = \frac{A_{ns}}{2(224 - 3.(17))} = \frac{1760,66}{2.(173)} = 5,09 \approx 6\text{mm}$$

Tebal 6 mm dapat dianggap merupakan tebal minimum praktis.

Gunakan 2 Pls – 6x224

3. Pelat *flens*, pelat *splice* didesain sebagai batang-batang tarik. Lebar pelat dibuat 200 mm, ini sedikit lebih kecil dari lebar *flens* balok 203 mm.

$$\text{Gaya flens} = \frac{M_u}{\text{lengan}} = \frac{M_u}{d + est.t} = \frac{201,76.1000}{302 + 10} = 646,67 \text{ kN}$$

$$\phi.N_n = \phi.A_g.f_y \text{ pelelehan pelat splice } (\phi = 0,9)$$

$$\phi.N_n = \phi.A_n.f_u \text{ patah pelat splice } (\phi = 0,9)$$

$$A_n \leq 0,85 . A_g$$

$$A_g \text{ perlu} = \frac{N_u}{\phi.f_y} = \frac{646,67.1000}{0,9.240} = 2993,84 \text{ mm}^2$$

$$A_n \text{ perlu} = \frac{N_u}{\phi.f_u} = \frac{646,67.1000}{0,9.370} = 1941,95 \text{ mm}^2$$

$$A_g \text{ min} = \frac{A_n \text{ perlu}}{0,85} = \frac{1941,95}{0,85} = 2284,65 \text{ mm}^2$$

$$t \text{ perlu} = \frac{1941,95}{224 - 2.(16 + 2)} = 10,33 \approx 12 \text{ mm}$$

Gunakan *Pls* 21x200

4. Baut-baut flens, baut-baut berada dalam kondisi geser tunggal,

$$\phi.R_n = \phi.(0,6.f_u^b).m.A_b = 0,65.(0,6.807).1.(452,4).10^{-3} = 142,38 \text{ kN}$$

$$\phi.R_n = \phi.(2,4.d_t.f_u) = 0,75.2,4.24.12.370.10^{-3} = 191,808 \text{ kN}$$

$$\text{jumlah baut} = \frac{N_u}{\phi.R_n} = \frac{646,67}{63,28} = 10,21 \approx 6 \text{ baut.}$$

5. Baut-baut badan. Hitung momen yang ditahan oleh pelat badan ketika  $f_y$  telah dicapai dipusat dari pelat flens tarik

$$\phi M_n = \phi \left( \frac{td^2}{6} \right) f_y = 0,9 \left( \frac{2.6.224}{6} \right) 240 \cdot 10^{-6} = 18,42 \text{ kNm}$$

Kuat tumpu badan adalah:

$$\begin{aligned} \phi R_n &= \phi (2,4 \cdot dt \cdot f_u) \\ &= 0,75 \cdot (2,4 \cdot 370 \cdot 16 \cdot 6) \cdot 10^{-3} = 63,94 \text{ kN} \end{aligned}$$

Suatu pendekatan konservatif adalah dengan menentukan gaya pada baut-baut badan yang didekat flens dengan menggunakan metode vektor elastis

$$\Sigma x^2 + \Sigma y^2 = 6 \cdot (40)^2 + 6 \cdot (120)^2 + 4 \cdot (80)^2 = 121600 \text{ mm}$$

$$R_{ux} = \frac{18,42 \cdot 80 \cdot 1000}{121600} = 12,12 \text{ kN}$$

$$R_{uy} = \frac{18,42 \cdot 120 \cdot 1000}{121600} = 18,18 \text{ kN}$$

$$R_{uv} = \frac{293,15}{12} = 24,43 \text{ kN}$$

$$R_u = \sqrt{(24,43 + 18,18)^2 + 12,12^2} = 44,30 \text{ kN} < 63,94 \text{ kN} \text{ -OK-}$$

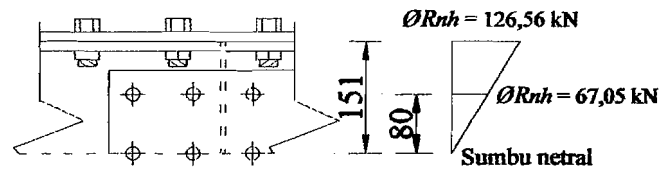
Jika suatu hubungan deformasi linear sebagaimana yang akan disebabkan oleh momen lentur diasumsikan.

$$\text{Gaya horizontal flens} = 2 \cdot 63,28 = 126,56 \text{ kN}$$

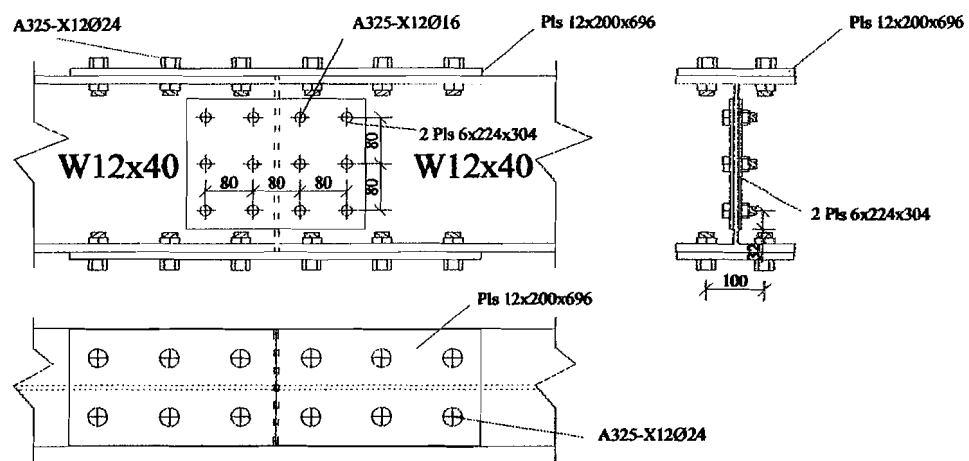
$$R_{ux \text{ maks}} = 63,936 \cdot \left( \frac{80}{151} \right) = 16,94 \text{ kN} > 12,12 \text{ kN}$$

Untuk hitungan sambungan balok induk dapat dilihat pada lampiran 9.

Gunakan 2 baris vertikal masing-masing 3 baut, setiap sisi sambungan.



**Gambar 4.33** Deformasi linear akibat momen lentur



**Gambar 4.34** Detail Sambungan Balok

#### 4.13 Perencanaan Pelat Dasar Kolom Profil Baja

Pelat dasar kolom merupakan penghubung antara kolom baja dengan kaki kolom beton (pedestal). Dalam perencanaannya pelat dasar kolom akan didesain berdasarkan beban aksial dan momen yang terjadi di dasar kolom. Desain plat dasar kolom dipengaruhi oleh momen arah  $x$  ( $M_{u,kx}$ ) dan arah  $y$  ( $M_{u,ky}$ ).

Direncanakan pelat dasar kolom  $K1$  dengan beban yang bekerja di dasar kolom yaitu sebagai berikut:

$$M_{u,kx} = 74,424 \text{ kNm} \quad N_{u,k} = 9159,221 \text{ kN}$$

$$M_{u,ky} = 28,733 \text{ kNm}$$

Digunakan profil kolom  $W14 \times 398$ , dengan *section propertis* sebagai berikut:

$$A = 754,8 \text{ cm}^2 \quad b_f = 422 \text{ mm} \quad t_w = 44,96 \text{ mm}$$

$$d_b = 465 \text{ mm} \quad t_f = 72,39 \text{ mm} \quad f_c = 25 \text{ MPa}$$

$$d_c = 465 + (2 \cdot 72,39) = 609,78 \text{ mm}$$

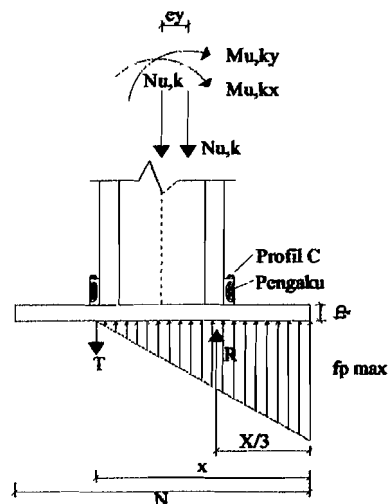
diasumsikan  $F_p = 0,85 \cdot f'_c = 0,85 \cdot 25 \cdot 1000 = 21250 \text{ kN/mm}^2$

Eksentrisitas akibat momen :

$$e_x = \frac{M_y}{N_{u,k}} = \frac{28,733}{9159,221} = 0,0031$$

$$e_y = \frac{M_x}{N_{u,k}} = \frac{74,424}{9159,221} = 0,0081 < \frac{1}{2} \cdot d_c = \frac{1}{2} \cdot 0,60978 = 0,3049 \text{ m}$$

Diasumsikan  $e > L/6$  sehingga bagian pelat dasar yang berada pada bidang tarik tidak aktif dan distribusi tegangan menjadi seperti pada gambar 4.36. Hal ini mengakibatkan gaya aksial kolom menjadi lebih besar, maka diberi sayap berupa profil C12x40, dengan  $b_{fa} = 3,89 \text{ in} = 9,881 \text{ cm}$ .



Gambar 4.35 Analisis Pelat Dasar Kolom

Diasumsikan bahwa resultan dari distribusi segitiga ( $R$ ) bekerja langsung diatas flens tekan kolom sehingga

$$N_u = R = T$$

Keseimbangan momen pada pusat gaya aksial  $T$

$$N_{u,k} \left( \frac{d_c}{2} + \frac{b_{fca}}{2} \right) + M_{u,kx} + M_{u,ky} = R \left( d_c + b_{fca} - \frac{t_f}{2} \right)$$

$$T = \frac{9159,221(0,60978/2 + 0,09881/2) + 74,424 + 28,733}{(0,60978 + 0,09881 - 0,07239/2)} = 4979,548 \text{ kN}$$

$$N_u = T = 4979,548 \text{ kN}$$

Menentukan dimensi pelat dasar kolom

Diasumsikan luas bidang tekan efektif penumpu akibat momen yang bekerja adalah ( $X.B$ ), sehingga gaya tekan yang terjadi harus memenuhi:

$$\phi N_p \geq N_u$$

$$\phi(1/2.F_p.X.B) = N_u$$

$$(X.B) = \frac{2.(N_u)}{\phi(F_p)} = \frac{2.4979,548}{0,6.21,25.10^3} = 0,7811 \text{ m}^2$$

Coba  $B = 0,8 \text{ m}$  ; panjang bidang tekan

$$X = \frac{0,7811}{0,8} = 0,9764 \text{ m}$$

Jarak dari pusat flens ke ujung pelat

$$1/3.X = 0,3255 \text{ m}$$

Panjang pelat dasar yang dibutuhkan

$$L = (2.x/3) + (d_c - t_f)$$

$$L = (2.0,3255) + (0,60978 - 0,07239) = 1,1884 \text{ m}$$



Diambil  $L = 1,2 \text{ m}$

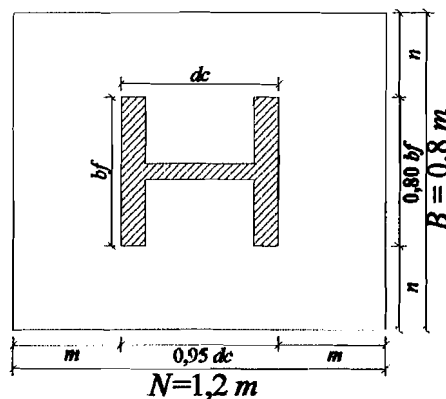
Jadi ukuran pelat dasar kolom yang dipakai,  $B = 0,8 \text{ m}$  dan  $L = 1,2 \text{ m}$

Perhitungan selanjutnya adalah menentukan bentang kantilever  $m$  dan  $n$  yang dibebani merata dengan persamaan sebagai berikut :

$$m = \frac{L - 0,95.d_c}{2} = \frac{1,2 - 0,95.(0,60978)}{2} = 0,3104 \text{ m}$$

$$n = \frac{B - 0,8.b_f}{2} = \frac{0,4 - 0,8.(0,422)}{2} = 0,0312 \text{ m}$$

Kontrol eksentrisitas,  $e_y = 0,0081 \text{ m} < L/6 = 1,2/6 = 0,2 \text{ m}$ , sehingga dapat dianggap tidak ada tegangan tarik awal pada baut angkur.



Gambar 4.36 Desain Pelat Dasar

Tegangan pada ujung pelat,

$$f_p = \frac{N_u}{B.L} \pm \frac{M_{u,kx}}{1/6.B.L^2} \pm \frac{M_{u,ky}}{1/6.B^2.L}$$

$$f_p \text{ max} = \frac{N_u}{B.L} + \frac{M_{u,kx}}{1/6.B.L^2} + \frac{M_{u,ky}}{1/6.B^2.L}$$

$$f_p \text{ max} = \frac{4979,548}{0,8.1,2} + \frac{74,424}{1/6.0,8.1,2^2} + \frac{28,733}{1/6.0,8^2.1,2}$$

$$f_p \text{ max} = 5187,0292 + 387,625 + 224,4766$$

$$= 5799,1308 \text{ kN/m}^2 < f_p = 21,25.10^3 \text{ kN/m}^2$$

$$f_p \min = \frac{N_u}{B.L} - \frac{M_{u,kx}}{1/6.B.L^2} - \frac{M_{u,ky}}{1/6.B^2.L}$$

$$f_p \min = \frac{4979,548}{0,8.1,2} - \frac{74,424}{1/6.0,8.1,2^2} - \frac{28,733}{1/6.0,8^2.1,2}$$

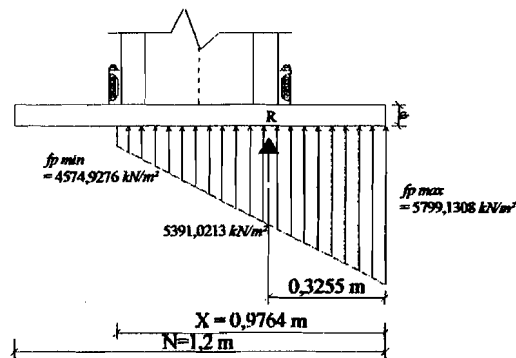
$$f_p \min = 5187,0292 - 387,625 - 224,4766 = 4574,9276 \text{ kN/m}^2$$

Cek kapasitas penumpu (Pedestal)

$$\phi N_p \geq N_u$$

$$\phi N_p = \phi_e \cdot F_p \cdot A$$

$$= 0,6 \cdot (1/2 \cdot (21,25 \cdot 10^3 \cdot 0,8 \cdot 1,2)) = 6120 \text{ kN} > N_u = 4979,548 \text{ kN}$$



Gambar 4.37 Distribusi Tegangan Pada Pelat Dasar Kolom

Momen lentur pelat di titik A, sepanjang  $B = 1 \text{ m}$

$$M_u = 1/2 \cdot (f_p \max - y) \cdot x/3 \cdot (2/3 \cdot x/3) \cdot B + y \cdot x/3 \cdot (1/2 \cdot x/3) \cdot B$$

$$= 1/2 \cdot (5799,1308 - 5391,0213) \cdot 0,3255 \cdot (2/3 \cdot 0,3255) \cdot 1 + 5391,0213 \cdot 0,3255 \cdot (1/2 \cdot 0,3255) \cdot 1$$

$$= (1/2 \cdot 0,3255) \cdot 1$$

$$= 300,0031 \text{ kNm}$$

Batas pelelehan untuk lentur pada pelat menghendaki

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$\phi M_n = \phi M_p = \phi b \cdot Z \cdot f_y = 0,9 \cdot (B I_p^2 / 4) \cdot f_y \geq M_u$$



Tebal pelat yang diperlukan :

$$t_p = \sqrt{\frac{4.M_u}{0,9.B.f_y}} = \sqrt{\frac{4.300.0031.10^6}{0,9.1000.240}} = 74,5358 \text{ mm}$$

Digunakan tebal pelat,  $t_p = 75 \text{ mm} = 7,5 \text{ cm}$

#### 4.13.1 Desain Baut Angkur Arah x

Perencanaan angkur arah y yang menahan gaya tarik

$$M_{u,kx} = 74,424 \text{ kNm}$$

$$N = \frac{M_{u,kx}}{d} = \frac{M_{u,kx}}{d_c + b_{fca}} = \frac{74,424}{0,60978 + 0,09881} = 105,0311 \text{ kN}$$

Digunakan angkur A<sub>307</sub> ( $f_u = 82,30 \text{ ksi} = 567,4585 \text{ N/mm}^2$  dengan diameter: 24mm)

Kapasitas tarik satu angkur ( $\phi N_n$ ) :

$$\begin{aligned} \phi N_n &= \phi \cdot 0,75 \cdot f_u \cdot A_b \\ &= 0,75 \cdot 0,75 \cdot 567,4585 \cdot (1/4 \cdot \pi \cdot 24^2) = 144400 \text{ N} = 144,4 \text{ kN} \end{aligned}$$

Jumlah angkur minimum yang diperlukan :

$$n = \frac{N}{\phi N_n} = \frac{105,0311}{144,4} = 0,7274 \rightarrow 2 \text{ angkur}$$

Kedalaman angkur:

Gaya tarik yang ditahan satu angkur

$$N_n = \frac{N}{n} = \frac{105,0311}{2} = 52,5156 \text{ kN}$$

Tegangan ijin tarik beton :

$$f_t' = 0,57 \cdot \sqrt{f_c'} = 0,57 \cdot \sqrt{25} = 2,85 \text{ N/mm}^2$$

Gaya tarik = luas permukaan angkur x tegangan ijin tarik beton

$$N_n = \pi \cdot D \cdot L \cdot x f_t'$$

Kedalaman angkur:

$$H = \frac{N_n}{\pi \cdot D \cdot f_t'} = \frac{52,5156 \cdot 10^3}{\pi \cdot 24 \cdot 2,85} = 244,5131 \text{ mm} = 24,45 \text{ cm}$$

$$H \text{ pakai} = 25 \text{ cm}$$

#### 4.13.2 Baut Angkur Arah y

Perencanaan angkur arah x yang menahan gaya tarik

$$M_{u,ky} = 28,733 \text{ kNm}$$

$$N = \frac{M_{u,ky}}{b_f} = \frac{28,733}{0,422} = 68,0877 \text{ kN}$$

Digunakan angkur  $A_{307}$  ( $f_u = 82,30 \text{ ksi} = 567,4585 \text{ N/mm}^2$  dengan diameter: 24mm

Jumlah angkur minimum yang diperlukan :

$$n = \frac{N}{\phi \cdot N_n} = \frac{68,0877}{144,4} = 0,4715 \rightarrow 2 \text{ angkur}$$

Kedalaman angkur :

Gaya tarik yang ditahan satu angkur

$$N_n = \frac{N}{n} = \frac{68,0877}{2} = 34,0439 \text{ kN}$$

Tegangan ijin tarik beton :

$$f_t' = 0,57 \cdot \sqrt{f_c'} = 0,57 \cdot \sqrt{25} = 2,85 \text{ N/mm}^2$$

Gaya tarik = luas permukaan angkur x tegangan ijin tarik beton

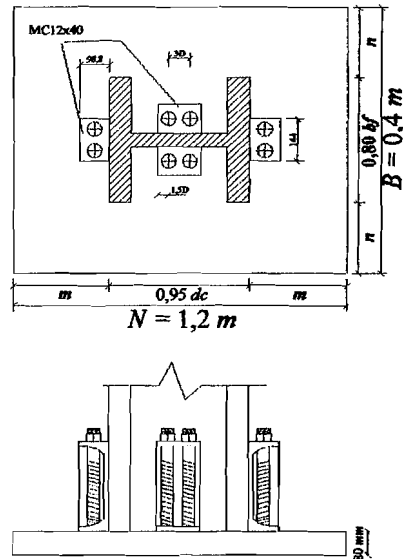
$$N_n = \pi \cdot D \cdot L \cdot f_t'$$

Kedalaman angkur :

$$H = \frac{N_n}{\pi \cdot D \cdot f_t'} = \frac{34,0439 \cdot 10^3}{\pi \cdot 24 \cdot 2,85} = 158,5058 \text{ mm} = 15,9 \text{ cm}$$

$$H_{pakai} = 16 \text{ cm}$$

Untuk Hitungan Pelat dasar kolom selengkapnya dapat dilihat dalam lampiran 9.



Gambar 4.38 Detail Perencanaan Base Plate

#### 4.14 Perencanaan Pedestal

Pedestal (kaki kolom) merupakan elemen struktur yang berfungsi sebagai tempat perletakan pelat dasar kolom, terbuat dari beton. Dalam desainnya pedestal dirancang mempunyai dimensi yang lebih besar dari pelat dasar kolom dan tinggi pedestal harus lebih dari kedalaman angkur dan didesain dengan dimensi yang lebih besar dari pelat dasar kolom yaitu dengan menambahkan 100 mm dari dimensi pelat dasar kolom. Dari hasil hitungan maka dimensi pelat dasar kolom adalah sebagai berikut:

Dimensi pelat dasar kolom:  $L = 1200 \text{ mm}$ ,  $B = 800 \text{ mm}$

Dalam desain pedestal dirancang mempunyai dimensi yang lebih besar dibandingkan plat dasar kolom, maka dengan demikian dimensi pelat dasar kolom ditambah 100 mm.

Dimensi Pedestal :

$$L = 1200 + 100 = 1300 \text{ mm}$$

$$B = 800 + 100 = 900 \text{ mm}$$

Tinggi pedestal = 300 mm > kedalaman angkur terbesar,  $H = 250 \text{ mm}$

$$f_c = 25 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

Tulangan longitudinal / lentur pedestal :

Rasio tulangan pakai,  $\rho = 1 \%$

$$\begin{aligned} A_{st} &= 0,01 \cdot A_g \\ &= 0,01 \cdot (1300 \cdot 900) = 11700 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan D16,  $A_{1D} = 200,96 \text{ mm}^2$

Jumlah tulangan longitudinal :

$$n = \frac{A_{st}}{A_{1D}} = \frac{11700}{200,96} = 58,22 = 60 \text{ buah}$$

Dipakai tulangan 60D16 dipasang merata pada pedestal.

Tulangan sengkang :

$$V_{uk, \text{ pakai}} = 67,5694 \text{ kN}$$

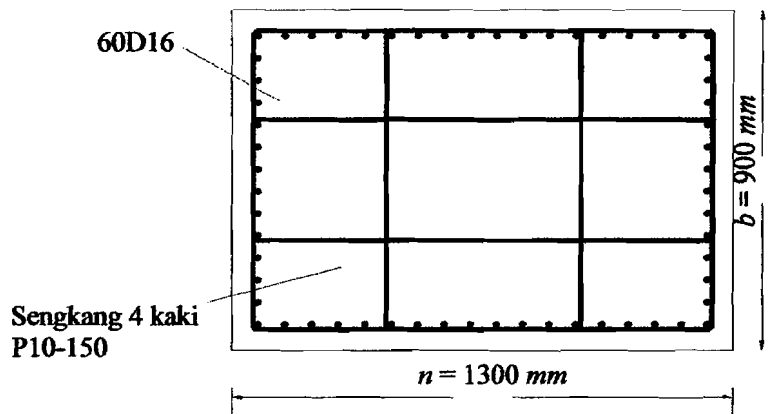
$$V_s = \frac{V_{uk, \text{ pakai}}}{\phi} = \frac{67,5694}{0,6} = 112,6157 \text{ kN}$$

Dipakai sengkang dengan tulangan P10;  $A_{1D} = 78,5 \text{ mm}^2$

$$S = \frac{n \cdot A_{1D} \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{4 \cdot 78,5 \cdot 240 \cdot 245}{112,6157 \cdot 10^3} = 163,9487 \approx 150 \text{ mm}$$

Dipakai sengkang 5 kaki, P10-150

Untuk hitungan pendestal selengkapnya dapat dilihat dalam lampiran 10.



**Gambar 4.39** Penampang Pendestal Kolom

#### 4.15 Perencanaan *Pile Cap*

Dalam perencanaan pondasi *pile cap* dipergunakan untuk menyatukan kelompok tiang pancang yang bekerja pada suatu kolom, terbuat dari beton. Kolom yang dipakai dalam analisis ini adalah kolom dengan beban bekerja paling besar.

Data yang diambil menggunakan kolom K1 yaitu sebagai berikut :

$$N_{u,k} = 9159,221 \text{ kN}$$

$$N = \frac{N_{u,k}}{1,05} = \frac{9159,221}{1,05} = 8723,0676 \text{ kN}$$

$$M_{u,kx} = 74,424 \text{ kN}$$

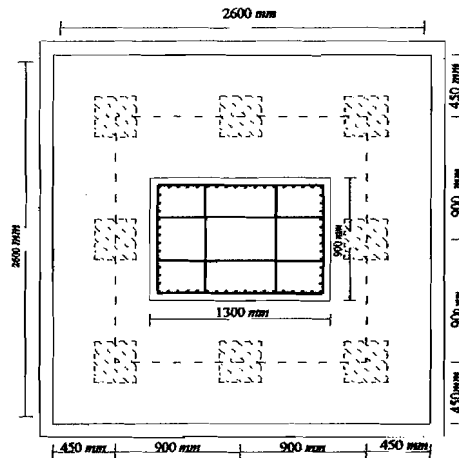
$$M_{u,ky} = 28,733 \text{ kN}$$

$$\text{Daya dukung tiang } Q_u = 1043,3782 \text{ kN}$$

$$\text{Coba tebal pile cap, } t_p = 900 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter tiang pancang} = 300 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak tiang dengan tepi pile cap} = 450 \text{ mm}$$



**Gambar 4.40** Gambar Konfigurasi Kelompok Tiang Pancang

Perkiraan beban ultimate:

$$\Sigma P = N + \text{Berat pile cap} + \text{Berat pedestal}$$

$$= 8723,0676 + (2,7 \cdot 2,7 \cdot 1,24) + (1,3 \cdot 0,9 \cdot 0,3 \cdot 24) = 8906,4516 \text{ kN}$$

$$\Sigma P_{ultimate} = \Sigma P \cdot 1,05 = 8906,4516 \cdot 1,05 = 9351,7742 \text{ kN}$$

$$\Sigma X^2 = (3 \cdot 2 \cdot 0,9^2) = 4,86 \text{ m}$$

$$\Sigma Y^2 = (3 \cdot 2 \cdot 0,9^2) = 4,86 \text{ m}$$

$$X_{max} = 0,9 \text{ m}$$

$$Y_{max} = 0,9 \text{ m}$$

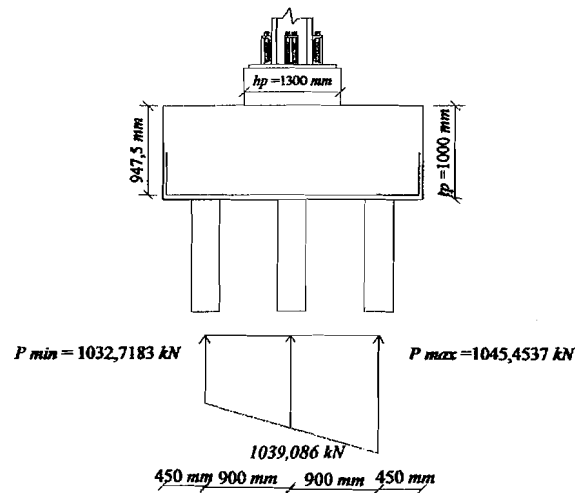
$$P_{max} = \frac{\Sigma P_{ultimate}}{n} + \frac{M_{u,x} \cdot Y_{max}}{n_x \cdot \Sigma Y^2} + \frac{M_{u,y} \cdot X_{max}}{n_y \cdot \Sigma X^2}$$

$$P_{max} = \frac{9351,7742}{9} + \frac{74,424 \cdot 0,9}{3,486} + \frac{28,733 \cdot 0,9}{3,486} = 1045,4537 \text{ kN}$$

$$P_{min} = \frac{\Sigma P_{ultimate}}{n} - \frac{M_{u,x} \cdot y_{max}}{n_x \cdot \Sigma Y^2} - \frac{M_{u,y} \cdot x_{max}}{n_y \cdot \Sigma X^2}$$

$$P_{min} = \frac{9351,7742}{9} - \frac{74,424 \cdot 0,9}{3,486} - \frac{28,733 \cdot 0,9}{3,486} = 1032,7183 \text{ kN}$$





**Gambar 4.41** Reaksi tiang pancang akibat gaya aksial dan momen

#### 4.15.1 Kontrol geser lentur *pile cap* (poer) satu arah (sejauh $d$ )

Dipakai tebal *pile cap*, dengan tebal ( $t_p$ ) = 1000 mm

$$d = t_p - p_b - 0,5 \cdot \phi_{tul} = 1000 - 40 - 0,5 \cdot 25 = 947,5 \text{ mm}$$

Menentukan letak bidang kritis geser satu arah searah  $L$  *pile cap*

$$= 0,5 \cdot h_p + d = 0,5 \cdot 1300 + 947,5 = 1597,5 \text{ mm}$$

Geser satu arah :

$$V_u = \sum n \cdot P_{max} = 2 \cdot 1045,4537 = 2090,9074 \text{ kN}$$

$$V_o = 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 2700 \cdot 947,5 \cdot 10^{-3} = 2131,875 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 0,6 \cdot 2131,875 = 1279,125 \text{ kN} < V_u = 2090,9074 \text{ kN}$$

Jika  $\phi V_c < V_u \leq \phi \cdot (V_c + 1/3 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot w \cdot d)$  maka diperlukan tulangan geser untuk menahan gaya geser.

$$1279,125 \text{ kN} < 2090,9074 \text{ kN} < 0,6 \cdot (2131,875 + 1/3 \cdot \sqrt{25} \cdot 2700 \cdot 947,5 \cdot 10^{-3})$$

$$< 6395,625 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}\phi V_s &= V_u - \phi V_c \\ &= 2090,9074 - 1279,125 = 811,7824 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$V_s = \frac{811,7824}{0,6} = 1352,9707 \text{ kN}$$

Dipakai tulangan sengkang  $\phi$  tulangan = 16 mm

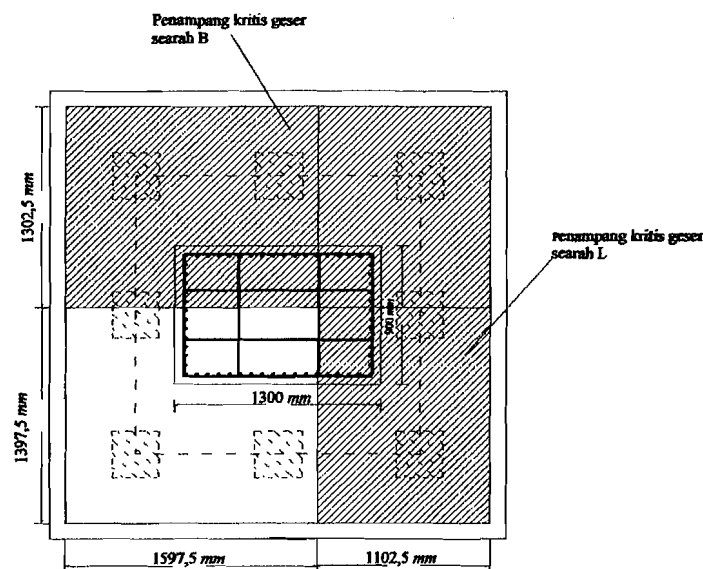
$$A_v = 2 \cdot (\pi \cdot r^2) = 2 \cdot (\pi \cdot 8^2) = 401,92 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{401,92 \cdot 400 \cdot 947,5}{1352,9707 \cdot 10^3} = 112,5876 \approx 100 \text{ mm}$$

Maka dipakai tulangan sengkang P16-100

Menentukan letak bidang kritis geser satu arah searah B pile cap

$$= 0,5 \cdot b_p + d = 0,5 \cdot 900 + 947,5 = 1397,5 \text{ mm}$$



Gambar 4.42 Penampang kritis pile cap geser satu arah (sejauh d)

#### 4.15.2 Kontrol geser pile cap (poer) dua arah (sejauh d/2)

$$\begin{aligned}V_u &= \sum n \cdot P_{max} \\ &= 3 \cdot 1045,4537 = 3136,3611 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$b_o = 2.(h_p + d) + 2.(b_p + d) = 2.(1300 + 947,5) + 2.(900 + 947,5)$$

$$= 8190 \text{ mm}$$

$$\beta_o = \frac{L}{B} = \frac{2700}{1800} = 1,5 < 2$$

$$V_c = \left(1 + \frac{1}{\beta_o}\right) \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{6}\right) b_o d = \left(1 + \frac{1}{1,5}\right) \left(\frac{\sqrt{25}}{6}\right) \cdot 8190 \cdot 947,5 \cdot 10^{-3}$$

$$= 10777,8125 \text{ kN}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} b_o d = \frac{1}{6} \sqrt{25} \cdot 8190 \cdot 947,5 \cdot 10^{-3} = 6466,6875 \text{ kN}$$

$$V_c \text{ pakai} = 6466,6875 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 0,6 \cdot 6466,6875 = 3880,0125 \text{ kN} > V_u = 3136,3611 \text{ kN}$$

Jika  $\frac{1}{2} \phi V_c < V_u \leq \phi V_c$  maka diperlukan tulangan geser minimum.

$$1940,0063 \text{ kN} < 3136,3611 \text{ kN} < 3880,0125 \text{ kN}$$

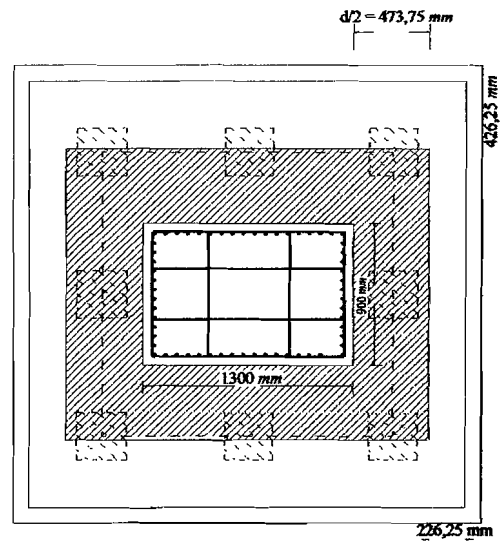
Dipakai tulangan sengkang  $\phi$  tulangan = 19 mm

$$A_v = 2.(\pi.r^2) = 2.(\pi.9,5^2) = 566,77 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{3A_v.f_y}{bw} = \frac{3.566,77.400}{8190} = 83,0432 \approx 80 \text{ mm}$$

$$V_s = \frac{A_v.f_y.d}{s} = \frac{566,77.400.947,5}{80.10^3} = 268,5073$$

Maka dipakai tulangan sengkang P19-80

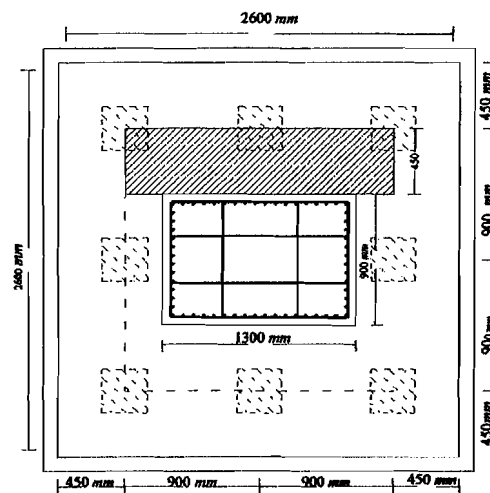


Gambar 4.43 penampang kritis pile cap geser 2 arah (sejauh  $d/2$ )

#### 4.15.3 Penulangan lentur pile cap (poer)

$N_{ul}$  untuk satu tiang = 1045,4537 kN

##### 1. Penulangan pile cap arah x



Gambar 4.44 Daerah penulangan lentur  $M_{ux}$

$$M_{uy} = 3 \cdot N_{ul} \cdot d_3 \quad (d_3 = (900 - (1/2 \cdot 900)) = 450 \text{ mm})$$

$$= 3 \cdot 1045,4537 \cdot 0,45 = 1411,3625 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_u}{\phi} = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot (d - a/2)$$

$$\frac{1411,3625 \cdot 10^6}{0,8} = 0,85 \cdot 25 \cdot a \cdot 1000 \cdot (947,5 - a/2)$$

$$a^2 - 1895 \cdot a + 166042,6471 = 0$$

$$a = 92,0974 \text{ mm}$$

$$A_{s \text{ perlu}} = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b}{f_y} = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 92,0974 \cdot 1000}{400} = 4892,6744 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d = \frac{1,4}{400} \cdot 1000 \cdot 947,5 = 3316,25 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ perlu}} > A_{s \text{ min}} \text{ maka } A_{s \text{ pakai}} = A_{s \text{ perlu}} = 4892,6744 \text{ mm}^2$$

Pakai tulangan D25  $\rightarrow A_{1D} = 490,625 \text{ mm}^2$

$$s = \frac{490,625 \cdot 1000}{4892,6744} = 100,277 \text{ mm}$$

$$S \text{ pakai} = 100$$

Pakai tulangan D25-100

$$A_{s \text{ ada}} = \frac{490,625 \cdot 1000}{100} = 4906,25 \text{ mm}^2 > A_{s \text{ pakai}} = 4892,6744 \text{ mm}^2$$

Cek kapasitas :

$$a = \frac{A_{s \text{ ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{4906,25 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 92,3529 \text{ mm}$$

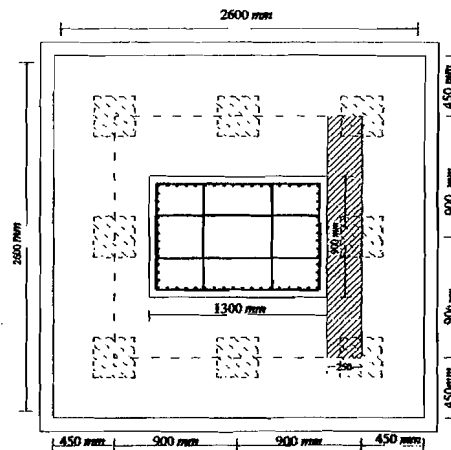
$$M_n = A_{s \text{ ada}} \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$= (4906,25 \cdot 400 \cdot (947,5 - 92,3529/2)) \cdot 10^{-6} = 1768,8474 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$\phi M_n = 0,8 \cdot 1768,8474 = 1415,0779 > M_u = 1411,3625 \text{ kNm (Aman)}$$

## 2. Penulangan pile cap arah y

Gambar 4.45 Daerah Penulangan Lentur  $M_{ly}$ 

$$d_1 = s - (h_p/2) = 900 - (1300/2) = 250 \text{ mm}$$

$$d_2 = s - (h_p/2) = 900 - (1300/2) = 250 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_{ux} &= 3 \cdot P_{u1} \cdot d_1 + 3 \cdot P_{u2} \cdot d_2 = 3 \cdot 1045,4537 \cdot 0,25 + 3 \cdot 1032,7183 \cdot 0,25 \\ &= 1558,629 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\frac{M_u}{\phi} = 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot (d - a/2)$$

$$\frac{1558,629 \cdot 10^6}{0,8} = 0,85 \cdot 25 \cdot a \cdot 1000 \cdot (947,5 - a/2)$$

$$a^2 - 1895 \cdot a + 183368,1176 = 0$$

$$a = 102,2852 \text{ mm}$$

$$A_{s \text{ perlu}} = \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b}{f_y} = \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 102,2852 \cdot 1000}{400} = 5433,9013 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d = \frac{1,4}{400} \cdot 1000 \cdot 947,5 = 3316,25 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ perlu}} > A_{s \text{ min}} \text{ maka } A_{s \text{ pakai}} = A_{s \text{ perlu}} = 5433,9013 \text{ mm}^2$$

$$\text{Pakai tulangan D25} \rightarrow A_{1D} = 490,625 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{490,625 \cdot 1000}{5433,9013} = 90,2896 \text{ mm}$$

$$S_{\text{pakai}} = 90 \text{ mm}$$

Pakai tulangan *D25-90*

$$As_{\text{ada}} = \frac{490,625 \cdot 1000}{90} = 5451,3889 \text{ mm}^2 > As_{\text{pakai}} = 5433,9013 \text{ mm}^2$$

Cek kapasitas

$$a = \frac{As_{\text{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{5451,3889 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 102,6144 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= As_{\text{ada}} \cdot f_y \cdot (d - a/2) \\ &= (5451,3889 \cdot 400 \cdot (947,5 - 102,6144/2)) \cdot 10^{-6} = 1954,1982 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$\phi M_n = 0,8 \cdot 1954,1982 = 1563,3586 \text{ kNm} > M_u = 1558,629 \text{ kNm (Aman)}$$

Tulangan susut

$$As_{st} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \cdot 1000 \cdot 1000 = 2000 \text{ mm}^2$$

Pakai tulangan *D16* →  $A_{ID} = 200,96 \text{ mm}^2$

$$s = \frac{200,96 \cdot 1000}{2000} = 100,48 \approx 100 \text{ maka tulangan pakai } D16-100$$

Untuk hitungan *pile cape* selengkapnya dapat dilihat dalam lampiran 10.

#### 4.16 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

Dari data tanah diketahui bahwa jenis tanah pada RS PKU Muhammadiyah II Jogjakarta adalah jenis tanah pasir berlumpur dengan kedalaman  $-2,4 \text{ m}$  dan setelahnya dijumpai lumpur coklat dengan tegangan tanah relatif kecil. Lokasi merupakan daerah persawahan, pada lapisan tanah (*top soil*)

atas kira-kira setebal 1m masih berupa tanah lunak. Muka air tanah didapat sangat dangkal mulai pada kedalaman  $-0,5 m$  samapai dengan  $-0,6 m$  dari muka tanah setempat. Sesuai dengan analisis sondir ternyata kuat dukung tanah sangat menguntungkan dan relatif tidak dalam. Untuk kedalaman  $-1,0 m$ , mempunyai kuat dukung ijin rata-rata  $> 1,0 Kg/cm^2$ . Tetapi pada titik tertentu kuat dukung ijinnya hanya  $q_a = 0,30 Kg/cm^2$  sehingga diperlukan ukuran fondasi yang sangat besar. Walaupun demikian konstruksi pondasi *foot plate* masih dapat digunakan, namun perlu diperhatikan kekuatan tanah dibawahnya dan muka air yang tinggi (kemudahan pelaksanaan). Sehingga pondasi yang dipergunakan dalam perancangan ini adalah pondasi tiang pancang.

Langkah-langkah perencanaan pondasi tiang adalah sebagai berikut :

Contoh Hitungan Podasi tiang pancang:

Data-data pengujian tanah yang diambil yaitu pada titik *S-4*.

Berdasarkan data-data pengujian tanah yang dapat dilihat pada lampiran 11, maka jenis tanahnya adalah pasir dengan data tanah sebagai berikut:

$$C = 0 \quad N_q^* = 24,53 \quad \text{Dimensi pondasi : } 30 \times 30 \text{ cm}$$

$$\varphi = 30,58^\circ \quad L = 12 \text{ m} \quad \gamma_b = 20,71 \text{ kN/m}^3$$

#### 4.16.1 Menghitung Kapasitas Tiang Tunggal

Perhitungan pondasi:

Nilai  $\delta$  dapat dilihat pada Tabel 3.8

$$\delta = 0,95 \cdot \varphi = 0,95 \cdot 30,53 = 29,051^\circ$$

$$K_o = 1 - \sin\varphi = 1 - \sin 30,58 = 0,4912$$

Nilai  $K$  dapat dilihat pada Tabel 3.7



$$K = 1,75 \cdot K_o = 1,75 \cdot 0,4912 = 0,8596$$

$$A_p = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ mm}^2$$

$$q = L \cdot \gamma = 12 \cdot 20,71 = 248,52 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_p = A_p \cdot q \cdot N_q^* = 0,09 \cdot 248,52 \cdot 24,53 = 548,6576 \text{ kN}$$

$$Q_s = \sum P \cdot \Delta L \cdot f$$

$$\sigma_v' = 15 \cdot D \cdot \gamma = 15 \cdot 0,3 \cdot 20,71 = 93,195 \text{ kN/m}^2$$

$$f = K \cdot \sigma_v' \cdot \tan \delta$$

$$= 0,8596 \cdot 93,195 \cdot \tan 29,051^\circ = 44,4992$$

$$Q_s 0-15D$$

$$Q_{s1} = (4 \cdot 0,3) \cdot (15 \cdot 0,3) \cdot \frac{44,4992}{2} = 120,1478 \text{ kN}$$

$$Q_s 15D-12m$$

$$Q_{s2} = (4 \cdot 0,3) \cdot (12 - (15 \cdot 0,3)) \cdot (44,4992) = 400,4928 \text{ kN}$$

$$Q_s - Q_{s1} + Q_{s2} = 120,1478 + 400,4928 = 520,6406 \text{ kN}$$

Kapasitas tiang tunggal berdasarkan kekuatan tanah

$$Q_u = Q_p + Q_s - W$$

$$Q_u = 548,6576 + 520,6406 - (0,3 \cdot 0,3 \cdot 12 \cdot 24) = 1043,3782 \text{ kN}$$

Berdasarkan kekuatan beton :

$$E = 4700 \sqrt{f'_c} = 4700 \cdot \sqrt{35} = 27805,575 \text{ N/mm}^2$$

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 30 \cdot 30^3 = 67500 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$L = 12 \text{ m}$$

$$P_c = \frac{\pi^2 \cdot EI}{L^2} = \frac{\pi^2 \cdot 27805,575 \cdot 67500 \cdot 10^4}{12000^2} = 1286390,7 \text{ N} = 1286,3907 \text{ kN}$$

Untuk kapasitas tiang tunggal terpakai diambil nilai terkecil dari kapasitas tiang tunggal berdasarkan kekuatan tanah dan kapasitas tiang tunggal berdasarkan kekuatan beton. Kapasitas tiang tunggal yang dipakai adalah berdasarkan kekuatan tanah yaitu sebesar  $Q_u = 1043,3782 \text{ kN}$

#### 4.16.2 Menghitung Kapasitas Tiang Kelompok

Menghitung kapasitas tiang kelompok

Jumlah tiang yang diperlukan:

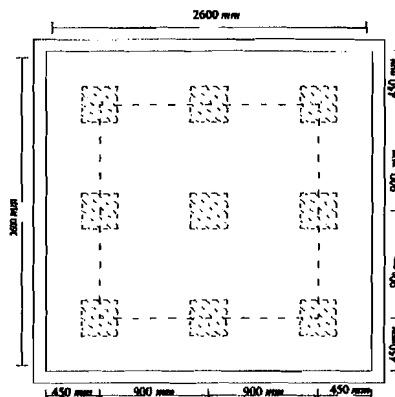
$$N_{total} = N + \text{berat pile}$$

$$= 9159,221 + (0,3 \cdot 0,3 \cdot 12 \cdot 24) = 9185,141 \text{ kN}$$

$$n = \frac{N_{total}}{Q_u} = \frac{9185,141}{1043,3782} = 8,8$$

$n$  pakai = 9 tiang

Konfigurasi pondasi tiang pancang dapat digambar seperti dibawah ini:



$$S = 3 \cdot D = 3 \cdot 0,3 = 0,9 \text{ m}$$

$$L = 2700 \text{ mm}$$

$$B = 1800 \text{ mm}$$

**Gambar 4.46** Konfigurasi Kelompok Tiang Pancang

Jumlah total kapasitas kolom tiang

$$\sum Q_u = n \cdot (Q_p + Q_s) = 9 \cdot (548,6576 + 520,6406) = 9623,6838 \text{ kN}$$

$$x_{max} = 0,9 \text{ m}$$

$$M_x = 67,00412 \text{ kN}$$

$$N = 4570,057 \text{ kN}$$

$$y_{max} = 0,9 \text{ m}$$

$$M_y = 3,839846 \text{ kN}$$

$$\sum X^2 = (3 \cdot 2 \cdot 0,9^2) = 4,86 \text{ m}$$

$$\sum Y^2 = (3 \cdot 2 \cdot 0,9^2) = 4,86 \text{ m}$$

$$N = \frac{N_{total}}{n} + \frac{M_x \cdot x_{max}}{n_x \cdot \sum x^2} + \frac{M_y \cdot y_{max}}{n_y \cdot \sum y^2}$$

$$N = \frac{9185,141}{9} + \frac{74,424 \cdot 0,9}{3,4,86} + \frac{28,733 \cdot 0,9}{3,4,86}$$

$$= 1026,9389 \text{ kN} < \Sigma Q_u = 9623,6838 \text{ kN}$$

Perhitungan penurunan pondasi tiang pancang

Untuk tiang tunggal

$$\text{Berat pile cap} = L \cdot B \cdot t_p = 2,7 \cdot 2,7 \cdot 1 \cdot 24 = 174,96$$

$$\text{Berat tiang} = 0,3 \cdot 0,3 \cdot 12 \cdot 24 = 25,92 \text{ kN}$$

$$Q = N + \text{berat pile} + \text{berat tiang}$$

$$= 9159,221 + 174,96 + 25,92 = 9360,101 \text{ kN}$$

#### 4.16.3 Perhitungan Penurunan Pondasi Tiang Pancang

Tahapan perhitungan penurunan pondasi tiang pada tanah pasir adalah sebagai berikut:

##### 1. Penurunan pondasi tiang tunggal

$$S = \frac{D}{100} + \frac{QL}{A_p \cdot E_p} \quad S = \frac{0,3}{100} + \frac{9360,101 \cdot 12}{(0,3 \cdot 0,3) \cdot 4700 \sqrt{35} \cdot 10^3} = 0,0479 \text{ m}$$

##### 2. Penurunan pondasi kelompok tiang

Dengan metode *Vesic*

$$S_g = S \cdot \sqrt{\frac{B}{D}} = 0,0479 \cdot \sqrt{\frac{2,7}{0,3}} = 0,1437 \text{ m}$$

#### 4.16.4 Efisiensi Grup Pondasi Tiang Pancang

$$E_g = 1 - \operatorname{arctg} \frac{d}{s} \left( \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n} \right)$$

$$E_g = 1 - \operatorname{arctg} \frac{0,3}{0,9} \left( \frac{(3-1)3 + (3-1)3}{90.3.3} \right) = 0,7171$$

Daya dukung satu tiang =  $E_g \cdot \Sigma Q_u \geq$  Beban pada satu tiang

$$= 0,7171.9623,6838$$

$$= 6901,1437 \geq \frac{9185,141}{9} = 1020,5712 \text{ kN} \quad (\text{Aman})$$

Untuk hitungan podasi selengkapnya dapat dilihat dalam lampiran 10.

#### 4.17 Perencanaan Tie Beam

*Tie beam* merupakan suatu bagian dari konstruksi yang memiliki fungsi untuk membuat kekakuan lateral pada konstruksi sehingga stabilitas struktur menjadi lebih baik. Kekakuan ini juga berfungsi untuk menjaga konstruksi dari guling/puntir, pergeseran maupun penurunan. Sebagai contoh perhitungan maka diambil *tie beam* pada kolom K1, yaitu sebagai berikut :

Dipakai ukuran *sloof* untuk kolom K1:

$$B = 400 \text{ mm}$$

$$H = 600 \text{ mm}$$

$$N_u = \frac{1}{10} \cdot N_u \text{ kolom K3}$$

$$= \frac{1}{10} \cdot 9159,221 = 915,9221 \text{ kN}$$

$$A_s = \frac{N_u}{f_y} = \frac{915,9221 \cdot 10^3}{400} = 2289,8053 \text{ kN}$$

Tulangan yang dipakai D20,  $A_{1D} = 314,159 \text{ mm}^2$

$$\text{Juml tulangan } (n) = \frac{2289,8053}{314,159} = 7,2 \text{ dipakai } 8 \text{ tulangan}$$

4 tulangan tersebut diatas dipasang pada bagian 8 dibagian atas penampang dan 8 dibagian bawah, jadi jumlah tulangan = 16 D 20

Jumlah tulangan susut

$$\begin{aligned} A_s &= 0,002 \cdot b \cdot h \\ &= 0,002 \cdot 400 \cdot 600 \\ &= 480 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

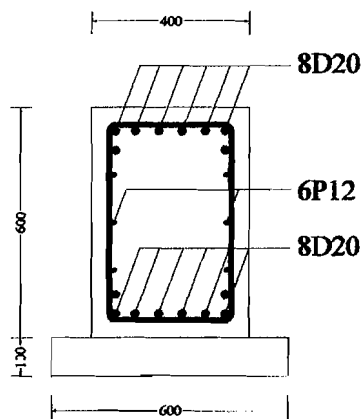
Pakai tul P12,  $A = 113 \text{ mm}^2$

$$n = \frac{480}{113} = 4,248 \approx 6 \text{ buah}$$

Maka dipakai 6P12

Sengkang yang dipakai adalah P10-150

Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 10.



**Gambar 4.47 Potongan Tie beam**

## BAB V

### HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Umum

Pada gedung bertingkat perlakuan struktur akibat beban menyebabkan terjadinya distribusi gaya. Biasanya untuk mempersingkat hitungan, Perancang menganggap elemen-elemen tertentu pada bangunan portal memiliki persamaan gaya, sehingga hasil perhitungan sama untuk elemen tersebut.

Gedung yang didesain ulang pada Tugas Akhir ini terletak di jalan Wates km 5,5 Bodeh, Ambar, Ketawang, Gamping. Pembebanan pada struktur sesuai dengan ketentuan PPPURDG 1987.

Dalam perancangan ini untuk rangka baja menggunakan metode LRFD yaitu perencanaan dengan mempertimbangkan tegangan ultimit, sehingga beban-beban yang terjadi akan dikalikan dengan *over capacity factor*. Kapasitas nominal dari setiap elemen yang telah didesain dikalikan dengan *under capacity factor*.

Spesifikasi bahan yang dipakai pada perancangan ulang ini, digunakan profil baja dengan mutu BJ 37,  $f_y = 240 \text{ Mpa}$  dan  $f_u = 370 \text{ Mpa}$  untuk kuda-kuda, balok dan kolom. Sambungan menggunakan baut dan las, mutu A325-X,  $f_u = 807 \text{ MPa}$  dengan diameter baut 12,7 mm sampai 30 mm. Beton pada lantai pelat dipakai  $f'_c = 25 \text{ MPa}$  dengan baja tulangan polos kurang atau sama dengan 12 mm dipakai mutu baja  $f_y = 240 \text{ MPa}$ . Beton pada *Pile cap* dipakai  $f'_c = 25 \text{ MPa}$

dengan baja tulangan lebih besar dari 12 mm dipakai mutu baja  $f_y = 400 \text{ MPa}$ . Pada pondasi mutu beton yang dipakai  $f'_c = 35 \text{ MPa}$ , pondasi berbentuk persegi empat dengan panjang sisi 300 mm.

Perancangan Ulang ini menggunakan program bantu SAP 2000 untuk perhitungan kuda-kuda dan ETABS untuk perhitungan struktur portal. Program SAP 2000 dan ETABS berguna untuk mencari momen, gaya aksial dan gaya geser yang terjadi pada struktur. Penggunaan program bantu ini akan mempercepat dalam mencari momen dan gaya dibandingkan memakai metode-metode manual, hal ini dikarenakan proses perhitungannya sudah terkomputerisasi. Gaya-gaya luar dikombinasi dengan ketentuan SNI 03-1729-2002 sehingga didapat gaya-gaya yang terjadi hasil kombinasi yang digunakan sebagai perhitungan perencanaan.

## 5.2 Atap Rangka Baja

Atap pada perancangan ini berbentuk pelana menggunakan struktur rangka tidak kaku sebagai kuda-kuda atap yang terdiri dari satu macam tipe kuda-kuda berdasarkan pembebanannya. Profil yang digunakan profil *double angel* dan profil bulat untuk *sagrod* dan *tierodnya*. Analisis Struktur pada Atap menggunakan program SAP 2000 versi 7.42. Sedangkan desainnya menggunakan hitungan manual yang mengacu pada metode *LRFD*. Pada atap terdapat kenopi yang menyambung dengan atap tetapi dalam perhitungannya dipisahkan agar mempermudah dalam pengerjaan hitungannya. Kenopi atap menggunakan baja profil *W* yang disambung kaku dengan kolom.

Tabel 5.1 Rekapitulasi Perencanaan Atap

<b>Sagrod</b>	<b>Tierod</b>	<b>Gording (profil baja)</b>	<b>Kenopi (profil baja)</b>
Ø 10 mm	Ø 10 mm	C 150 x 50 x 20 x 23	W10 x 17

Tabel 5.2 Rekapitulasi Perencanaan Kuda-kuda

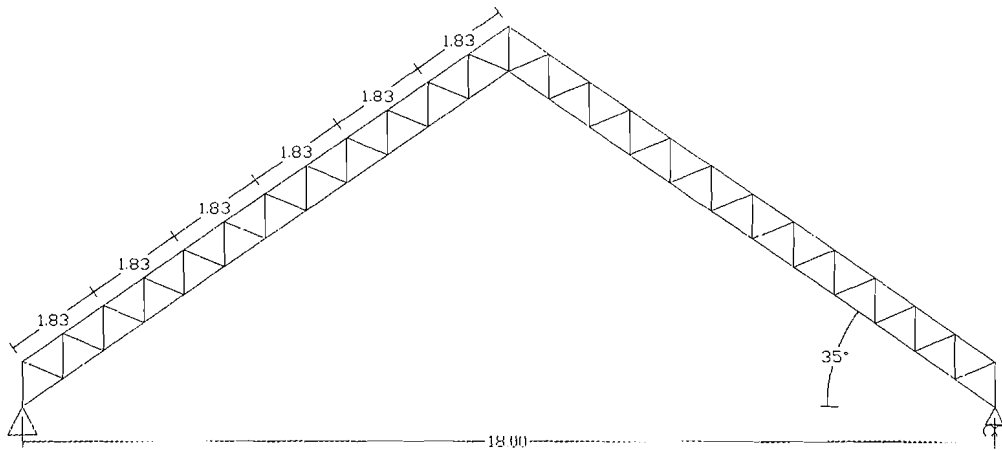
<b>Profil Baja</b>	<b>Tebal pelat sambung (mm)</b>
2L60x60x6	10
2L70x70x7	10
2L40x40x4	10

**Pembahasan:**

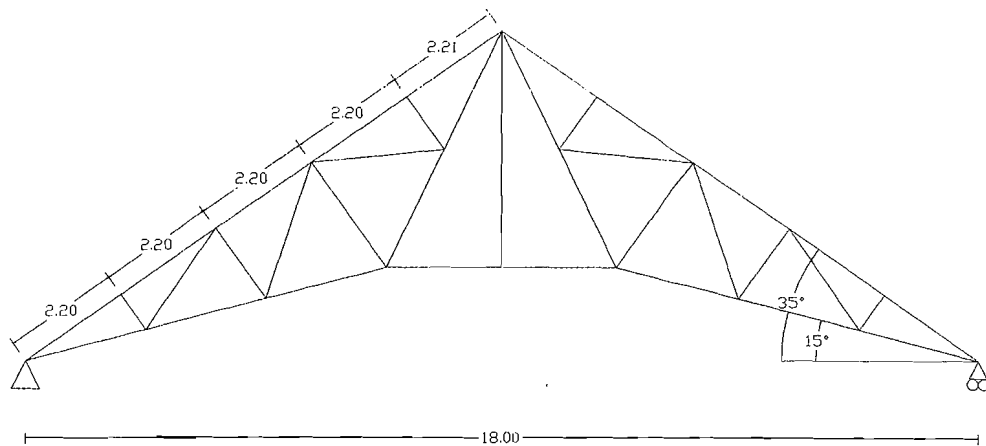
- Dengan mengasumsikan struktur kuda-kuda sebagai rangka batang tidak kaku maka elemen struktur hanya menerima gaya aksial saja sedangkan momen dapat diabaikan. Hal ini disebabkan karena gaya aksial lebih berpengaruh atau lebih besar dibandingkan momen, pada struktur rangka batang tidak kaku.
- Pada bangunan yang telah ada memakai gording C126x60x20x3 sedangkan dari perencanaan ulang kami didapat C150x50x20x2,3. Kami memakai profil ini karena dari hasil hitungan kami profil ini memenuhi persyaratan kuat nominal dari momen lentur penampang dan lendutan dua arah. Lendutan dua arah profil ini sebesar 8,6 mm kurang dari  $\frac{L}{360} = 10 \text{ mm}$  sehingga profil ini termasuk efisien karena mendekati batas syarat lendutan maksimum.



- Terjadi perbedaan bentuk struktur rangka atap (masih dalam sudut dan bentang yang sama) dengan bangunan Rumah Sakit PKU Muhammadiyah II Jogjakarta, untuk struktur rangka atap pada bangunan Rumah Sakit ini banyak terjadi sambungan antar batang sedangkan pada perancangan ulang ini kami meminimalkan sambungan antara batang, dengan meminimalkan join-join batang diharapkan dapat menghemat baut yang digunakan. Untuk lebih jelas lihat gambar dibawah ini:



**Gambar 5.1 Kuda-Kuda RS PKU**



**Gambar 5.2 Kuda-Kuda Hasil Desain Tugas Akhir**

### 5.3 Pelat Beton

Pada bangunan ini terdiri dari pelat lantai dan pelat atap yang menggunakan bahan beton bertulang. Perencanaan pelat atap berdasarkan perbandingan panjang sisi-sisinya dan dukungan pada pelat, sehingga didapat tipe pelat satu arah dan dua arah dengan ditumpu keempat sisinya. Perancangan pelat mengacu pada PBBI tabel 13.3.2.

Tebal pelat lantai direncanakan 120 mm sedang pelat atap 100 mm. Penentuan tebal pelat lantai dan pelat atap didasarkan pada panjang bentang sesuai dengan rumus SK-SNI T-15-1991-03. Pada pelat atap digunakan tulangan pokok P10 dan tulangan bagi P8, begitu pula pada pelat lantai.

**Tabel 5.3** Rekapitulasi Pelat Satu Arah

No	Dimensi	Pelat	$Mu^-$	$Mu^+$	$Mu^-$	Susut
1	7200x2400	Atap	P8-250	P8-125	P8-250	P8-200
2	7200x2400	Selasar	P10-325	P10-175	P10-150	P8-200
3	7200x2400	Balkon	P10-325	P10-175	P10-150	P8-200
4	7200x1800	Balkon	P10-325	P10-325	P10-300	P8-200

**Tabel 5.4** Rekapitulasi Pelat Dua Arah Pelat Atap

No	Pelat Atap	Dimensi (m)	Tulangan pokok			Tulangan Bagi
			$lx$	$tx$	$ly$	
1	P1	7,2 x 3,6	P10-175	P10-175	P10-200	P8-200
2	P2	7,2 x 3,6	P10-125	P10-125	P10-200	P8-200

Tabel 5.5 Rekapitulasi Pelat Dua Arah Pelat Lantai 3

No	Pelat Lantai	Dimensi (m)	Tulangan pokok				Tulangan Bagi
			$l_x$	$t_x$	$l_y$	$t_y$	
1	P1	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-175	P10-175	P8-200
2	P2	7,2 x 3,6	P10-125	P10-125	P10-150	P10-150	P8-200
3	P3	7,2 x 3,6	P10-125	P10-125	P10-150	P10-150	P8-200
4	P4	4,8 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-150	P10-150	P8-200
5	P5	3,6 x 3,6	P10-175	P10-175	P10-150	P10-150	P8-200
6	P6	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-200	P10-200	P8-200
7	P7	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-200	P10-200	P8-200
8	P8	5,4 x 3,6	P10-125	P10-125	P10-175	P10-175	P8-200
9	P9	3,6 x 3,6	P10-225	P10-225	P10-200	P10-200	P8-200
10	P10	1,8 x 1,8	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
11	P11	3,6 x 2,4	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
12	P12	3,6 x 3,6	P10-200	P10-200	P10-175	P10-175	P8-200
13	P13	2,7 x 1,8	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
14	P14	3,6 x 1,8	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
15	P15	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-250	-	P8-200
16	P16	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-175	P10-175	P8-200
17	P17	7,2 x 3,6	P10-100	P10-100	P10-150	P10-150	P8-200
18	P18	7,2 x 3,6	P10-125	P10-125	P10-150	P10-150	P8-200
19	P19	7,2 x 3,6	P10-90	P10-90	P10-150	P10-150	P8-200
20	P20	3,6 x 3,6	P10-175	P10-175	P10-150	P10-150	P8-200

Tabel 5.6 Rekapitulasi Pelat Dua Arah Pelat Lantai 2

No	Pelat Lantai	Dimensi (m)	Tulangan pokok				Tulangan Bagi
			$l_x$	$t_x$	$l_y$	$t_y$	
1	P1	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-175	P10-175	P8-200
2	P2	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-200	P10-200	P8-200

Lanjutan Tabel 5.6

No	Pelat Lantai	Dimensi (m)	Tulangan pokok				Tulangan Bagi
			$l_x$	$t_x$	$l_y$	$t_y$	
3	P3	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-200	P10-200	P8-200
4	P4	5,4 x 3,6	P10-125	P10-125	P10-175	P10-175	P8-200
5	P5	2,7 x 1,8	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
6	P6	1,8 x 1,8	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
7	P7	3,6 x 1,8	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
8	P8	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-250	-	P8-200
9	P9	7,2 x 3,6	P10-125	P10-125	P10-175	P10-175	P8-200
10	P10	7,2 x 3,6	P10-100	P10-100	P10-150	P10-150	P8-200

Tabel 5.7 Rekapitulasi Pelat Dua Arah Pelat Lantai 1

No	Pelat Lantai	Dimensi (m)	Tulangan pokok				Tulangan Bagi
			$l_x$	$t_x$	$l_y$	$t_y$	
1	P1	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-175	P10-175	P8-200
2	P2	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-200	P10-200	P8-200
3	P3	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-200	P10-200	P8-200
4	P4	5,4 x 3,6	P10-125	P10-125	P10-175	P10-175	P8-200
5	P5	2,7 x 1,8	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
6	P6	1,8 x 1,8	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
7	P7	3,6 x 1,8	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	P8-200
8	P8	7,2 x 3,6	P10-150	P10-150	P10-250	-	P8-200
9	P9	7,2 x 3,6	P10-125	P10-125	P10-175	P10-175	P8-200
10	P10	7,2 x 3,6	P10-100	P10-100	P10-150	P10-150	P8-200

**Pembahasan:**

- Pada perancangan ulang ini kami merubah sebagian posisi balok anak terhadap balok induk. Contohnya pelat selasar yang terletak pada portal



#### 5.4 Balok Profil Baja

Balok merupakan struktur portal sehingga direncanakan berdasarkan analisis portal. Analisis portal menggunakan program ETABS versi 8.08. Dalam perencanaan ini terdapat balok induk dan balok anak. Pada perancangan balok induk dan balok anak, kekuatan kapasitas nominal balok harus lebih besar atau sama dengan kekuatan yang dibutuhkan. Ledutan ijin balok harus kurang dari yang disyaratkan. Balok anak direncanakan komposit dengan pelat lantai, yang diharapkan supaya tinggi balok baja lebih efisien/tidak sama dengan balok induknya. Profil yang dihasilkan dari perencanaan balok dengan metode LRFD dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 5.8** Rekapitulasi Balok Anak

No	Atap	
	Balok Anak	Profil baja
1	Ba1	W10 X 30
2	Ba2	W6 X 12
	Lantai	
3	Ba1	W12 X 58
4	Ba2	W10 X 88
5	Ba3	W12 X 65
6	Ba4	W8 X 15
7	Ba5	W8 X 13
8	Ba6	W6 X 8,5
9	Ba7	W6 X 9
10	Ba8	W10 X 17

**Tabel 5.9** Rekapitulasi Balok Induk

No	Atap	
	Balok Induk	Profil Baja
1	B1	W12 X 26
2	B2	W12 X 30
3	B3	W12 X 40
4	B4	W8 X 13
	Lantai	
5	B1	W18X 50
6	B2	W18 X 60
7	B3	W21 X 182
8	B4	W24 X 62
9	B5	W12 X 26

**Pembahasan:**

- Ukuran balok induk pada bangunan yang telah ada berukuran  $900\text{ mm} \times 400\text{ mm}$ ,  $700\text{ mm} \times 400\text{ mm}$  dan untuk balok anak berukuran  $600\text{ mm} \times 400\text{ mm}$ . Perancang ulang ini kami memakai profil baja yang bisa dilihat tabel 5.8 dan 5.9.
- Balok pada bangunan yang telah ada memakai bahan beton bertulang dengan mutu beton  $f'_c$  25 MPa dan mutu baja tulangan U-39 sedangkan pada Tugas Akhir ini kami memakai bahan baja profil  $W$  dengan  $f_y$  sebesar 240 MPa, dengan memakai bahan baja diharapkan berat bangunan akan berkurang.
- Pada balok menggunakan profil baja bentuk  $W$ , bentuk  $W$  sangat efisien untuk memikul lentur karena *flensnya* lebar dan tebal

badannya tipis sehingga perbandingan momen inersia dan berat profilnya besar.

### 5.5 Kolom Profil Baja

Kolom juga merupakan struktur portal yang direncanakan berdasarkan dari analisis portal. Perencanaan kolom didasarkan pada prinsip desain *strong Column and weak beam*, dimana respon struktur ( $M_{u,k}$ ,  $N_{u,k}$  dan  $V_{u,k}$ ) terlebih dahulu dicari berdasarkan kapasitas maksimum profil balok yang digunakan.

**Tabel 5.10** Rekapitulasi Kolom

No	Kolom	Profil Baja
1	K1	W14 X 398
2	K2	W14 X 342
3	K3	W14 X 283
4	K4	W14 X 61

#### Pembahasan:

- Ukuran kolom pada bangunan bangunan yang telah ada yaitu  $700\text{ mm} \times 700\text{ mm}$  sedangkan profil yang kami gunakan untuk perancangan ulang ini dapat dilihat pada tabel 5.10. Ukuran kolom pada bangunan yang telah ada sama untuk semua kolom tetapi jumlah tulangan yang digunakan berbeda
- Kolom pada bangunan yang telah ada memakai bahan beton bertulang dengan  $f'_c$  25 MPa dan baja tulangan U-39 pada perancangan ulang ini kami memakai baja profil  $W$  dengan BJ-37. Kami memilih BJ-37



karena BJ-37 terletak dalam range tegangan leleh A36. Baja A36 adalah baja standar dari AISC sehingga BJ-37 dan A36 hampir sama.

### 5.6 Sambungan Baja

Sambungan yang digunakan pada perancangan ulang ini merupakan sambungan baut dan las atau kombinasi dari keduanya. Dalam perancangan ulang ini sambungan dalam portal dapat dibagi menjadi 4 yaitu: sambungan kolom dengan kolom, sambungan balok induk dengan kolom, sambungan balok Induk dengan balok induk dan sambungan Balok induk dengan balok anak.

**Tabel 5.11** Rekapitulasi Sambungan Kolom dengan Kolom

Kolom			K1	K2	K3	K4
Profil baja			W14 x 398	W14 x 342	W14 x 283	W14 x 61
Sayap	luar	Tpl	37 mm	36 mm	35 mm	11 mm
		db	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm
		nb	8	6	6	4
	dalam	Tpl	47 mm	41 mm	35 mm	12 mm
		db	30 mm	30 mm	30 mm	30 mm
		nb	8	6	6	4
Badan	Tbl	16 mm	10 mm	10 mm	10 mm	
	db	24 mm	24 mm	24 mm	24 mm	
	nb	6	4	4	4	

**Tabel 5.12** Rekapitulasi Sambungan Balok dengan Kolom

No	Balok	Profil baja	Tarik		Geser		tpl	Las (Inch)
			db (mm)	n baut	db (mm)	n baut		
1	B1 A	W12 x 26	20	4	20	2	21	1/8

Lanjutan Tabel 5.12

No	Balok	Profil baja	Tarik		Geser		tpl	Las (Inch)
			db (mm)	n baut	db (mm)	n baut		
2	B2 A	W12 x 30	24	4	24	2	22	3/16
3	B3 A	W12 x 40	24	4	24	2	26	3/16
4	B4 A	W8 x 13	16	4	16	2	14	1/8
5	B1 L	W18 x 50	30	4	30	2	28	1/4
6	B2 L	W18 x 60	24	6	24	4	25	1/4
7	B3 L	W21 x 182	30	12	30	6	32	1/2
8	B4 L	W24 x 62	30	4	30	4	30	1/4
9	B5 L	W12 x 26	20	4	20	2	21	3/16

Tabel 5.13 Rekapitulasi Sambungan Balok Induk

No	Balok	Profil baja	Bandan			Sayap		
			db (mm)	n baut	Tpl (mm)	db (mm)	n baut	Tpl (mm)
1	B3 A	W12 x 40	16	6	6	24	6	12
2	B4 L	W24 x 62	20	10	13	24	22	34

Tabel 5.14 Rekapitulasi Sambungan Balok Anak dengan Balok Induk

No	Balok Anak	Profil baja	db (mm)	n baut	Tpl (mm)	Ukuran Las (inch)	Panjang las (mm)
1	Ba1 A	W10 x 30	16	3	4	3/16	181
2	Ba2 A	W6 x 12	12,7	2	4	3/16	80
3	Ba1 L	W12 x 58	16	3	6	5/16	152
4	Ba2 L	W10 x 88	12,7	4	7	5/16	225
5	Ba3 L	W12 x 65	16	3	6	5/16	163
6	Ba4 L	W8 x 15	12,7	3	4	3/16	114

Lanjutan Tabel 5.14

No	Balok Anak	Profil baja	db (mm)	n baut	Tpl (mm)	Ukuran Las (inch)	Panjang las (mm)
7	Ba5 L	W8 x 13	12,7	3	4	3/16	106
8	Ba6 L	W6 x 8,5	12,7	2	4	3/16	57
9	Ba7 L	W6 x 9	12,7	2	4	3/16	58
10	Ba8 L	W10 x 17	16	3	4	3/16	139

### 5.7 Pelat Dasar dan *Pedestal* Kolom

Pelat dasar merupakan tumpuan untuk kolom pada tingkat dasar sebelum gaya-gaya yang bekerja diteruskan pada pondasi, pelat dasar kolom terbuat dari baja lembaran. Perencanaan pelat dasar ini berdasarkan gaya aksial dan momen yang terjadi. Desain plat dasar kolom dipengaruhi oleh momen arah  $x$  ( $M_{w, kx}$ ) dan arah  $y$  ( $M_{w, ky}$ ).

Adapun dimensi pelat dasar dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 5.15** Rekapitulasi Dimensi Pelat Dasar Kolom

No	Pelat dasar	$L$ (mm)	$B$ (mm)	Tebal Pelat Dasar (mm)
1	BS 1	1200	800	76
2	BS 2	1200	600	84
3	BS 3	1200	400	85
4	BS 4	500	300	14

Pedestal (kaki kolom) merupakan elemen struktur yang berfungsi sebagai tempat perletakan pelat dasar kolom, terbuat dari beton.

Tabel 5.16 Rekapitulasi Pedestal Kolom

No	Pedestal	L (mm)	B (mm)	H (mm)	$\phi$ (mm)	n	$\phi$ sengkang	n kaki	S <sub>pakai</sub> (mm)
1	Pd 1	1300	900	300	D16	59	P10	4	150
2	Pd 2	1300	700	400	D16	46	P10	4	150
3	Pd 3	1300	500	300	D16	33	P10	2	100
4	Pd 4	600	400	100	D16	12	P10	2	100

### 5.8 *Pile cap*

Perencanaan pondasi *pile cap* dipergunakan untuk menyatukan kelompok tiang pancang yang bekerja pada suatu kolom, *pile cap* terbuat dari bahan beton bertulang.

Tabel 5.17 Rekapitulasi *Pile Cap* Pondasi

No	Pile cap	L (mm)	B (mm)	Tp (mm)	Penulangan Lentur Arah x		Penulangan Lentur Arah y	
					$\phi$ tul (mm)	S pakai (mm)	$\phi$ tul (mm)	S pakai (mm)
1	Pc1	2700	2700	1000	D25	100	D22	100
2	Pc 2	2700	2458,8	1000	D22	100	D22	100
3	Pc 3	2700	1800	900	D20	100	D20	100
4	Pc 4	1800	1800	600	D20	150	D19	100

#### Pembahasan:

- Ukuran *pile cap* yang didapatkan dari hasil perhitungan perancangan ulang ini berdasarkan jumlah tiang pancang yang didapat. Jumlah tiang pancang yang digunakan pada perancangan ulang ini lebih

sedikit dibandingkan dengan jumlah tiang pancang yang ada pada bangunan yang telah ada sehingga ukuran *pile cap* pada perancangan ulang ini lebih kecil.

## 5.9 Pondasi

Pondasi direncanakan dengan tiang pancang. Dipilih pondasi tiang pancang dikarenakan tanah pada lokasi proyek ini mempunyai muka air tanah yang tinggi.

**Tabel 5.18** Rekapitulasi Pondasi

No	Pondasi	B (mm)	H (mm)	Jumlah Tiang Pancang
1	Po 1	300	300	9
2	Po 2	300	300	7
3	Po 3	300	300	6
4	Po 4	300	300	4

### Pembahasan:

- Untuk bangunan yang telah ada jumlah tiang pancang untuk satu kelompok yaitu berjumlah 9, 10 dan 12 tiang. Pada perancangan ulang ini jumlah tiang pancang untuk satu kelompok tiang yaitu berjumlah 4,6,7 dan 9 tiang.. jumlah tiang pancang yang digunakan pada perancangan ulang ini lebih sedikit karena berat bangunannya lebih ringan yang disebabkan menggunakan portal baja.
- Bangunan yang telah ada menggunakan pondasi tiang pancang dengan mutu beton standar pabrik PT Tonggak Ampuh yaitu K500. Pada

perancangan ulang kami menggunakan tiang pancang dengan  $f'_c$  35 MPa. Berdasarkan hasil hitungan  $f'_c$  35 MPa masih bisa digunakan, dengan menurunkan  $f'_c$  diharapkan lebih efisien.

- Bangunan yang telah ada menggunakan pondasi tiang pancang yang berbentuk segitiga sama sisi dengan panjang sisi nya 320 mm. Pada perancangan ulang ini kami menggunakan pondasi tiang pancang berbentuk persegi empat dengan panjang sisi nya 300 mm. Bentuk ini kami pilih agar mudah dalam perhitungan perencanaannya.

#### 5.10 Tie Beam

*Tie beam* merupakan suatu bagian dari konstruksi yang memiliki fungsi untuk membuat kekakuan lateral pada konstruksi sehingga stabilitas struktur menjadi lebih baik. Kekakuan ini juga berfungsi untuk menjaga konstruksi dari guling/puntir, pergeseran maupun penurunan.

**Tabel 5.19** Rekapitulasi *Tie beam*

No	<i>Tie beam</i>	B (mm)	H (mm)	Sengkok Pakai	Tulangan Pokok	Tulangan Susut
1	S1	400	600	P10-150	8D20	6P12
2	S2	400	600	P10-150	6D20	6 P12
3	S3	400	600	P10-150	4D20	6 P12

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Struktur rangka baja atap pada perencanaan awal lebih banyak sambungan antar batang dibandingkan dengan hasil perencanaan ulang ini.
2. Pada perencanaan ulang ini menggunakan bahan struktur profil baja, dengan memakai baja dapat mengurangi berat bangunan bila dibandingkan dengan bahan beton bertulang.
3. *Pile cap* pada perencanaan ulang ini berbeda (lebih kecil) ukurannya dengan yang digunakan pada bangunan Rumah Sakit PKU Muhammadiyah II dikarenakan jumlah tiang dalam satu pondasi yang digunakan berbeda (lebih banyak) jumlahnya.
4. Dalam perencanaan ulang ini didapat jumlah tiang pancang dalam satu pondasi yang lebih sedikit dari jumlah tiang pancang dalam satu pondasi pada bangunan yang telah ada dikarenakan berat bangunan yang memakai bahan baja lebih ringan dari bangunan yang memakai bahan beton bertulang.

## 6.2 Saran

Mempertimbangkan hal-hal tersebut diatas, maka dapat diberikan beberapa saran antara lain sebagai berikut:

1. Perlu adanya desain ulang untuk Tugas Akhir ini dengan memakai kolom komposit dan pemakaian *steel deck*.
2. Perlu adanya desain ulang dengan mengubah posisi jarak antar kolom yang efisien dan pemakaian *bracing* pada portal.
3. Perlu adanya desain ulang pada sambungan struktur dengan memakai model sambungan yang lainnya.
4. Perhitungan pondasi tiang pancang pada Tugas Akhir ini menggunakan metode *Cone Penetration Test (CPT)*, untuk membandingkan hasil akhirnya maka diperlukan metode lain sebagai pembanding misalnya dengan metode *Standard Penetration Test (SPT)*.

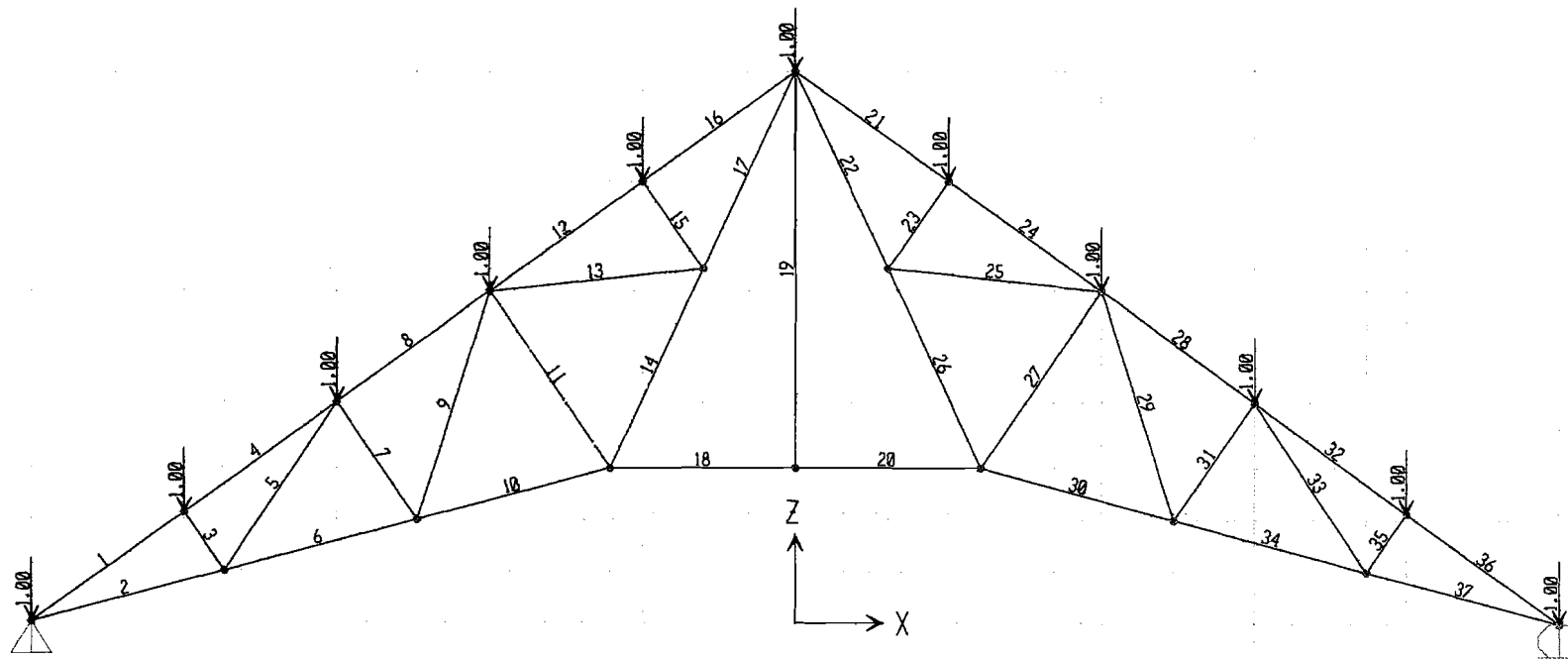


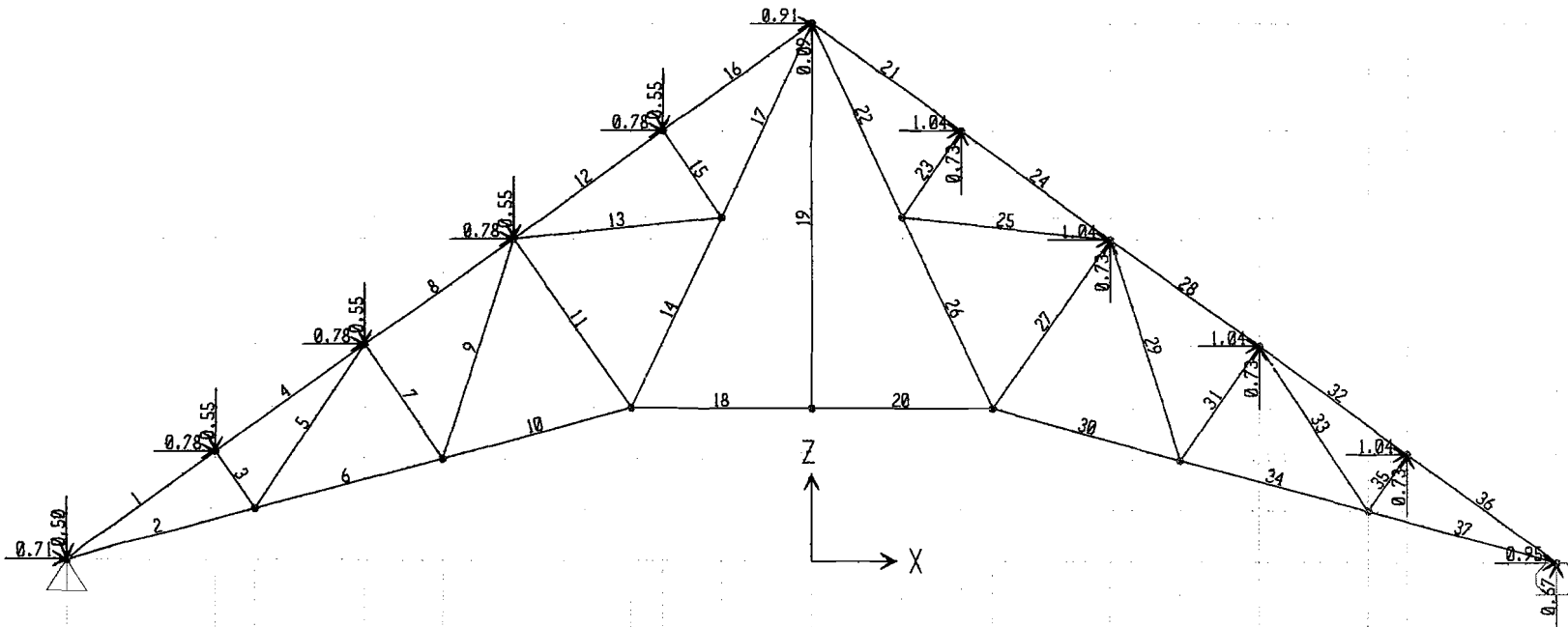
## DAFTAR PUSTAKA

1. Aboe, A.Kadir, Ir.MS, 2000, **STRUKTUR BETON I**, FTSP UII, Yogyakarta.
2. AISC, 1995, **LOAD AND RESISTANCE FACTOR DESIGN**, Volume I-II, Second Edition, American Institute of Steel Construction Inc, United States of America.
3. Amon, R dan Mazumder, B.K.A, 1988, **PERENCANAAN KONSTRUKSI BAJA UNTUK INSINYUR DAN ARSITEK 1**, PT.Pradya Paramita, Jakarta.
4. Bowles, J.E., 1991, **ANALISIS DAN DESAIN PONDASI**, Erlangga, Jakarta
5. Dipohusodo Istimawan, 1994, **STRUKTUR BETON BERTULANG**, PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
6. Englekirk Robert, 1994, **STEEL STRUCTURES CONTROLLING BEHAVIOR THROUGH DESIGN**, John Miley & Sons, Inc, Canada.
7. Gunawan Rudy, 1988, **TABEL PROFIL KONSTRUKSI BAJA** , Kanisius, Yogyakarta.
8. H.K.Gideon, Ir.M.ENG. dkk, 1984, **PERENCANAAN STRUKTUR TAHAN GEMPA JENIS A,B<sub>2</sub>,D**, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
9. Hibeller, R.C., 1999, **STRUCTURAL ANALYSIS**, Prenbalindo, Jakarta.
10. Hardiyatmo, H.C, 2002, **TEKNIK PONDASI II**, Beta Offset, Jogjakarta
11. Hasan Lutfi, Dr.Ir.Ms, 2000, **DIKTAT KULIAH PONDASI DALAM** ,JTS FTSP UII, Jogjakarta
12. Nawy,E.G., 1985, **BETON BERTULANG**, Eresco, Bandung.

13. Rudolph Szilard, 1989, **TEORI ANALISIS PELAT**, Erlangga, Jakarta.
14. Salmon, C.G. dan Johnson, J.E., 1992, **STRUKTUR BAJA DESAIN DAN PERILAKU**, Jilid 1-2, Edisi ketiga, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
15. Sudarmoko, Ir.MSc, 1996, **PERANCANGAN DAN ANALISIS KOLOM BETON BERTULANG**, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
16. Sudarmoko, Ir.MSc, 1996, **PERANCANGAN DAN ANALISIS BALOK BETON BERTULANG**, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
17. Vries, J.E.DE., Ir. dan Potma, A.P., Ir., 1953, **KONSTRUKSI BAJA TEORI PERHITUNGAN DAN PELAKSANAAN**, Pradnya Paramita, Jakarta.
18. Wahyudi, L. dan Rahim, J.E., 1997, **STRUKTUR BETON BERTULANG**, PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
19. Widodo, 2001, **RESPONS DINAMIK STRUKTUR ELASTIK**, UII Pres, Yogyakarta.
20. \_\_\_\_\_, 1987, **PEDOMAN PERENCANAAN PEMBEBANAN UNTUK RUMAH DAN GEDUNG SKBI-1.3.53.1987**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
21. \_\_\_\_\_, 1987, **PEDOMAN PERENCANAAN KETAHANAN GEMPA UNTUK RUMAH DAN GEDUNG SKBI-1.3.53**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
22. \_\_\_\_\_, 1987, **PEDOMAN PERENCANAAN BANGUNAN BAJA UNTUK GEDUNG SKBI-1.3.55.1987**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

23. \_\_\_\_\_, 1971, **PERATURAN BETON BERTULANG INDONESIA  
PBBI 1971 N.I-2**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
24. \_\_\_\_\_, 2002, **TATA CARA PERENCANAAN KETAHANAN  
GEMPA UNTUK BANGUNAN GEDUNG SNI 03-1726-2002**, Badan  
Standardisasi Nasional, Jakarta.
25. \_\_\_\_\_, 2002, **TATA CARA PERENCANAAN STRUKTUR  
BAJA UNTUK BANGUNAN GEDUNG SNI 03-1729-2002**, Badan  
Standardisasi Nasional, Jakarta.
26. \_\_\_\_\_, 1991, **TATA CARA PERHITUNGAN STRUKTUR  
BETON UNTUK BANGUNAN GEDUNG SK SNI T-15-1991-03**, Badan  
Standardisasi Nasional, Jakarta.







## LOAD COMBINATION MULTIPLIERS

COMBO	COMBO T	CASE	FACTOR	LOAD TYP	TITLE
COMB1	ADD	MATI	1,4	STATIC(E	COMB1
COMB2	ADD	MATI	1,2	STATIC(E	COMB2
COMB2	ADD	HIDUP	0,5	STATIC(L	COMB2
COMB3	ADD	MATI	1,2	STATIC(E	COMB3
COMB3	ADD	HIDUP	1,6	STATIC(L	COMB3
COMB3	ADD	ANGINKI	0,8	STATIC(V	COMB3
COMB5	ADD	MATI	1,2	STATIC(E	COMB5
COMB5	ADD	ANGINKI	1,3	STATIC(V	COMB5
COMB5	ADD	HIDUP	0,5	STATIC(L	COMB5
COMB4	ADD	MATI	1,2	STATIC(E	COMB4
COMB4	ADD	HIDUP	1,6	STATIC(L	COMB4
COMB4	ADD	ANGINKA	0,8	STATIC(V	COMB4
COMB6	ADD	MATI	1,2	STATIC(E	COMB6
COMB6	ADD	ANGINKA	1,3	STATIC(V	COMB6
COMB6	ADD	HIDUP	0,5	STATIC(L	COMB6

## FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
1	MATI		0	-7,493,604	-0,1238953	3,79E-17	0 9,65E-20	0
1	MATI	1,104,355		-7,484,793	-1,60E-17	2,29E-17	0 -3,35E-17	6,84E-02
1	MATI	220,871		-7,475,983	0,1238953	7,94E-18	0 -5,06E-17	3,40E-17
1	HIDUP		0	-1,235,866		0 4,86E-18	0 9,28E-19	0
1	HIDUP	1,104,355		-1,235,866		0 4,86E-18	0 -4,44E-18	0
1	HIDUP	220,871		-1,235,866		0 4,86E-18	0 -9,81E-18	0
1	ANGINKI		0	-4,580,773		0 4,26E-18	0 1,35E-18	0
1	ANGINKI	1,104,355		-4,580,773		0 4,26E-18	0 -3,35E-18	0
1	ANGINKI	220,871		-4,580,773		0 4,26E-18	0 -8,06E-18	0
1	ANGINKA		0	665,322		0 -5,08E-18	0 -1,45E-18	0
1	ANGINKA	1,104,355		665,322		0 -5,08E-18	0 4,16E-18	0
1	ANGINKA	220,871		665,322		0 -5,08E-18	0 9,77E-18	0
1	COMB1		0	-1,049,105	-0,1734534	5,31E-17	0 1,35E-19	0
1	COMB1	1,104,355		-1,047,871	-2,24E-17	3,21E-17	0 -4,69E-17	9,58E-02
1	COMB1	220,871		-1,046,638	0,1734534	1,11E-17	0 -7,08E-17	4,75E-17
1	COMB2		0	-9,610,258	-0,1486744	4,80E-17	0 5,80E-19	0
1	COMB2	1,104,355		-9,599,685	-1,92E-17	3,00E-17	0 -4,25E-17	8,21E-02
1	COMB2	220,871		-9,589,113	0,1486744	1,20E-17	0 -6,56E-17	4,08E-17
1	COMB3		0	-1,133,617	-0,1486744	5,67E-17	0 2,68E-18	0
1	COMB3	1,104,355		-113,256	-1,92E-17	3,87E-17	0 -5,00E-17	8,21E-02
1	COMB3	220,871		-1,131,503	0,1486744	2,07E-17	0 -8,28E-17	4,08E-17
1	COMB5		0	-1,020,576	-0,1486744	5,35E-17	0 2,33E-18	0
1	COMB5	1,104,355		-1,019,519	-1,92E-17	3,55E-17	0 -4,68E-17	8,21E-02
1	COMB5	220,871		-1,018,461	0,1486744	1,75E-17	0 -7,61E-17	4,08E-17
1	COMB4		0	-1,043,745	-0,1486744	4,93E-17	0 4,37E-19	0
1	COMB4	1,104,355		-1,042,688	-1,92E-17	3,12E-17	0 -4,40E-17	8,21E-02
1	COMB4	220,871		-1,041,631	0,1486744	1,32E-17	0 -6,86E-17	4,08E-17
1	COMB6		0	-8,745,339	-0,1486744	4,14E-17	0 -1,31E-18	0
1	COMB6	1,104,355		-8,734,766	-1,92E-17	2,34E-17	0 -3,70E-17	8,21E-02
1	COMB6	220,871		-8,724,194	0,1486744	5,35E-18	0 -5,29E-17	4,08E-17
2	MATI		0	6,312,265	0,1140454	-2,44E-17	0 1,48E-16	0

2	MATI	1,173,978	6,309,251	1,70E-19	6,29E-17	0	1,25E-16	-6,69E-02
2	MATI	2,347,957	6,306,237	-0,114045	1,50E-16	0	1,53E-20	-2,01E-18
2	HIDUP	0	1,041,764		0	1,32E-17	0	3,12E-17
2	HIDUP	1,173,978	1,041,764		0	1,32E-17	0	1,57E-17
2	HIDUP	2,347,957	1,041,764		0	1,32E-17	0	1,47E-19
2	ANGINKI	0	1,330,218		0	1,03E-17	0	2,43E-17
2	ANGINKI	1,173,978	1,330,218		0	1,03E-17	0	1,23E-17
2	ANGINKI	2,347,957	1,330,218		0	1,03E-17	0	2,13E-19
2	ANGINKA	0	-1,480,265		0	-1,28E-17	0	-3,02E-17
2	ANGINKA	1,173,978	-1,480,265		0	-1,28E-17	0	-1,52E-17
2	ANGINKA	2,347,957	-1,480,265		0	-1,28E-17	0	-2,30E-19
2	COMB1	0	8,837,172	0,1596636	-3,42E-17	0	2,07E-16	0
2	COMB1	1,173,978	8,832,951	2,38E-19	8,81E-17	0	1,75E-16	-9,37E-02
2	COMB1	2,347,957	8,828,732	-0,1596636	2,10E-16	0	2,14E-20	-2,82E-18
2	COMB2	0	8,095,601	0,1368545	-2,27E-17	0	1,93E-16	0
2	COMB2	1,173,978	8,091,983	2,04E-19	8,21E-17	0	1,58E-16	-8,03E-02
2	COMB2	2,347,957	8,088,366	-0,1368545	1,87E-16	0	9,17E-20	-2,41E-18
2	COMB3	0	1,030,572	0,1368545	1,03E-19	0	2,47E-16	0
2	COMB3	1,173,978	103,021	2,04E-19	1,05E-16	0	1,85E-16	-8,03E-02
2	COMB3	2,347,957	1,029,848	-0,1368545	2,10E-16	0	4,24E-19	-2,41E-18
2	COMB5	0	9,824,884	0,1368545	-9,33E-18	0	2,25E-16	0
2	COMB5	1,173,978	9,821,267	2,04E-19	9,55E-17	0	1,74E-16	-8,03E-02
2	COMB5	2,347,957	981,765	-0,1368545	2,00E-16	0	3,69E-19	-2,41E-18
2	COMB4	0	8,057,329	0,1368545	-1,83E-17	0	2,03E-16	0
2	COMB4	1,173,978	8,053,712	2,04E-19	8,65E-17	0	1,63E-16	-8,03E-02
2	COMB4	2,347,957	8,050,095	-0,1368545	1,91E-16	0	6,92E-20	-2,41E-18
2	COMB6	0	6,171,256	0,1368545	-3,93E-17	0	1,54E-16	0
2	COMB6	1,173,978	6,167,639	2,04E-19	6,55E-17	0	1,38E-16	-8,03E-02
2	COMB6	2,347,957	6,164,022	-0,1368545	1,70E-16	0	-2,07E-19	-2,41E-18
3	MATI	0	-3,542,394	-1,03E-02	-1,00E-17	0	-5,28E-18	0
3	MATI	0,4133098	-355,723	3,16E-18	-1,13E-17	0	-8,66E-19	2,12E-03
3	MATI	0,8266196	-3,572,065	1,03E-02	-1,25E-17	0	4,06E-18	-2,86E-18
3	HIDUP	0	-0,8023799		0	-2,47E-18	0	-1,14E-18
3	HIDUP	0,4133098	-0,8023799		0	-2,47E-18	0	-1,21E-19
3	HIDUP	0,8266196	-0,8023799		0	-2,47E-18	0	8,99E-19
3	ANGINKI	0	-0,8902026		0	-3,30E-18	0	-1,50E-18
3	ANGINKI	0,4133098	-0,8902026		0	-3,30E-18	0	-1,30E-19
3	ANGINKI	0,8266196	-0,8902026		0	-3,30E-18	0	1,24E-18
3	ANGINKA	0	1,186,352		0	3,34E-18	0	1,54E-18
3	ANGINKA	0,4133098	1,186,352		0	3,34E-18	0	1,61E-19
3	ANGINKA	0,8266196	1,186,352		0	3,34E-18	0	-1,22E-18
3	COMB1	0	-4,959,352	-1,44E-02	-1,41E-17	0	-7,39E-18	0
3	COMB1	0,4133098	-4,980,121	4,42E-18	-1,58E-17	0	-1,21E-18	2,97E-03
3	COMB1	0,8266196	-5,000,891	1,44E-02	-1,75E-17	0	5,68E-18	-4,01E-18
3	COMB2	0	-4,652,062	-1,23E-02	-1,33E-17	0	-6,90E-18	0
3	COMB2	0,4133098	-4,669,865	3,79E-18	-1,48E-17	0	-1,10E-18	2,54E-03
3	COMB2	0,8266196	-4,687,668	1,23E-02	-1,63E-17	0	5,32E-18	-3,44E-18
3	COMB3	0	-6,246,842	-1,23E-02	-1,87E-17	0	-9,35E-18	0
3	COMB3	0,4133098	-6,264,645	3,79E-18	-2,01E-17	0	-1,34E-18	2,54E-03
3	COMB3	0,8266196	-6,282,448	1,23E-02	-2,16E-17	0	7,30E-18	-3,44E-18
3	COMB5	0	-5,809,326	-1,23E-02	-1,76E-17	0	-8,85E-18	0
3	COMB5	0,4133098	-5,827,129	3,79E-18	-1,91E-17	0	-1,27E-18	2,54E-03
3	COMB5	0,8266196	-5,844,931	1,23E-02	-2,06E-17	0	6,93E-18	-3,44E-18
3	COMB4	0	-4,585,599	-1,23E-02	-1,33E-17	0	-6,93E-18	0
3	COMB4	0,4133098	-4,603,402	3,79E-18	-1,48E-17	0	-1,10E-18	2,54E-03
3	COMB4	0,8266196	-4,621,204	1,23E-02	-1,63E-17	0	5,33E-18	-3,44E-18
3	COMB6	0	-3,109,806	-1,23E-02	-8,96E-18	0	-4,90E-18	0



3	COMB6	0,4133098	-3,127,608	3,79E-18	-1,04E-17	0	-8,90E-19	2,54E-03
3	COMB6	0,8266196	-3,145,411	1,23E-02	-1,19E-17	0	3,74E-18	-3,44E-18
4	MATI	0	-7,239,841	-0,123207	-5,40E-18	0	-4,53E-17	0
4	MATI	1,097,383	-72,311	-5,91E-18	-2,03E-17	0	-3,12E-17	6,76E-02
4	MATI	2,194,767	-7,222,358	0,123207	-3,52E-17	0	-6,94E-19	8,17E-18
4	HIDUP	0	-1,178,987	0	-3,58E-18	0	-8,67E-18	0
4	HIDUP	1,097,383	-1,178,987	0	-3,58E-18	0	-4,75E-18	0
4	HIDUP	2,194,767	-1,178,987	0	-3,58E-18	0	-8,20E-19	0
4	ANGINKI	0	-4,911,217	0	-2,49E-18	0	-6,56E-18	0
4	ANGINKI	1,097,383	-4,911,217	0	-2,49E-18	0	-3,83E-18	0
4	ANGINKI	2,194,767	-4,911,217	0	-2,49E-18	0	-1,11E-18	0
4	ANGINKA	0	7,093,804	0	3,16E-18	0	8,23E-18	0
4	ANGINKA	1,097,383	7,093,804	0	3,16E-18	0	4,76E-18	0
4	ANGINKA	2,194,767	7,093,804	0	3,16E-18	0	1,29E-18	0
4	COMB1	0	-1,013,578	-0,172489E	-7,57E-18	0	-6,34E-17	0
4	COMB1	1,097,383	-1,012,354	-8,28E-18	-2,85E-17	0	-4,37E-17	0,0946437
4	COMB1	2,194,767	-101,113	0,1724898	-4,93E-17	0	-9,72E-19	1,14E-17
4	COMB2	0	-9,277,303	-0,147848E	-8,27E-18	0	-5,87E-17	0
4	COMB2	1,097,383	-9,266,813	-7,09E-18	-2,62E-17	0	-3,98E-17	8,11E-02
4	COMB2	2,194,767	-9,256,322	0,1478484	-4,41E-17	0	-1,24E-18	9,80E-18
4	COMB3	0	-1,096,709	-0,147848E	-1,42E-17	0	-7,35E-17	0
4	COMB3	1,097,383	-109,566	-7,09E-18	-3,21E-17	0	-4,81E-17	8,11E-02
4	COMB3	2,194,767	-1,094,611	0,1478484	-5,00E-17	0	-3,03E-18	9,80E-18
4	COMB5	0	-9,915,761	-0,147848E	-1,15E-17	0	-6,72E-17	0
4	COMB5	1,097,383	-9,905,271	-7,09E-18	-2,94E-17	0	-4,48E-17	8,11E-02
4	COMB5	2,194,767	-9,894,781	0,1478484	-4,73E-17	0	-2,68E-18	9,80E-18
4	COMB4	0	-1,000,668	-0,147848E	-9,68E-18	0	-6,17E-17	0
4	COMB4	1,097,383	-9,996,194	-7,09E-18	-2,76E-17	0	-4,12E-17	8,11E-02
4	COMB4	2,194,767	-9,985,704	0,1478484	-4,55E-17	0	-1,12E-18	9,80E-18
4	COMB6	0	-8,355,108	-0,147848E	-4,16E-18	0	-4,80E-17	0
4	COMB6	1,097,383	-8,344,618	-7,09E-18	-2,21E-17	0	-3,36E-17	8,11E-02
4	COMB6	2,194,767	-8,334,129	0,1478484	-4,00E-17	0	4,30E-19	9,80E-18
5	MATI	0	7,659,888	-2,88E-02	2,60E-18	0	-2,34E-18	0
5	MATI	1,177,381	7,702,431	-1,03E-18	-8,85E-19	0	-3,35E-18	1,70E-02
5	MATI	2,354,761	7,744,974	2,88E-02	-4,37E-18	0	-2,55E-19	2,29E-18
5	HIDUP	0	1,148,106	0	-1,72E-19	0	-6,50E-19	0
5	HIDUP	1,177,381	1,148,106	0	-1,72E-19	0	-4,48E-19	0
5	HIDUP	2,354,761	1,148,106	0	-1,72E-19	0	-2,45E-19	0
5	ANGINKI	0	127,377	0	-5,34E-20	0	-4,13E-19	0
5	ANGINKI	1,177,381	127,377	0	-5,34E-20	0	-3,50E-19	0
5	ANGINKI	2,354,761	127,377	0	-5,34E-20	0	-2,88E-19	0
5	ANGINKA	0	-1,697,522	0	6,73E-20	0	5,14E-19	0
5	ANGINKA	1,177,381	-1,697,522	0	6,73E-20	0	4,35E-19	0
5	ANGINKA	2,354,761	-1,697,522	0	6,73E-20	0	3,56E-19	0
5	COMB1	0	1,072,384	-0,040317E	3,64E-18	0	-3,28E-18	0
5	COMB1	1,177,381	107,834	-1,45E-18	-1,24E-18	0	-4,69E-18	2,37E-02
5	COMB1	2,354,761	1,084,296	0,0403176	-6,12E-18	0	-3,57E-19	3,21E-18
5	COMB2	0	9,765,919	-3,46E-02	3,04E-18	0	-3,13E-18	0
5	COMB2	1,177,381	9,816,971	-1,24E-18	-1,15E-18	0	-4,24E-18	2,03E-02
5	COMB2	2,354,761	9,868,022	3,46E-02	-5,33E-18	0	-4,29E-19	2,75E-18
5	COMB3	0	1,204,785	-3,46E-02	2,80E-18	0	-4,18E-18	0
5	COMB3	1,177,381	120,989	-1,24E-18	-1,38E-18	0	-5,02E-18	2,03E-02
5	COMB3	2,354,761	1,214,995	3,46E-02	-5,57E-18	0	-9,29E-19	2,75E-18
5	COMB5	0	1,142,182	-3,46E-02	2,97E-18	0	-3,67E-18	0
5	COMB5	1,177,381	1,147,287	-1,24E-18	-1,22E-18	0	-4,70E-18	2,03E-02
5	COMB5	2,354,761	1,152,392	3,46E-02	-5,40E-18	0	-8,02E-19	2,75E-18
5	COMB4	0	9,670,818	-3,46E-02	2,90E-18	0	-3,44E-18	0

5	COMB4	1,177,381	972,187	-1,24E-18	-1,28E-18	0	-4,39E-18	2,03E-02
5	COMB4	2,354,761	9,772,921	3,46E-02	-5,47E-18	0	-4,14E-19	2,75E-18
5	COMB6	0	755,914	-3,46E-02	3,12E-18	0	-2,46E-18	0
5	COMB6	1,177,381	7,610,192	-1,24E-18	-1,06E-18	0	-3,68E-18	2,03E-02
5	COMB6	2,354,761	7,661,243	3,46E-02	-5,25E-18	0	3,41E-20	2,75E-18
6	MATI	0	5,656,462	0,1140454	-1,77E-16	0	-6,32E-17	0
6	MATI	1,173,978	5,653,448	8,47E-18	-8,94E-17	0	9,30E-17	-6,69E-02
6	MATI	2,347,957	5,650,433	-0,1140454	-2,08E-18	0	1,47E-16	-2,65E-17
6	HIDUP	0	9,280,063	0	-1,54E-17	0	-5,19E-18	0
6	HIDUP	1,173,978	9,280,063	0	-1,54E-17	0	1,29E-17	0
6	HIDUP	2,347,957	9,280,063	0	-1,54E-17	0	3,10E-17	0
6	ANGINKI	0	1,204,009	0	-1,15E-17	0	-2,88E-18	0
6	ANGINKI	1,173,978	1,204,009	0	-1,15E-17	0	1,06E-17	0
6	ANGINKI	2,347,957	1,204,009	0	-1,15E-17	0	2,41E-17	0
6	ANGINKA	0	-131,207	0	1,45E-17	0	4,11E-18	0
6	ANGINKA	1,173,978	-131,207	0	1,45E-17	0	-1,29E-17	0
6	ANGINKA	2,347,957	-131,207	0	1,45E-17	0	-2,99E-17	0
6	COMB1	0	7,919,047	0,1596636	-2,47E-16	0	-8,85E-17	0
6	COMB1	1,173,978	7,914,827	1,19E-17	-1,25E-16	0	1,30E-16	-9,37E-02
6	COMB1	2,347,957	7,910,606	-0,1596636	-2,92E-18	0	2,05E-16	-3,71E-17
6	COMB2	0	7,251,758	0,1368545	-2,20E-16	0	-7,85E-17	0
6	COMB2	1,173,978	724,814	1,02E-17	-1,15E-16	0	1,18E-16	-8,03E-02
6	COMB2	2,347,957	7,244,523	-0,1368545	-1,02E-17	0	1,92E-16	-3,18E-17
6	COMB3	0	9,235,772	0,1368545	-2,46E-16	0	-8,65E-17	0
6	COMB3	1,173,978	9,232,155	1,02E-17	-1,41E-16	0	1,41E-16	-8,03E-02
6	COMB3	2,347,957	9,228,537	-0,1368545	-3,63E-17	0	2,45E-16	-3,18E-17
6	COMB5	0	8,816,969	0,1368545	-2,35E-16	0	-8,22E-17	0
6	COMB5	1,173,978	8,813,352	1,02E-17	-1,30E-16	0	1,32E-16	-8,03E-02
6	COMB5	2,347,957	8,809,734	-0,1368545	-2,51E-17	0	2,23E-16	-3,18E-17
6	COMB4	0	7,222,909	0,1368545	-2,25E-16	0	-8,09E-17	0
6	COMB4	1,173,978	7,219,292	1,02E-17	-1,20E-16	0	1,22E-16	-8,03E-02
6	COMB4	2,347,957	7,215,674	-0,1368545	-1,56E-17	0	2,02E-16	-3,18E-17
6	COMB6	0	5,546,067	0,1368545	-2,01E-16	0	-7,31E-17	0
6	COMB6	1,173,978	554,245	1,02E-17	-9,62E-17	0	1,01E-16	-8,03E-02
6	COMB6	2,347,957	5,538,832	-0,1368545	8,63E-18	0	1,53E-16	-3,18E-17
7	MATI	0	-6,203,577	-2,07E-02	7,98E-18	0	5,53E-18	0
7	MATI	0,8253787	-6,233,029	-2,60E-18	5,47E-18	0	-2,31E-20	8,55E-03
7	MATI	1,650,757	-6,262,482	2,07E-02	2,96E-18	0	-3,50E-18	4,55E-18
7	HIDUP	0	-1,191,951	0	8,83E-19	0	7,76E-19	0
7	HIDUP	0,8253787	-1,191,951	0	8,83E-19	0	4,73E-20	0
7	HIDUP	1,650,757	-1,191,951	0	8,83E-19	0	-6,81E-19	0
7	ANGINKI	0	-1,331,552	0	4,44E-19	0	3,81E-19	0
7	ANGINKI	0,8253787	-1,331,552	0	4,44E-19	0	1,43E-20	0
7	ANGINKI	1,650,757	-1,331,552	0	4,44E-19	0	-3,52E-19	0
7	ANGINKA	0	1,773,673	0	-7,31E-19	0	-6,32E-19	0
7	ANGINKA	0,8253787	1,773,673	0	-7,31E-19	0	-2,92E-20	0
7	ANGINKA	1,650,757	1,773,673	0	-7,31E-19	0	5,74E-19	0
7	COMB1	0	-8,685,007	-2,90E-02	1,12E-17	0	7,74E-18	0
7	COMB1	0,8253787	-8,726,241	-3,64E-18	7,66E-18	0	-3,23E-20	1,20E-02
7	COMB1	1,650,757	-8,767,474	2,90E-02	4,15E-18	0	-4,90E-18	6,37E-18
7	COMB2	0	-8,040,267	-2,49E-02	1,00E-17	0	7,02E-18	0
7	COMB2	0,8253787	-8,075,611	-3,12E-18	7,01E-18	0	-4,08E-21	0,0102641
7	COMB2	1,650,757	-8,110,953	2,49E-02	4,00E-18	0	-4,54E-18	5,46E-18
7	COMB3	0	-1,041,665	-2,49E-02	1,13E-17	0	8,18E-18	0
7	COMB3	0,8253787	-10,452	-3,12E-18	8,33E-18	0	5,94E-20	0,0102641
7	COMB3	1,650,757	-1,048,734	2,49E-02	5,32E-18	0	-5,58E-18	5,46E-18
7	COMB5	0	-9,771,284	-2,49E-02	1,06E-17	0	7,52E-18	0

7	COMB5	0,8253787	-9,806,628	-3,12E-18	7,59E-18	0	1,45E-20	0,0102641
7	COMB5	1,650,757	-984,197	2,49E-02	4,57E-18	0	-5,00E-18	5,46E-18
7	COMB4	0	-7,932,475	-2,49E-02	1,04E-17	0	7,37E-18	0
7	COMB4	0,8253787	-7,967,819	-3,12E-18	7,39E-18	0	2,46E-20	0,0102641
7	COMB4	1,650,757	-8,003,161	2,49E-02	4,38E-18	0	-4,84E-18	5,46E-18
7	COMB6	0	-5,734,493	-2,49E-02	9,07E-18	0	6,20E-18	0
7	COMB6	0,8253787	-5,769,836	-3,12E-18	6,06E-18	0	-4,20E-20	0,0102641
7	COMB6	1,650,757	-5,805,179	2,49E-02	3,05E-18	0	-3,80E-18	5,46E-18
8	MATI	0	-6,258,987	-0,1238953	3,65E-18	0	-6,48E-18	0
8	MATI	1,101,465	-6,250,246	-1,61E-17	-1,14E-17	0	-2,23E-18	6,82E-02
8	MATI	220,293	-6,241,504	0,1238953	-2,64E-17	0	1,85E-17	3,18E-17
8	HIDUP	0	-1,014,081	0	-1,71E-18	0	-1,84E-18	0
8	HIDUP	1,101,465	-1,014,081	0	-1,71E-18	0	3,81E-20	0
8	HIDUP	220,293	-1,014,081	0	-1,71E-18	0	1,92E-18	0
8	ANGINKI	0	-4,043,161	0	-1,14E-18	0	-1,77E-18	0
8	ANGINKI	1,101,465	-4,043,161	0	-1,14E-18	0	-5,24E-19	0
8	ANGINKI	220,293	-4,043,161	0	-1,14E-18	0	7,26E-19	0
8	ANGINKA	0	5,937,176	0	1,74E-18	0	2,27E-18	0
8	ANGINKA	1,101,465	5,937,176	0	1,74E-18	0	3,61E-19	0
8	ANGINKA	220,293	5,937,176	0	1,74E-18	0	-1,55E-18	0
8	COMB1	0	-8,762,582	-0,1734534	5,11E-18	0	-9,07E-18	0
8	COMB1	1,101,465	-8,750,344	-2,26E-17	-1,59E-17	0	-3,13E-18	9,55E-02
8	COMB1	220,293	-8,738,105	0,1734534	-3,69E-17	0	2,60E-17	4,46E-17
8	COMB2	0	-8,017,825	-0,1486744	3,53E-18	0	-8,69E-18	0
8	COMB2	1,101,465	-8,007,335	-1,94E-17	-1,45E-17	0	-2,66E-18	8,19E-02
8	COMB2	220,293	-7,996,844	0,1486744	-3,25E-17	0	2,32E-17	3,82E-17
8	COMB3	0	-9,456,766	-0,1486744	7,41E-19	0	-1,21E-17	0
8	COMB3	1,101,465	-9,446,276	-1,94E-17	-1,73E-17	0	-3,04E-18	8,19E-02
8	COMB3	220,293	-9,435,786	0,1486744	-3,53E-17	0	2,59E-17	3,82E-17
8	COMB5	0	-8,543,436	-0,1486744	2,05E-18	0	-1,10E-17	0
8	COMB5	1,101,465	-8,532,946	-1,94E-17	-1,60E-17	0	-3,34E-18	8,19E-02
8	COMB5	220,293	-8,522,456	0,1486744	-3,40E-17	0	2,41E-17	3,82E-17
8	COMB4	0	-8,658,339	-0,1486744	3,04E-18	0	-8,90E-18	0
8	COMB4	1,101,465	-8,647,849	-1,94E-17	-1,50E-17	0	-2,33E-18	8,19E-02
8	COMB4	220,293	-863,736	0,1486744	-3,30E-17	0	2,41E-17	3,82E-17
8	COMB6	0	-7,245,992	-0,1486744	5,78E-18	0	-5,74E-18	0
8	COMB6	1,101,465	-7,235,502	-1,94E-17	-1,22E-17	0	-2,19E-18	8,19E-02
8	COMB6	220,293	-7,225,012	0,1486744	-3,02E-17	0	2,12E-17	3,82E-17
9	MATI	0	8,968,046	-1,85E-02	1,73E-18	0	1,69E-19	0
9	MATI	1,377,216	9,025,206	1,84E-18	-5,19E-19	0	-6,62E-19	1,28E-02
9	MATI	2,754,433	9,082,366	1,85E-02	-2,76E-18	0	1,60E-18	-6,12E-18
9	HIDUP	0	1,329,416	0	-6,58E-20	0	-1,16E-19	0
9	HIDUP	1,377,216	1,329,416	0	-6,58E-20	0	-2,50E-20	0
9	HIDUP	2,754,433	1,329,416	0	-6,58E-20	0	6,57E-20	0
9	ANGINKI	0	1,485,116	0	3,16E-20	0	-1,15E-20	0
9	ANGINKI	1,377,216	1,485,116	0	3,16E-20	0	-5,50E-20	0
9	ANGINKI	2,754,433	1,485,116	0	3,16E-20	0	-9,85E-20	0
9	ANGINKA	0	-1,978,226	0	-1,28E-20	0	3,18E-20	0
9	ANGINKA	1,377,216	-1,978,226	0	-1,28E-20	0	4,95E-20	0
9	ANGINKA	2,754,433	-1,978,226	0	-1,28E-20	0	6,72E-20	0
9	COMB1	0	1,255,526	-2,60E-02	2,42E-18	0	2,37E-19	0
9	COMB1	1,377,216	1,263,529	2,57E-18	-7,27E-19	0	-9,27E-19	1,79E-02
9	COMB1	2,754,433	1,271,531	2,60E-02	-3,87E-18	0	2,24E-18	-8,57E-18
9	COMB2	0	1,142,636	-2,23E-02	2,04E-18	0	1,46E-19	0
9	COMB2	1,377,216	1,149,495	2,21E-18	-6,56E-19	0	-8,07E-19	1,53E-02
9	COMB2	2,754,433	1,156,355	2,23E-02	-3,35E-18	0	1,95E-18	-7,35E-18
9	COMB3	0	1,407,681	-2,23E-02	1,99E-18	0	9,11E-21	0

9	COMB3	1,377,216	141,454	2,21E-18	-7,03E-19	0	-8,79E-19	1,53E-02
9	COMB3	2,754,433	14,214	2,23E-02	-3,40E-18	0	1,94E-18	-7,35E-18
9	COMB5	0	1,335,701	-2,23E-02	2,08E-18	0	1,31E-19	0
9	COMB5	1,377,216	134,256	2,21E-18	-6,15E-19	0	-8,79E-19	1,53E-02
9	COMB5	2,754,433	134,942	2,23E-02	-3,31E-18	0	1,82E-18	-7,35E-18
9	COMB4	0	1,130,614	-2,23E-02	1,96E-18	0	4,38E-20	0
9	COMB4	1,377,216	1,137,473	2,21E-18	-7,38E-19	0	-7,95E-19	1,53E-02
9	COMB4	2,754,433	1,144,332	2,23E-02	-3,43E-18	0	2,08E-18	-7,35E-18
9	COMB6	0	885,467	-2,23E-02	2,02E-18	0	1,87E-19	0
9	COMB6	1,377,216	8,923,261	2,21E-18	-6,72E-19	0	-7,43E-19	1,53E-02
9	COMB6	2,754,433	8,991,854	2,23E-02	-3,37E-18	0	2,04E-18	-7,35E-18
10	MATI	0	499,736	0,1140454	-5,81E-18	0	1,29E-16	0
10	MATI	1,173,978	4,994,345	3,92E-17	8,15E-17	0	8,43E-17	-6,69E-02
10	MATI	2,347,957	4,991,331	-0,1140454	1,69E-16	0	-6,26E-17	-9,70E-17
10	HIDUP	0	8,146,208	0	1,35E-17	0	2,66E-17	0
10	HIDUP	1,173,978	8,146,208	0	1,35E-17	0	1,08E-17	0
10	HIDUP	2,347,957	8,146,208	0	1,35E-17	0	-5,10E-18	0
10	ANGINKI	0	1,077,344	0	1,08E-17	0	2,25E-17	0
10	ANGINKI	1,173,978	1,077,344	0	1,08E-17	0	9,82E-18	0
10	ANGINKI	2,347,957	1,077,344	0	1,08E-17	0	-2,83E-18	0
10	ANGINKA	0	-1,143,347	0	-1,36E-17	0	-2,78E-17	0
10	ANGINKA	1,173,978	-1,143,347	0	-1,36E-17	0	-1,19E-17	0
10	ANGINKA	2,347,957	-1,143,347	0	-1,36E-17	0	4,02E-18	0
10	COMB1	0	6,996,304	0,1596636	-8,14E-18	0	1,80E-16	0
10	COMB1	1,173,978	6,992,084	5,48E-17	1,14E-16	0	1,18E-16	-9,37E-02
10	COMB1	2,347,957	6,987,864	-0,1596636	2,36E-16	0	-8,77E-17	-1,36E-16
10	COMB2	0	6,404,142	0,1368545	-2,16E-19	0	1,68E-16	0
10	COMB2	1,173,978	6,400,525	4,70E-17	1,05E-16	0	1,07E-16	-8,03E-02
10	COMB2	2,347,957	6,396,908	-0,1368545	2,09E-16	0	-7,77E-17	-1,16E-16
10	COMB3	0	81,621	0,1368545	2,33E-17	0	2,15E-16	0
10	COMB3	1,173,978	8,158,483	4,70E-17	1,28E-16	0	1,26E-16	-8,03E-02
10	COMB3	2,347,957	8,154,866	-0,1368545	2,33E-16	0	-8,56E-17	-1,16E-16
10	COMB5	0	780,469	0,1368545	1,38E-17	0	1,97E-16	0
10	COMB5	1,173,978	7,801,072	4,70E-17	1,19E-16	0	1,19E-16	-8,03E-02
10	COMB5	2,347,957	7,797,455	-0,1368545	2,23E-16	0	-8,14E-17	-1,16E-16
10	COMB4	0	6,385,547	0,1368545	3,80E-18	0	1,75E-16	0
10	COMB4	1,173,978	638,193	4,70E-17	1,09E-16	0	1,09E-16	-8,03E-02
10	COMB4	2,347,957	6,378,313	-0,1368545	2,13E-16	0	-8,01E-17	-1,16E-16
10	COMB6	0	4,917,791	0,1368545	-1,79E-17	0	1,32E-16	0
10	COMB6	1,173,978	4,914,174	4,70E-17	8,69E-17	0	9,11E-17	-8,03E-02
10	COMB6	2,347,957	4,910,556	-0,1368545	1,92E-16	0	-7,25E-17	-1,16E-16
11	MATI	0	-1,100,555	-7,13E-02	2,31E-17	0	1,21E-17	0
11	MATI	1,234,585	-1,110,704	9,41E-18	1,45E-17	0	-1,11E-17	4,40E-02
11	MATI	246,917	-1,120,852	7,13E-02	5,82E-18	0	-2,36E-17	-1,11E-17
11	HIDUP	0	-2,022,374	0	2,35E-18	0	1,42E-18	0
11	HIDUP	1,234,585	-2,022,374	0	2,35E-18	0	-1,48E-18	0
11	HIDUP	246,917	-2,022,374	0	2,35E-18	0	-4,39E-18	0
11	ANGINKI	0	-2,231,357	0	2,19E-18	0	1,53E-18	0
11	ANGINKI	1,234,585	-2,231,357	0	2,19E-18	0	-1,18E-18	0
11	ANGINKI	246,917	-2,231,357	0	2,19E-18	0	-3,88E-18	0
11	ANGINKA	0	2,973,986	0	-2,80E-18	0	-1,93E-18	0
11	ANGINKA	1,234,585	2,973,986	0	-2,80E-18	0	1,52E-18	0
11	ANGINKA	246,917	2,973,986	0	-2,80E-18	0	4,97E-18	0
11	COMB1	0	-1,540,778	-9,99E-02	3,23E-17	0	1,69E-17	0
11	COMB1	1,234,585	-1,554,986	1,32E-17	2,02E-17	0	-1,55E-17	6,17E-02
11	COMB1	246,917	-1,569,193	9,99E-02	8,14E-18	0	-3,30E-17	-1,56E-17
11	COMB2	0	-1,421,785	-8,56E-02	2,89E-17	0	1,52E-17	0

11	COMB2	1,234,585	-1,433,963	1,13E-17	1,85E-17	0	-1,40E-17	5,28E-02
11	COMB2	246,917	-1,446,142	8,56E-02	8,16E-18	0	-3,05E-17	-1,34E-17
11	COMB3	0	-1,822,755	-8,56E-02	3,32E-17	0	1,80E-17	0
11	COMB3	1,234,585	-1,834,933	1,13E-17	2,29E-17	0	-1,66E-17	5,28E-02
11	COMB3	246,917	-1,847,111	8,56E-02	1,25E-17	0	-3,84E-17	-1,34E-17
11	COMB5	0	-1,711,862	-8,56E-02	3,17E-17	0	1,72E-17	0
11	COMB5	1,234,585	-172,404	1,13E-17	2,14E-17	0	-1,56E-17	5,28E-02
11	COMB5	246,917	-1,736,218	8,56E-02	1,10E-17	0	-3,56E-17	-1,34E-17
11	COMB4	0	-1,406,327	-8,56E-02	2,92E-17	0	1,52E-17	0
11	COMB4	1,234,585	-1,418,506	1,13E-17	1,89E-17	0	-1,45E-17	5,28E-02
11	COMB4	246,917	-1,430,684	8,56E-02	8,51E-18	0	-3,14E-17	-1,34E-17
11	COMB6	0	-1,035,167	-8,56E-02	2,53E-17	0	1,27E-17	0
11	COMB6	1,234,585	-1,047,345	1,13E-17	1,49E-17	0	-1,21E-17	5,28E-02
11	COMB6	246,917	-1,059,523	8,56E-02	4,52E-18	0	-2,40E-17	-1,34E-17
12	MATI	0	-5,602,491	0,123895E-17	3,88E-17	0	7,34E-18	0
12	MATI	1,101,465	-559,375	-4,93E-19	2,38E-17	0	-2,72E-17	6,82E-02
12	MATI	220,293	-5,585,009	0,123895E-17	8,83E-18	0	-4,52E-17	-1,15E-18
12	HIDUP	0	-923,186	0	4,42E-18	0	9,16E-19	0
12	HIDUP	1,101,465	-923,186	0	4,42E-18	0	-3,96E-18	0
12	HIDUP	220,293	-923,186	0	4,42E-18	0	-8,83E-18	0
12	ANGINKI	0	-3,977,027	0	2,28E-18	0	-4,78E-19	0
12	ANGINKI	1,101,465	-3,977,027	0	2,28E-18	0	-2,99E-18	0
12	ANGINKI	220,293	-3,977,027	0	2,28E-18	0	-5,51E-18	0
12	ANGINKA	0	5,850,538	0	-3,54E-18	0	-3,59E-20	0
12	ANGINKA	1,101,465	5,850,538	0	-3,54E-18	0	3,87E-18	0
12	ANGINKA	220,293	5,850,538	0	-3,54E-18	0	7,77E-18	0
12	COMB1	0	-7,843,488	-0,173453E-17	5,44E-17	0	1,03E-17	0
12	COMB1	1,101,465	-783,125	-6,91E-19	3,34E-17	0	-3,80E-17	9,55E-02
12	COMB1	220,293	-7,819,012	0,173453E-17	1,24E-17	0	-6,32E-17	-1,61E-18
12	COMB2	0	-7,184,583	-0,148674E-17	4,88E-17	0	9,27E-18	0
12	COMB2	1,101,465	-7,174,093	-5,92E-19	3,08E-17	0	-3,46E-17	8,19E-02
12	COMB2	220,293	-7,163,603	0,148674E-17	1,28E-17	0	-5,86E-17	-1,38E-18
12	COMB3	0	-851,825	-0,148674E-17	5,55E-17	0	9,89E-18	0
12	COMB3	1,101,465	-850,776	-5,92E-19	3,75E-17	0	-4,13E-17	8,19E-02
12	COMB3	220,293	-849,727	0,148674E-17	1,95E-17	0	-7,27E-17	-1,38E-18
12	COMB5	0	-7,701,596	-0,148674E-17	5,18E-17	0	8,65E-18	0
12	COMB5	1,101,465	-7,691,106	-5,92E-19	3,38E-17	0	-3,85E-17	8,19E-02
12	COMB5	220,293	-7,680,617	0,148674E-17	1,58E-17	0	-6,58E-17	-1,38E-18
12	COMB4	0	-7,732,044	-0,148674E-17	5,09E-17	0	1,02E-17	0
12	COMB4	1,101,465	-7,721,555	-5,92E-19	3,28E-17	0	-3,58E-17	8,19E-02
12	COMB4	220,293	-7,711,065	0,148674E-17	1,48E-17	0	-6,21E-17	-1,38E-18
12	COMB6	0	-6,424,013	-0,148674E-17	4,42E-17	0	9,22E-18	0
12	COMB6	1,101,465	-6,413,523	-5,92E-19	2,62E-17	0	-2,96E-17	8,19E-02
12	COMB6	220,293	-6,403,033	0,148674E-17	8,20E-18	0	-4,85E-17	-1,38E-18
13	MATI	0	3,823,215	-5,48E-02	6,09E-18	0	7,00E-19	0
13	MATI	1,261,715	3,828,887	1,47E-17	-5,40E-19	0	-2,80E-18	3,45E-02
13	MATI	252,343	3,834,559	5,48E-02	-7,17E-18	0	2,06E-18	-3,49E-17
13	HIDUP	0	0,8350505	0	-1,23E-19	0	-3,56E-19	0
13	HIDUP	1,261,715	0,8350505	0	-1,23E-19	0	-2,01E-19	0
13	HIDUP	252,343	0,8350505	0	-1,23E-19	0	-4,51E-20	0
13	ANGINKI	0	0,9138585	0	-2,16E-19	0	-4,20E-19	0
13	ANGINKI	1,261,715	0,9138585	0	-2,16E-19	0	-1,48E-19	0
13	ANGINKI	252,343	0,9138585	0	-2,16E-19	0	1,24E-19	0
13	ANGINKA	0	-1,218,478	0	2,35E-19	0	4,86E-19	0
13	ANGINKA	1,261,715	-1,218,478	0	2,35E-19	0	1,90E-19	0
13	ANGINKA	252,343	-1,218,478	0	2,35E-19	0	-1,07E-19	0
13	COMB1	0	53,525	-7,67E-02	8,53E-18	0	9,80E-19	0

13	COMB1	1,261,715	5,360,442	2,05E-17	-7,56E-19	0	-3,92E-18	4,84E-02
13	COMB1	252,343	5,368,383	7,67E-02	-1,00E-17	0	2,89E-18	-4,88E-17
13	COMB2	0	5,005,383	-6,57E-02	7,25E-18	0	6,62E-19	0
13	COMB2	1,261,715	5,012,189	1,76E-17	-7,09E-19	0	-3,46E-18	4,15E-02
13	COMB2	252,343	5,018,997	6,57E-02	-8,67E-18	0	2,45E-18	-4,19E-17
13	COMB3	0	6,655,025	-6,57E-02	6,94E-18	0	-6,64E-20	0
13	COMB3	1,261,715	6,661,832	1,76E-17	-1,02E-18	0	-3,80E-18	4,15E-02
13	COMB3	252,343	6,668,639	6,57E-02	-8,98E-18	0	2,50E-18	-4,19E-17
13	COMB5	0	6,193,398	-6,57E-02	6,97E-18	0	1,15E-19	0
13	COMB5	1,261,715	6,200,206	1,76E-17	-9,90E-19	0	-3,66E-18	4,15E-02
13	COMB5	252,343	6,207,013	6,57E-02	-8,95E-18	0	2,61E-18	-4,19E-17
13	COMB4	0	4,949,156	-6,57E-02	7,30E-18	0	6,59E-19	0
13	COMB4	1,261,715	4,955,963	1,76E-17	-6,57E-19	0	-3,53E-18	4,15E-02
13	COMB4	252,343	496,277	6,57E-02	-8,62E-18	0	2,32E-18	-4,19E-17
13	COMB6	0	3,421,361	-6,57E-02	7,55E-18	0	1,29E-18	0
13	COMB6	1,261,715	3,428,168	1,76E-17	-4,04E-19	0	-3,22E-18	4,15E-02
13	COMB6	252,343	3,434,975	6,57E-02	-8,36E-18	0	2,31E-18	-4,19E-17
14	MATI	0	2,621,672	-0,0237804	8,37E-18	0	8,60E-18	0
14	MATI	1,263,576	2,626,646	1,06E-17	5,50E-18	0	-1,59E-19	1,50E-02
14	MATI	2,527,153	2,631,621	0,0237804	2,62E-18	0	-5,28E-18	-2,61E-17
14	HIDUP	0	4,141,177		0 8,55E-19	0	1,18E-18	0
14	HIDUP	1,263,576	4,141,177		0 8,55E-19	0	9,51E-20	0
14	HIDUP	2,527,153	4,141,177		0 8,55E-19	0	-9,85E-19	0
14	ANGINKI	0	5,074,819		0 6,67E-19	0	9,29E-19	0
14	ANGINKI	1,263,576	5,074,819		0 6,67E-19	0	8,61E-20	0
14	ANGINKI	2,527,153	5,074,819		0 6,67E-19	0	-7,57E-19	0
14	ANGINKA	0	-5,935,162		0 -8,85E-19	0	-1,23E-18	0
14	ANGINKA	1,263,576	-5,935,162		0 -8,85E-19	0	-1,13E-19	0
14	ANGINKA	2,527,153	-5,935,162		0 -8,85E-19	0	1,01E-18	0
14	COMB1	0	3,670,341	-3,33E-02	1,17E-17	0	1,20E-17	0
14	COMB1	1,263,576	3,677,305	1,49E-17	7,69E-18	0	-2,23E-19	2,10E-02
14	COMB1	2,527,153	3,684,269	3,33E-02	3,66E-18	0	-7,40E-18	-3,65E-17
14	COMB2	0	3,353,065	-2,85E-02	1,05E-17	0	1,09E-17	0
14	COMB2	1,263,576	3,359,034	1,27E-17	7,02E-18	0	-1,44E-19	1,80E-02
14	COMB2	2,527,153	3,365,004	2,85E-02	3,57E-18	0	-6,83E-18	-3,13E-17
14	COMB3	0	421,458	-2,85E-02	1,20E-17	0	1,29E-17	0
14	COMB3	1,263,576	4,220,549	1,27E-17	8,50E-18	0	2,97E-20	1,80E-02
14	COMB3	2,527,153	4,226,518	2,85E-02	5,04E-18	0	-8,52E-18	-3,13E-17
14	COMB5	0	4,012,791	-2,85E-02	1,13E-17	0	1,21E-17	0
14	COMB5	1,263,576	4,018,761	1,27E-17	7,89E-18	0	-3,19E-20	1,80E-02
14	COMB5	2,527,153	402,473	2,85E-02	4,43E-18	0	-7,82E-18	-3,13E-17
14	COMB4	0	3,333,782	-2,85E-02	1,07E-17	0	1,12E-17	0
14	COMB4	1,263,576	3,339,751	1,27E-17	7,25E-18	0	-1,30E-19	1,80E-02
14	COMB4	2,527,153	334,572	2,85E-02	3,80E-18	0	-7,11E-18	-3,13E-17
14	COMB6	0	2,581,494	-2,85E-02	9,33E-18	0	9,31E-18	0
14	COMB6	1,263,576	2,587,464	1,27E-17	5,87E-18	0	-2,91E-19	1,80E-02
14	COMB6	2,527,153	2,593,433	2,85E-02	2,41E-18	0	-5,53E-18	-3,13E-17
15	MATI	0	-3,673,463	-1,55E-02	-7,28E-18	0	-3,32E-18	0
15	MATI	0,6172925	-3,651,428	-6,69E-19	-9,16E-18	0	1,76E-18	4,78E-03
15	MATI	1,234,585	-3,629,393	1,55E-02	-1,10E-17	0	7,99E-18	6,08E-19
15	HIDUP	0	-0,8170947		0 -1,19E-18	0	-3,62E-19	0
15	HIDUP	0,6172925	-0,8170947		0 -1,19E-18	0	3,73E-19	0
15	HIDUP	1,234,585	-0,8170947		0 -1,19E-18	0	1,11E-18	0
15	ANGINKI	0	-0,8942081		0 -7,61E-19	0	-1,80E-19	0
15	ANGINKI	0,6172925	-0,8942081		0 -7,61E-19	0	2,90E-19	0
15	ANGINKI	1,234,585	-0,8942081		0 -7,61E-19	0	7,59E-19	0
15	ANGINKA	0	1,192,277		0 1,02E-18	0	2,52E-19	0

15	ANGINKA	0,6172925	1,192,277	0	1,02E-18	0	-3,77E-19	0
15	ANGINKA	1,234,585	1,192,277	0	1,02E-18	0	-1,01E-18	0
15	COMB1	0	-5,142,848	-2,17E-02	-1,02E-17	0	-4,64E-18	0
15	COMB1	0,6172925	-5,111,999	-9,36E-19	-1,28E-17	0	2,46E-18	6,69E-03
15	COMB1	1,234,585	-508,115	2,17E-02	-1,54E-17	0	1,12E-17	8,51E-19
15	COMB2	0	-4,816,703	-1,86E-02	-9,33E-18	0	-4,16E-18	0
15	COMB2	0,6172925	-4,790,261	-8,03E-19	-1,16E-17	0	2,30E-18	5,74E-03
15	COMB2	1,234,585	-4,763,819	1,86E-02	-1,38E-17	0	1,01E-17	7,29E-19
15	COMB3	0	-6,430,873	-1,86E-02	-1,13E-17	0	-4,70E-18	0
15	COMB3	0,6172925	-6,404,431	-8,03E-19	-1,35E-17	0	2,94E-18	5,74E-03
15	COMB3	1,234,585	-6,377,989	1,86E-02	-1,58E-17	0	1,20E-17	7,29E-19
15	COMB5	0	-5,979,174	-1,86E-02	-1,03E-17	0	-4,39E-18	0
15	COMB5	0,6172925	-5,952,732	-8,03E-19	-1,26E-17	0	2,67E-18	5,74E-03
15	COMB5	1,234,585	-592,629	1,86E-02	-1,48E-17	0	1,11E-17	7,29E-19
15	COMB4	0	-4,761,685	-1,86E-02	-9,83E-18	0	-4,36E-18	0
15	COMB4	0,6172925	-4,735,243	-8,03E-19	-1,21E-17	0	2,40E-18	5,74E-03
15	COMB4	1,234,585	-4,708,801	1,86E-02	-1,43E-17	0	1,06E-17	7,29E-19
15	COMB6	0	-3,266,742	-1,86E-02	-8,01E-18	0	-3,83E-18	0
15	COMB6	0,6172925	-32,403	-8,03E-19	-1,03E-17	0	1,81E-18	5,74E-03
15	COMB6	1,234,585	-3,213,858	1,86E-02	-1,25E-17	0	8,83E-18	7,29E-19
16	MATI	0	-5,345,494	-0,1238953	-4,65E-17	0	-5,32E-17	0
16	MATI	1,101,465	-5,336,753	-2,37E-17	-6,15E-17	0	6,27E-18	6,82E-02
16	MATI	220,293	-5,328,011	0,1238953	-7,65E-17	0	8,22E-17	5,93E-17
16	HIDUP	0	-8,656,767	0	-1,04E-17	0	-9,94E-18	0
16	HIDUP	1,101,465	-8,656,767	0	-1,04E-17	0	1,49E-18	0
16	HIDUP	220,293	-8,656,767	0	-1,04E-17	0	1,29E-17	0
16	ANGINKI	0	-4,300,427	0	-4,18E-18	0	-6,27E-18	0
16	ANGINKI	1,101,465	-4,300,427	0	-4,18E-18	0	-1,67E-18	0
16	ANGINKI	220,293	-4,300,427	0	-4,18E-18	0	2,93E-18	0
16	ANGINKA	0	6,281,738	0	6,81E-18	0	8,78E-18	0
16	ANGINKA	1,101,465	6,281,738	0	6,81E-18	0	1,28E-18	0
16	ANGINKA	220,293	6,281,738	0	6,81E-18	0	-6,22E-18	0
16	COMB1	0	-7,483,692	-0,1734534	-6,50E-17	0	-7,44E-17	0
16	COMB1	1,101,465	-7,471,455	-3,32E-17	-8,60E-17	0	8,78E-18	9,55E-02
16	COMB1	220,293	-7,459,216	0,1734534	-1,07E-16	0	1,15E-16	8,31E-17
16	COMB2	0	-6,847,432	-0,1486744	-6,09E-17	0	-6,88E-17	0
16	COMB2	1,101,465	-6,836,942	-2,84E-17	-7,89E-17	0	8,27E-18	8,19E-02
16	COMB2	220,293	-6,826,452	0,1486744	-9,69E-17	0	1,05E-16	7,12E-17
16	COMB3	0	-814,371	-0,1486744	-7,57E-17	0	-8,47E-17	0
16	COMB3	1,101,465	-8,133,221	-2,84E-17	-9,37E-17	0	8,57E-18	8,19E-02
16	COMB3	220,293	-812,273	0,1486744	-1,12E-16	0	1,22E-16	7,12E-17
16	COMB5	0	-7,406,487	-0,1486744	-6,64E-17	0	-7,69E-17	0
16	COMB5	1,101,465	-7,395,998	-2,84E-17	-8,44E-17	0	6,10E-18	8,19E-02
16	COMB5	220,293	-7,385,507	0,1486744	-1,02E-16	0	1,09E-16	7,12E-17
16	COMB4	0	-7,297,137	-0,1486744	-6,69E-17	0	-7,27E-17	0
16	COMB4	1,101,465	-7,286,648	-2,84E-17	-8,49E-17	0	1,09E-17	8,19E-02
16	COMB4	220,293	-7,276,157	0,1486744	-1,03E-16	0	1,14E-16	7,12E-17
16	COMB6	0	-6,030,806	-0,1486744	-5,21E-17	0	-5,73E-17	0
16	COMB6	1,101,465	-6,020,316	-2,84E-17	-7,01E-17	0	9,93E-18	8,19E-02
16	COMB6	220,293	-6,009,826	0,1486744	-8,81E-17	0	9,70E-17	7,12E-17
17	MATI	0	3,017,809	-0,0237804	-3,19E-18	0	-6,54E-18	0
17	MATI	1,263,576	3,022,784	6,15E-18	-6,07E-18	0	-6,88E-19	1,50E-02
17	MATI	2,527,153	3,027,758	0,0237804	-8,95E-18	0	8,80E-18	-1,64E-17
17	HIDUP	0	4,977,458	0	-1,07E-18	0	-1,39E-18	0
17	HIDUP	1,263,576	4,977,458	0	-1,07E-18	0	-3,81E-20	0
17	HIDUP	2,527,153	4,977,458	0	-1,07E-18	0	1,32E-18	0
17	ANGINKI	0	5,990,025	0	-4,04E-19	0	-8,13E-19	0

17	ANGINKI	1,263,576	5,990,025	0	-4,04E-19	0	-3,03E-19	0
17	ANGINKI	2,527,153	5,990,025	0	-4,04E-19	0	2,07E-19	0
17	ANGINKA	0	-7,155,437	0	6,68E-19	0	1,15E-18	0
17	ANGINKA	1,263,576	-7,155,437	0	6,68E-19	0	3,08E-19	0
17	ANGINKA	2,527,153	-7,155,437	0	6,68E-19	0	-5,36E-19	0
17	COMB1	0	4,224,933	-3,33E-02	-4,47E-18	0	-9,15E-18	0
17	COMB1	1,263,576	4,231,397	8,61E-18	-8,50E-18	0	-9,63E-19	2,10E-02
17	COMB1	2,527,153	4,238,861	3,33E-02	-1,25E-17	0	1,23E-17	-2,29E-17
17	COMB2	0	3,870,244	-2,85E-02	-4,36E-18	0	-8,54E-18	0
17	COMB2	1,263,576	3,876,213	7,38E-18	-7,82E-18	0	-8,44E-19	1,80E-02
17	COMB2	2,527,153	3,882,183	2,85E-02	-1,13E-17	0	1,12E-17	-1,97E-17
17	COMB3	0	4,896,967	-2,85E-02	-5,86E-18	0	-1,07E-17	0
17	COMB3	1,263,576	4,902,936	7,38E-18	-9,32E-18	0	-1,13E-18	1,80E-02
17	COMB3	2,527,153	4,908,905	2,85E-02	-1,28E-17	0	1,28E-17	-1,97E-17
17	COMB5	0	4,648,948	-2,85E-02	-4,89E-18	0	-9,60E-18	0
17	COMB5	1,263,576	4,654,916	7,38E-18	-8,34E-18	0	-1,24E-18	1,80E-02
17	COMB5	2,527,153	4,660,886	2,85E-02	-1,18E-17	0	1,15E-17	-1,97E-17
17	COMB4	0	384,533	-2,85E-02	-5,01E-18	0	-9,15E-18	0
17	COMB4	1,263,576	3,851,299	7,38E-18	-8,46E-18	0	-6,40E-19	1,80E-02
17	COMB4	2,527,153	3,857,268	2,85E-02	-1,19E-17	0	1,22E-17	-1,97E-17
17	COMB6	0	2,940,037	-2,85E-02	-3,49E-18	0	-7,04E-18	0
17	COMB6	1,263,576	2,946,006	7,38E-18	-6,95E-18	0	-4,44E-19	1,80E-02
17	COMB6	2,527,153	2,951,976	2,85E-02	-1,04E-17	0	1,05E-17	-1,97E-17
18	MATI	0	3,056,853	0,1095238	7,90E-17	0	1,34E-16	0
18	MATI	1,09	3,056,853	-2,95E-17	1,63E-16	0	2,07E-18	-5,97E-02
18	MATI	2,18	3,056,853	-0,1095238	2,47E-16	0	-2,21E-16	7,09E-17
18	HIDUP	0	4,926,534	0	2,71E-17	0	2,75E-17	0
18	HIDUP	1,09	4,926,534	0	2,71E-17	0	-2,05E-18	0
18	HIDUP	2,18	4,926,534	0	2,71E-17	0	-3,16E-17	0
18	ANGINKI	0	6,943,659	0	1,58E-17	0	2,32E-17	0
18	ANGINKI	1,09	6,943,659	0	1,58E-17	0	5,99E-18	0
18	ANGINKI	2,18	6,943,659	0	1,58E-17	0	-1,12E-17	0
18	ANGINKA	0	-6,783,617	0	-2,17E-17	0	-2,88E-17	0
18	ANGINKA	1,09	-6,783,617	0	-2,17E-17	0	-5,18E-18	0
18	ANGINKA	2,18	-6,783,617	0	-2,17E-17	0	1,85E-17	0
18	COMB1	0	4,279,595	0,1533333	1,11E-16	0	1,87E-16	0
18	COMB1	1,09	4,279,595	-4,12E-17	2,28E-16	0	2,90E-18	-8,36E-02
18	COMB1	2,18	4,279,595	-0,1533333	3,45E-16	0	-3,10E-16	9,93E-17
18	COMB2	0	3,914,551	0,1314286	1,08E-16	0	1,74E-16	0
18	COMB2	1,09	3,914,551	-3,53E-17	2,09E-16	0	1,46E-18	-7,16E-02
18	COMB2	2,18	3,914,551	-0,1314286	3,10E-16	0	-2,81E-16	8,51E-17
18	COMB3	0	5,011,963	0,1314286	1,51E-16	0	2,23E-16	0
18	COMB3	1,09	5,011,963	-3,53E-17	2,51E-16	0	4,00E-18	-7,16E-02
18	COMB3	2,18	5,011,963	-0,1314286	3,52E-16	0	-3,25E-16	8,51E-17
18	COMB5	0	4,817,227	0,1314286	1,29E-16	0	2,05E-16	0
18	COMB5	1,09	4,817,227	-3,53E-17	2,30E-16	0	9,25E-18	-7,16E-02
18	COMB5	2,18	4,817,227	-0,1314286	3,30E-16	0	-2,96E-16	8,51E-17
18	COMB4	0	391,378	0,1314286	1,21E-16	0	1,82E-16	0
18	COMB4	1,09	391,378	-3,53E-17	2,21E-16	0	-4,94E-18	-7,16E-02
18	COMB4	2,18	391,378	-0,1314286	3,22E-16	0	-3,01E-16	8,51E-17
18	COMB6	0	3,032,681	0,1314286	8,01E-17	0	1,37E-16	0
18	COMB6	1,09	3,032,681	-3,53E-17	1,81E-16	0	-5,27E-18	-7,16E-02
18	COMB6	2,18	3,032,681	-0,1314286	2,81E-16	0	-2,57E-16	8,51E-17
19	MATI	0	2,259,384	0	0	0	0	0
19	MATI	2,28	1,945,516	0	0	0	0	0
19	MATI	4,56	1,631,648	0	0	0	0	0
19	HIDUP	0	0	0	0	0	0	0



19	HIDUP	2,28	0	0	0	0	0	0
19	HIDUP	4,56	0	0	0	0	0	0
19	ANGINKI		0	0	0	0	0	0
19	ANGINKI	2,28	0	0	0	0	0	0
19	ANGINKI	4,56	0	0	0	0	0	0
19	ANGINKA		0	0	0	0	0	0
19	ANGINKA	2,28	0	0	0	0	0	0
19	ANGINKA	4,56	0	0	0	0	0	0
19	COMB1		0	3,163,137	0	0	0	0
19	COMB1	2,28		2,723,722	0	0	0	0
19	COMB1	4,56		2,284,307	0	0	0	0
19	COMB2		0	2,711,261	0	0	0	0
19	COMB2	2,28		2,334,619	0	0	0	0
19	COMB2	4,56		1,957,977	0	0	0	0
19	COMB3		0	2,711,261	0	0	0	0
19	COMB3	2,28		2,334,619	0	0	0	0
19	COMB3	4,56		1,957,977	0	0	0	0
19	COMB5		0	2,711,261	0	0	0	0
19	COMB5	2,28		2,334,619	0	0	0	0
19	COMB5	4,56		1,957,977	0	0	0	0
19	COMB4		0	2,711,261	0	0	0	0
19	COMB4	2,28		2,334,619	0	0	0	0
19	COMB4	4,56		1,957,977	0	0	0	0
19	COMB6		0	2,711,261	0	0	0	0
19	COMB6	2,28		2,334,619	0	0	0	0
19	COMB6	4,56		1,957,977	0	0	0	0
20	MATI		0	3,056,853	0,1095238	-2,47E-16	0	-2,21E-16
20	MATI	1,09		3,056,853	-2,95E-17	-1,63E-16	0	2,07E-18
20	MATI	2,18		3,056,853	-0,1095238	-7,90E-17	0	1,34E-16
20	HIDUP		0	4,926,534	0	-2,71E-17	0	-3,16E-17
20	HIDUP	1,09		4,926,534	0	-2,71E-17	0	-2,05E-18
20	HIDUP	2,18		4,926,534	0	-2,71E-17	0	2,75E-17
20	ANGINKI		0	6,943,659	0	-5,53E-18	0	-1,12E-17
20	ANGINKI	1,09		6,943,659	0	-5,53E-18	0	-5,23E-18
20	ANGINKI	2,18		6,943,659	0	-5,53E-18	0	7,98E-19
20	ANGINKA		0	-6,783,617	0	1,14E-17	0	1,85E-17
20	ANGINKA	1,09		-6,783,617	0	1,14E-17	0	6,03E-18
20	ANGINKA	2,18		-6,783,617	0	1,14E-17	0	-6,40E-18
20	COMB1		0	4,279,595	0,1533333	-3,45E-16	0	-3,10E-16
20	COMB1	1,09		4,279,595	-4,12E-17	-2,28E-16	0	2,90E-18
20	COMB1	2,18		4,279,595	-0,1533333	-1,11E-16	0	1,87E-16
20	COMB2		0	3,914,551	0,1314286	-3,10E-16	0	-2,81E-16
20	COMB2	1,09		3,914,551	-3,53E-17	-2,09E-16	0	1,46E-18
20	COMB2	2,18		3,914,551	-0,1314286	-1,08E-16	0	1,74E-16
20	COMB3		0	5,011,963	0,1314286	-3,44E-16	0	-3,25E-16
20	COMB3	1,09		5,011,963	-3,53E-17	-2,43E-16	0	-4,97E-18
20	COMB3	2,18		5,011,963	-0,1314286	-1,43E-16	0	2,05E-16
20	COMB5		0	4,817,227	0,1314286	-3,17E-16	0	-2,96E-16
20	COMB5	1,09		4,817,227	-3,53E-17	-2,16E-16	0	-5,33E-18
20	COMB5	2,18		4,817,227	-0,1314286	-1,16E-16	0	1,75E-16
20	COMB4		0	391,378	0,1314286	-3,30E-16	0	-3,01E-16
20	COMB4	1,09		391,378	-3,53E-17	-2,30E-16	0	4,03E-18
20	COMB4	2,18		391,378	-0,1314286	-1,29E-16	0	2,00E-16
20	COMB6		0	3,032,681	0,1314286	-2,95E-16	0	-2,57E-16
20	COMB6	1,09		3,032,681	-3,53E-17	-1,94E-16	0	9,30E-18
20	COMB6	2,18		3,032,681	-0,1314286	-9,35E-17	0	1,66E-16
21	MATI		0	-5,328,011	-0,1238953	7,65E-17	0	8,22E-17

21	MATI	1,101,465	-5,336,753	-2,37E-17	6,15E-17	0	6,27E-18	6,82E-02
21	MATI	220,293	-5,345,494	0,1238953	4,65E-17	0	-5,32E-17	5,93E-17
21	HIDUP	0	-8,656,767		0 1,04E-17	0	1,29E-17	0
21	HIDUP	1,101,465	-8,656,767		0 1,04E-17	0	1,49E-18	0
21	HIDUP	220,293	-8,656,767		0 1,04E-17	0	-9,94E-18	0
21	ANGINKI	0	-0,8931363		0 4,20E-19	0	2,72E-18	0
21	ANGINKI	1,101,465	-0,8931363		0 4,20E-19	0	2,26E-18	0
21	ANGINKI	220,293	-0,8931363		0 4,20E-19	0	1,79E-18	0
21	ANGINKA	0	2,874,447		0 -3,05E-18	0	-6,02E-18	0
21	ANGINKA	1,101,465	2,874,447		0 -3,05E-18	0	-2,65E-18	0
21	ANGINKA	220,293	2,874,447		0 -3,05E-18	0	7,12E-19	0
21	COMB1	0	-7,459,216	-0,1734534	1,07E-16	0	1,15E-16	0
21	COMB1	1,101,465	-7,471,455	-3,32E-17	8,60E-17	0	8,78E-18	9,55E-02
21	COMB1	220,293	-7,483,692	0,1734534	6,50E-17	0	-7,44E-17	8,31E-17
21	COMB2	0	-6,826,452	-0,1486744	9,69E-17	0	1,05E-16	0
21	COMB2	1,101,465	-6,836,942	-2,84E-17	7,89E-17	0	8,27E-18	8,19E-02
21	COMB2	220,293	-6,847,432	0,1486744	6,09E-17	0	-6,88E-17	7,12E-17
21	COMB3	0	-7,850,147	-0,1486744	1,09E-16	0	1,22E-16	0
21	COMB3	1,101,465	-7,860,638	-2,84E-17	9,07E-17	0	1,17E-17	8,19E-02
21	COMB3	220,293	-7,871,127	0,1486744	7,27E-17	0	-7,83E-17	7,12E-17
21	COMB5	0	-694,256	-0,1486744	9,75E-17	0	1,09E-16	0
21	COMB5	1,101,465	-695,305	-2,84E-17	7,95E-17	0	1,12E-17	8,19E-02
21	COMB5	220,293	-6,963,539	0,1486744	6,15E-17	0	-6,64E-17	7,12E-17
21	COMB4	0	-754,874	-0,1486744	1,06E-16	0	1,15E-16	0
21	COMB4	1,101,465	-7,559,231	-2,84E-17	8,79E-17	0	7,79E-18	8,19E-02
21	COMB4	220,293	-756,972	0,1486744	6,99E-17	0	-7,91E-17	7,12E-17
21	COMB6	0	-6,452,774	-0,1486744	9,30E-17	0	9,73E-17	0
21	COMB6	1,101,465	-6,463,264	-2,84E-17	7,50E-17	0	4,82E-18	8,19E-02
21	COMB6	220,293	-6,473,753	0,1486744	5,70E-17	0	-6,78E-17	7,12E-17
22	MATI	0	3,027,758	-0,0237804	8,95E-18	0	8,80E-18	0
22	MATI	1,263,576	3,022,784	6,15E-18	6,07E-18	0	-6,88E-19	1,50E-02
22	MATI	2,527,153	3,017,809	0,0237804	3,19E-18	0	-6,54E-18	-1,64E-17
22	HIDUP	0	4,977,458		0 1,07E-18	0	1,32E-18	0
22	HIDUP	1,263,576	4,977,458		0 1,07E-18	0	-3,81E-20	0
22	HIDUP	2,527,153	4,977,458		0 1,07E-18	0	-1,39E-18	0
22	ANGINKI	0	-2,570,705		0 1,39E-19	0	4,16E-19	0
22	ANGINKI	1,263,576	-2,570,705		0 1,39E-19	0	2,40E-19	0
22	ANGINKI	2,527,153	-2,570,705		0 1,39E-19	0	6,49E-20	0
22	ANGINKA	0	1,405,293		0 -4,03E-19	0	-7,45E-19	0
22	ANGINKA	1,263,576	1,405,293		0 -4,03E-19	0	-2,36E-19	0
22	ANGINKA	2,527,153	1,405,293		0 -4,03E-19	0	2,74E-19	0
22	COMB1	0	4,238,861	-3,33E-02	1,25E-17	0	1,23E-17	0
22	COMB1	1,263,576	4,231,897	8,61E-18	8,50E-18	0	-9,63E-19	2,10E-02
22	COMB1	2,527,153	4,224,933	3,33E-02	4,47E-18	0	-9,15E-18	-2,29E-17
22	COMB2	0	3,882,183	-2,85E-02	1,13E-17	0	1,12E-17	0
22	COMB2	1,263,576	3,876,213	7,38E-18	7,82E-18	0	-8,44E-19	1,80E-02
22	COMB2	2,527,153	3,870,244	2,85E-02	4,36E-18	0	-8,54E-18	-1,97E-17
22	COMB3	0	4,224,047	-2,85E-02	1,26E-17	0	1,30E-17	0
22	COMB3	1,263,576	4,218,077	7,38E-18	9,11E-18	0	-6,94E-19	1,80E-02
22	COMB3	2,527,153	4,212,108	2,85E-02	5,65E-18	0	-1,00E-17	-1,97E-17
22	COMB5	0	3,547,991	-2,85E-02	1,15E-17	0	1,18E-17	0
22	COMB5	1,263,576	3,542,022	7,38E-18	8,00E-18	0	-5,32E-19	1,80E-02
22	COMB5	2,527,153	3,536,053	2,85E-02	4,54E-18	0	-8,46E-18	-1,97E-17
22	COMB4	0	4,542,126	-2,85E-02	1,21E-17	0	1,21E-17	0
22	COMB4	1,263,576	4,536,157	7,38E-18	8,68E-18	0	-1,07E-18	1,80E-02
22	COMB4	2,527,153	4,530,188	2,85E-02	5,22E-18	0	-9,85E-18	-1,97E-17
22	COMB6	0	4,064,871	-2,85E-02	1,08E-17	0	1,03E-17	0

22	COMB6	1,263,576	4,058,901	7,38E-18	7,30E-18	0	-1,15E-18	1,80E-02	
22	COMB6	2,527,153	4,052,932	2,85E-02	3,84E-18	0	-8,19E-18	-1,97E-17	
23	MATI	0	-3,629,393	-1,55E-02	1,10E-17	0	7,99E-18	0	
23	MATI	0,6172925	-3,651,428	-6,69E-19	9,16E-18	0	1,76E-18	4,78E-03	
23	MATI	1,234,585	-3,673,463	1,55E-02	7,28E-18	0	-3,32E-18	6,08E-19	
23	HIDUP	0	-0,8170947		0	1,19E-18	0	1,11E-18	0
23	HIDUP	0,6172925	-0,8170947		0	1,19E-18	0	3,73E-19	0
23	HIDUP	1,234,585	-0,8170947		0	1,19E-18	0	-3,62E-19	0
23	ANGINKI	0	1,192,277		0	3,14E-19	0	1,48E-19	0
23	ANGINKI	0,6172925	1,192,277		0	3,14E-19	0	-4,56E-20	0
23	ANGINKI	1,234,585	1,192,277		0	3,14E-19	0	-2,39E-19	0
23	ANGINKA	0	-0,8942081		0	-5,72E-19	0	-3,95E-19	0
23	ANGINKA	0,6172925	-0,8942081		0	-5,72E-19	0	-4,19E-20	0
23	ANGINKA	1,234,585	-0,8942081		0	-5,72E-19	0	3,11E-19	0
23	COMB1	0	-508,115	-2,17E-02	1,54E-17	0	1,12E-17	0	0
23	COMB1	0,6172925	-5,111,999	-9,36E-19	1,28E-17	0	2,46E-18	6,69E-03	0
23	COMB1	1,234,585	-5,142,848	2,17E-02	1,02E-17	0	-4,64E-18	8,51E-19	0
23	COMB2	0	-4,763,819	-1,86E-02	1,38E-17	0	1,01E-17	0	0
23	COMB2	0,6172925	-4,790,261	-8,03E-19	1,16E-17	0	2,30E-18	5,74E-03	0
23	COMB2	1,234,585	-4,816,703	1,86E-02	9,33E-18	0	-4,16E-18	7,29E-19	0
23	COMB3	0	-4,708,801	-1,86E-02	1,54E-17	0	1,15E-17	0	0
23	COMB3	0,6172925	-4,735,243	-8,03E-19	1,31E-17	0	2,67E-18	5,74E-03	0
23	COMB3	1,234,585	-4,761,685	1,86E-02	1,09E-17	0	-4,75E-18	7,29E-19	0
23	COMB5	0	-3,213,858	-1,86E-02	1,42E-17	0	1,03E-17	0	0
23	COMB5	0,6172925	-32,403	-8,03E-19	1,20E-17	0	2,24E-18	5,74E-03	0
23	COMB5	1,234,585	-3,266,742	1,86E-02	9,74E-18	0	-4,47E-18	7,29E-19	0
23	COMB4	0	-6,377,989	-1,86E-02	1,47E-17	0	1,10E-17	0	0
23	COMB4	0,6172925	-6,404,431	-8,03E-19	1,24E-17	0	2,67E-18	5,74E-03	0
23	COMB4	1,234,585	-6,430,873	1,86E-02	1,02E-17	0	-4,31E-18	7,29E-19	0
23	COMB6	0	-592,629	-1,86E-02	1,31E-17	0	9,63E-18	0	0
23	COMB6	0,6172925	-5,952,732	-8,03E-19	1,08E-17	0	2,24E-18	5,74E-03	0
23	COMB6	1,234,585	-5,979,174	1,86E-02	8,59E-18	0	-3,76E-18	7,29E-19	0
24	MATI	0	-5,585,009	-0,1238953	-8,83E-18	0	-4,52E-17	0	0
24	MATI	1,101,465	-559,375	-4,93E-19	-2,38E-17	0	-2,72E-17	6,82E-02	0
24	MATI	220,293	-5,602,491	0,1238953	-3,88E-17	0	7,34E-18	-1,15E-18	0
24	HIDUP	0	-923,186		0	-4,42E-18	0	-8,83E-18	0
24	HIDUP	1,101,465	-923,186		0	-4,42E-18	0	-3,96E-18	0
24	HIDUP	220,293	-923,186		0	-4,42E-18	0	9,16E-19	0
24	ANGINKI	0	-1,324,336		0	1,57E-18	0	1,94E-18	0
24	ANGINKI	1,101,465	-1,324,336		0	1,57E-18	0	2,10E-19	0
24	ANGINKI	220,293	-1,324,336		0	1,57E-18	0	-1,52E-18	0
24	ANGINKA	0	3,197,847		0	-3,15E-19	0	3,17E-19	0
24	ANGINKA	1,101,465	3,197,847		0	-3,15E-19	0	6,63E-19	0
24	ANGINKA	220,293	3,197,847		0	-3,15E-19	0	1,01E-18	0
24	COMB1	0	-7,819,012	-0,1734534	-1,24E-17	0	-6,32E-17	0	0
24	COMB1	1,101,465	-783,125	-6,91E-19	-3,34E-17	0	-3,80E-17	9,55E-02	0
24	COMB1	220,293	-7,843,488	0,1734534	-5,44E-17	0	1,03E-17	-1,61E-18	0
24	COMB2	0	-7,163,603	-0,1486744	-1,28E-17	0	-5,86E-17	0	0
24	COMB2	1,101,465	-7,174,093	-5,92E-19	-3,08E-17	0	-3,46E-17	8,19E-02	0
24	COMB2	220,293	-7,184,583	0,1486744	-4,88E-17	0	9,27E-18	-1,38E-18	0
24	COMB3	0	-8,285,055	-0,1486744	-1,64E-17	0	-6,68E-17	0	0
24	COMB3	1,101,465	-8,295,544	-5,92E-19	-3,44E-17	0	-3,88E-17	8,19E-02	0
24	COMB3	220,293	-8,306,034	0,1486744	-5,24E-17	0	9,06E-18	-1,38E-18	0
24	COMB5	0	-7,335,767	-0,1486744	-1,08E-17	0	-5,61E-17	0	0
24	COMB5	1,101,465	-7,346,257	-5,92E-19	-2,88E-17	0	-3,43E-17	8,19E-02	0
24	COMB5	220,293	-7,356,746	0,1486744	-4,68E-17	0	7,29E-18	-1,38E-18	0
24	COMB4	0	-792,328	-0,1486744	-1,79E-17	0	-6,81E-17	0	0

24	COMB4	1,101,465	-793,377	-5,92E-19	-3,59E-17	0	-3,84E-17	8,19E-02
24	COMB4	220,293	-794,426	0,1486744	-5,39E-17	0	1,11E-17	-1,38E-18
24	COMB6	0	-6,747,883	-0,1486744	-1,32E-17	0	-5,82E-17	0
24	COMB6	1,101,465	-6,758,373	-5,92E-19	-3,12E-17	0	-3,37E-17	8,19E-02
24	COMB6	220,293	-6,768,862	0,1486744	-4,92E-17	0	1,06E-17	-1,38E-18
25	MATI	0	3,834,559	-5,48E-02	7,17E-18	0	2,06E-18	0
25	MATI	1,261,715	3,828,887	1,47E-17	5,40E-19	0	-2,80E-18	3,45E-02
25	MATI	252,343	3,823,215	5,48E-02	-6,09E-18	0	7,00E-19	-3,49E-17
25	HIDUP	0	0,8350505		0 1,23E-19	0	-4,51E-20	0
25	HIDUP	1,261,715	0,8350505		0 1,23E-19	0	-2,01E-19	0
25	HIDUP	252,343	0,8350505		0 1,23E-19	0	-3,56E-19	0
25	ANGINKI	0	-1,218,478		0 -1,87E-20	0	-2,56E-20	0
25	ANGINKI	1,261,715	-1,218,478		0 -1,87E-20	0	-2,02E-21	0
25	ANGINKI	252,343	-1,218,478		0 -1,87E-20	0	2,15E-20	0
25	ANGINKA	0	0,9138585		0 -4,13E-22	0	4,32E-20	0
25	ANGINKA	1,261,715	0,9138585		0 -4,13E-22	0	4,37E-20	0
25	ANGINKA	252,343	0,9138585		0 -4,13E-22	0	4,42E-20	0
25	COMB1	0	5,368,383	-7,67E-02	1,00E-17	0	2,89E-18	0
25	COMB1	1,261,715	5,360,442	2,05E-17	7,56E-19	0	-3,92E-18	4,84E-02
25	COMB1	252,343	53,525	7,67E-02	-8,53E-18	0	9,80E-19	-4,88E-17
25	COMB2	0	5,018,997	-6,57E-02	8,67E-18	0	2,45E-18	0
25	COMB2	1,261,715	5,012,189	1,76E-17	7,09E-19	0	-3,46E-18	4,15E-02
25	COMB2	252,343	5,005,383	6,57E-02	-7,25E-18	0	6,62E-19	-4,19E-17
25	COMB3	0	496,277	-6,57E-02	8,79E-18	0	2,38E-18	0
25	COMB3	1,261,715	4,955,963	1,76E-17	8,30E-19	0	-3,69E-18	4,15E-02
25	COMB3	252,343	4,949,156	6,57E-02	-7,13E-18	0	2,87E-19	-4,19E-17
25	COMB5	0	3,434,975	-6,57E-02	8,64E-18	0	2,42E-18	0
25	COMB5	1,261,715	3,428,168	1,76E-17	6,85E-19	0	-3,47E-18	4,15E-02
25	COMB5	252,343	3,421,361	6,57E-02	-7,27E-18	0	6,90E-19	-4,19E-17
25	COMB4	0	6,668,639	-6,57E-02	8,80E-18	0	2,44E-18	0
25	COMB4	1,261,715	6,661,832	1,76E-17	8,45E-19	0	-3,65E-18	4,15E-02
25	COMB4	252,343	6,655,025	6,57E-02	-7,11E-18	0	3,05E-19	-4,19E-17
25	COMB6	0	6,207,013	-6,57E-02	8,67E-18	0	2,51E-18	0
25	COMB6	1,261,715	6,200,206	1,76E-17	7,09E-19	0	-3,41E-18	4,15E-02
25	COMB6	252,343	6,193,398	6,57E-02	-7,25E-18	0	7,19E-19	-4,19E-17
26	MATI	0	2,631,621	-0,0237804	-2,62E-18	0	-5,28E-18	0
26	MATI	1,263,576	2,626,646	1,06E-17	-5,50E-18	0	-1,59E-19	1,50E-02
26	MATI	2,527,153	2,621,672	0,0237804	-8,37E-18	0	8,60E-18	-2,61E-17
26	HIDUP	0	4,141,177		0 -8,55E-19	0	-9,85E-19	0
26	HIDUP	1,263,576	4,141,177		0 -8,55E-19	0	9,51E-20	0
26	HIDUP	2,527,153	4,141,177		0 -8,55E-19	0	1,18E-18	0
26	ANGINKI	0	-135,043		0 2,96E-19	0	3,30E-19	0
26	ANGINKI	1,263,576	-135,043		0 2,96E-19	0	-4,48E-20	0
26	ANGINKI	2,527,153	-135,043		0 2,96E-19	0	-4,19E-19	0
26	ANGINKA	0	0,4900868		0 -7,80E-20	0	-8,08E-20	0
26	ANGINKA	1,263,576	0,4900868		0 -7,80E-20	0	1,78E-20	0
26	ANGINKA	2,527,153	0,4900868		0 -7,80E-20	0	1,16E-19	0
26	COMB1	0	3,684,269	-3,33E-02	-3,66E-18	0	-7,40E-18	0
26	COMB1	1,263,576	3,677,305	1,49E-17	-7,69E-18	0	-2,23E-19	2,10E-02
26	COMB1	2,527,153	3,670,341	3,33E-02	-1,17E-17	0	1,20E-17	-3,65E-17
26	COMB2	0	3,365,004	-2,85E-02	-3,57E-18	0	-6,83E-18	0
26	COMB2	1,263,576	3,359,034	1,27E-17	-7,02E-18	0	-1,44E-19	1,80E-02
26	COMB2	2,527,153	3,353,065	2,85E-02	-1,05E-17	0	1,09E-17	-3,13E-17
26	COMB3	0	3,712,498	-2,85E-02	-4,27E-18	0	-7,65E-18	0
26	COMB3	1,263,576	370,653	1,27E-17	-7,73E-18	0	-7,51E-20	1,80E-02
26	COMB3	2,527,153	370,056	2,85E-02	-1,12E-17	0	1,19E-17	-3,13E-17
26	COMB5	0	3,189,448	-2,85E-02	-3,18E-18	0	-6,40E-18	0

26	COMB5	1,263,576	3,183,479	1,27E-17	-6,64E-18	0	-2,02E-19	1,80E-02
26	COMB5	2,527,153	3,177,509	2,85E-02	-1,01E-17	0	1,04E-17	-3,13E-17
26	COMB4	0	385,974	-2,85E-02	-4,57E-18	0	-7,98E-18	0
26	COMB4	1,263,576	3,853,771	1,27E-17	-8,02E-18	0	-2,50E-20	1,80E-02
26	COMB4	2,527,153	3,847,802	2,85E-02	-1,15E-17	0	1,23E-17	-3,13E-17
26	COMB6	0	3,428,715	-2,85E-02	-3,67E-18	0	-6,94E-18	0
26	COMB6	1,263,576	3,422,746	1,27E-17	-7,12E-18	0	-1,21E-19	1,80E-02
26	COMB6	2,527,153	3,416,776	2,85E-02	-1,06E-17	0	1,11E-17	-3,13E-17
27	MATI	0	-1,100,555	-7,13E-02	2,31E-17	0	1,21E-17	0
27	MATI	1,234,585	-1,110,704	9,41E-18	1,45E-17	0	-1,11E-17	4,40E-02
27	MATI	246,917	-1,120,852	7,13E-02	5,82E-18	0	-2,36E-17	-1,11E-17
27	HIDUP	0	-2,022,374		0 2,35E-18	0	1,42E-18	0
27	HIDUP	1,234,585	-2,022,374		0 2,35E-18	0	-1,48E-18	0
27	HIDUP	246,917	-2,022,374		0 2,35E-18	0	-4,39E-18	0
27	ANGINKI	0	2,989,122		0 -1,04E-18	0	-1,07E-18	0
27	ANGINKI	1,234,585	2,989,122		0 -1,04E-18	0	2,15E-19	0
27	ANGINKI	246,917	2,989,122		0 -1,04E-18	0	1,50E-18	0
27	ANGINKA	0	-2,246,492		0 4,31E-19	0	6,62E-19	0
27	ANGINKA	1,234,585	-2,246,492		0 4,31E-19	0	1,30E-19	0
27	ANGINKA	246,917	-2,246,492		0 4,31E-19	0	-4,02E-19	0
27	COMB1	0	-1,540,778	-9,99E-02	3,23E-17	0	1,69E-17	0
27	COMB1	1,234,585	-1,554,986	1,32E-17	2,02E-17	0	-1,55E-17	6,17E-02
27	COMB1	246,917	-1,569,193	9,99E-02	8,14E-18	0	-3,30E-17	-1,56E-17
27	COMB2	0	-1,421,785	-8,56E-02	2,89E-17	0	1,52E-17	0
27	COMB2	1,234,585	-1,433,963	1,13E-17	1,85E-17	0	-1,40E-17	5,28E-02
27	COMB2	246,917	-1,446,142	8,56E-02	8,16E-18	0	-3,05E-17	-1,34E-17
27	COMB3	0	-1,405,117	-8,56E-02	3,06E-17	0	1,59E-17	0
27	COMB3	1,234,585	-1,417,295	1,13E-17	2,03E-17	0	-1,55E-17	5,28E-02
27	COMB3	246,917	-1,429,473	8,56E-02	9,91E-18	0	-3,41E-17	-1,34E-17
27	COMB5	0	-1,033,199	-8,56E-02	2,75E-17	0	1,38E-17	0
27	COMB5	1,234,585	-1,045,378	1,13E-17	1,72E-17	0	-1,38E-17	5,28E-02
27	COMB5	246,917	-1,057,556	8,56E-02	6,80E-18	0	-2,86E-17	-1,34E-17
27	COMB4	0	-1,823,966	-8,56E-02	3,18E-17	0	1,73E-17	0
27	COMB4	1,234,585	-1,836,144	1,13E-17	2,15E-17	0	-1,56E-17	5,28E-02
27	COMB4	246,917	-1,848,322	8,56E-02	1,11E-17	0	-3,57E-17	-1,34E-17
27	COMB6	0	-1,713,829	-8,56E-02	2,95E-17	0	1,61E-17	0
27	COMB6	1,234,585	-1,726,007	1,13E-17	1,91E-17	0	-1,39E-17	5,28E-02
27	COMB6	246,917	-1,738,186	8,56E-02	8,72E-18	0	-3,10E-17	-1,34E-17
28	MATI	0	-6,241,504	-0,1238953	2,64E-17	0	1,85E-17	0
28	MATI	1,101,465	-6,250,246	-1,61E-17	1,14E-17	0	-2,23E-18	6,82E-02
28	MATI	220,293	-6,258,987	0,1238953	-3,65E-18	0	-6,48E-18	3,18E-17
28	HIDUP	0	-1,014,081		0 1,71E-18	0	1,92E-18	0
28	HIDUP	1,101,465	-1,014,081		0 1,71E-18	0	3,81E-20	0
28	HIDUP	220,293	-1,014,081		0 1,71E-18	0	-1,84E-18	0
28	ANGINKI	0	-1,217,508		0 -1,58E-18	0	-2,57E-18	0
28	ANGINKI	1,101,465	-1,217,508		0 -1,58E-18	0	-8,29E-19	0
28	ANGINKI	220,293	-1,217,508		0 -1,58E-18	0	9,14E-19	0
28	ANGINKA	0	3,111,522		0 9,81E-19	0	1,75E-18	0
28	ANGINKA	1,101,465	3,111,522		0 9,81E-19	0	6,67E-19	0
28	ANGINKA	220,293	3,111,522		0 9,81E-19	0	-4,14E-19	0
28	COMB1	0	-8,738,105	-0,1734534	3,69E-17	0	2,60E-17	0
28	COMB1	1,101,465	-8,750,344	-2,26E-17	1,59E-17	0	-3,13E-18	9,55E-02
28	COMB1	220,293	-8,762,582	0,1734534	-5,11E-18	0	-9,07E-18	4,46E-17
28	COMB2	0	-7,996,844	-0,1486744	3,25E-17	0	2,32E-17	0
28	COMB2	1,101,465	-8,007,335	-1,94E-17	1,45E-17	0	-2,66E-18	8,19E-02
28	COMB2	220,293	-8,017,825	0,1486744	-3,53E-18	0	-8,69E-18	3,82E-17
28	COMB3	0	-9,209,734	-0,1486744	3,31E-17	0	2,33E-17	0

28	COMB3	1,101,465	-9,220,224	-1,94E-17	1,51E-17	0	-3,28E-18	8,19E-02
28	COMB3	220,293	-9,230,714	0,1486744	-2,92E-18	0	-9,99E-18	3,82E-17
28	COMB5	0	-8,155,121	-0,1486744	3,04E-17	0	1,99E-17	0
28	COMB5	1,101,465	-8,165,611	-1,94E-17	1,24E-17	0	-3,74E-18	8,19E-02
28	COMB5	220,293	-81,761	0,1486744	-5,58E-18	0	-7,51E-18	3,82E-17
28	COMB4	0	-8,863,412	-0,1486744	3,51E-17	0	2,67E-17	0
28	COMB4	1,101,465	-8,873,901	-1,94E-17	1,71E-17	0	-2,09E-18	8,19E-02
28	COMB4	220,293	-8,884,391	0,1486744	-8,64E-19	0	-1,11E-17	3,82E-17
28	COMB6	0	-7,592,347	-0,1486744	3,38E-17	0	2,55E-17	0
28	COMB6	1,101,465	-7,602,837	-1,94E-17	1,58E-17	0	-1,79E-18	8,19E-02
28	COMB6	220,293	-7,613,326	0,1486744	-2,25E-18	0	-9,23E-18	3,82E-17
29	MATI	0	9,082,366	-1,85E-02	2,76E-18	0	1,60E-18	0
29	MATI	1,377,216	9,025,206	1,84E-18	5,19E-19	0	-6,62E-19	1,28E-02
29	MATI	2,754,433	8,968,046	1,85E-02	-1,73E-18	0	1,69E-19	-6,12E-18
29	HIDUP	0	1,329,416		0 6,58E-20	0	6,57E-20	0
29	HIDUP	1,377,216	1,329,416		0 6,58E-20	0	-2,50E-20	0
29	HIDUP	2,754,433	1,329,416		0 6,58E-20	0	-1,16E-19	0
29	ANGINKI	0	-200,348		0 4,86E-20	0	4,58E-22	0
29	ANGINKI	1,377,216	-200,348		0 4,86E-20	0	-6,65E-20	0
29	ANGINKI	2,754,433	-200,348		0 4,86E-20	0	-1,33E-19	0
29	ANGINKA	0	151,037		0 -6,74E-20	0	-3,18E-20	0
29	ANGINKA	1,377,216	151,037		0 -6,74E-20	0	6,10E-20	0
29	ANGINKA	2,754,433	151,037		0 -6,74E-20	0	1,54E-19	0
29	COMB1	0	1,271,531	-2,80E-02	3,87E-18	0	2,24E-18	0
29	COMB1	1,377,216	1,263,529	2,57E-18	7,27E-19	0	-9,27E-19	1,79E-02
29	COMB1	2,754,433	1,255,526	2,60E-02	-2,42E-18	0	2,37E-19	-8,57E-18
29	COMB2	0	1,156,355	-2,23E-02	3,35E-18	0	1,95E-18	0
29	COMB2	1,377,216	1,149,495	2,21E-18	6,56E-19	0	-8,07E-19	1,53E-02
29	COMB2	2,754,433	1,142,636	2,23E-02	-2,04E-18	0	1,46E-19	-7,35E-18
29	COMB3	0	1,142,312	-2,23E-02	3,46E-18	0	2,02E-18	0
29	COMB3	1,377,216	1,135,453	2,21E-18	7,67E-19	0	-8,88E-19	1,53E-02
29	COMB3	2,754,433	1,128,594	2,23E-02	-1,93E-18	0	-8,84E-20	-7,35E-18
29	COMB5	0	8,959,023	-2,23E-02	3,41E-18	0	1,95E-18	0
29	COMB5	1,377,216	889,043	2,21E-18	7,19E-19	0	-8,94E-19	1,53E-02
29	COMB5	2,754,433	8,821,838	2,23E-02	-1,98E-18	0	-2,80E-20	-7,35E-18
29	COMB4	0	142,342	-2,23E-02	3,37E-18	0	2,00E-18	0
29	COMB4	1,377,216	1,416,561	2,21E-18	6,74E-19	0	-7,86E-19	1,53E-02
29	COMB4	2,754,433	1,409,702	2,23E-02	-2,02E-18	0	1,41E-19	-7,35E-18
29	COMB6	0	1,352,703	-2,23E-02	3,26E-18	0	1,91E-18	0
29	COMB6	1,377,216	1,345,844	2,21E-18	5,68E-19	0	-7,28E-19	1,53E-02
29	COMB6	2,754,433	1,338,984	2,23E-02	-2,13E-18	0	3,45E-19	-7,35E-18
30	MATI	0	4,991,331	0,1140454	-1,69E-16	0	-6,26E-17	0
30	MATI	1,173,978	4,994,345	3,92E-17	-8,15E-17	0	8,43E-17	-6,69E-02
30	MATI	2,347,957	499,736	-0,1140454	5,81E-18	0	1,29E-16	-9,70E-17
30	HIDUP	0	8,146,208		0 -1,35E-17	0	-5,10E-18	0
30	HIDUP	1,173,978	8,146,208		0 -1,35E-17	0	1,08E-17	0
30	HIDUP	2,347,957	8,146,208		0 -1,35E-17	0	2,66E-17	0
30	ANGINKI	0	48,016		0 -9,37E-20	0	8,82E-19	0
30	ANGINKI	1,173,978	48,016		0 -9,37E-20	0	9,92E-19	0
30	ANGINKI	2,347,957	48,016		0 -9,37E-20	0	1,10E-18	0
30	ANGINKA	0	-5,461,632		0 2,89E-18	0	3,16E-19	0
30	ANGINKA	1,173,978	-5,461,632		0 2,89E-18	0	-3,08E-18	0
30	ANGINKA	2,347,957	-5,461,632		0 2,89E-18	0	-6,48E-18	0
30	COMB1	0	6,987,864	0,1596636	-2,36E-16	0	-8,77E-17	0
30	COMB1	1,173,978	6,992,084	5,48E-17	-1,14E-16	0	1,18E-16	-9,37E-02
30	COMB1	2,347,957	6,996,304	-0,1596636	8,14E-18	0	1,80E-16	-1,36E-16
30	COMB2	0	6,396,908	0,1368545	-2,09E-16	0	-7,77E-17	0

30	COMB2	1,173,978	6,400,525	4,70E-17	-1,05E-16	0	1,07E-16	-8,03E-02
30	COMB2	2,347,957	6,404,142	-0,136854E	2,16E-19	0	1,68E-16	-1,16E-16
30	COMB3	0	7,677,119	0,1368545	-2,24E-16	0	-8,26E-17	0
30	COMB3	1,173,978	7,680,736	4,70E-17	-1,20E-16	0	1,19E-16	-8,03E-02
30	COMB3	2,347,957	7,684,353	-0,136854E	-1,47E-17	0	1,98E-16	-1,16E-16
30	COMB5	0	7,021,116	0,1368545	-2,09E-16	0	-7,66E-17	0
30	COMB5	1,173,978	7,024,733	4,70E-17	-1,05E-16	0	1,08E-16	-8,03E-02
30	COMB5	2,347,957	702,835	-0,136854E	9,38E-20	0	1,69E-16	-1,16E-16
30	COMB4	0	685,606	0,1368545	-2,22E-16	0	-8,31E-17	0
30	COMB4	1,173,978	6,859,677	4,70E-17	-1,17E-16	0	1,16E-16	-8,03E-02
30	COMB4	2,347,957	6,863,294	-0,136854E	-1,23E-17	0	1,92E-16	-1,16E-16
30	COMB6	0	5,686,896	0,1368545	-2,06E-16	0	-7,73E-17	0
30	COMB6	1,173,978	5,690,513	4,70E-17	-1,01E-16	0	1,03E-16	-8,03E-02
30	COMB6	2,347,957	569,413	-0,136854E	3,98E-18	0	1,59E-16	-1,16E-16
31	MATI	0	-6,262,482	-2,07E-02	-2,96E-18	0	-3,50E-18	0
31	MATI	0,8253787	-6,233,029	-2,60E-18	-5,47E-18	0	-2,31E-20	8,55E-03
31	MATI	1,650,757	-6,203,577	2,07E-02	-7,98E-18	0	5,53E-18	4,55E-18
31	HIDUP	0	-1,191,951	0	-8,83E-19	0	-6,81E-19	0
31	HIDUP	0,8253787	-1,191,951	0	-8,83E-19	0	4,73E-20	0
31	HIDUP	1,650,757	-1,191,951	0	-8,83E-19	0	7,76E-19	0
31	ANGINKI	0	1,796,316	0	9,50E-19	0	7,72E-19	0
31	ANGINKI	0,8253787	1,796,316	0	9,50E-19	0	-1,17E-20	0
31	ANGINKI	1,650,757	1,796,316	0	9,50E-19	0	-7,96E-19	0
31	ANGINKA	0	-1,354,195	0	-6,63E-19	0	-5,51E-19	0
31	ANGINKA	0,8253787	-1,354,195	0	-6,63E-19	0	-3,15E-21	0
31	ANGINKA	1,650,757	-1,354,195	0	-6,63E-19	0	5,44E-19	0
31	COMB1	0	-8,767,474	-2,90E-02	-4,15E-18	0	-4,90E-18	0
31	COMB1	0,8253787	-8,726,241	-3,64E-18	-7,66E-18	0	-3,23E-20	1,20E-02
31	COMB1	1,650,757	-8,685,007	2,90E-02	-1,12E-17	0	7,74E-18	6,37E-18
31	COMB2	0	-8,110,953	-2,49E-02	-4,00E-18	0	-4,54E-18	0
31	COMB2	0,8253787	-8,075,611	-3,12E-18	-7,01E-18	0	-4,08E-21	0,0102641
31	COMB2	1,650,757	-8,040,267	2,49E-02	-1,00E-17	0	7,02E-18	5,46E-18
31	COMB3	0	-7,985,047	-2,49E-02	-4,21E-18	0	-4,68E-18	0
31	COMB3	0,8253787	-7,949,704	-3,12E-18	-7,22E-18	0	3,86E-20	0,0102641
31	COMB3	1,650,757	-7,914,361	2,49E-02	-1,02E-17	0	7,24E-18	5,46E-18
31	COMB5	0	-5,775,743	-2,49E-02	-2,76E-18	0	-3,54E-18	0
31	COMB5	0,8253787	-57,404	-3,12E-18	-5,77E-18	0	-1,93E-20	0,0102641
31	COMB5	1,650,757	-5,705,057	2,49E-02	-8,78E-18	0	5,99E-18	5,46E-18
31	COMB4	0	-1,050,546	-2,49E-02	-5,50E-18	0	-5,74E-18	0
31	COMB4	0,8253787	-1,047,011	-3,12E-18	-8,51E-18	0	4,54E-20	0,0102641
31	COMB4	1,650,757	-1,043,477	2,49E-02	-1,15E-17	0	8,31E-18	5,46E-18
31	COMB6	0	-9,871,407	-2,49E-02	-4,86E-18	0	-5,26E-18	0
31	COMB6	0,8253787	-9,836,064	-3,12E-18	-7,87E-18	0	-8,18E-21	0,0102641
31	COMB6	1,650,757	-980,072	2,49E-02	-1,09E-17	0	7,73E-18	5,46E-18
32	MATI	0	-7,222,358	-0,123207	3,52E-17	0	-6,94E-19	0
32	MATI	1,097,383	-72,311	-5,91E-18	2,03E-17	0	-3,12E-17	6,76E-02
32	MATI	2,194,767	-7,239,841	0,123207	5,40E-18	0	-4,53E-17	8,17E-18
32	HIDUP	0	-1,178,987	0	3,58E-18	0	-8,20E-19	0
32	HIDUP	1,097,383	-1,178,987	0	3,58E-18	0	-4,75E-18	0
32	HIDUP	2,194,767	-1,178,987	0	3,58E-18	0	-8,67E-18	0
32	ANGINKI	0	-5,07E-02	0	-6,29E-19	0	-3,08E-20	0
32	ANGINKI	1,097,383	-5,07E-02	0	-6,29E-19	0	6,59E-19	0
32	ANGINKI	2,194,767	-5,07E-02	0	-6,29E-19	0	1,35E-18	0
32	ANGINKA	0	223,326	0	-4,96E-20	0	2,11E-19	0
32	ANGINKA	1,097,383	223,326	0	-4,96E-20	0	2,66E-19	0
32	ANGINKA	2,194,767	223,326	0	-4,96E-20	0	3,20E-19	0
32	COMB1	0	-101,113	-0,172489E	4,93E-17	0	-9,72E-19	0

32	COMB1	1,097,383	-1,012,354	-8,28E-18	2,85E-17	0	-4,37E-17	0,0946437
32	COMB1	2,194,767	-1,013,578	0,1724898	7,57E-18	0	-6,34E-17	1,14E-17
32	COMB2	0	-9,256,322	-0,1478484	4,41E-17	0	-1,24E-18	0
32	COMB2	1,097,383	-9,266,813	-7,09E-18	2,62E-17	0	-3,98E-17	8,11E-02
32	COMB2	2,194,767	-9,277,303	0,1478484	8,27E-18	0	-5,87E-17	9,80E-18
32	COMB3	0	-1,055,726	-0,1478484	4,75E-17	0	-2,17E-18	0
32	COMB3	1,097,383	-1,056,775	-7,09E-18	2,96E-17	0	-4,45E-17	8,11E-02
32	COMB3	2,194,767	-1,057,824	0,1478484	1,17E-17	0	-6,72E-17	9,80E-18
32	COMB5	0	-926,291	-0,1478484	4,33E-17	0	-1,28E-18	0
32	COMB5	1,097,383	-92,734	-7,09E-18	2,54E-17	0	-3,89E-17	8,11E-02
32	COMB5	2,194,767	-928,389	0,1478484	7,46E-18	0	-5,69E-17	9,80E-18
32	COMB4	0	-1,037,455	-0,1478484	4,80E-17	0	-1,98E-18	0
32	COMB4	1,097,383	-1,038,504	-7,09E-18	3,01E-17	0	-4,48E-17	8,11E-02
32	COMB4	2,194,767	-1,039,553	0,1478484	1,22E-17	0	-6,80E-17	9,80E-18
32	COMB6	0	-8,965,999	-0,1478484	4,40E-17	0	-9,68E-19	0
32	COMB6	1,097,383	-8,976,489	-7,09E-18	2,61E-17	0	-3,94E-17	8,11E-02
32	COMB6	2,194,767	-8,986,979	0,1478484	8,21E-18	0	-5,83E-17	9,80E-18
33	MATI	0	7,744,974	-2,88E-02	4,37E-18	0	-2,55E-19	0
33	MATI	1,177,381	7,702,431	-1,03E-18	8,85E-19	0	-3,35E-18	1,70E-02
33	MATI	2,354,761	7,659,888	2,88E-02	-2,60E-18	0	-2,34E-18	2,29E-18
33	HIDUP	0	1,148,106	0	1,72E-19	0	-2,45E-19	0
33	HIDUP	1,177,381	1,148,106	0	1,72E-19	0	-4,48E-19	0
33	HIDUP	2,354,761	1,148,106	0	1,72E-19	0	-6,50E-19	0
33	ANGINKI	0	-1,708,489	0	8,68E-20	0	1,49E-19	0
33	ANGINKI	1,177,381	-1,708,489	0	8,68E-20	0	4,72E-20	0
33	ANGINKI	2,354,761	-1,708,489	0	8,68E-20	0	-5,50E-20	0
33	ANGINKA	0	1,284,737	0	-1,01E-19	0	-8,11E-20	0
33	ANGINKA	1,177,381	1,284,737	0	-1,01E-19	0	3,74E-20	0
33	ANGINKA	2,354,761	1,284,737	0	-1,01E-19	0	1,56E-19	0
33	COMB1	0	1,084,296	-0,0403176	6,12E-18	0	-3,57E-19	0
33	COMB1	1,177,381	107,834	-1,45E-18	1,24E-18	0	-4,69E-18	2,37E-02
33	COMB1	2,354,761	1,072,384	0,0403176	-3,64E-18	0	-3,28E-18	3,21E-18
33	COMB2	0	9,868,022	-3,46E-02	5,33E-18	0	-4,29E-19	0
33	COMB2	1,177,381	9,816,971	-1,24E-18	1,15E-18	0	-4,24E-18	2,03E-02
33	COMB2	2,354,761	9,765,919	3,46E-02	-3,04E-18	0	-3,13E-18	2,75E-18
33	COMB3	0	9,764,148	-3,46E-02	5,59E-18	0	-5,79E-19	0
33	COMB3	1,177,381	9,713,097	-1,24E-18	1,41E-18	0	-4,70E-18	2,03E-02
33	COMB3	2,354,761	9,662,045	3,46E-02	-2,78E-18	0	-3,89E-18	2,75E-18
33	COMB5	0	7,646,986	-3,46E-02	5,45E-18	0	-2,34E-19	0
33	COMB5	1,177,381	7,595,934	-1,24E-18	1,26E-18	0	-4,18E-18	2,03E-02
33	COMB5	2,354,761	7,544,883	3,46E-02	-2,92E-18	0	-3,20E-18	2,75E-18
33	COMB4	0	1,215,873	-3,46E-02	5,44E-18	0	-7,63E-19	0
33	COMB4	1,177,381	1,210,768	-1,24E-18	1,26E-18	0	-4,71E-18	2,03E-02
33	COMB4	2,354,761	1,205,663	3,46E-02	-2,93E-18	0	-3,72E-18	2,75E-18
33	COMB6	0	1,153,818	-3,46E-02	5,20E-18	0	-5,34E-19	0
33	COMB6	1,177,381	1,148,713	-1,24E-18	1,02E-18	0	-4,20E-18	2,03E-02
33	COMB6	2,354,761	1,143,608	3,46E-02	-3,17E-18	0	-2,93E-18	2,75E-18
34	MATI	0	5,650,433	0,1140454	2,08E-18	0	1,47E-16	0
34	MATI	1,173,978	5,653,448	8,47E-18	8,94E-17	0	9,30E-17	-6,69E-02
34	MATI	2,347,957	5,656,462	-0,1140454	1,77E-16	0	-6,32E-17	-2,65E-17
34	HIDUP	0	9,280,063	0	1,54E-17	0	3,10E-17	0
34	HIDUP	1,173,978	9,280,063	0	1,54E-17	0	1,29E-17	0
34	HIDUP	2,347,957	9,280,063	0	1,54E-17	0	-5,19E-18	0
34	ANGINKI	0	3,092,837	0	-1,91E-18	0	-3,45E-18	0
34	ANGINKI	1,173,978	3,092,837	0	-1,91E-18	0	-1,21E-18	0
34	ANGINKI	2,347,957	3,092,837	0	-1,91E-18	0	1,03E-18	0
34	ANGINKA	0	-4,173,441	0	-1,11E-18	0	-2,40E-18	0



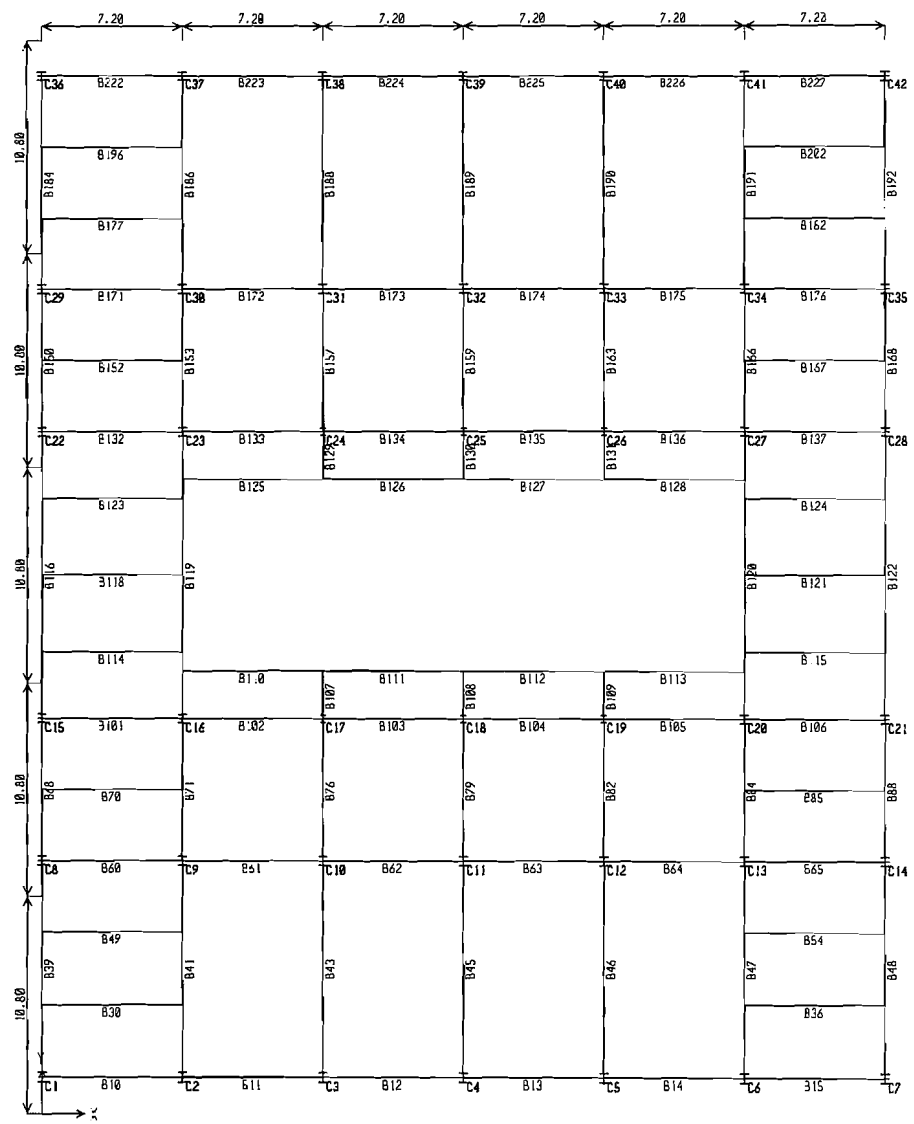
34	ANGINKA	1,173,978	-4,173,441	0	-1,11E-18	0	-1,10E-18	0
34	ANGINKA	2,347,957	-4,173,441	0	-1,11E-18	0	2,04E-19	0
34	COMB1	0	7,910,606	0,1596636	2,92E-18	0	2,05E-16	0
34	COMB1	1,173,978	7,914,827	1,19E-17	1,25E-16	0	1,30E-16	-9,37E-02
34	COMB1	2,347,957	7,919,047	-0,1596636	2,47E-16	0	-8,85E-17	-3,71E-17
34	COMB2	0	7,244,523	0,1368545	1,02E-17	0	1,92E-16	0
34	COMB2	1,173,978	724,814	1,02E-17	1,15E-16	0	1,18E-16	-8,03E-02
34	COMB2	2,347,957	7,251,758	-0,1368545	2,20E-16	0	-7,85E-17	-3,18E-17
34	COMB3	0	8,512,756	0,1368545	2,56E-17	0	2,23E-16	0
34	COMB3	1,173,978	8,516,374	1,02E-17	1,30E-16	0	1,31E-16	-8,03E-02
34	COMB3	2,347,957	8,519,991	-0,1368545	2,35E-16	0	-8,33E-17	-3,18E-17
34	COMB5	0	7,646,591	0,1368545	7,73E-18	0	1,87E-16	0
34	COMB5	1,173,978	7,650,209	1,02E-17	1,13E-16	0	1,16E-16	-8,03E-02
34	COMB5	2,347,957	7,653,826	-0,1368545	2,17E-16	0	-7,71E-17	-3,18E-17
34	COMB4	0	7,931,454	0,1368545	2,63E-17	0	2,24E-16	0
34	COMB4	1,173,978	7,935,072	1,02E-17	1,31E-16	0	1,31E-16	-8,03E-02
34	COMB4	2,347,957	7,938,689	-0,1368545	2,36E-16	0	-8,40E-17	-3,18E-17
34	COMB6	0	6,701,975	0,1368545	8,77E-18	0	1,88E-16	0
34	COMB6	1,173,978	6,705,593	1,02E-17	1,14E-16	0	1,17E-16	-8,03E-02
34	COMB6	2,347,957	670,921	-0,1368545	2,18E-16	0	-7,82E-17	-3,18E-17
35	MATI	0	-3,572,065	-1,03E-02	1,25E-17	0	4,06E-18	0
35	MATI	0,4133098	-355,723	3,16E-18	1,13E-17	0	-8,66E-19	2,12E-03
35	MATI	0,8266196	-3,542,394	1,03E-02	1,00E-17	0	-5,28E-18	-2,86E-18
35	HIDUP	0	-0,8023799	0	2,47E-18	0	8,99E-19	0
35	HIDUP	0,4133098	-0,8023799	0	2,47E-18	0	-1,21E-19	0
35	HIDUP	0,8266196	-0,8023799	0	2,47E-18	0	-1,14E-18	0
35	ANGINKI	0	1,194,016	0	2,36E-18	0	1,04E-18	0
35	ANGINKI	0,4133098	1,194,016	0	2,36E-18	0	5,96E-20	0
35	ANGINKI	0,8266196	1,194,016	0	2,36E-18	0	-9,17E-19	0
35	ANGINKA	0	-0,8978671	0	-2,39E-18	0	-1,02E-18	0
35	ANGINKA	0,4133098	-0,8978671	0	-2,39E-18	0	-2,85E-20	0
35	ANGINKA	0,8266196	-0,8978671	0	-2,39E-18	0	9,61E-19	0
35	COMB1	0	-5,000,891	-1,44E-02	1,75E-17	0	5,68E-18	0
35	COMB1	0,4133098	-4,980,121	4,42E-18	1,58E-17	0	-1,21E-18	2,97E-03
35	COMB1	0,8266196	-4,959,352	1,44E-02	1,41E-17	0	-7,39E-18	-4,01E-18
35	COMB2	0	-4,687,688	-1,23E-02	1,63E-17	0	5,32E-18	0
35	COMB2	0,4133098	-4,669,865	3,79E-18	1,48E-17	0	-1,10E-18	2,54E-03
35	COMB2	0,8266196	-4,652,062	1,23E-02	1,33E-17	0	-6,90E-18	-3,44E-18
35	COMB3	0	-4,615,073	-1,23E-02	2,09E-17	0	7,14E-18	0
35	COMB3	0,4133098	-459,727	3,79E-18	1,94E-17	0	-1,18E-18	2,54E-03
35	COMB3	0,8266196	-4,579,468	1,23E-02	1,79E-17	0	-8,89E-18	-3,44E-18
35	COMB5	0	-3,135,447	-1,23E-02	1,93E-17	0	6,67E-18	0
35	COMB5	0,4133098	-3,117,645	3,79E-18	1,79E-17	0	-1,02E-18	2,54E-03
35	COMB5	0,8266196	-3,099,842	1,23E-02	1,64E-17	0	-8,09E-18	-3,44E-18
35	COMB4	0	-6,288,579	-1,23E-02	1,71E-17	0	5,49E-18	0
35	COMB4	0,4133098	-6,270,777	3,79E-18	1,56E-17	0	-1,26E-18	2,54E-03
35	COMB4	0,8266196	-6,252,974	1,23E-02	1,41E-17	0	-7,39E-18	-3,44E-18
35	COMB6	0	-5,854,895	-1,23E-02	1,32E-17	0	4,00E-18	0
35	COMB6	0,4133098	-5,837,093	3,79E-18	1,17E-17	0	-1,14E-18	2,54E-03
35	COMB6	0,8266196	-581,929	1,23E-02	1,02E-17	0	-5,65E-18	-3,44E-18
36	MATI	0	-7,475,983	-0,1238953	-7,94E-18	0	-5,06E-17	0
36	MATI	1,104,355	-7,484,793	-1,60E-17	-2,29E-17	0	-3,35E-17	6,84E-02
36	MATI	220,871	-7,493,604	0,1238953	-3,79E-17	0	9,65E-20	3,40E-17
36	HIDUP	0	-1,235,866	0	-4,86E-18	0	-9,81E-18	0
36	HIDUP	1,104,355	-1,235,866	0	-4,86E-18	0	-4,44E-18	0
36	HIDUP	220,871	-1,235,866	0	-4,86E-18	0	9,28E-19	0
36	ANGINKI	0	-0,4913554	0	1,19E-19	0	4,32E-19	0

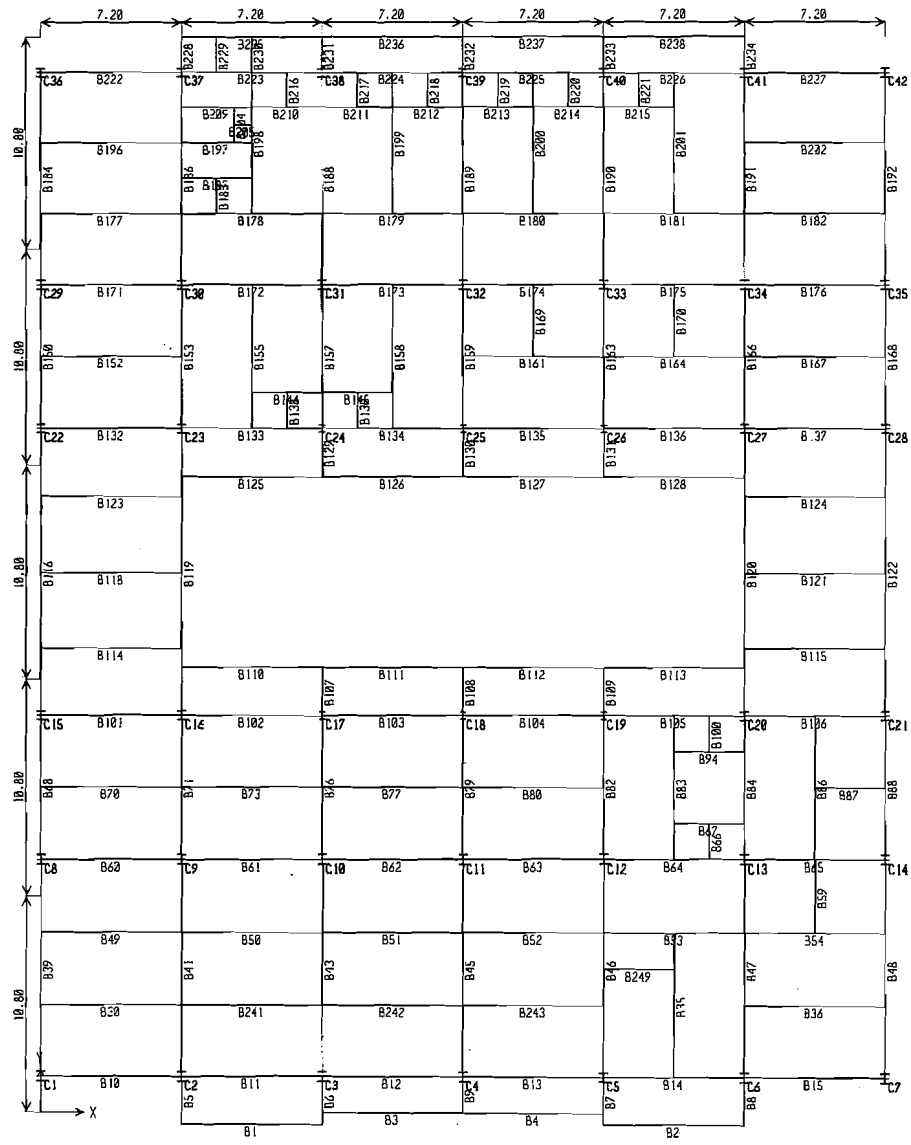
36	ANGINKI	1,104,355	-0,4913554	0	1,19E-19	0	3,01E-19	0
36	ANGINKI	220,871	-0,4913554	0	1,19E-19	0	1,70E-19	0
36	ANGINKA	0	2,563,802	0	7,05E-19	0	1,28E-18	0
36	ANGINKA	1,104,355	2,563,802	0	7,05E-19	0	5,02E-19	0
36	ANGINKA	220,871	2,563,802	0	7,05E-19	0	-2,77E-19	0
36	COMB1	0	-1,046,638	-0,1734534	-1,11E-17	0	-7,08E-17	0
36	COMB1	1,104,355	-1,047,871	-2,24E-17	-3,21E-17	0	-4,69E-17	9,58E-02
36	COMB1	220,871	-1,049,105	0,1734534	-5,31E-17	0	1,35E-19	4,75E-17
36	COMB2	0	-9,589,113	-0,1486744	-1,20E-17	0	-6,56E-17	0
36	COMB2	1,104,355	-9,599,685	-1,92E-17	-3,00E-17	0	-4,25E-17	8,21E-02
36	COMB2	220,871	-9,610,258	0,1486744	-4,80E-17	0	5,80E-19	4,08E-17
36	COMB3	0	-1,098,787	-0,1486744	-1,72E-17	0	-7,60E-17	0
36	COMB3	1,104,355	-1,099,845	-1,92E-17	-3,52E-17	0	-4,71E-17	8,21E-02
36	COMB3	220,871	-1,100,902	0,1486744	-5,32E-17	0	1,74E-18	4,08E-17
36	COMB5	0	-9,652,988	-0,1486744	-1,18E-17	0	-6,50E-17	0
36	COMB5	1,104,355	-9,663,561	-1,92E-17	-2,98E-17	0	-4,21E-17	8,21E-02
36	COMB5	220,871	-9,674,134	0,1486744	-4,78E-17	0	8,01E-19	4,08E-17
36	COMB4	0	-1,074,346	-0,1486744	-1,67E-17	0	-7,54E-17	0
36	COMB4	1,104,355	-1,075,403	-1,92E-17	-3,47E-17	0	-4,69E-17	8,21E-02
36	COMB4	220,871	-1,076,461	0,1486744	-5,28E-17	0	1,38E-18	4,08E-17
36	COMB6	0	-9,255,818	-0,1486744	-1,10E-17	0	-6,39E-17	0
36	COMB6	1,104,355	-9,266,639	-1,92E-17	-2,90E-17	0	-4,18E-17	8,21E-02
36	COMB6	220,871	-9,276,963	0,1486744	-4,71E-17	0	2,20E-19	4,08E-17
37	MATI	0	6,306,237	0,1140454	-1,50E-16	0	1,53E-20	0
37	MATI	1,173,978	6,309,251	1,70E-19	-6,29E-17	0	1,25E-16	-6,69E-02
37	MATI	2,347,957	6,312,265	-0,1140454	2,44E-17	0	1,48E-16	-2,01E-18
37	HIDUP	0	1,041,764	0	-1,32E-17	0	1,47E-19	0
37	HIDUP	1,173,978	1,041,764	0	-1,32E-17	0	1,57E-17	0
37	HIDUP	2,347,957	1,041,764	0	-1,32E-17	0	3,12E-17	0
37	ANGINKI	0	1,400,016	0	1,41E-18	0	2,69E-20	0
37	ANGINKI	1,173,978	1,400,016	0	1,41E-18	0	-1,62E-18	0
37	ANGINKI	2,347,957	1,400,016	0	1,41E-18	0	-3,28E-18	0
37	ANGINKA	0	-2,900,486	0	1,08E-18	0	-4,38E-20	0
37	ANGINKA	1,173,978	-2,900,486	0	1,08E-18	0	-1,31E-18	0
37	ANGINKA	2,347,957	-2,900,486	0	1,08E-18	0	-2,58E-18	0
37	COMB1	0	8,828,732	0,1596636	-2,10E-16	0	2,14E-20	0
37	COMB1	1,173,978	8,832,951	2,38E-19	-8,81E-17	0	1,75E-16	-9,37E-02
37	COMB1	2,347,957	8,837,172	-0,1596636	3,42E-17	0	2,07E-16	-2,82E-18
37	COMB2	0	8,088,366	0,1368545	-1,87E-16	0	9,17E-20	0
37	COMB2	1,173,978	8,091,983	2,04E-19	-8,21E-17	0	1,58E-16	-8,03E-02
37	COMB2	2,347,957	8,095,601	-0,1368545	2,27E-17	0	1,93E-16	-2,41E-18
37	COMB3	0	9,346,308	0,1368545	-2,00E-16	0	2,75E-19	0
37	COMB3	1,173,978	9,349,925	2,04E-19	-9,56E-17	0	1,74E-16	-8,03E-02
37	COMB3	2,347,957	9,353,542	-0,1368545	9,24E-18	0	2,25E-16	-2,41E-18
37	COMB5	0	8,270,368	0,1368545	-1,85E-16	0	1,27E-19	0
37	COMB5	1,173,978	8,273,985	2,04E-19	-8,03E-17	0	1,56E-16	-8,03E-02
37	COMB5	2,347,957	8,277,602	-0,1368545	2,45E-17	0	1,89E-16	-2,41E-18
37	COMB4	0	9,002,267	0,1368545	-2,01E-16	0	2,18E-19	0
37	COMB4	1,173,978	9,005,885	2,04E-19	-9,58E-17	0	1,74E-16	-8,03E-02
37	COMB4	2,347,957	9,009,502	-0,1368545	8,98E-18	0	2,25E-16	-2,41E-18
37	COMB6	0	7,711,303	0,1368545	-1,86E-16	0	3,48E-20	0
37	COMB6	1,173,978	7,714,92	2,04E-19	-8,07E-17	0	1,56E-16	-8,03E-02
37	COMB6	2,347,957	7,718,537	-0,1368545	2,41E-17	0	1,90E-16	-2,41E-18

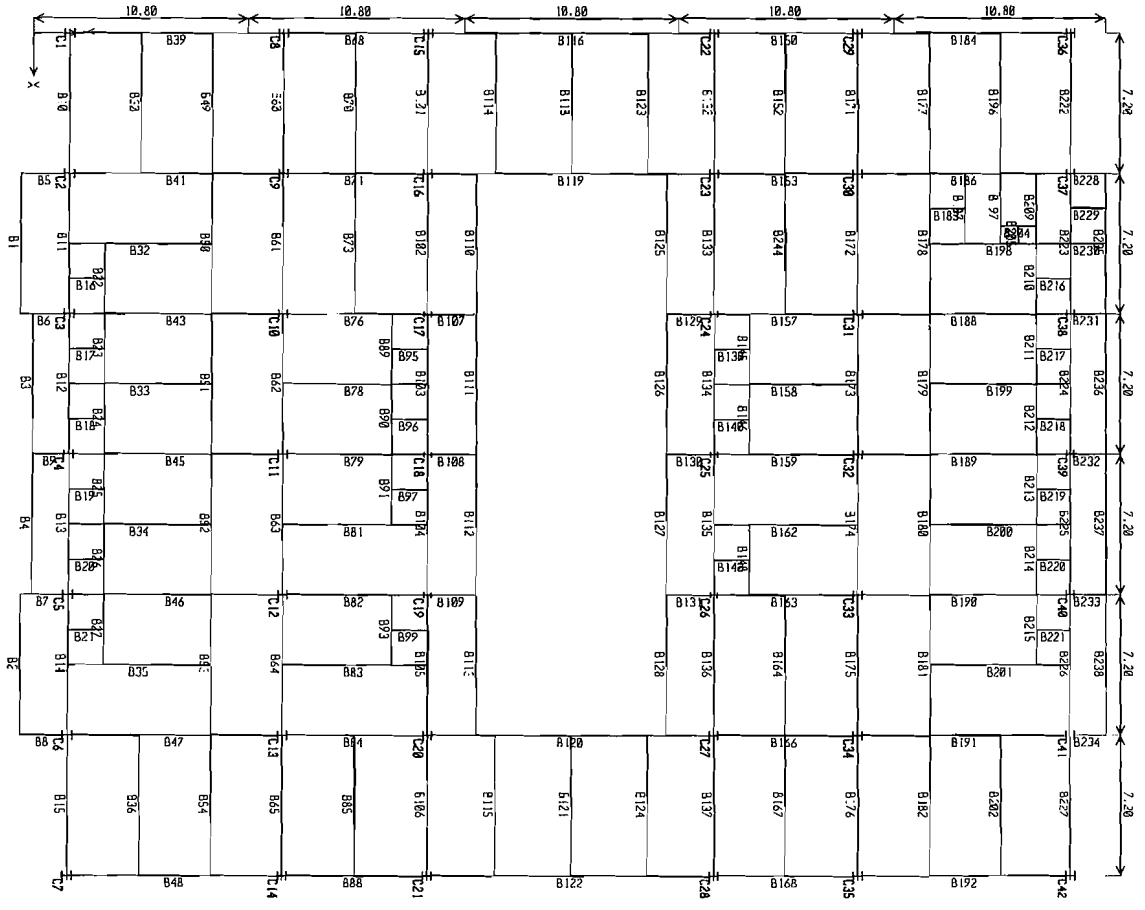
*Analisis ETABS*

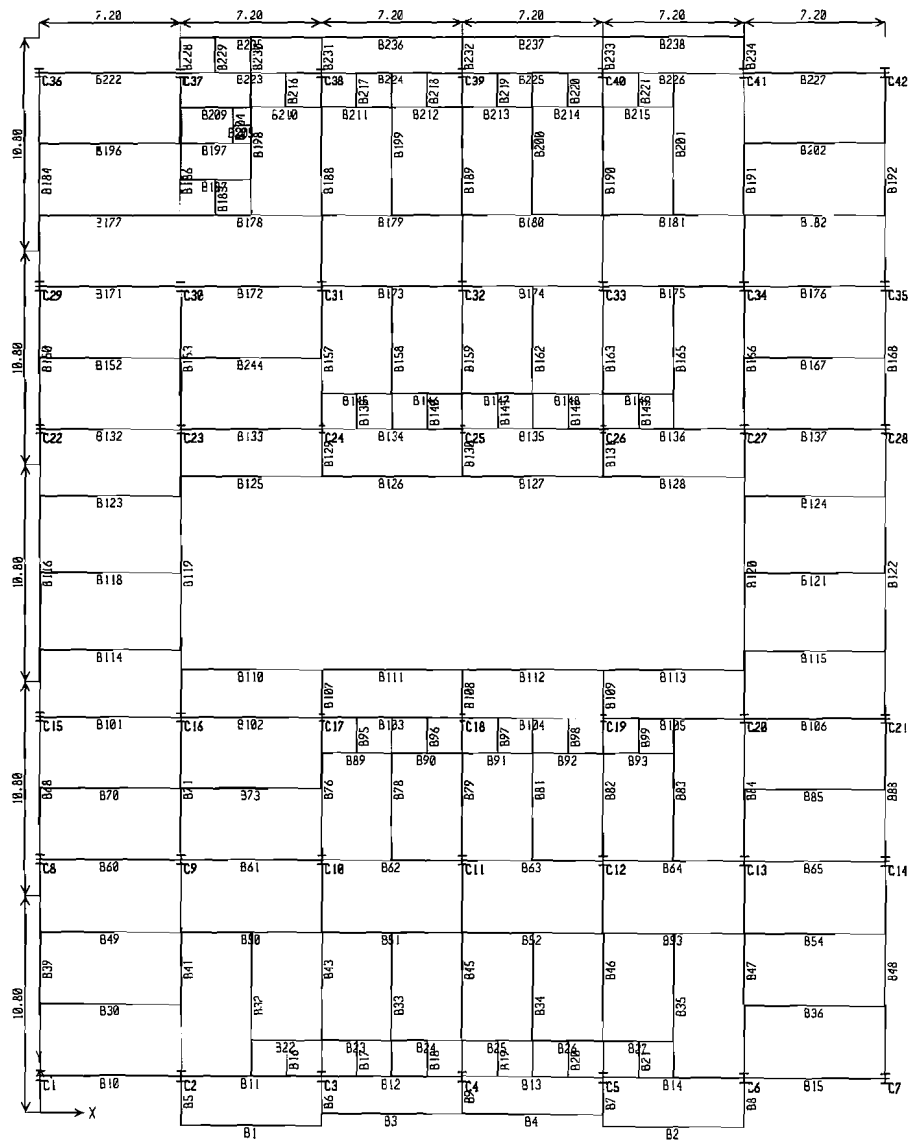
*2*

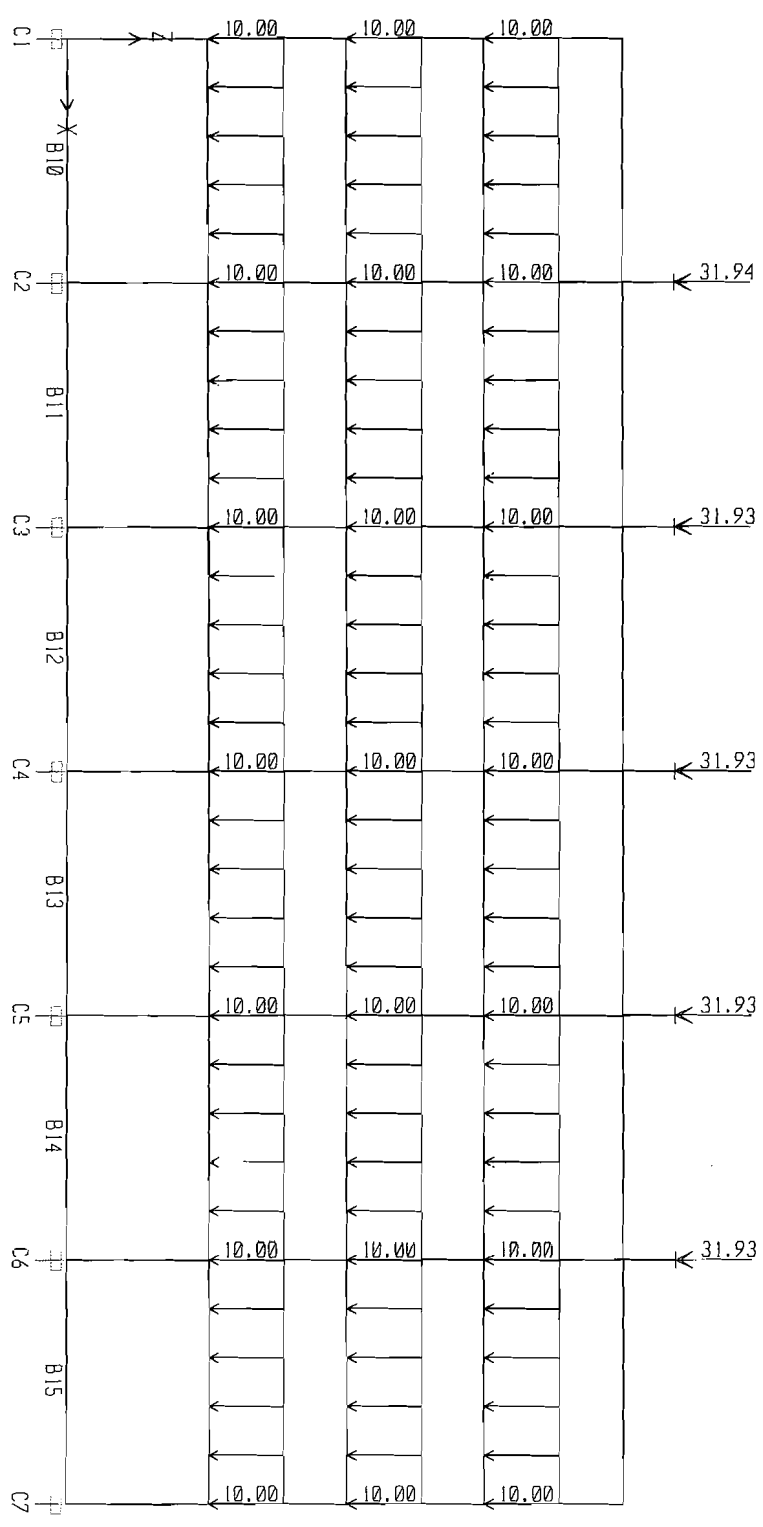
*LAMPIRAN*



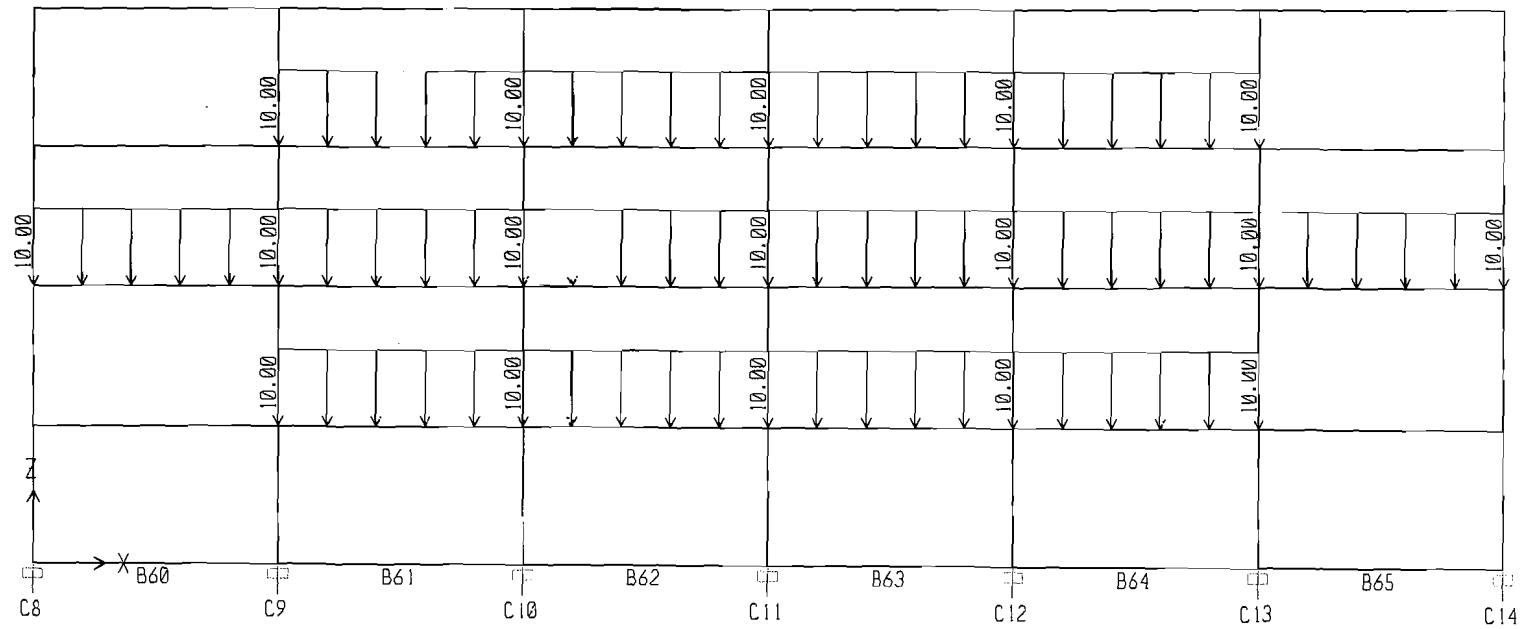


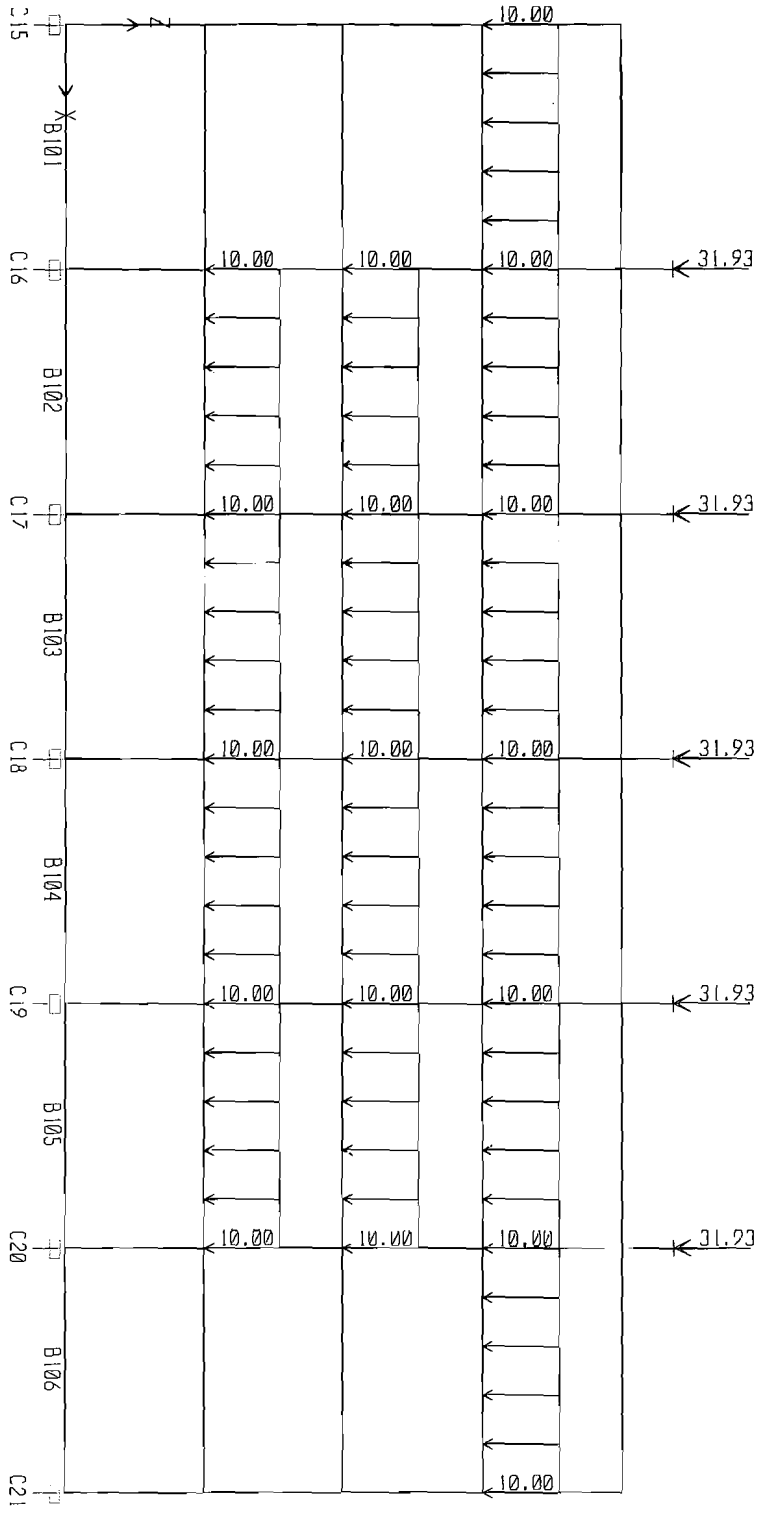


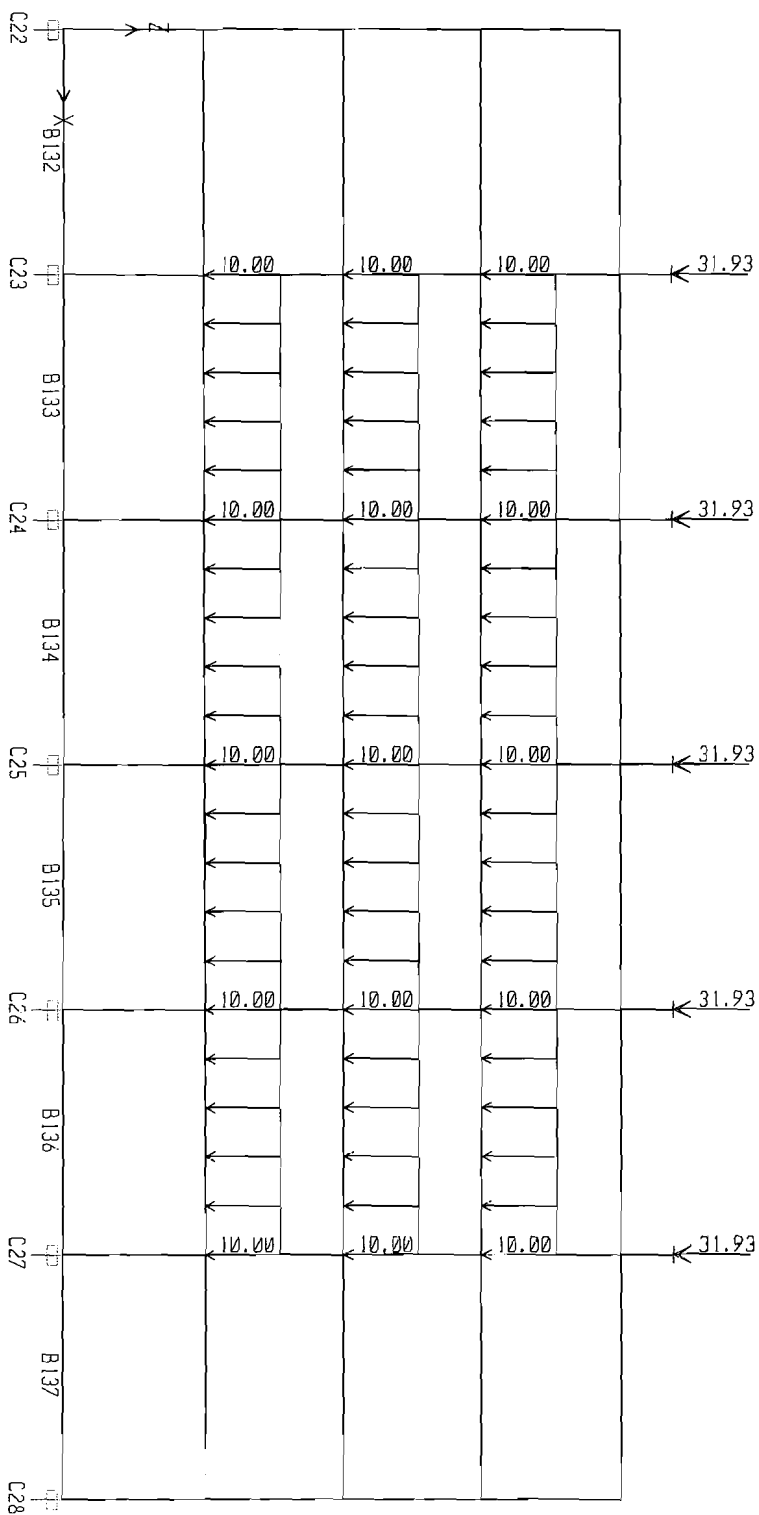


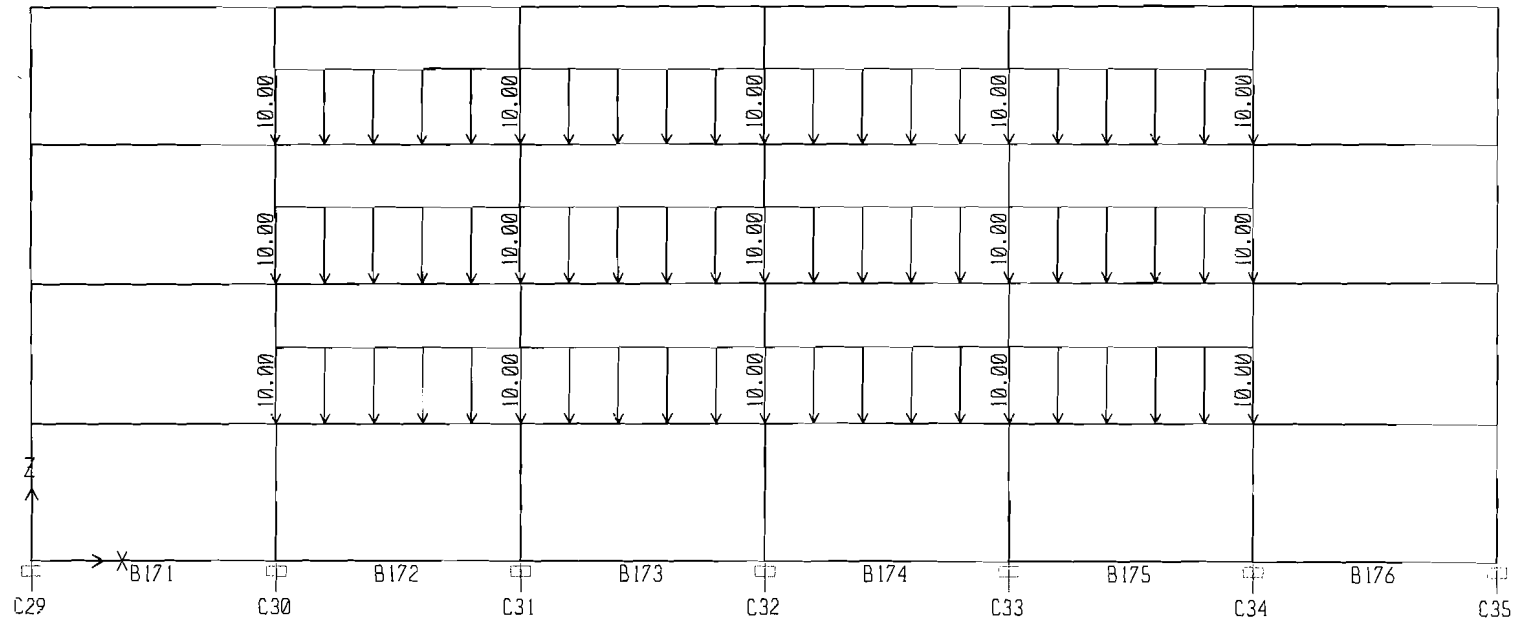


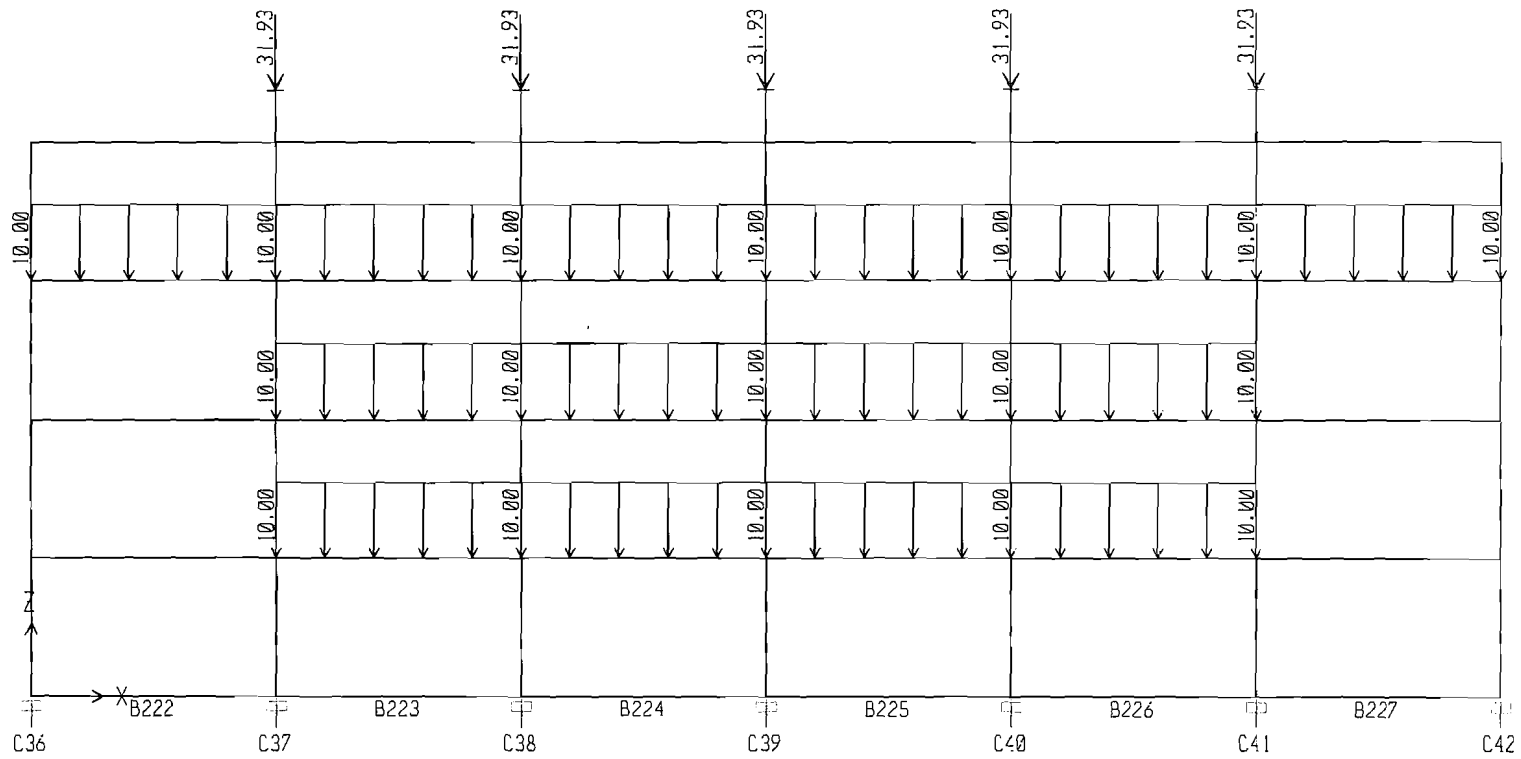


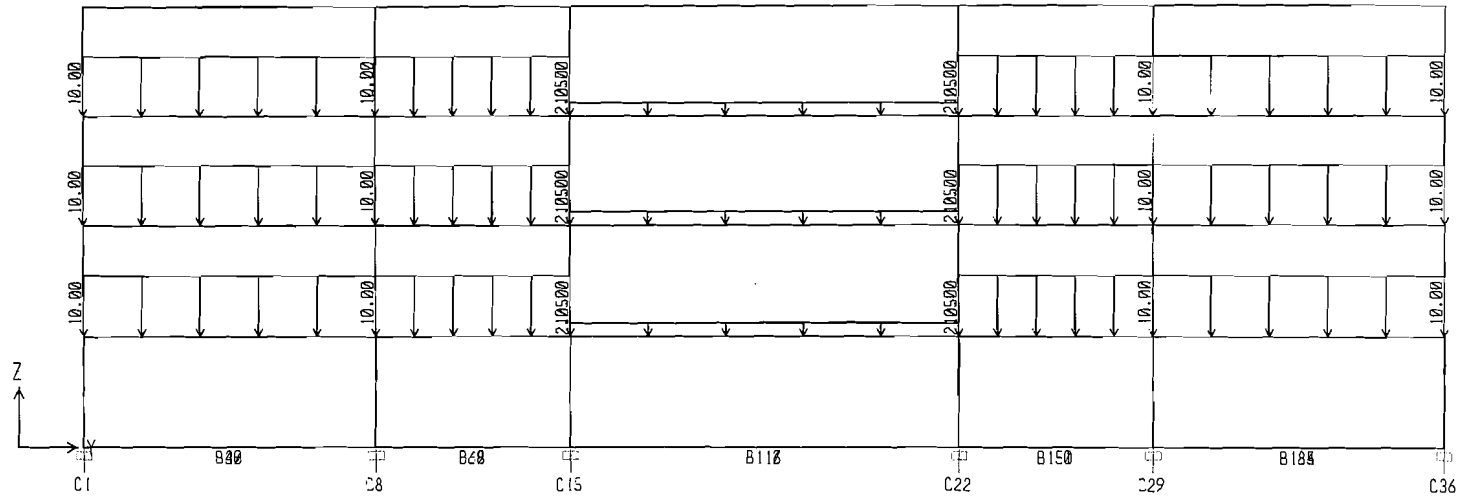


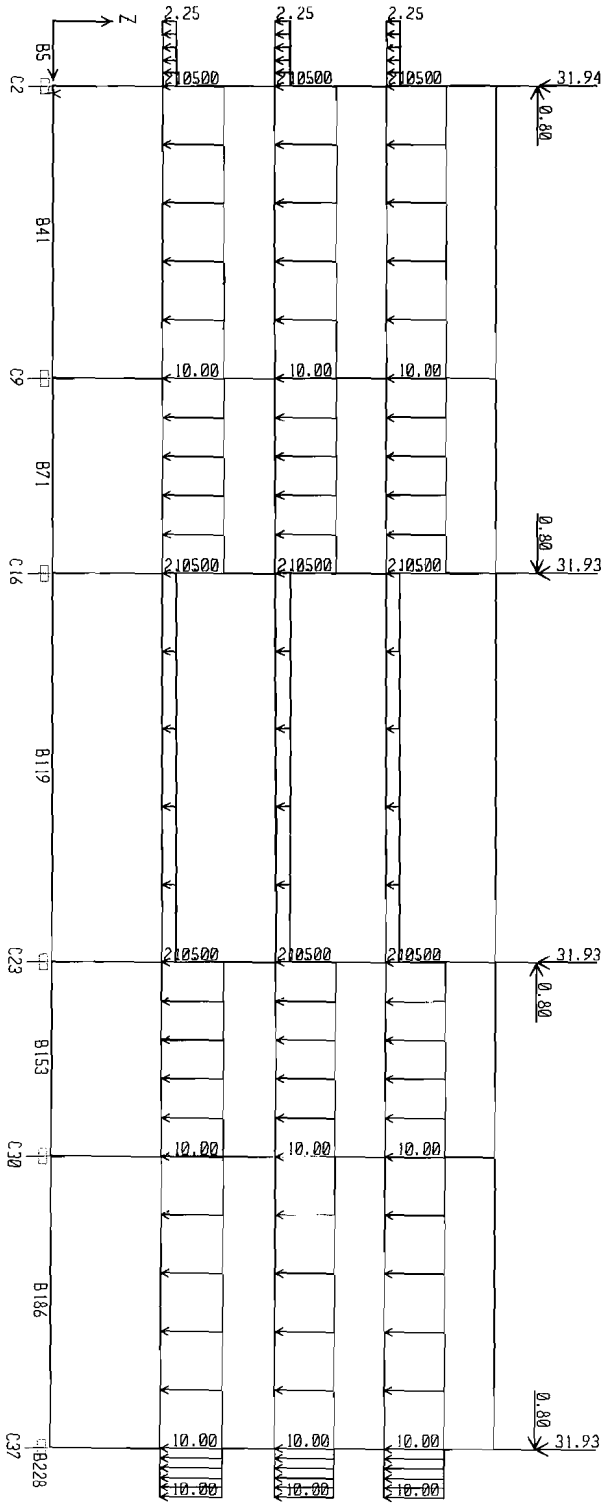






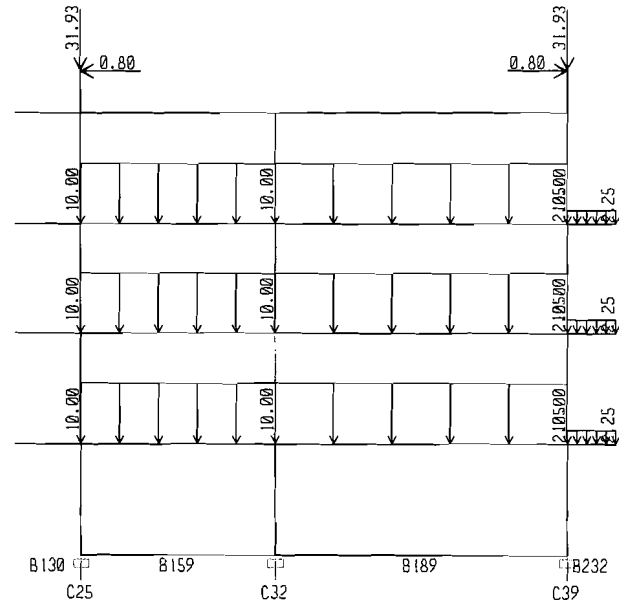
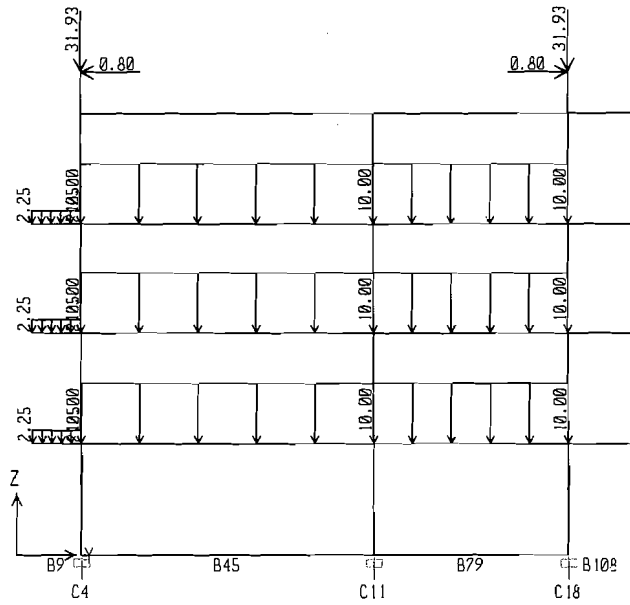


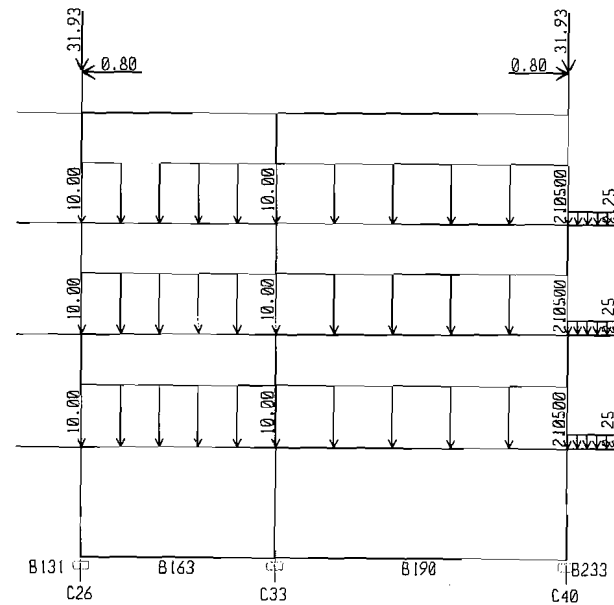
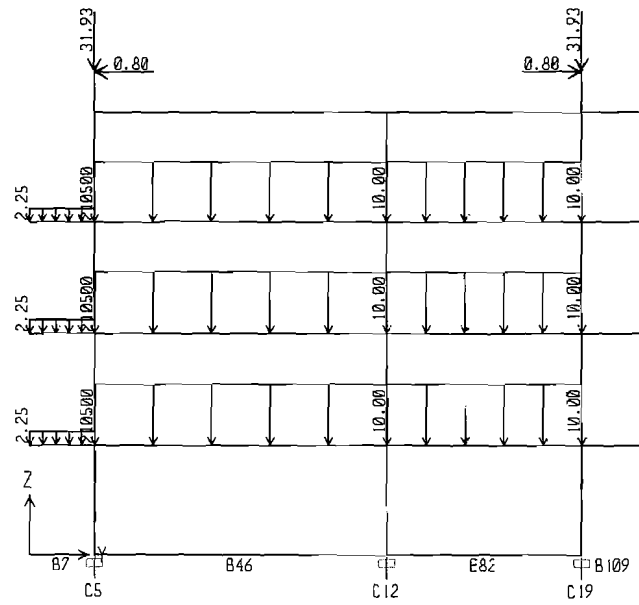


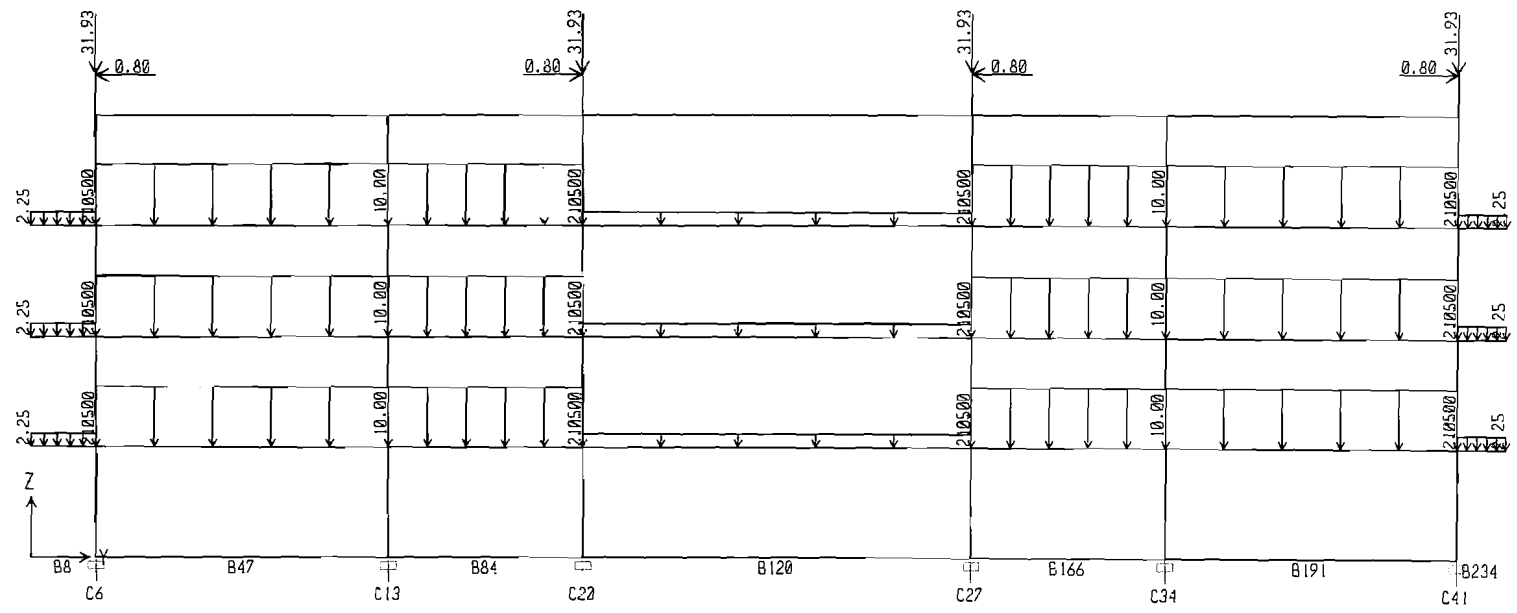


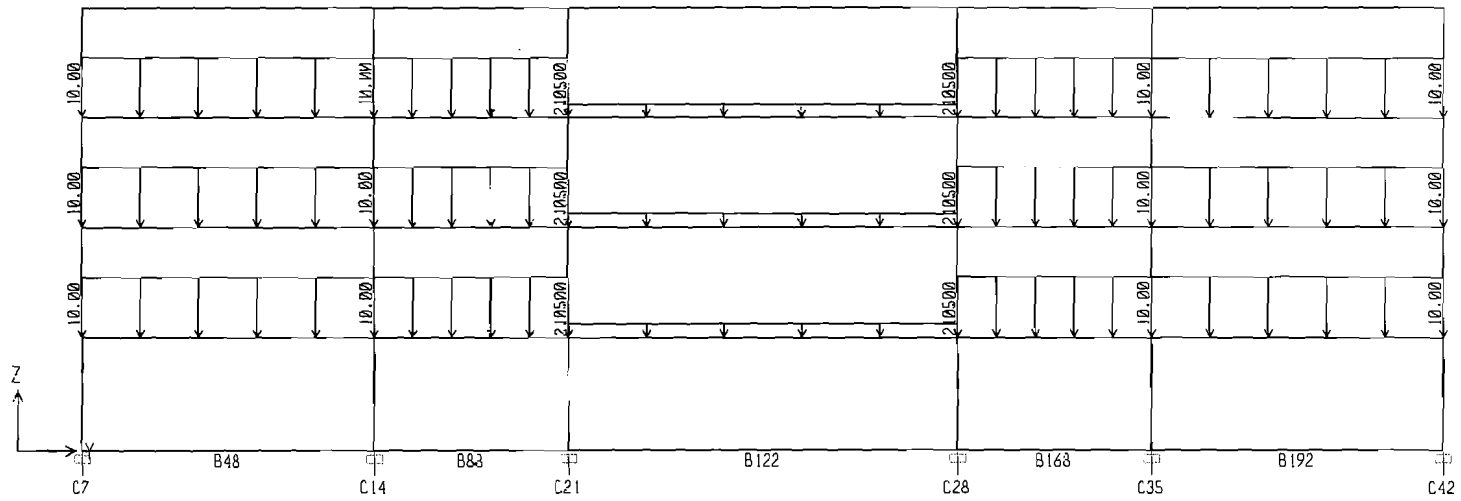


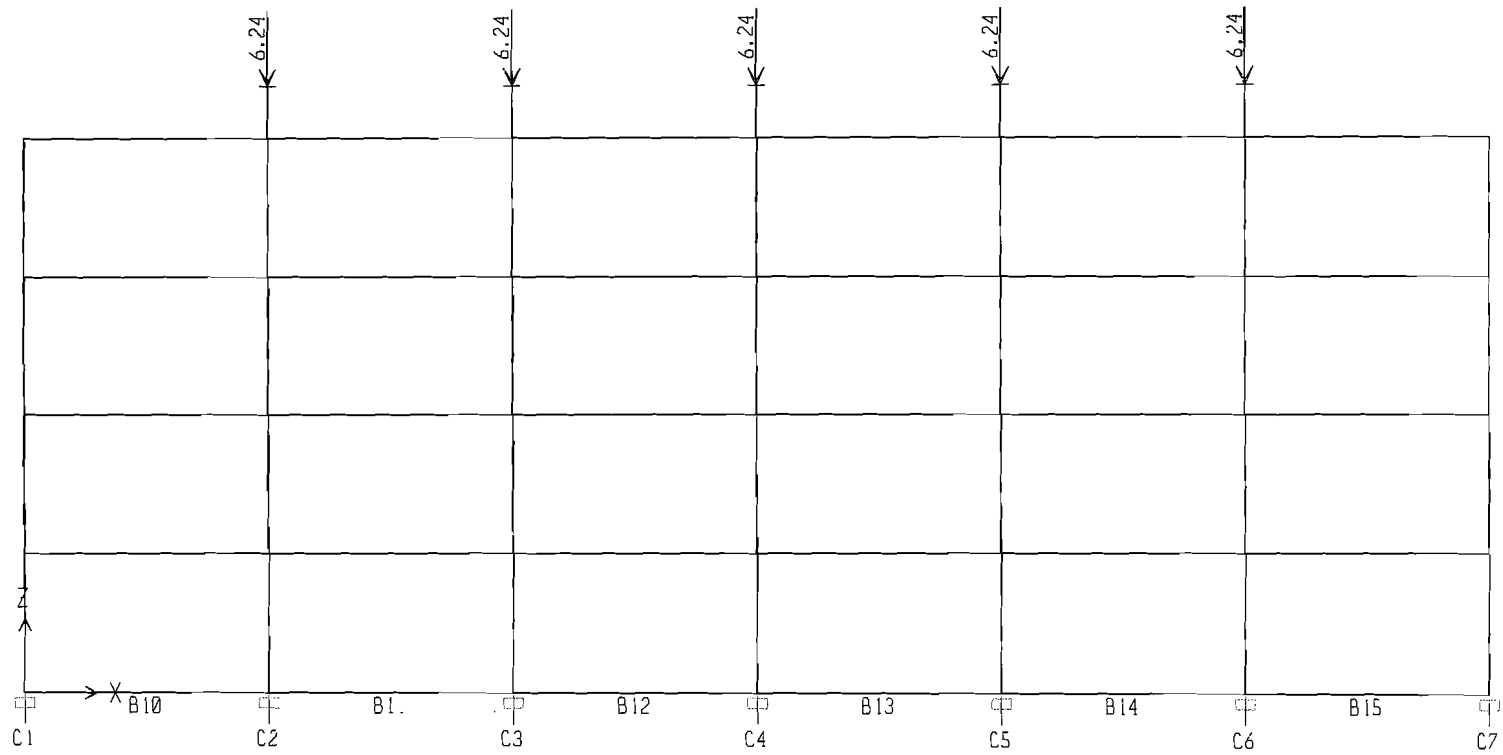


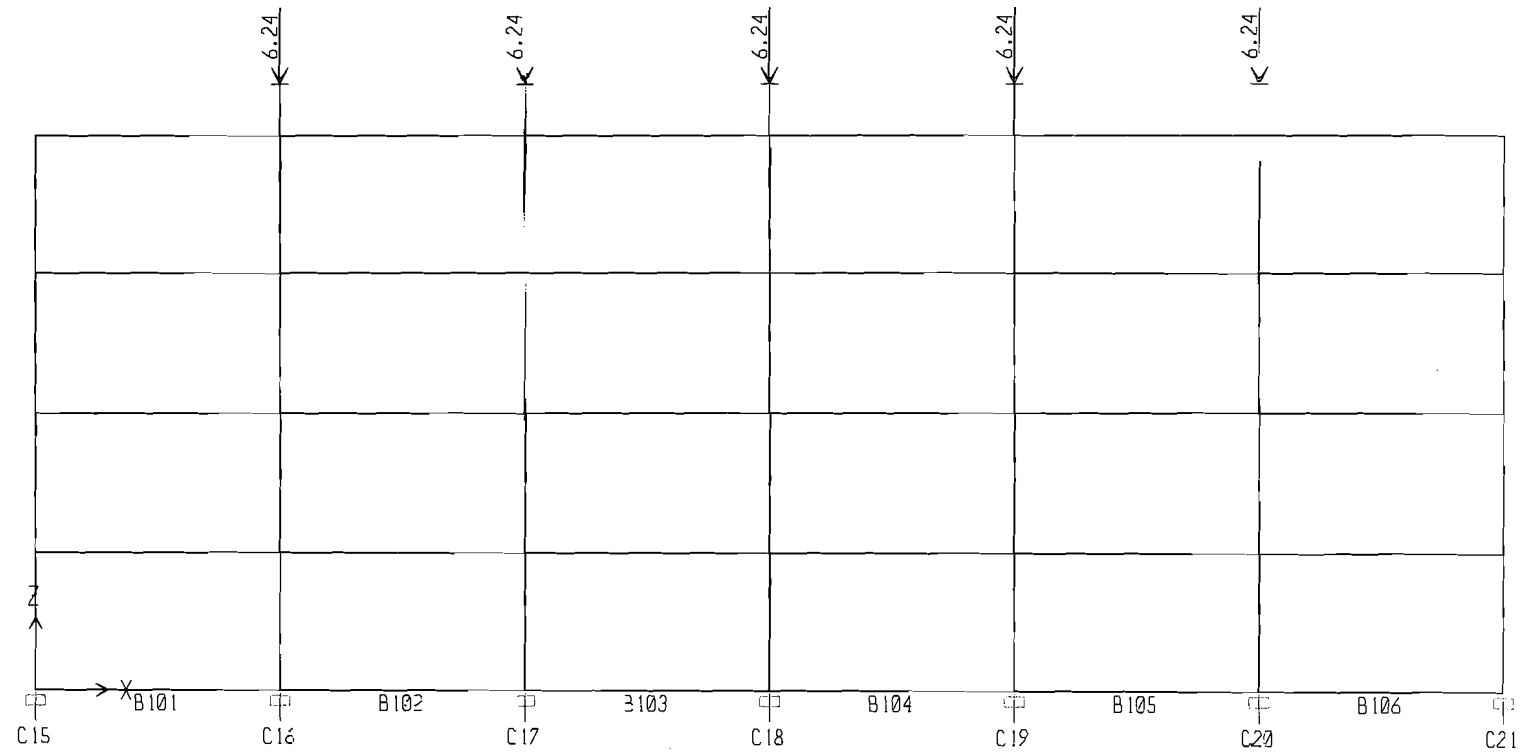


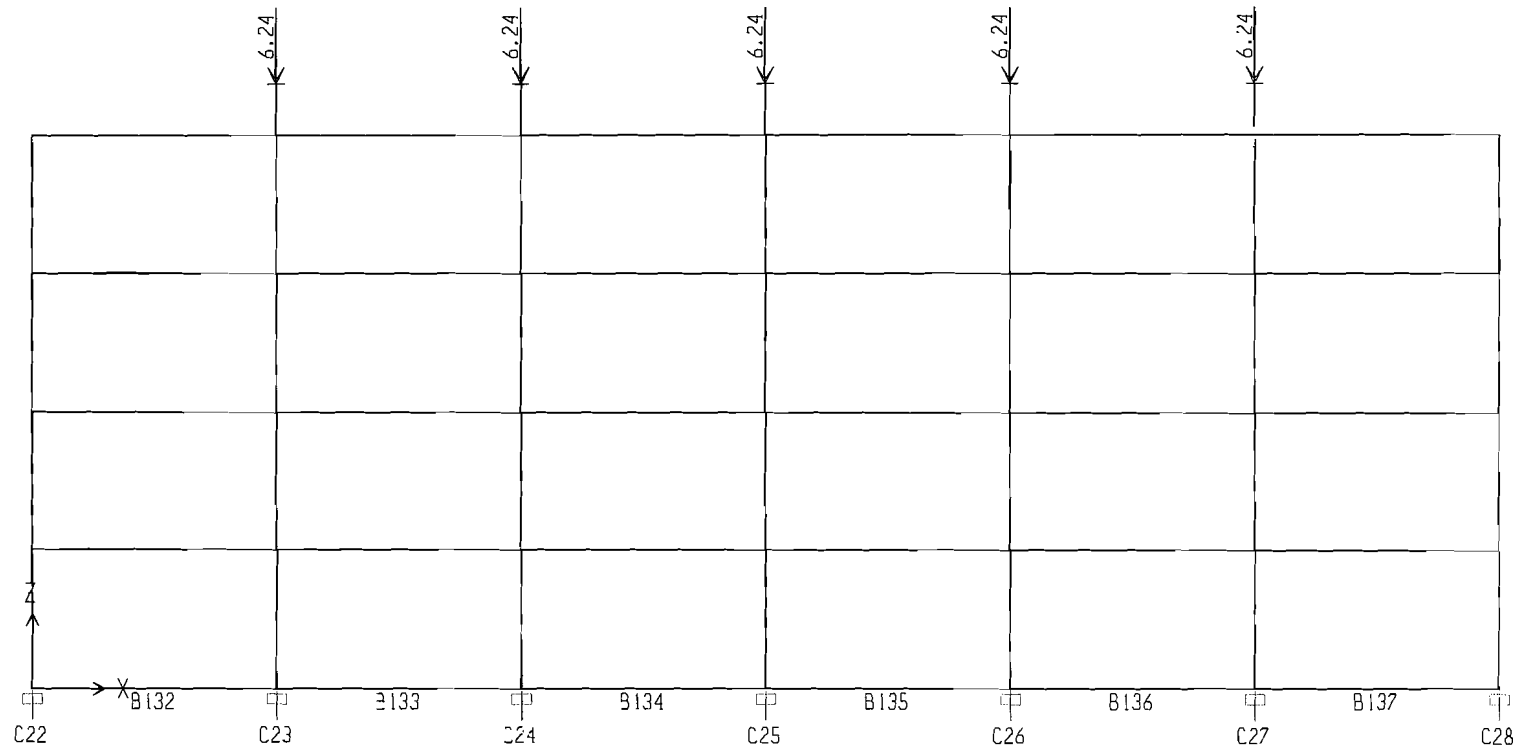






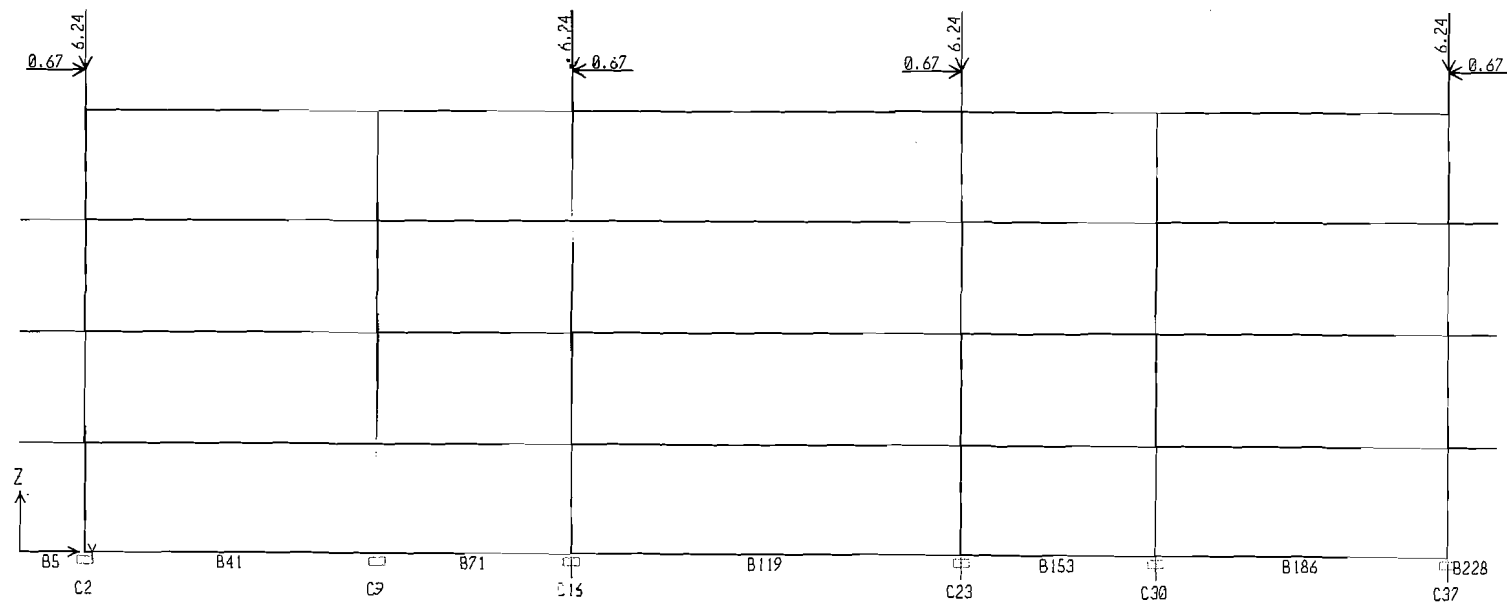


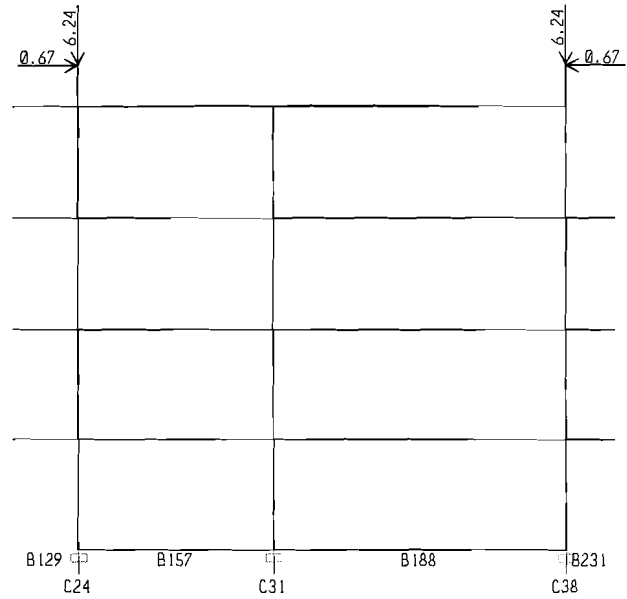
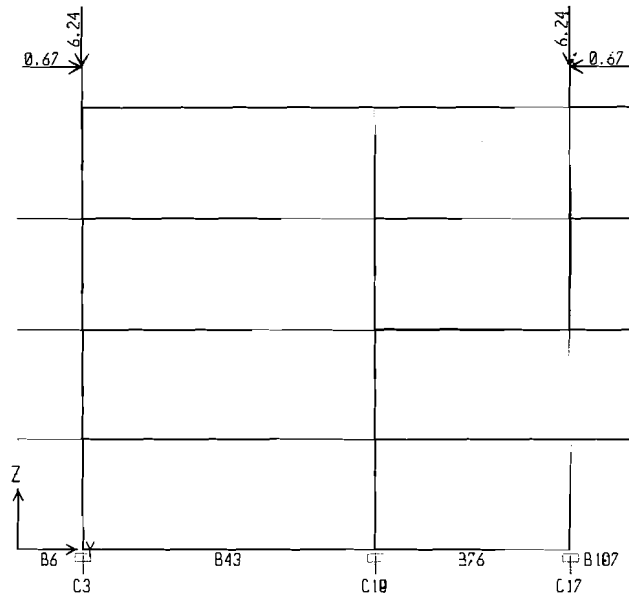


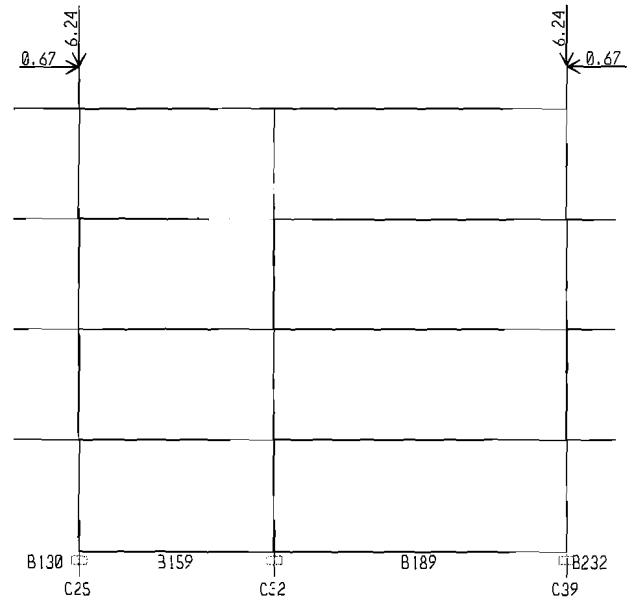
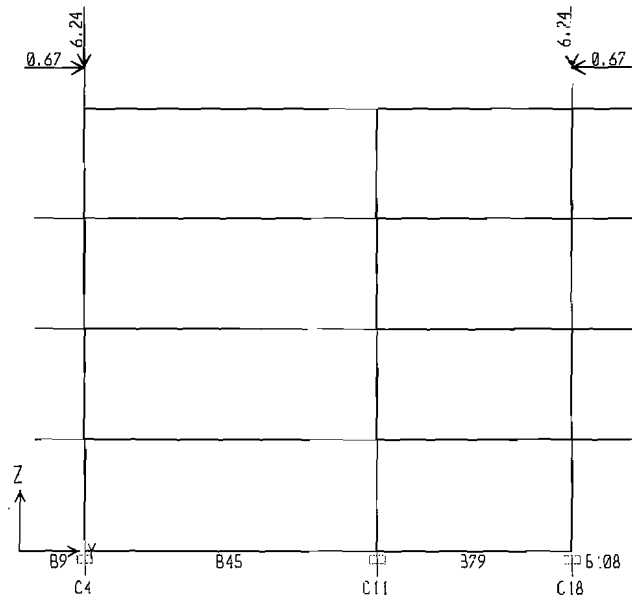


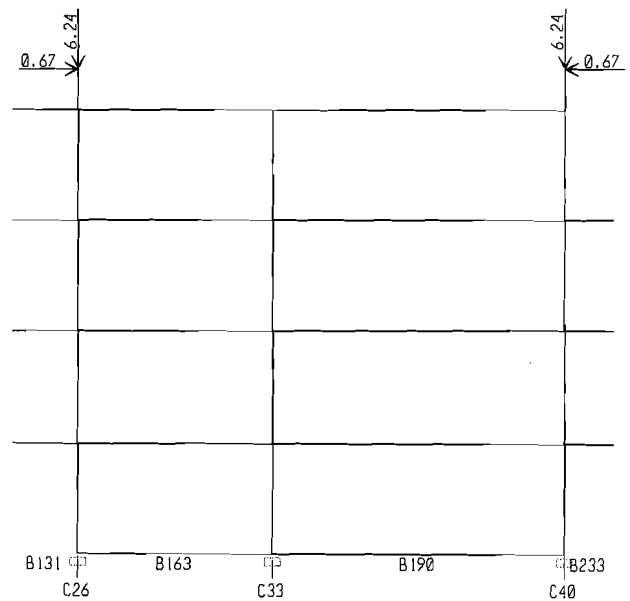
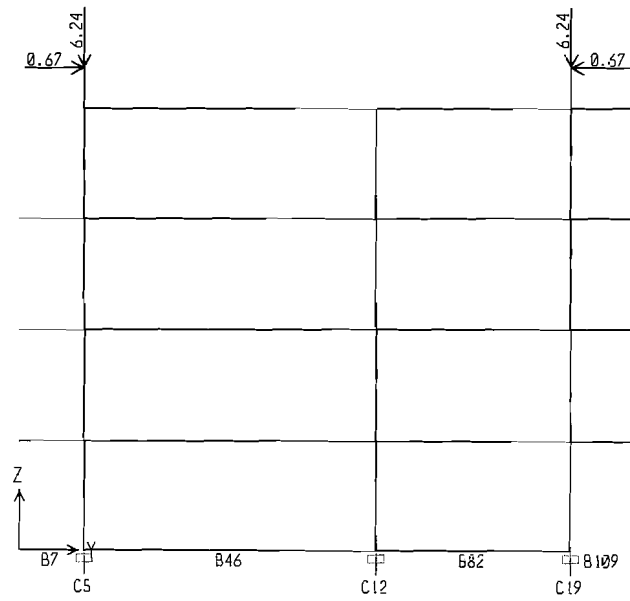


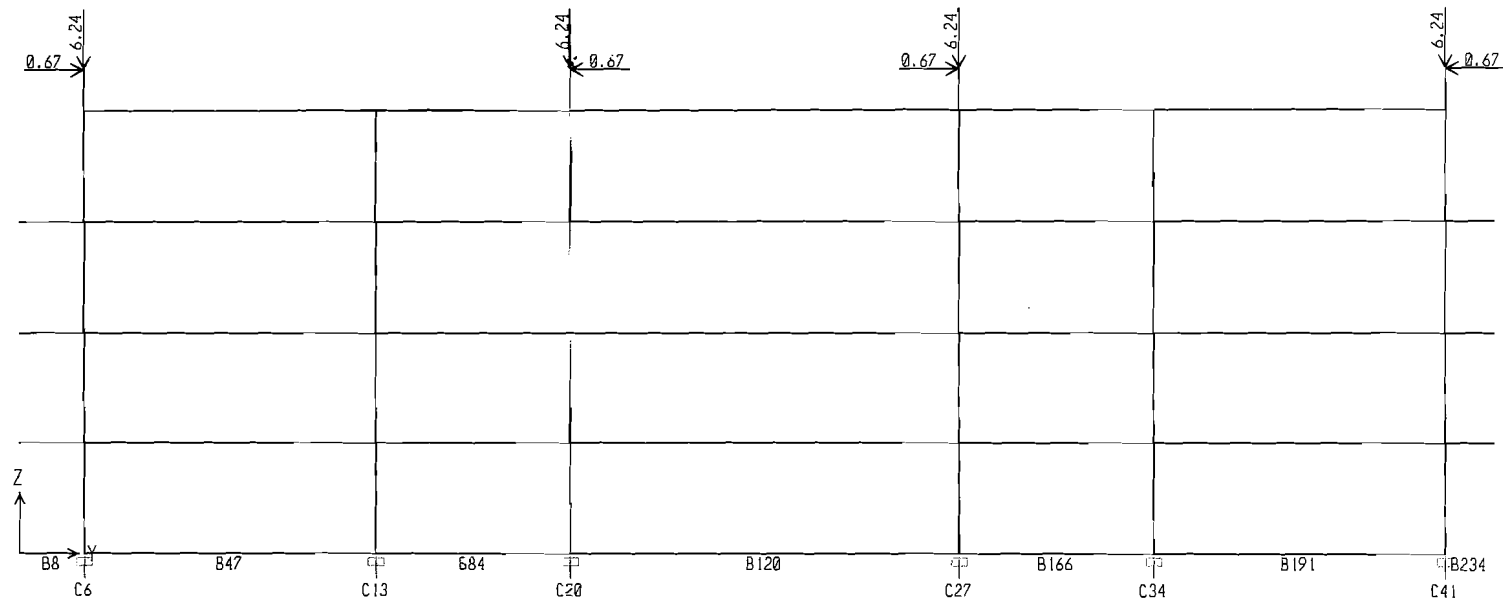


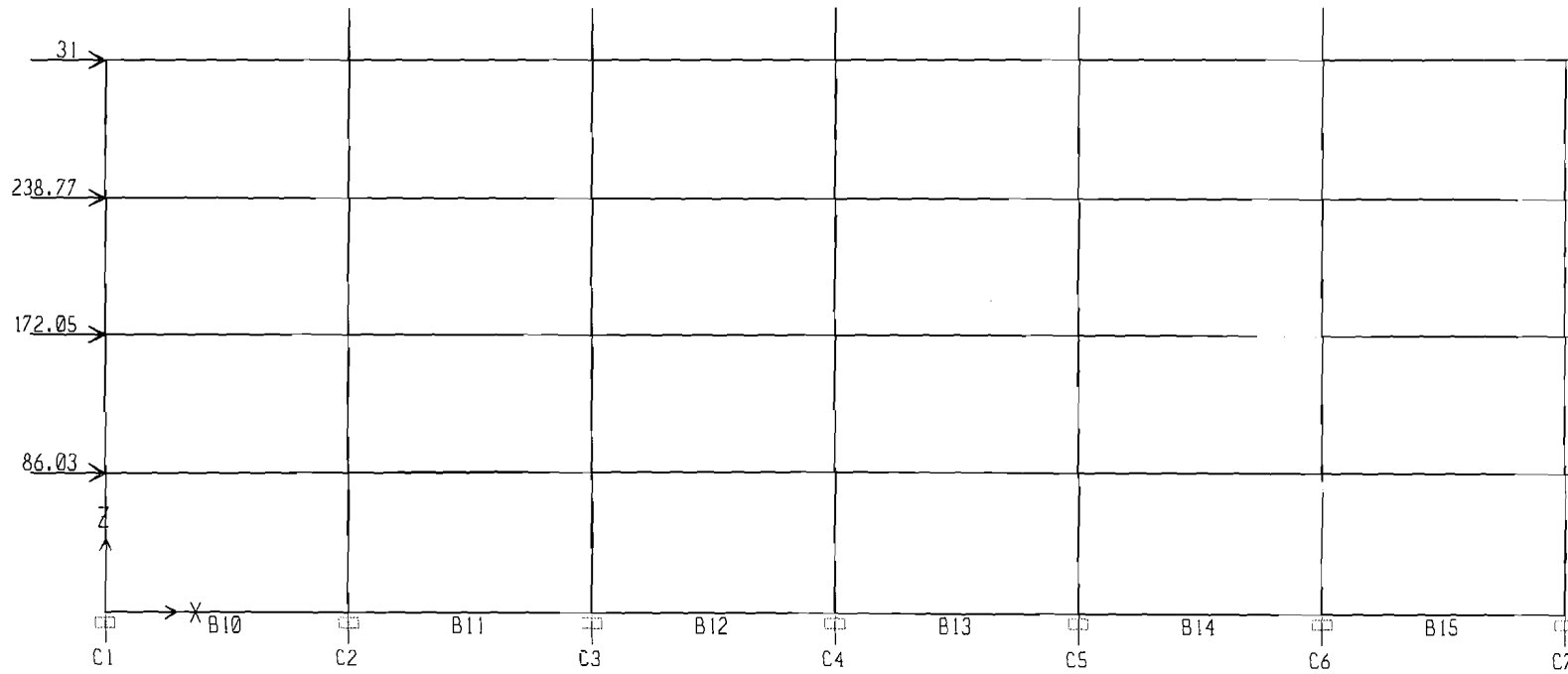


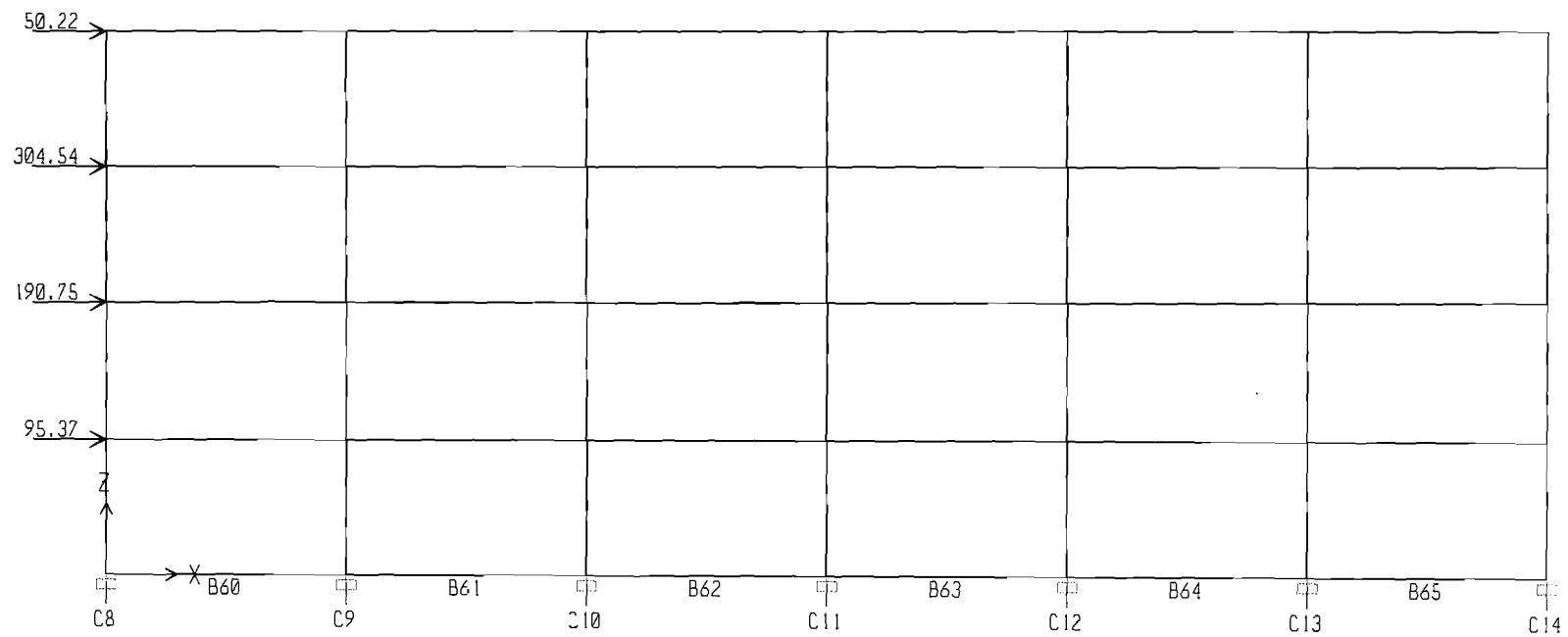


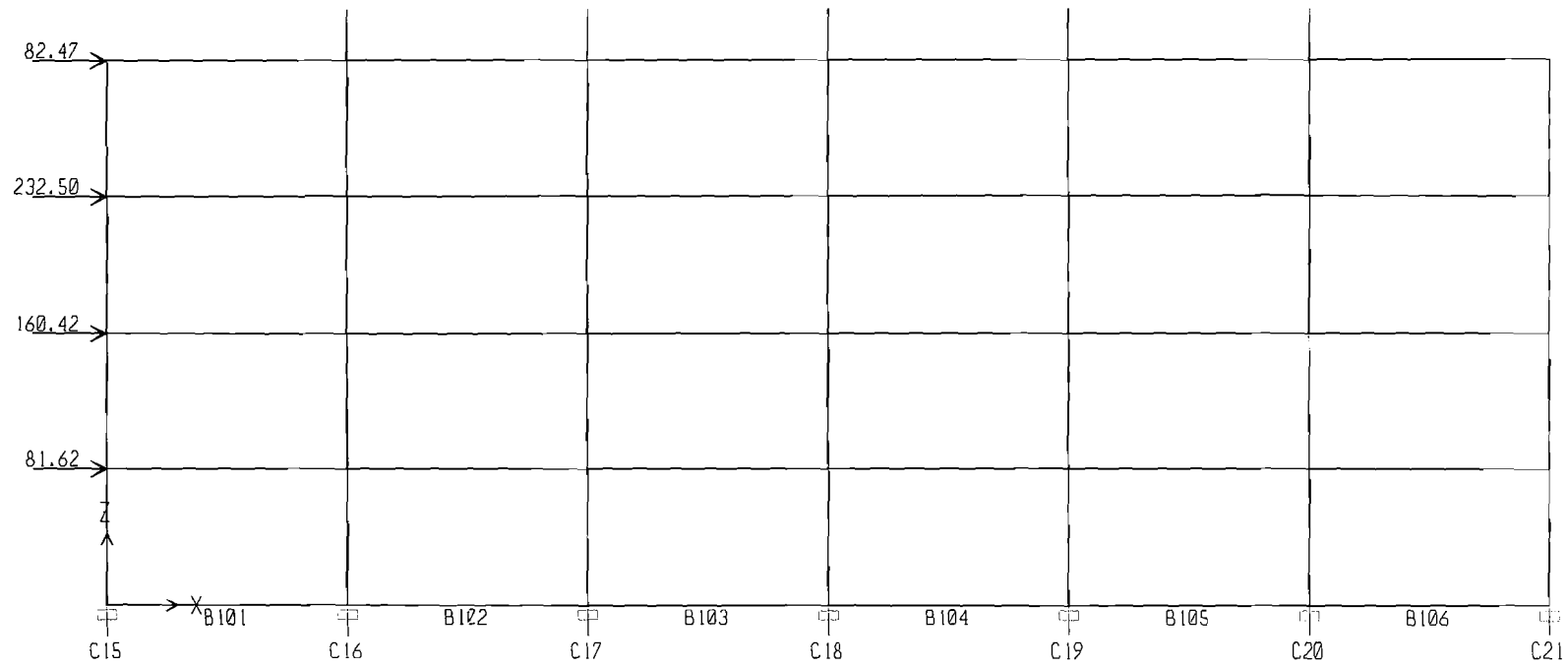




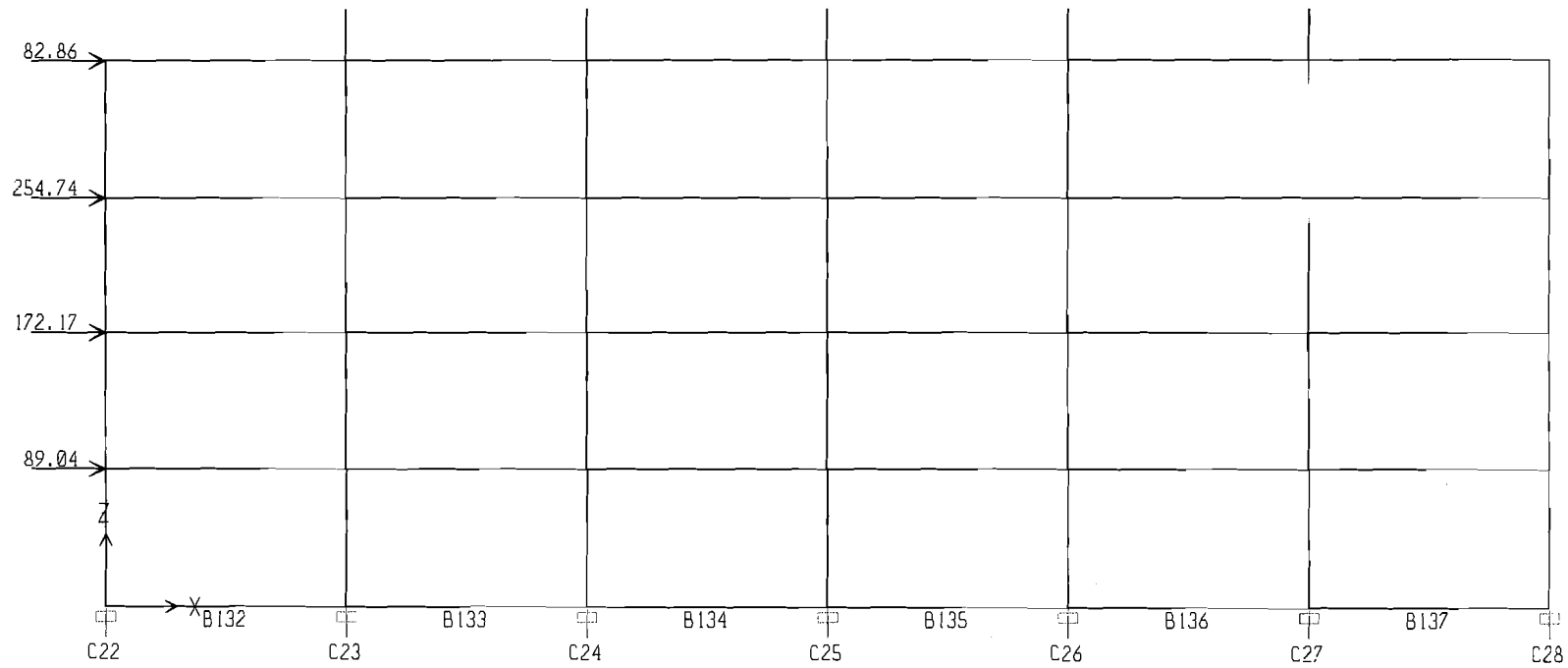


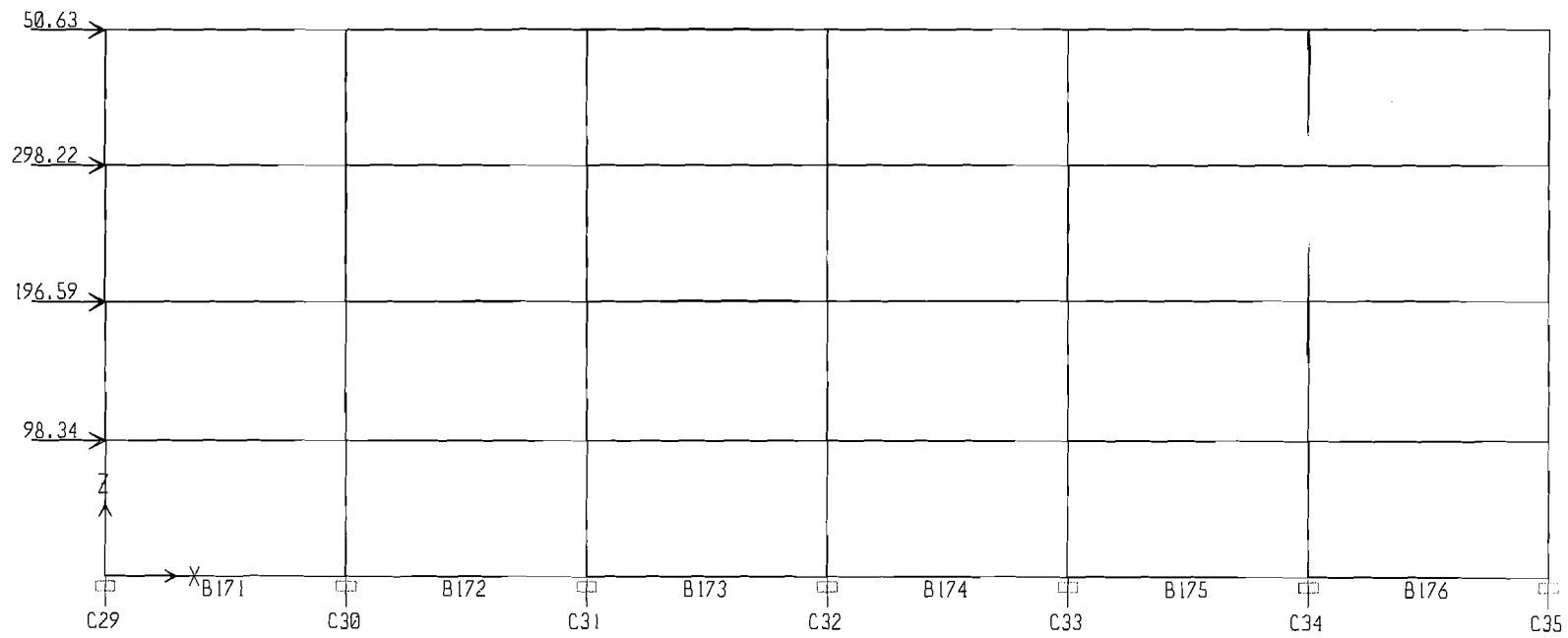


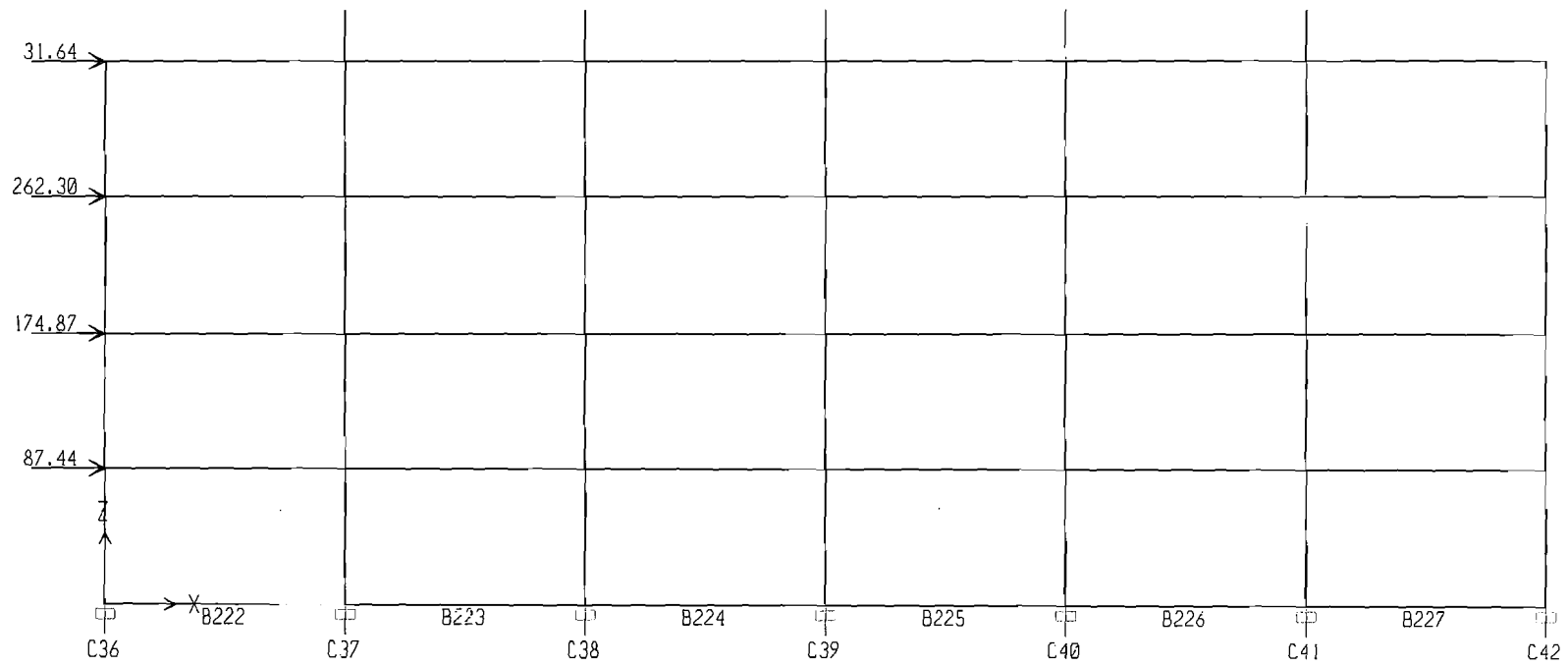


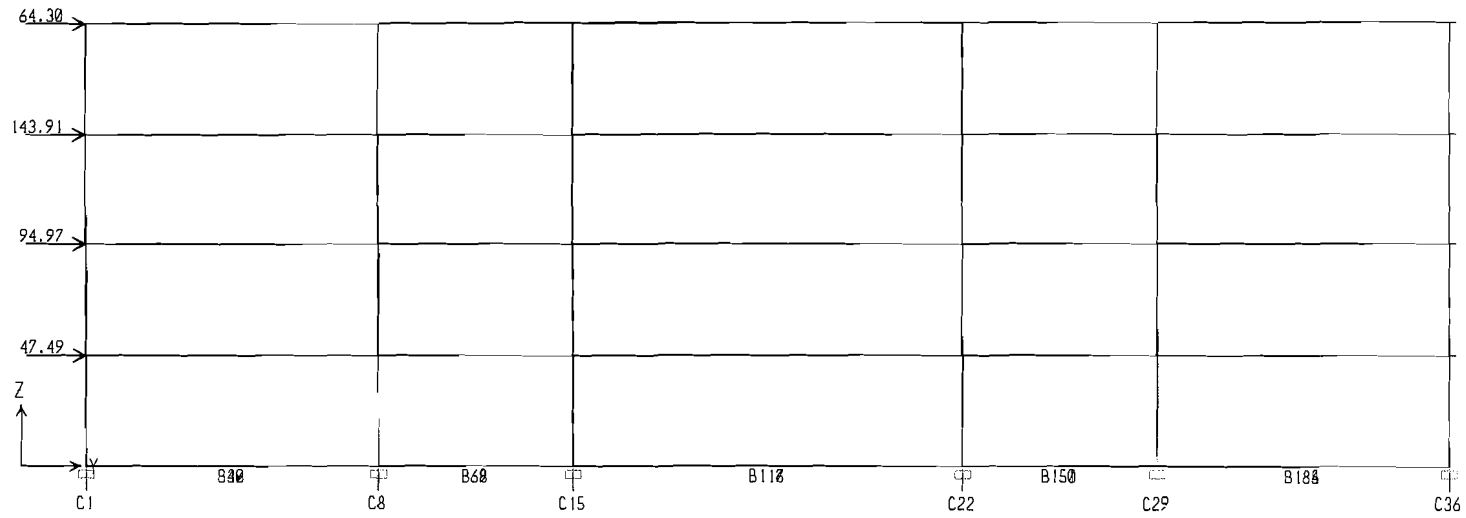


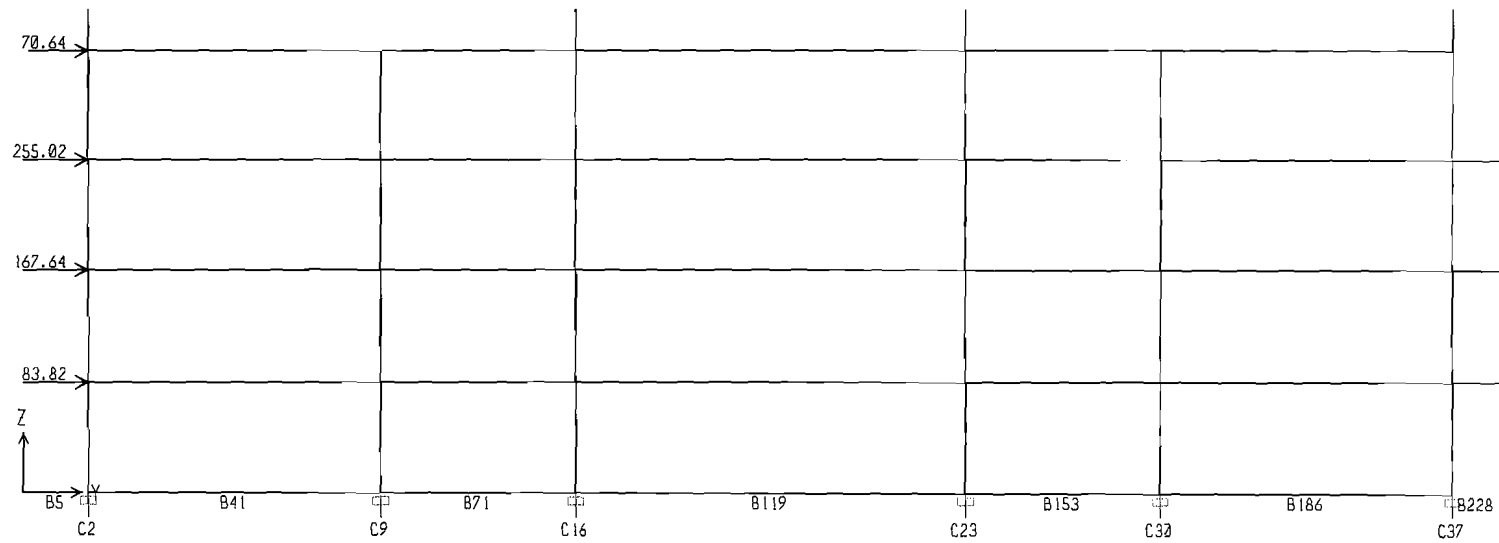


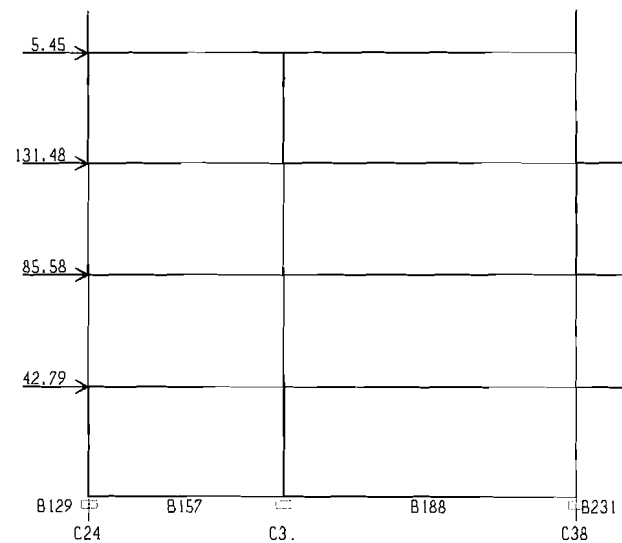
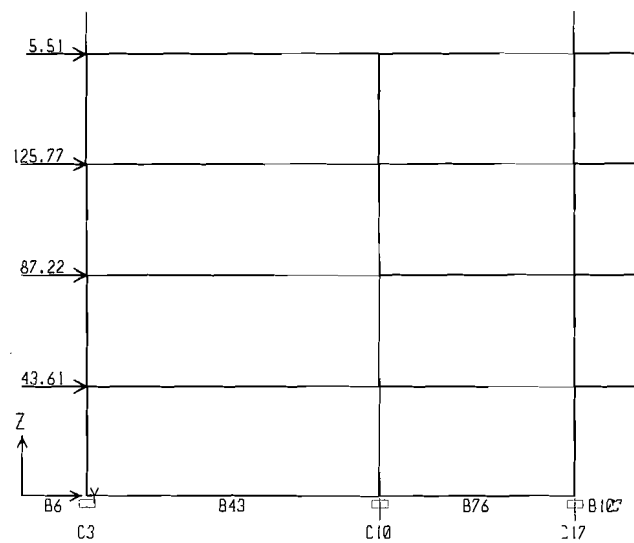


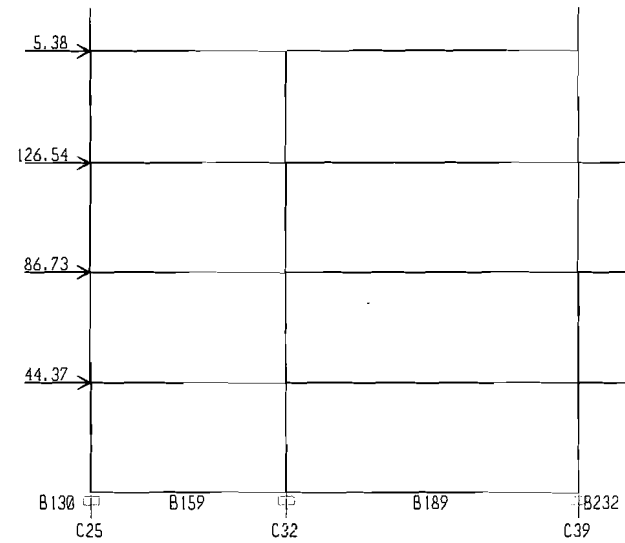
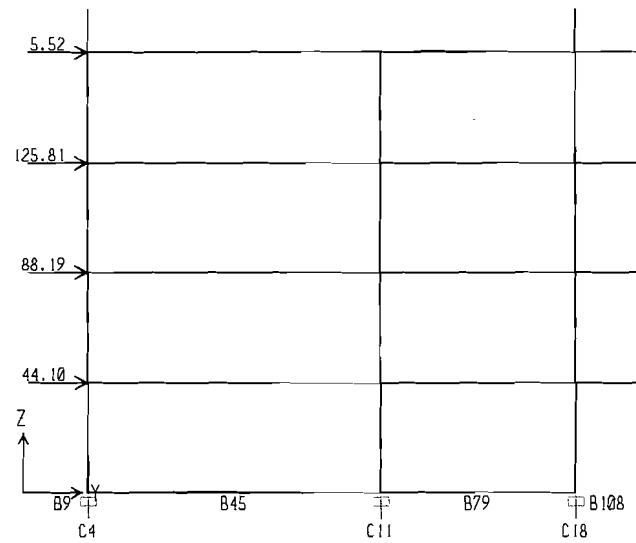


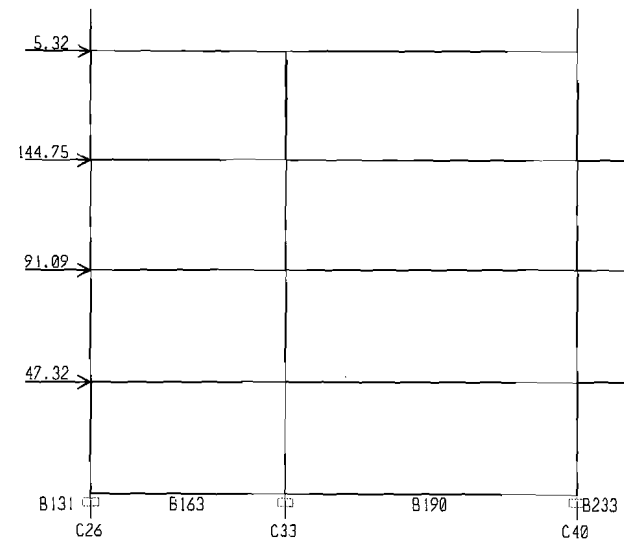
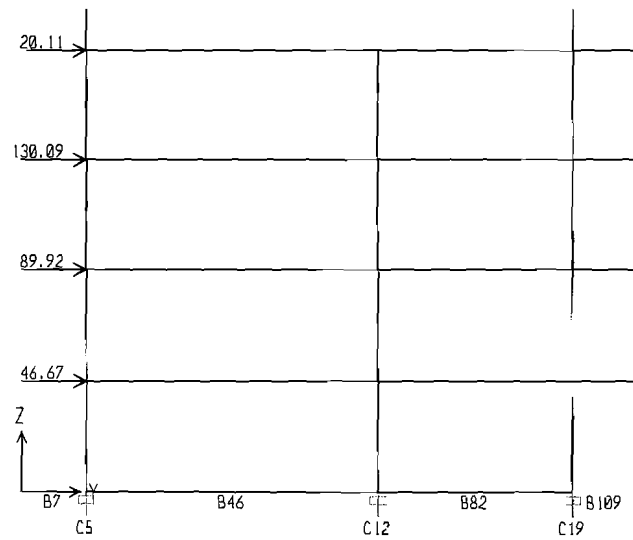




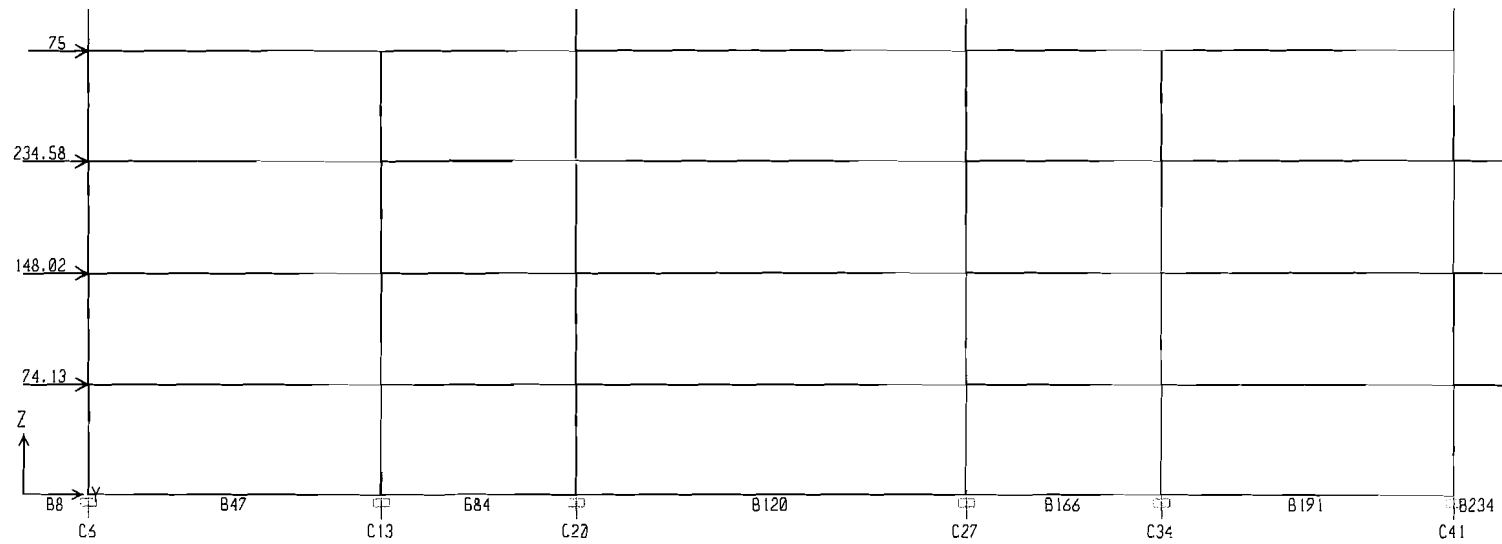


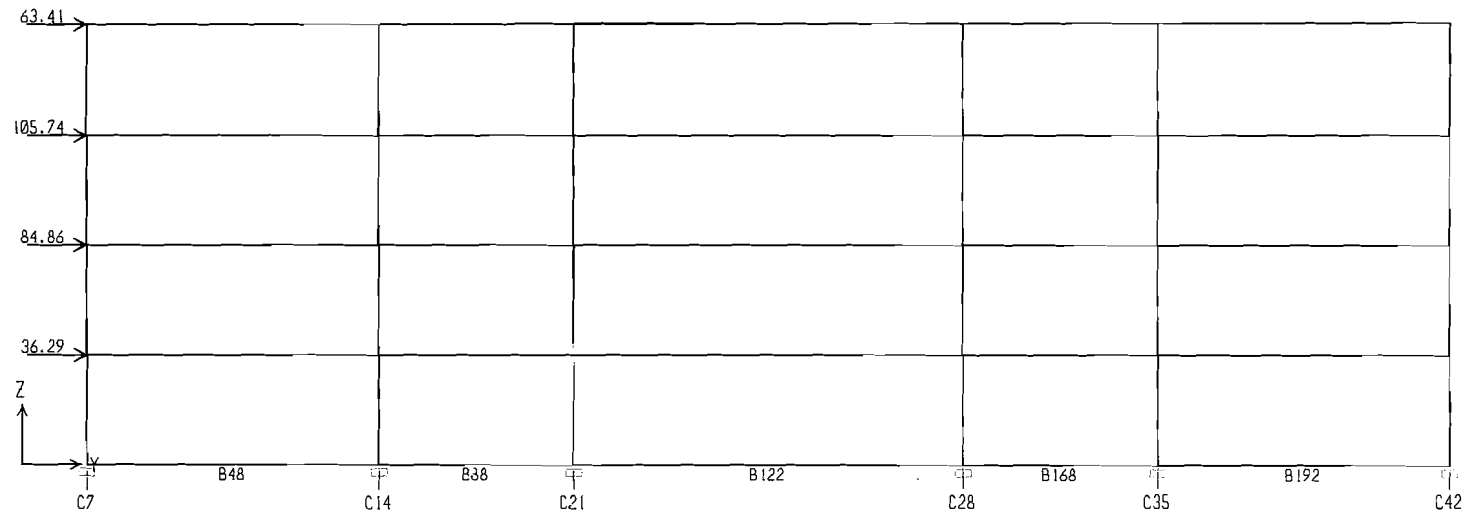


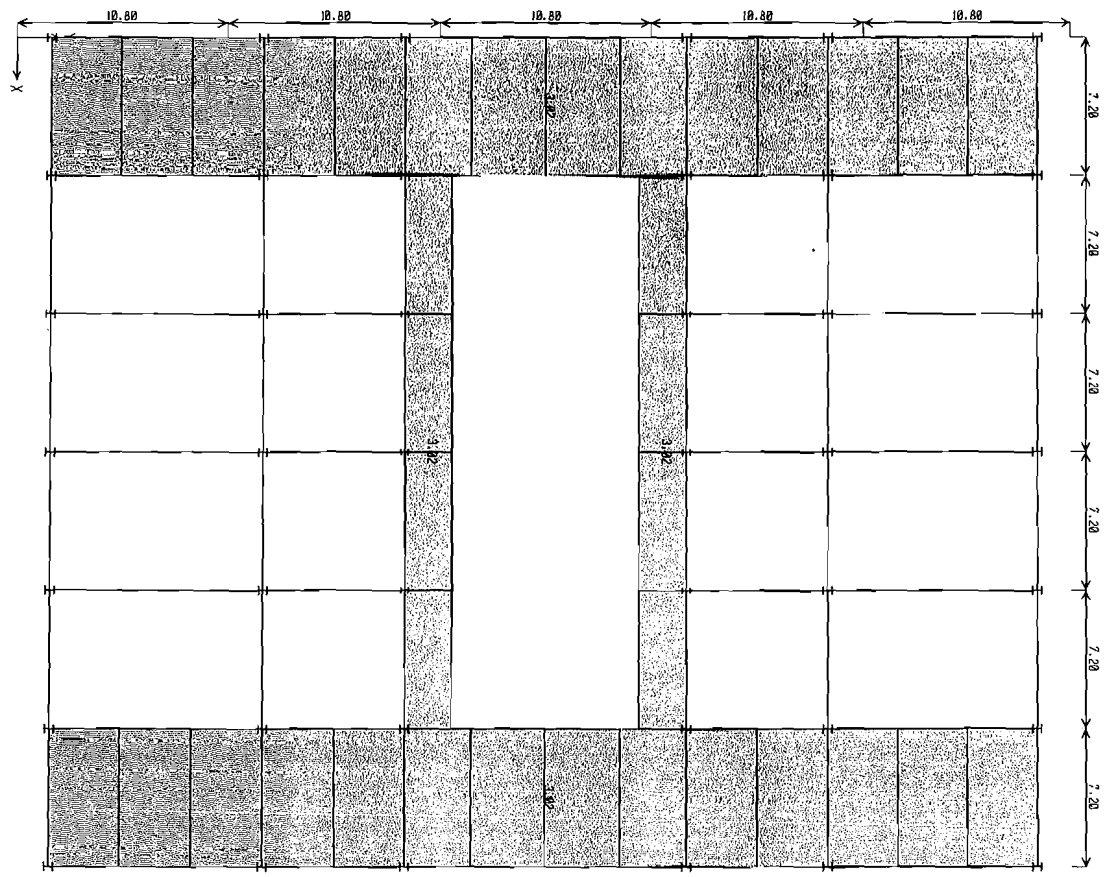


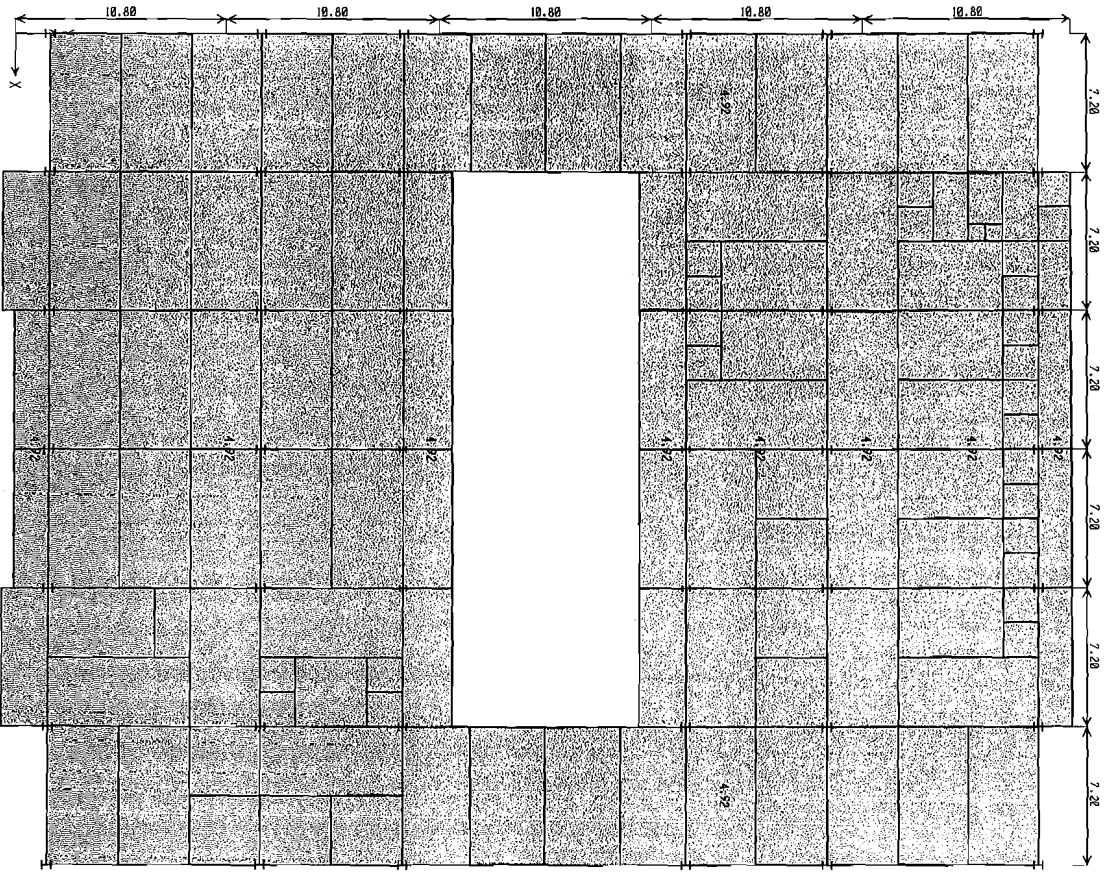




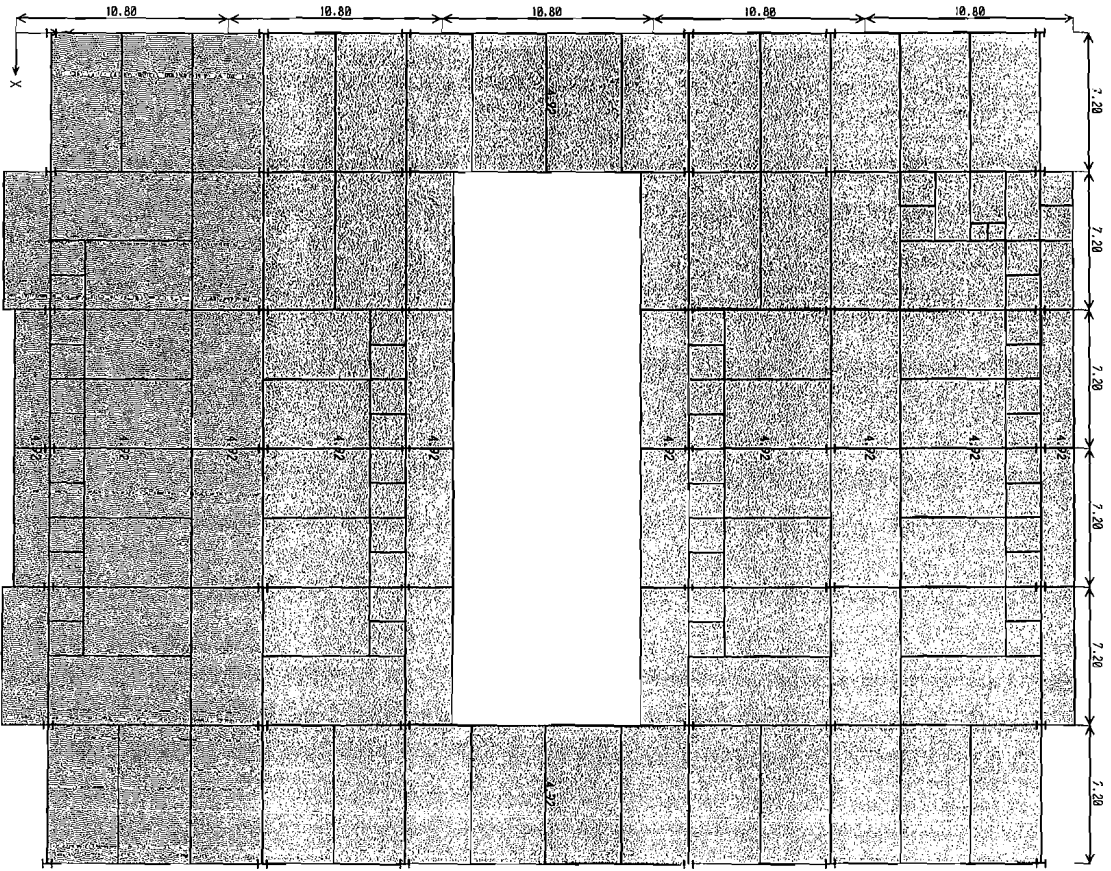


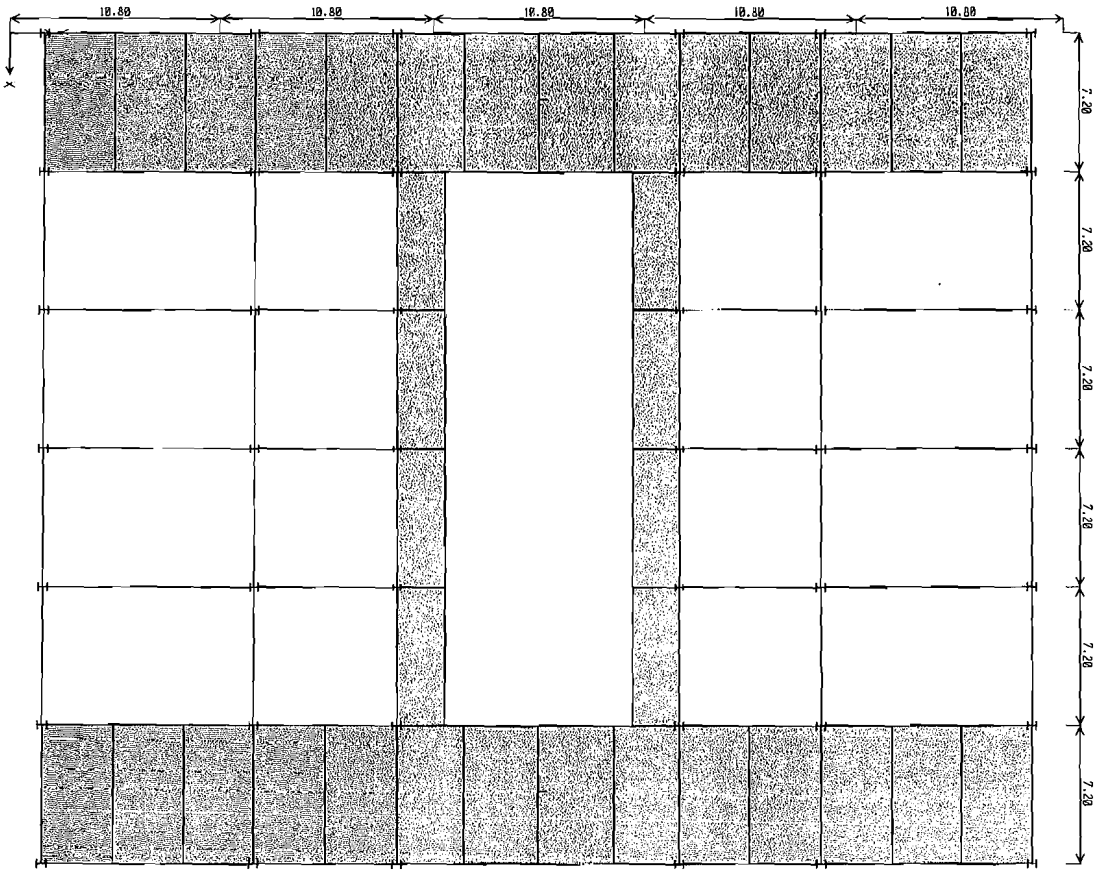






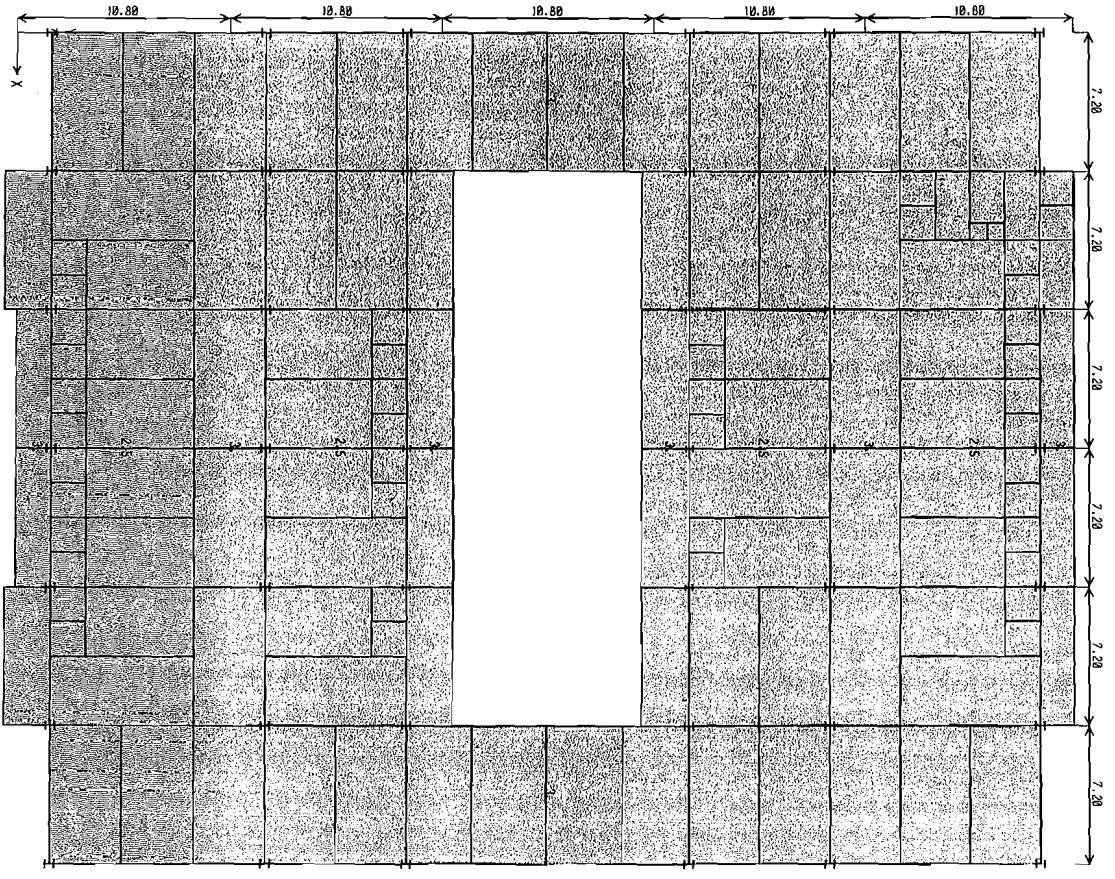














*Dasar Struktur Rangka Baja*

3

LAMPIRAN

**Gaya Aksial**

BTG	(profil)	L (m)	ND	NL	Nwki	Nwka	Nu1	Nu2	Nu3	Nu4	Nu5	Nu6	Numaks	Numin	Nupakai	keterangan
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]
1	BT2	2.20871	-74.936	-12.3587	-4.5808	6.65322	-104.9105	-96.1026	-113.3617	-104.3745	-102.0576	-87.4534	6.6532	-113.3617	-113.3617	tekan
2	BT1	2.347957	63.1227	10.4176	13.3022	-14.803	88.3717	80.9560	103.0571	80.5733	98.2488	61.7126	103.0571	-14.8027	103.0571	tarik
3	BT3	0.82662	-3.5721	-0.80238	-0.8902	1.18635	-5.0009	-4.6877	-6.2824	-4.6212	-5.8449	-3.1454	1.1864	-6.2824	-6.2824	tekan
4	BT2	2.194767	-72.398	-11.7899	-4.9112	7.0938	-101.3578	-92.7730	-109.6709	-100.0668	-99.1576	-83.5511	7.0938	-109.6709	-109.6709	tekan
5	BT3	2.354761	7.74497	1.14811	1.27377	-1.6975	10.8430	9.8680	12.1500	9.7729	11.5239	7.6612	12.1500	-1.6975	12.1500	tarik
6	BT1	2.347957	56.5646	9.28006	12.0401	-13.121	79.1905	72.5176	92.3577	72.2291	88.1697	55.4607	92.3577	-13.1207	92.3577	tarik
7	BT3	1.650757	-6.2625	-1.19195	-1.3316	1.77367	-8.7675	-8.1110	-10.4873	-8.0032	-9.8420	-5.8052	1.7737	-10.4873	-10.4873	tekan
8	BT2	2.20293	-62.59	-10.1408	-4.0432	5.93718	-87.6258	-80.1782	-94.5677	-86.5834	-85.4344	-72.4599	5.9372	-94.5677	-94.5677	tekan
9	BT3	2.754433	9.08237	1.32942	1.48512	-1.9782	12.7153	11.5635	14.2140	11.4433	13.4942	8.9919	14.2140	-1.9782	14.2140	tarik
10	BT1	2.347957	49.9736	8.14621	10.7734	-11.433	69.9630	64.0414	81.6210	63.8555	78.0469	49.1779	81.6210	-11.4335	81.6210	tarik
11	BT1	2.46917	-11.209	-2.02237	-2.2314	2.97399	-15.6919	-14.4614	-18.4711	-14.3068	-17.3622	-10.5952	2.9740	-18.4711	-18.4711	tekan
12	BT2	2.20293	-56.025	-9.23186	-3.977	5.85054	-78.4349	-71.8458	-85.1825	-77.3204	-77.0160	-64.2401	5.8505	-85.1825	-85.1825	tekan
13	BT3	2.52343	3.83456	0.83505	0.91386	-1.2185	5.3684	5.0190	6.6686	4.9628	6.2070	3.4350	6.6686	-1.2185	6.6686	tarik
14	BT3	2.527153	26.3162	4.14118	5.07482	-5.9352	36.8427	33.6500	42.2652	33.4572	40.2473	25.9343	42.2652	-5.9352	42.2652	tarik
15	BT3	1.234585	-3.6735	-0.81709	-0.8942	1.19228	-5.1428	-4.8167	-6.4309	-4.7617	-5.9792	-3.2667	1.1923	-6.4309	-6.4309	tekan
16	BT2	2.20293	-53.455	-8.65677	-4.3004	6.28174	-74.8369	-68.4743	-81.4371	-72.9714	-74.0649	-60.3081	6.2817	-81.4371	-81.4371	tekan
17	BT3	2.527153	30.2776	4.97746	5.99003	-7.1554	42.3886	38.8218	49.0890	38.5727	46.6089	29.5198	49.0890	-7.1554	49.0890	tarik
18	BT1	2.18	30.5685	4.92653	6.94366	-6.7836	42.7959	39.1455	50.1196	39.1378	48.1723	30.3268	50.1196	-6.7836	50.1196	tarik
19	BT2	4.56	2.25938	0	0	0	3.1631	2.7113	2.7113	2.7113	2.7113	2.7113	3.1631	0.0000	3.1631	tarik
20	BT1	2.18	30.5685	4.92653	6.94366	-6.7836	42.7959	39.1455	50.1196	39.1378	48.1723	30.3268	50.1196	-6.7836	50.1196	tarik
21	BT2	2.20293	-53.455	-8.65677	-0.8931	2.87445	-74.8369	-68.4743	-78.7113	-75.6972	-69.6354	-64.7375	2.8744	-78.7113	-78.7113	tekan
22	BT3	2.527153	30.2776	4.97746	-2.5707	1.40529	42.3886	38.8218	42.2405	45.4213	35.4799	40.6487	45.4213	-2.5707	45.4213	tarik
23	BT3	1.234585	-3.6735	-0.81709	1.19228	-0.8942	-5.1428	-4.8167	-4.7617	-6.4309	-3.2667	-5.9792	1.1923	-6.4309	-6.4309	tekan
24	BT2	2.20293	-56.025	-9.23186	-1.3243	3.19785	-78.4349	-71.8458	-83.0603	-79.4426	-73.5675	-67.6886	3.1978	-83.0603	-83.0603	tekan
25	BT3	2.52343	3.83456	0.83505	-1.2185	0.91386	5.3684	5.0190	4.9628	6.6686	3.4350	6.2070	6.6686	-1.2185	6.6686	tarik
26	BT3	2.527153	26.3162	4.14118	-1.3504	0.49009	36.8427	33.6500	37.1250	38.5974	31.8945	34.2872	38.5974	-1.3504	38.5974	tarik
27	BT1	2.46917	-11.209	-2.02237	2.98912	-2.2465	-15.6919	-14.4614	-14.2947	-18.4832	-10.5756	-17.3819	2.9891	-18.4832	-18.4832	tekan
28	BT2	2.20293	-62.59	-10.1408	-1.2175	3.11152	-87.6258	-80.1782	-92.3071	-88.8439	-81.7610	-76.1333	3.1115	-92.3071	-92.3071	tekan
29	BT3	2.754433	9.08237	1.32942	-2.0035	1.51037	12.7153	11.5635	11.4231	14.2342	8.9590	13.5270	14.2342	-2.0035	14.2342	tarik
30	BT1	2.347957	49.9736	8.14621	4.8016	-5.4616	69.9630	64.0414	76.8435	68.6329	70.2835	56.9413	76.8435	-5.4616	76.8435	tarik
31	BT3	1.650757	-6.2625	-1.19195	1.79632	-1.3542	-8.7675	-8.1110	-7.9850	-10.5055	-5.7757	-9.8714	1.7963	-10.5055	-10.5055	tekan
32	BT2	2.194767	-72.398	-11.7899	-0.0507	2.23326	-101.3578	-92.7730	-105.7824	-103.9553	-92.8389	-89.8698	2.2333	-105.7824	-105.7824	tekan
33	BT3	2.354761	7.74497	1.14811	-1.7085	1.28474	10.8430	9.8680	9.7641	12.1587	7.6470	11.5382	12.1587	-1.7085	12.1587	tarik
34	BT1	2.347957	56.5646	9.28006	3.09284	-4.1734	79.1905	72.5176	85.1999	79.3869	76.5383	67.0921	85.1999	-4.1734	85.1999	tarik
35	BT3	0.82662	-3.5721	-0.80238	1.19402	-0.8979	-5.0009	-4.6877	-4.6151	-6.2886	-3.1354	-5.8549	1.1940	-6.2886	-6.2886	tekan
36	BT2	2.20871	-74.936	-12.3587	-0.4914	2.5638	-104.9105	-96.1026	-110.0902	-107.6461	-96.7413	-92.7696	2.5638	-110.0902	-110.0902	tekan
37	BT1	2.347957	63.1227	10.4176	1.40002	-2.9005	88.3717	80.9560	93.5354	90.0950	82.7760	77.1854	93.5354	-2.9005	93.5354	tarik

**Keterangan :**

- |   |   |  |
|---|---|--|
| 1) Nomer batang   | 4) ND = Gaya aksial akibat beban mati ( KN )                    | 10) NU3 = 1,2 ND+1,6NL+0,8NWtiup ( KN )    |
| 2) Jenis profil yang dipakai<br>BT1 = 2L60x60x7<br>BT2 = 2L70x70x7<br>BT3 = 2L40x40x4 | 5) NLa = Gaya aksial akibat beban hidup atap ( KN )             | 11) NU4 = 1,2 ND+1,6NL+0,8NWWhisap ( KN )  |
| 3) Panjang batang (m)   | 6) NWki = Gaya aksial akibat beban angin dari arah kiri ( KN )  | 12) NU5 = 1,2 ND+1,3NWtiup+0,5NLa ( KN )   |
|   | 7) NWka = Gaya aksial akibat beban angin dari arah kanan ( KN ) | 13) NU6 = 1,2 ND+1,3NWWhisap+0,5NLa ( KN ) |
|   | 8) NU1 = 1,4 ND ( KN )  | 14) Numaks = Gaya aksial tarik ( + )       |
|   | 9) NU2 = 1,2 ND+0,5NLa ( KN )                                   | 15) Numin = Gaya aksial tekan ( - )        |
|   |   | 16) Nu pakai = Nu Maksimum                 |
|   |   | 17) Keterangan Batang = Tekan / tarik      |

**Cek Gaya Batang**

BTG	NU tarik (KN)	Nu tekan (KN)	L (m)	Profil	Ag (mm <sup>2</sup> )	rx (mm)	Analisa batang tekan						Analisa batang tarik		Keterangan
							KL/rx <200	λc	ω			σ Nn (KN)	KL/rx <240	σ Nn (KN)	
									λc ≤ 0.25	0.25 < λc < 1.2	λc ≥ 1.2				
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]
1	0	113.362	2.2087	BT2	1880	21.24	aman	1.1473	0	1.72019213	0	222.9518	-	-	aman
2	103.0571	0	2.3480	BT1	1382	18.16	-	0	0	0	0	0	aman	298.5120	aman
3	0	6.28245	0.8266	BT3	616	12.06	aman	0.7561	0	1.30786472	0	96.08333	-	-	aman
4	0	109.671	2.1948	BT2	1880	21.24	aman	1.1401	0	1.71020908	0	224.2533	-	-	aman
5	12.1500	0	2.3548	BT3	616	12.06	-	0	0	0	0	0	aman	133.0560	aman
6	92.3577	0	2.3480	BT1	1382	18.16	-	0	0	0	0	0	aman	298.5120	aman
7	0	10.4873	1.6508	BT3	616	12.06	aman	1.51	0	0	2.85017	44.08998	-	-	aman
8	0	94.5677	2.2029	BT2	1880	21.24	aman	1.1443	0	1.7160396	0	223.4913	-	-	aman
9	14.2140	0	2.7544	BT3	616	12.06	-	0	0	0	0	0	aman	133.0560	aman
10	81.6210	0	2.3480	BT1	1382	18.16	-	0	0	0	0	0	aman	298.5120	aman
11	0	18.4711	2.4692	BT1	1382	18.16	aman	1.4996	0	0	2.81111	100.2908	-	-	aman
12	0	85.1825	2.2029	BT2	1880	21.24	aman	1.1443	0	1.7160396	0	223.4913	-	-	aman
13	6.6686	0	2.5234	BT3	616	12.06	-	0	0	0	0	0	aman	133.0560	aman
14	42.2652	0	2.5272	BT3	616	12.06	-	0	0	0	0	0	aman	133.0560	aman
15	0	6.43087	1.2346	BT3	616	12.06	aman	1.1293	0	1.69561197	0	74.1113	-	-	aman
16	0	81.4371	2.2029	BT2	1880	21.24	aman	1.1443	0	1.7160396	0	223.4913	-	-	aman
17	49.0890	0	2.5272	BT3	616	12.06	-	0	0	0	0	0	aman	133.0560	aman
18	50.1196	0	2.1800	BT1	1382	18.16	-	0	0	0	0	0	aman	298.5120	aman
19	3.1631	0	4.5600	BT2	1880	21.24	-	0	0	0	0	0	aman	406.0800	aman
20	50.1196	0	2.1800	BT1	1382	18.16	-	0	0	0	0	0	aman	298.5120	aman
21	0	78.7113	2.2029	BT2	1880	21.24	aman	1.1443	0	1.7160396	0	223.4913	-	-	aman
22	45.4213	0	2.5272	BT3	616	12.06	-	0	0	0	0	0	aman	133.0560	aman
23	0	6.43087	1.2346	BT3	616	12.06	aman	1.1293	0	1.69561197	0	74.1113	-	-	aman
24	0	83.0603	2.2029	BT2	1880	21.24	aman	1.1443	0	1.7160396	0	223.4913	-	-	aman
25	6.6686	0	2.5234	BT3	616	12.06	-	0	0	0	0	0	aman	133.0560	aman
26	38.5974	0	2.5272	BT3	616	12.06	-	0	0	0	0	0	aman	133.0560	aman
27	0	18.4832	2.4692	BT1	1382	18.16	aman	1.4996	0	0	2.81111	100.2908	-	-	aman
28	0	92.3071	2.2029	BT2	1880	21.24	aman	1.1443	0	1.7160396	0	223.4913	-	-	aman
29	14.2342	0	2.7544	BT3	616	12.06	-	0	0	0	0	0	aman	133.0560	aman
30	76.8435	0	2.3480	BT1	1382	18.16	-	0	0	0	0	0	aman	298.5120	aman
31	0	10.5055	1.6508	BT3	616	12.06	aman	1.51	0	0	2.85017	44.08998	-	-	aman
32	0	105.782	2.1948	BT2	1880	21.24	aman	1.1401	0	1.71020908	0	224.2533	-	-	aman

BTG	NU tarik (KN)	Nu tekan (KN)	L (m)	Profil	Ag (mm <sup>2</sup> )	rx (mm)	Analisa batang tekan					Analisa batang tarik		Keterangan	
							KL/rx <200	λc	ω			φ Nn (KN)	KL/rx <240		φ Nn (KN)
									λc ≤ 0.25	0.25 < λc < 1.2	λc ≥ 1.2				
33	12.1587	0	2.3548	BT3	616	12.06	-	0	0	0	0	0	aman	133.0560	aman
34	85.1999	0	2.3480	BT1	1382	18.16	-	0	0	0	0	0	aman	298.5120	aman
35	0	6.28858	0.8266	BT3	616	12.06	aman	0.7561	0	1.30786472	0	96.08333	-	-	aman
36	0	110.09	2.2087	BT2	1880	21.24	aman	1.1473	0	1.72019213	0	222.9518	-	-	aman
37	93.5354	0	2.3480	BT1	1382	18.16	-	0	0	0	0	0	aman	298.5120	aman

Keterangan :

[1] Nomer batang

[2] Nu tarik

[3] Nu desak

[4] Panjang batang

[5] Jenis profil teroasang

BT1 = 2L60x60x6

BT2 = 2L70x70x7

BT3 = 2L40x40x4

[6] Ag = Luas penampang profil (mm<sup>2</sup>)

[7] rx = jari - jari girasi terkecil (mm)

[8] K.L/rx < 200 (syarat angka perbandingan kelangsingan batang tekan)

[9]  $\lambda c = (1/3.14) \cdot (KL/r) \cdot (fy/E)^{0,5}$  (parameter kelangsingan batang tekan)

$\omega = m$  koefisien tekuk

[10]  $\lambda c \leq 0,25$ ;  $\omega = 1$

[11]  $0,25 < \lambda c < 1,2$ ;  $\omega = 1,3/(1,6-0,6\lambda c)$

[12]  $\lambda c \geq 1,25$ ;  $\omega = 1,25\lambda c^2$

[13]  $\Phi Nn = 0,85 \cdot Ag \cdot (fy/\omega)$ ; kuat tekan nominal

[14] k.L/rx < 240 (syarat angka perbandingan kelangsingan batang tarik)

[15]  $\Phi Nn = 0,9 \cdot Ag \cdot fy$ ; kuat tekan nominal

[16]  $Nu \leq \Phi Nn$ ; Profil aman dipakai



Sambungan Baut

Joint	Btg	Profil		Nu (KN)	Ag (mm <sup>2</sup> )	tp (mm)	tf (mm)	Fu p (Mpa)	Perencanaan sambungan				Φ Tn Tarik (kN)	Φ Rn tumpu (kN)	n	n/2	np	s' (mm)	e (mm)	Cek p geser tarik			Cek r geser tarik			An Profil (mm <sup>2</sup> )	Φ Nn (kN)	Ket.
									Mutu baut	Fub (Mpa)	d (mm)	Φ Vn Geser								Avg (mm <sup>2</sup> )	Ank (mm <sup>2</sup> )	Φ Tn1 (kN)	Ans (mm <sup>2</sup> )	Atg (mm <sup>2</sup> )	Φ Tn2 (kN)			
1	2	BT2	2L70x70x7	113.3617	1880	10	7	410	A325	807	16	48.6524	91.2233	92.6560	2.3300	1.1650	2	40	80	840	185.5	295.5225	616	245	315.5040	1474.89	463.5283	Aman
1	2	BT1	2L60x60x8	103.0571	1382	10	6	410	A325	807	16	48.6524	91.2233	70.8480	2.1182	1.0591	2	40	80	720	129	234.8550	528	180	259.6320	1048.89	322.5333	Aman
2	1	BT2	2L70x70x7	113.3617	1880	10	7	410	A325	807	16	48.6524	91.2233	92.6560	2.3300	1.1650	2	40	80	840	185.5	295.5225	616	245	315.5040	1474.89	463.5283	Aman
3	3	BT3	2L40x40x4	6.2824	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.2080	0.1026	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
4	4	BT2	2L70x70x7	109.6709	1880	10	7	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	65.6082	3.5778	1.7889	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
3	2	BT1	2L60x60x8	103.0571	1382	10	6	410	A325	807	16	48.6524	91.2233	70.8480	2.1182	1.0591	2	40	80	720	129	234.8550	528	180	259.6320	1048.89	322.5333	Aman
3	3	BT3	2L40x40x4	6.2824	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.2080	0.1026	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
5	5	BT3	2L40x40x4	12.1500	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.3984	0.1992	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
6	6	BT1	2L60x60x8	92.3577	1382	10	6	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	56.2356	3.0130	1.5065	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
4	4	BT2	2L70x70x7	109.6709	1880	10	7	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	65.6082	3.5778	1.7889	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
5	5	BT3	2L40x40x4	12.1500	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.3984	0.1992	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
7	7	BT3	2L40x40x4	10.4873	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.3421	0.1711	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
8	8	BT2	2L70x70x7	94.5677	1880	10	7	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	65.6082	3.0851	1.5426	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
5	6	BT1	2L60x60x8	92.3577	1382	10	6	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	56.2356	3.0130	1.5065	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
7	7	BT3	2L40x40x4	10.4873	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.3421	0.1711	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
9	9	BT3	2L40x40x4	14.2140	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.4637	0.2319	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
10	10	BT1	2L60x60x8	81.6210	1382	10	6	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	56.2356	2.6827	1.3314	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
6	8	BT2	2L70x70x7	94.5677	1880	10	7	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	65.6082	3.0851	1.5426	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
9	9	BT3	2L40x40x4	14.2140	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.4637	0.2319	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
11	11	BT1	2L60x60x8	18.4711	1382	10	6	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	56.2356	0.6026	0.3013	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
12	12	BT2	2L70x70x7	85.1825	1880	10	7	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	65.6082	2.7789	1.3895	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
13	13	BT3	2L40x40x4	6.6886	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.2176	0.1088	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
7	10	BT1	2L60x60x8	81.6210	1382	10	6	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	56.2356	2.6827	1.3314	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
11	11	BT1	2L60x60x8	18.4711	1382	10	6	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	56.2356	0.6026	0.3013	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
14	14	BT3	2L40x40x4	42.2652	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	1.3788	0.6894	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
18	18	BT1	2L60x60x8	50.1196	1382	10	6	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	56.2356	1.6361	0.8175	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
8	12	BT2	2L70x70x7	85.1825	1880	10	7	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	65.6082	2.7789	1.3895	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
15	15	BT3	2L40x40x4	6.4309	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.2098	0.1049	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
16	16	BT2	2L70x70x7	81.4371	1880	10	7	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	65.6082	2.6677	1.3284	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
9	13	BT3	2L40x40x4	6.6886	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.2176	0.1088	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
14	14	BT3	2L40x40x4	42.2652	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	1.3788	0.6894	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
15	15	BT3	2L40x40x4	6.4309	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.2098	0.1049	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
17	17	BT3	2L40x40x4	49.0890	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	1.8014	0.8007	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
10	16	BT2	2L70x70x7	81.4371	1880	10	7	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	65.6082	2.6677	1.3284	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
17	17	BT3	2L40x40x4	49.0890	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	1.8014	0.8007	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
19	19	BT2	2L70x70x7	3.1631	1880	10	7	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	65.6082	0.1032	0.0516	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
21	21	BT2	2L70x70x7	78.7113	1880	10	7	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	65.6082	2.5678	1.2839	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	Aman
22	22	BT3	2L40x40x4	45.4213	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	1.4818	0.7409	2	31.8	63.6	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8986	444.803	136.7771	A

Sambungan Baut

Joint	Btg	Profil		Nu (KN)	Ag (mm <sup>2</sup> )	tp (mm)	tf (mm)	Fu p (Mpa)	Perencanaan sambungan				Φ Tn Tarik (kN)	Φ Rn tumpu (kN)	n	nv/2	np	s' (mm)	s (mm)	Cek p geser r tarik			Cek r geser p tarik			An Profil (mm <sup>2</sup> )	Φ Nn (kN)	Ket.	
									Mutu baut	Fub (Mpa)	d (mm)	Φ Vn Geser								Avg (mm <sup>2</sup> )	Ant (mm <sup>2</sup> )	Φ Tn1 (kN)	Ans (mm <sup>2</sup> )	Atg (mm <sup>2</sup> )	Φ Tn2 (kN)				
																													[10]
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]	[24]	[25]	[26]	[27]	[28]	[29]	
15	20	BT1	2L60x80x6	50.1196	1382	10	6	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	56.2356	1.8351	0.8178	2	31.8	63.5	671.5	138.9	208.8675	419.1	180	219.4479	1095.2	336.7751	Aman	
	26	BT3	2L40x40x4	38.5974	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	1.2592	0.6296	2	31.8	63.5	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8988	444.803	136.7771	Aman	
	27	BT1	2L60x80x6	18.4832	1382	10	6	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	56.2356	0.6030	0.3015	2	31.8	63.5	671.5	138.9	208.8675	419.1	180	219.4479	1095.2	336.7751	Aman	
	30	BT1	2L60x80x6	78.8435	1382	10	6	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	56.2356	2.5069	1.2534	2	31.8	63.5	671.5	138.9	208.8675	419.1	180	219.4479	1095.2	336.7751	Aman	
16	28	BT2	2L70x70x7	92.3071	1880	10	7	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	65.6082	3.0114	1.5057	2	31.8	63.5	666.75	197.05	285.2038	488.95	245	288.6228	1534.4	471.8291	Aman	
	31	BT3	2L40x40x4	10.5055	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.3427	0.1714	2	31.8	63.5	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8988	444.803	136.7771	Aman	
	32	BT2	2L70x70x7	105.7824	1880	10	7	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	65.6082	3.4510	1.7255	2	31.8	63.5	666.75	197.05	285.2038	488.95	245	288.6228	1534.4	471.8291	Aman	
	33	BT3	2L40x40x4	12.1587	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.3967	0.1983	2	31.8	63.5	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8988	444.803	136.7771	Aman	
17	29	BT3	2L40x40x4	14.2342	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.4644	0.2322	2	31.8	63.5	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8988	444.803	136.7771	Aman	
	30	BT1	2L60x80x6	78.8435	1382	10	6	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	56.2356	2.5069	1.2534	2	31.8	63.5	671.5	138.9	208.8675	419.1	180	219.4479	1095.2	336.7751	Aman	
	31	BT3	2L40x40x4	10.5055	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.3427	0.1714	2	31.8	63.5	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8988	444.803	136.7771	Aman	
	34	BT1	2L60x80x6	85.1999	1382	10	6	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	56.2356	2.7795	1.3898	2	31.8	63.5	671.5	138.9	208.8675	419.1	180	219.4479	1095.2	336.7751	Aman	
18	32	BT2	2L70x70x7	105.7824	1880	10	7	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	65.6082	3.4510	1.7255	2	31.8	63.5	666.75	197.05	285.2038	488.95	245	288.6228	1534.4	471.8291	Aman	
	35	BT3	2L40x40x4	6.2886	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.2052	0.1026	2	31.8	63.5	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8988	444.803	136.7771	Aman	
	36	BT2	2L70x70x7	110.0902	1880	10	7	410	A325	807	16	48.6524	91.2233	82.6580	2.2828	1.1314	2	40	80	840	185.5	295.5225	616	245	315.5040	1474.89	453.5283	Aman	
19	33	BT3	2L40x40x4	12.1587	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.3967	0.1983	2	31.8	63.5	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8988	444.803	136.7771	Aman	
	34	BT1	2L60x80x6	85.1999	1382	10	6	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	56.2356	2.7795	1.3898	2	31.8	63.5	671.5	138.9	208.8675	419.1	180	219.4479	1095.2	336.7751	Aman	
	35	BT3	2L40x40x4	6.2886	616	10	4	410	A325	807	12.7	30.6529	57.4742	37.4904	0.2052	0.1026	2	31.8	63.5	381	52.6	114.6450	279.4	80	131.8988	444.803	136.7771	Aman	
	37	BT1	2L60x80x6	93.5354	1382	10	6	410	A325	807	16	48.6524	91.2233	70.8480	1.9225	0.9613	2	40	80	720	129	234.8550	528	180	259.6320	1048.89	322.5333	Aman	
20	36	BT2	2L70x70x7	110.0902	1880	10	7	410	A325	807	16	48.6524	91.2233	82.6580	2.2828	1.1314	2	40	80	840	185.5	295.5225	616	245	315.5040	1474.89	453.5283	Aman	
	37	BT1	2L60x80x6	93.5354	1382	10	6	410	A325	807	16	48.6524	91.2233	70.8480	1.9225	0.9613	2	40	80	720	129	234.8550	528	180	259.6320	1048.89	322.5333	Aman	

Keterangan :

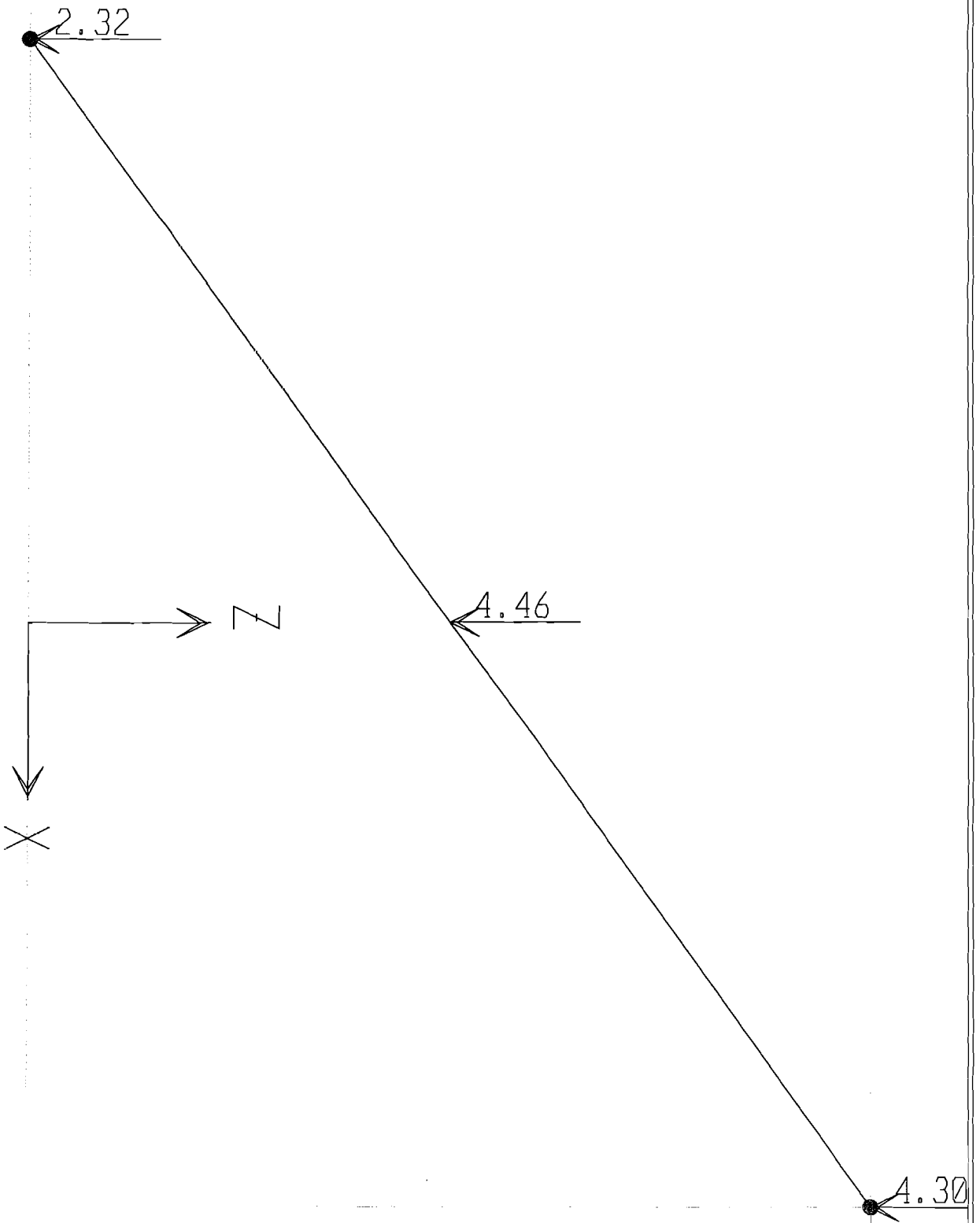
- |  |   |
|--|---|
| [1] Titek buhul  | [16] n/2  |
| [2] Nomer batang   | [17] np = Baut terpasang  |
| [3] Profil terpasang   | [18] s = Jarak antar baut   |
| [4] Nu = gaya batang   | [19] s' = Jarak lubang baut dengan tepi pelat profil                            |
| [5] Ag = Luas penampang profil (mm <sup>2</sup> )            | [20] Avg = Luas bruto pelelehan geser   |
| [6] tp = tebal pelat buhul (mm)                              | [21] Ant = Luas bersih retakan tarik  |
| [7] tf = tebal profil (mm)                                   | [22] Φ Tn1 = Kekuatan nominal tarik pelat profil pelelehan geser- retakan tarik |
| [8] Fu p = Tegangan tarik putus baut                         | [23] Ans = Luas bersih retakan geser  |
| [9] Mutu baut  | [24] Atg = Luas kotor pelelehan tarik   |
| [10] Fu b = Tegangan tarik putus baut                        | [25] Φ Tn2 = Kekuatan nominal tarik profil retakan geser- pelelehan tarik       |
| [11] d = diameter baut                                       | [26] An = Luas neto profil  |
| [12] ΦRn geser = 0.75*0.4*Fub*Ab (Kuat geser rencana baut)   | [27] Φ Nn = Kuat tarik profil   |
| [13] ΦRn tarik = 0.75*0.75*Fub*Ab (kuat tarik rencana baut)  | [28] Nu ≤ Φ Nn ; Profil aman dipakai  |
| [14] ΦRn tumpu = 2.4*0.75*db*tp*Fu (Kuat tumpu rencana baut) |   |
| [15] n = jumlah baut   |   |

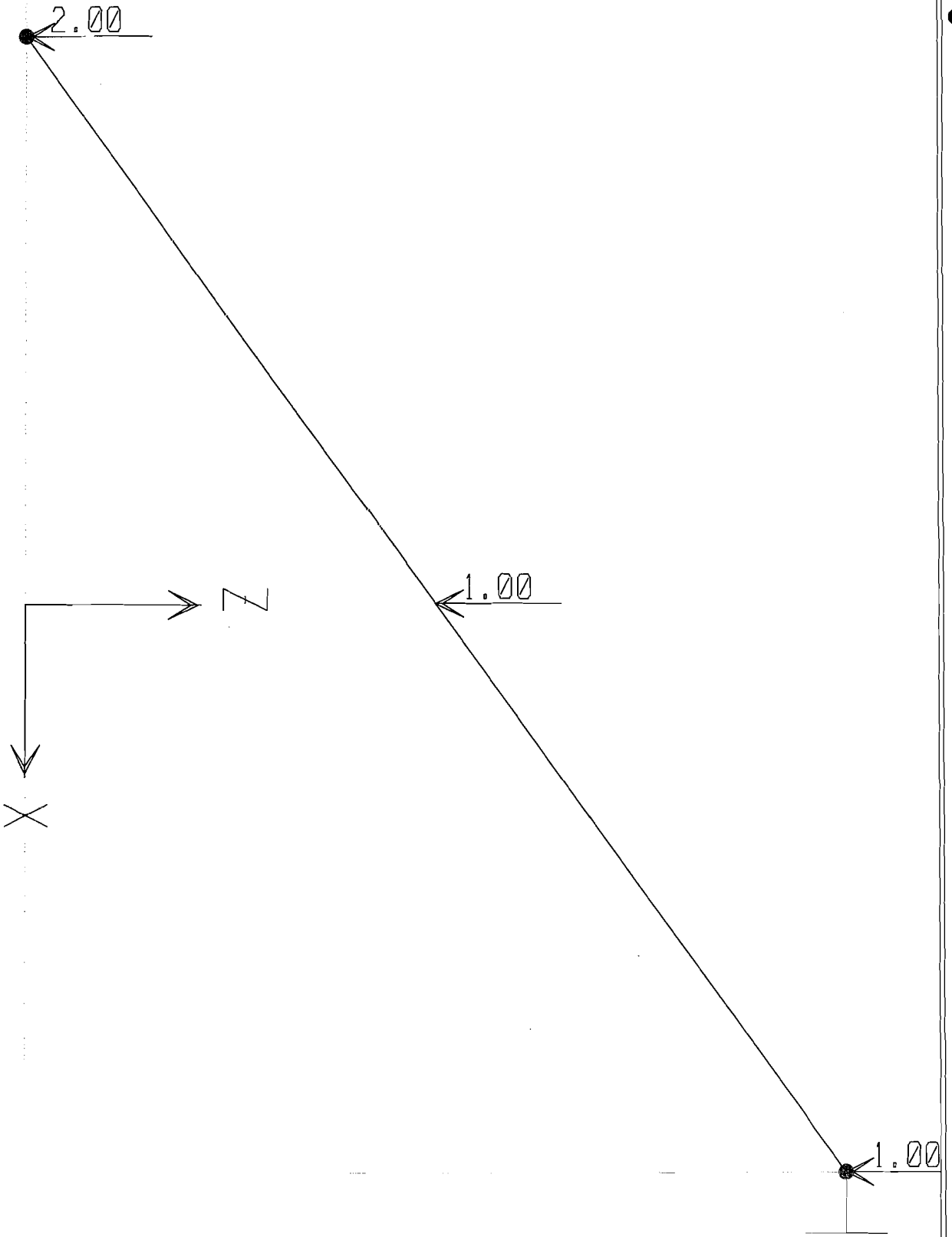


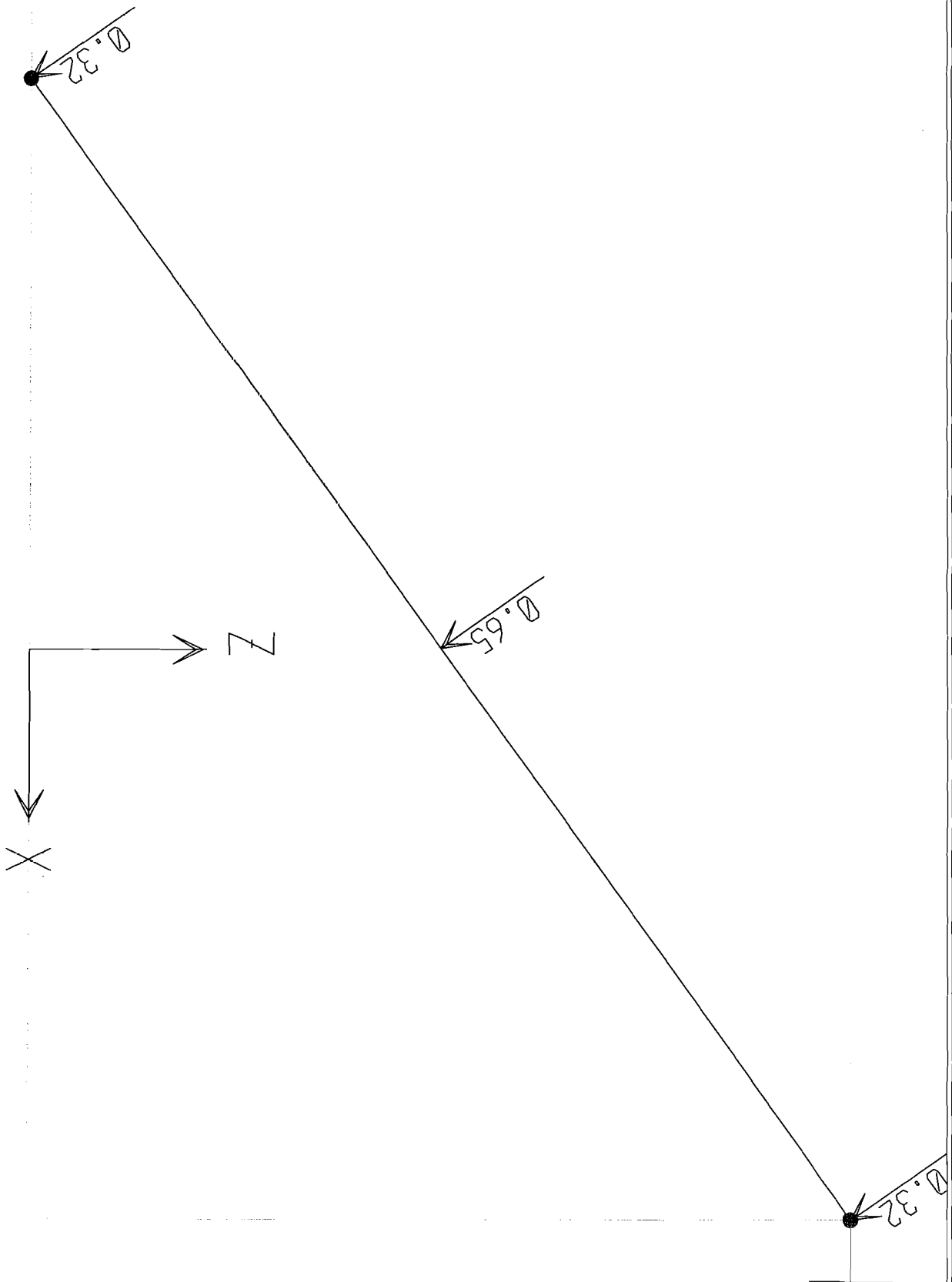
*Kemopi Atap*

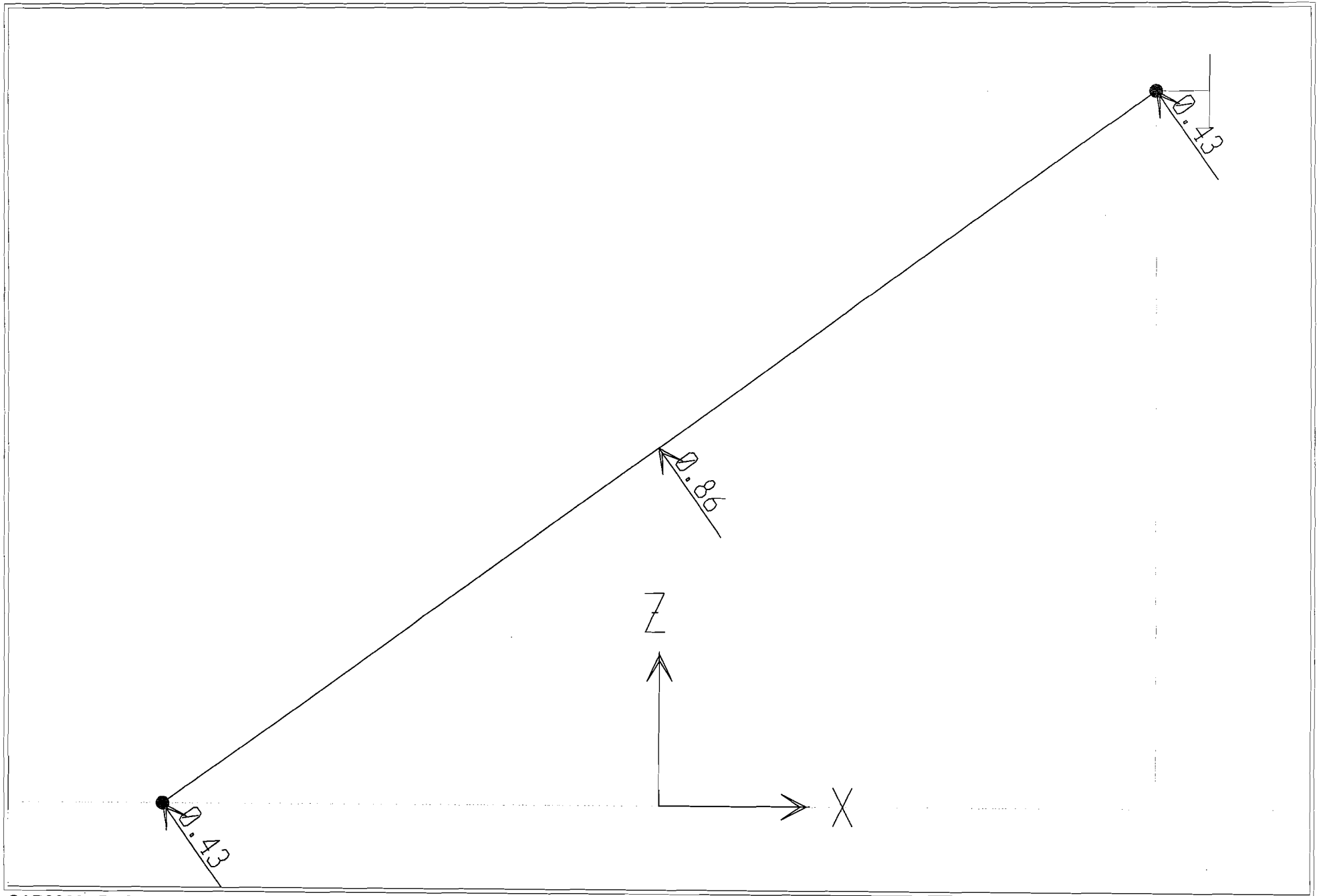
*4*

*LAMPIRAN*









LOAD COMBINATION MULTIPLIERS

COMBO	COMBO TYPE	CASE	FACTOR	LOAD TYPE	TITLE
COMB1	ADD	MATI	1.4	STATIC(DEAD)	COMB1
COMB2	ADD	MATI	1.2	STATIC(DEAD)	COMB2
COMB2	ADD	HIDUP	0.5	STATIC(LIVE)	COMB2
COMB3	ADD	MATI	1.2	STATIC(DEAD)	COMB3
COMB3	ADD	HIDUP	1.6	STATIC(LIVE)	COMB3
COMB3	ADD	ANGINKI	0.8	STATIC(WIND)	COMB3
COMB5	ADD	MATI	1.2	STATIC(DEAD)	COMB5
COMB5	ADD	ANGINKI	1.3	STATIC(WIND)	COMB5
COMB5	ADD	HIDUP	0.5	STATIC(LIVE)	COMB5
COMB4	ADD	MATI	1.2	STATIC(DEAD)	COMB4
COMB4	ADD	HIDUP	1.6	STATIC(LIVE)	COMB4
COMB4	ADD	ANGINKA	0.8	STATIC(WIND)	COMB4
COMB6	ADD	MATI	1.2	STATIC(DEAD)	COMB6
COMB6	ADD	ANGINKA	1.3	STATIC(WIND)	COMB6
COMB6	ADD	HIDUP	0.5	STATIC(LIVE)	COMB6

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
1	MATI	0	6.920877	-9.793694	7.13E-16	0	3.01E-16	-15.03033
1	MATI	0.918368	4.30788	-6.096057	2.65E-16	0	4.70E-17	-9.346731
1	MATI	1.836736	4.176806	-5.910574	2.43E-16	0	-1.86E-16	-3.833478
1	MATI	2.755104	1.470317	-2.080638	-2.21E-16	0	5.20E-18	-1.825621
1	MATI	3.673472	-7.82E-14	-8.79E-14	-4.73E-16	0	2.19E-16	-5.44E-15
1	HIDUP	0	2.308443	-3.266664	1.59E-16	0	8.38E-17	-7.502666
1	HIDUP	0.918368	1.731332	-2.449998	6.06E-17	0	2.82E-17	-5.252666
1	HIDUP	1.836736	1.731332	-2.449998	6.06E-17	0	-2.75E-17	-3.002666
1	HIDUP	2.755104	1.154221	-1.633332	-3.83E-17	0	7.39E-18	-1.5
1	HIDUP	3.673472	-5.33E-14	-4.95E-14	-2.36E-16	0	4.26E-17	-4.32E-15
1	ANGINKI	0	-9.87E-15	-1.296	3.58E-18	0	1.13E-17	-2.382525
1	ANGINKI	0.918368	-9.87E-15	-0.972	3.58E-18	0	7.99E-18	-1.489871
1	ANGINKI	1.836736	-9.87E-15	-0.972	3.58E-18	0	4.70E-18	-0.597218
1	ANGINKI	2.755104	-9.87E-15	-0.324	3.58E-18	0	1.42E-18	-0.297551
1	ANGINKI	3.673472	-9.87E-15	-1.40E-14	3.58E-18	0	-1.87E-18	-5.20E-16
1	ANGINKA	0	2.65E-14	1.728	-4.77E-18	0	-1.50E-17	3.1767
1	ANGINKA	0.918368	2.65E-14	1.296	-4.77E-18	0	-1.07E-17	1.986495
1	ANGINKA	1.836736	2.65E-14	1.296	-4.77E-18	0	-6.27E-18	0.79629
1	ANGINKA	2.755104	2.65E-14	0.432	-4.77E-18	0	-1.89E-18	0.396735
1	ANGINKA	3.673472	2.65E-14	1.88E-14	-4.77E-18	0	2.49E-18	6.99E-16
1	COMB1	0	9.689227	-13.71117	9.98E-16	0	4.21E-16	-21.04246
1	COMB1	0.918368	6.031033	-8.53448	3.71E-16	0	6.58E-17	-13.08542
1	COMB1	1.836736	5.847528	-8.274803	3.40E-16	0	-2.61E-16	-5.366869
1	COMB1	2.755104	2.058444	-2.912893	-3.10E-16	0	7.28E-18	-2.555869
1	COMB1	3.673472	-1.10E-13	-1.23E-13	-6.62E-16	0	3.06E-16	-7.61E-15
1	COMB2	0	9.459273	-13.38576	9.35E-16	0	4.03E-16	-21.78773
1	COMB2	0.918368	6.035122	-8.540267	3.48E-16	0	7.05E-17	-13.84241
1	COMB2	1.836736	5.877833	-8.317688	3.22E-16	0	-2.37E-16	-6.101506
1	COMB2	2.755104	2.341491	-3.313431	-2.85E-16	0	9.94E-18	-2.940745
1	COMB2	3.673472	-1.21E-13	-1.30E-13	-6.86E-16	0	2.84E-16	-8.69E-15
1	COMB3	0	11.99856	-18.01589	1.11E-15	0	5.04E-16	-31.94668
1	COMB3	0.918368	7.939588	-12.01287	4.18E-16	0	1.08E-16	-20.81224
1	COMB3	1.836736	7.782298	-11.79029	3.91E-16	0	-2.64E-16	-9.882213
1	COMB3	2.755104	3.611135	-5.369297	-3.24E-16	0	1.92E-17	-4.828786
1	COMB3	3.673472	-1.87E-13	-1.96E-13	-9.43E-16	0	3.29E-16	-1.39E-14

1	COMB5	0	9.459273	-15.07056	9.40E-16	0	4.18E-16	-24.88501
1	COMB5	0.918368	6.035122	-9.803867	3.53E-16	0	8.09E-17	-15.77924
1	COMB5	1.836736	5.877833	-9.581287	3.26E-16	0	-2.31E-16	-6.877889
1	COMB5	2.755104	2.341491	-3.734631	-2.80E-16	0	1.18E-17	-3.327562
1	COMB5	3.673472	-1.33E-13	-1.48E-13	-6.81E-16	0	2.81E-16	-9.36E-15
1	COMB4	0	11.99856	-15.59669	1.11E-15	0	4.83E-16	-27.4993
1	COMB4	0.918368	7.939588	-10.19847	4.11E-16	0	9.30E-17	-18.03115
1	COMB4	1.836736	7.782298	-9.975885	3.84E-16	0	-2.72E-16	-8.767406
1	COMB4	2.755104	3.611135	-4.764496	-3.31E-16	0	1.65E-17	-4.273357
1	COMB4	3.673472	-1.58E-13	-1.70E-13	-9.49E-16	0	3.32E-16	-1.29E-14
1	COMB6	0	9.459273	-11.13936	9.29E-16	0	3.83E-16	-17.65801
1	COMB6	0.918368	6.035122	-6.855467	3.42E-16	0	5.67E-17	-11.25997
1	COMB6	1.836736	5.877833	-6.632888	3.15E-16	0	-2.45E-16	-5.066329
1	COMB6	2.755104	2.341491	-2.751831	-2.91E-16	0	7.48E-18	-2.424989
1	COMB6	3.673472	-8.60E-14	-1.06E-13	-6.92E-16	0	2.87E-16	-7.78E-15

*Gaya Gempu*

*5*

*LAMPIRAN*



REKAP BERAT

Jenis Struktur	Berat Balok	Berat Kolom	Berat Pelat (Kg)	Berat Total (Kg)
Portal 1	61334.3	49666.2	856964.6	967995.0
Lantai	Wi (Kg)			
4.0	29808.8			
3.0	296731.0			
2.0	320727.6			
1.0	320727.6			
$\Sigma = 967995.0$				

Jenis Struktur	Berat Balok	Berat Kolom	Berat Pelat (Kg)	Berat Total (Kg)
Portal 2	73738.6	42874.2	1056470.4	1173083.3
Lantai	Wi (Kg)			
4.0	48315.6			
3.0	390672.9			
2.0	367047.4			
1.0	367047.4			
$\Sigma = 1173083.3$				

Jenis Struktur	Berat Balok	Berat Kolom	Berat Pelat (Kg)	Berat Total (Kg)
Portal A	43837.2	36543.1	561496.3	641876.7
Portal A	Wi (Kg)			
Atap	64888.1			
3.0	193625.5			
2.0	191681.5			
1.0	191681.5			
$\Sigma = 641876.7$				

Jenis Struktur	Berat Balok	Berat Kolom	Berat Pelat (Kg)	Berat Total (Kg)
Portal 3	51876.2	23462.6	944222.4	1019561.2
Lantai	Wi (Kg)			
4.0	80870.6			
3.0	303965.8			
2.0	314600.4			
1.0	320124.4			
$\Sigma = 1019561.2$				

Jenis Struktur	Berat Balok	Berat Kolom	Berat Pelat (Kg)	Berat Total (Kg)
Portal 4	48212.6	23462.6	1024401.6	1096076.7
Lantai	Wi (Kg)			
4.0	80870.6			
3.0	331507.9			
2.0	336089.5			
1.0	347608.7			
$\Sigma = 1096076.7$				

Jenis Struktur	Berat Balok	Berat Kolom	Berat Pelat (Kg)	Berat Total (Kg)
Portal B	58986.2	36543.1	960852.9	1056382.3
Lantai	Wi (Kg)			
atap	69016.8			
3.0	332206.8			
2.0	327579.4			
1.0	327579.4			
$\Sigma = 1056382.3$				

Jenis Struktur	Berat Balok	Berat Kolom	Berat Pelat (Kg)	Berat Total (Kg)
Portal 5	76848.9	42874.2	1058673.6	1178396.7
Lantai	Wi (Kg)			
4.0	48315.6			
3.0	379468.1			
2.0	375225.5			
1.0	375387.5			
$\Sigma = 1178396.7$				

Jenis Struktur	Berat Balok	Berat Kolom	Berat Pelat (Kg)	Berat Total (Kg)
Portal 6	62805.4	49666.2	905707.4	1018179.0
Lantai	Wi (Kg)			
4.0	29808.8			
3.0	329456.7			
2.0	329456.7			
1.0	329456.7			
$\Sigma = 1018179.0$				

Jenis Struktur	Berat Balok	Berat Kolom	Berat Pelat (Kg)	Berat Total (Kg)
portal c1	26806.6	14305.6	438663.2	479775.4
Lantai	Wi (Kg)			
atap	5062.4			
3.0	154106.3			
2.0	160303.3			
1.0	160303.3			
$\Sigma = 479775.4$				

REKAP BERAT

Jenis Struktur	Berat Balok	Berat Kolom	Berat Pelat (Kg)	Berat Total (Kg)
portal c2	27868.5	14305.6	443443.6	485617.6
Lantai	Wi (Kg)			
atap	5062.4			
3.0	162754.8			
2.0	158900.2			
1.0	158900.2			
$\Sigma = 485617.6$				

Jenis Struktur	Berat Balok	Berat Kolom	Berat Pelat (Kg)	Berat Total (Kg)
Portal E1	27660.8	14305.6	482978.0	524944.3
Lantai	Wi (Kg)			
4.0	18850.6			
3.0	162565.1			
2.0	168552.3			
1.0	174976.3			
$\Sigma = 524944.3$				

Jenis Struktur	Berat Balok	Berat Kolom	Berat Pelat (Kg)	Berat Total (Kg)
Portal G	44360.8	36543.1	450469.4	531373.4
Lantai	Wi (Kg)			
4.0	64888.1			
3.0	144264.6			
2.0	173681.5			
1.0	148539.1			
$\Sigma = 531373.4$				

Jenis Struktur	Berat Balok	Berat Kolom	Berat Pelat (Kg)	Berat Total (Kg)
portal D1	26539.5	14305.6	441686.8	482531.8
Lantai	Wi (Kg)			
atap	5062.4			
3.0	153868.9			
2.0	161800.2			
1.0	161800.2			
$\Sigma = 482531.8$				

Jenis Struktur	Berat Balok	Berat Kolom	Berat Pelat (Kg)	Berat Total (Kg)
Portal E2	28016.5	14305.6	485743.6	528065.6
Lantai	Wi (Kg)			
atap	4933.3			
3.0	178861.3			
2.0	168842.6			
1.0	175428.5			
$\Sigma = 528065.6$				

Jenis Struktur	Berat Balok	Berat Kolom	Berat Pelat (Kg)	Berat Total (Kg)
Portal D2	27279.3	14305.6	439843.6	481428.4

Lantai	Wi (Kg)
atap	4933.3
3.0	154702.6
2.0	159049.9
1.0	162742.6
$\Sigma = 481428.4$	

Jenis Struktur	Berat Balok	Berat Kolom	Berat Pelat (Kg)	Berat Total (Kg)
Portal F	58887.4	36543.1	877836.6	973267.2
Lantai	Wi (Kg)			
4.0	74457.8			
3.0	310526.8			
2.0	293905.7			
1.0	294376.9			
$\Sigma = 973267.2$				

T 0.68  
 C 0.338  
 I 1.40  
 R 8.50  
 Wt (Kg) 967995.02  
 V 53926.37

**Gaya Horizontal Portal 1**

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fx (Kg)
4.0	16.00	29808.8	476940.9	3261.3
3.0	12.00	296731.0	3560771.8	24348.0
2.0	8.00	320727.6	2565820.9	17544.7
1.0	4.00	320727.6	1282910.5	8772.4
$\Sigma =$			7886444.1	

Fy(Kg) 30%
978.4
7304.4
5263.4
2631.7

C 0.338  
 I 1.40  
 R 8.50  
 Wt (Kg) 1173083.25  
 V 65351.70

**Gaya Horizontal Portal 2**

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fx (Kg)
4.0	16.00	48315.6	773048.9	5120.8
3.0	12.00	390672.9	4688074.4	31054.4
2.0	8.00	367047.4	2936379.3	19451.0
1.0	4.00	367047.4	1468189.7	9725.5
$\Sigma =$			9865692.2	

Fy(Kg) 30%
1536.2
9316.3
5835.3
2917.6

T 0.68  
 C 0.338  
 I 1.40  
 R 8.50  
 Wt (Kg) 1019561.20  
 V 56799.08

**Gaya Horizontal Portal 3**

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fx (Kg)
4.0	16.00	80870.6	1293929.9	8410.1
3.0	12.00	303965.8	3647589.7	23708.0
2.0	8.00	314600.4	2516803.2	16358.3
1.0	4.00	320124.4	1280497.5	8322.8
$\Sigma =$			8738820.2	

Fy(Kg) 30%
2523.0
7112.4
4907.5
2496.8

T 0.68  
 C 0.338  
 I 1.40  
 R 8.50  
 Wt (Kg) 1096076.74  
 V 61061.71

**Gaya Horizontal Portal 4**

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fx (Kg)
4.0	16.00	80870.6	1293929.9	8449.2
3.0	12.00	331507.9	3978095.1	25976.3
2.0	8.00	336089.5	2688716.2	17556.9
1.0	4.00	347608.7	1390434.7	9079.3
<b>Σ =</b>			9351175.8	

Fy(Kg) 30%
2534.7
7792.9
5267.1
2723.8

T 0.68  
 C 0.338  
 I 1.40  
 R 8.50  
 Wt (Kg) 1178396.68  
 V 65647.70

**Gaya Horizontal Portal 5**

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fx (Kg)
4.0	16.00	48315.6	773048.9	5162.6
3.0	12.00	379468.1	4553617.4	30410.4
2.0	8.00	375225.5	3001804.4	20046.9
1.0	4.00	375387.5	1501549.9	10027.8
<b>Σ =</b>			9830020.5	

Fy(Kg) 30%
1548.8
9123.1
6014.1
3008.3

T 0.68  
 C 0.338  
 I 1.40  
 R 8.50  
 Wt (Kg) 1018179.04  
 V 56722.08

**Gaya Horizontal Portal 6**

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fx (Kg)
4.0	16.00	29808.8	476940.9	3226.8
3.0	12.00	329456.7	3953480.9	26747.6
2.0	8.00	329456.7	2635653.9	17831.8
1.0	4.00	329456.7	1317827.0	8915.9
<b>Σ =</b>			8383902.8	

Fy(Kg) 30%
968.0
8024.3
5349.5
2674.8

T 0.68  
 C 0.338  
 I 1.40  
 R 8.50  
 Wt (Kg) 641876.69  
 V 35758.53

**Gaya Horizontal Portal A**

Portal A	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fy (Kg)
atap	16.00	64888.1	1038210.3	6557.0
3.0	12.00	193625.5	2323506.2	14674.4
2.0	8.00	191681.5	1533452.1	9684.7
1.0	4.00	191681.5	766726.1	4842.4
		<b>Σ =</b>	5661894.7	

Fx(Kg) 30%
1967.1
4402.3
2905.4
1452.7

T 0.68  
 C 0.338  
 I 1.40  
 R 8.50  
 Wt (Kg) 1056382.26  
 V 58850.36

**Gaya Horizontal Portal B**

Portal A	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fy (Kg)
Atap	16.00	69016.8	1104268.1	7203.4
3.0	12.00	332206.8	3986481.2	26004.6
2.0	8.00	327579.4	2620635.0	17094.9
1.0	4.00	327579.4	1310317.5	8547.5
		<b>Σ =</b>	9021701.7	

Fx(Kg) 30%
2161.0
7801.4
5128.5
2564.2

T 0.68  
 C 0.338  
 I 1.40  
 R 8.50  
 Wt (Kg) 479775.36  
 V 26727.97

**Gaya Horizontal Portal C1**

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fy (Kg)
4.0	16.00	5062.4	80999.2	561.8
3.0	12.00	154106.3	1849275.4	12825.2
2.0	8.00	160303.3	1282426.5	8894.0
1.0	4.00	160303.3	641213.3	4447.0
		<b>Σ =</b>	3853914.3	

Fx(Kg) 30%
168.5
3847.6
2668.2
1334.1

T 0.68  
 C 0.338  
 I 1.40  
 R 8.50  
 Wt (Kg) 485617.62  
 V 27053.44

**Gaya Horizontal Portal C2**

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fy (Kg)
4.0	16.00	5062.4	80999.2	556.0
3.0	12.00	162754.8	1953057.5	13407.5
2.0	8.00	158900.2	1271201.5	8726.6
1.0	4.00	158900.2	635600.8	4363.3
<b>Σ =</b>			<b>3940859.0</b>	

Fx(Kg) 30%
166.8
4022.2
2618.0
1309.0

T 0.68  
 C 0.338  
 I 1.40  
 R 8.50  
 Wt (Kg) 482531.84  
 V 26881.53

**Gaya Horizontal Portal D1**

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fy (Kg)
4.0	16.00	5062.4	80999.2	562.8
3.0	12.00	153868.9	1846427.4	12828.7
2.0	8.00	161800.2	1294401.8	8993.3
1.0	4.00	161800.2	647200.9	4496.7
<b>Σ =</b>			<b>3869029.2</b>	

Fx(Kg) 30%
168.8
3848.6
2698.0
1349.0

T 0.68  
 C 0.338  
 I 1.40  
 R 8.50  
 Wt (Kg) 481428.45  
 V 26820.06

**Gaya Horizontal Portal D2**

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fy (Kg)
4.0	16.00	4933.3	78932.5	548.6
3.0	12.00	154702.6	1856431.8	12903.1
2.0	8.00	159049.9	1272399.3	8843.8
1.0	4.00	162742.6	650970.4	4524.6
<b>Σ =</b>			<b>3858734.0</b>	

Fx(Kg) 30%
164.6
3870.9
2653.1
1357.4

T 0.68  
 C 0.338  
 I 1.40  
 R 8.50  
 Wt (Kg) 524944.32  
 V 29244.30

**Gaya Horizontal Portal E1**

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fy (Kg)
4.0	16.00	18850.6	301609.5	2050.9
3.0	12.00	162565.1	1950781.6	13265.1
2.0	8.00	168552.3	1348418.5	9169.1
1.0	4.00	174976.3	699905.2	4759.3
<b>Σ =</b>			4300714.6	

Fx(Kg) 30%
615.3
3979.5
2750.7
1427.8

T 0.68  
 C 0.338  
 I 1.40  
 R 8.50  
 Wt (Kg) 528065.62  
 V 29418.19

**Gaya Horizontal Portal E2**

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fy (Kg)
4.0	16.00	4933.3	78932.5	542.8
3.0	12.00	178861.3	2146335.4	14760.5
2.0	8.00	168842.6	1350740.6	9289.1
1.0	4.00	175428.5	701713.9	4825.7
<b>Σ =</b>			4277722.4	

Fx(Kg) 30%
162.8
4428.1
2786.7
1447.7

T 0.68  
 C 0.338  
 I 1.40  
 R 8.50  
 Wt (Kg) 973267.18  
 V 54220.07

**Gaya Horizontal Portal F**

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi *Wi	Fy (Kg)
4.0	16.00	74457.8	1191324.7	7647.5
3.0	12.00	310526.8	3726321.8	23920.4
2.0	8.00	293905.7	2351245.5	15093.4
1.0	4.00	294376.9	1177507.5	7558.8
<b>Σ =</b>			8446399.6	

Fx(Kg) 30%
2294.2
7176.1
4528.0
2267.6

T 0.68  
 C 0.338  
 I 1.40  
 R 8.50  
 Wt (Kg) 531373.40  
 V 29602.46

**Gaya Horizontal Portal G**

Lantai	hi (m)	Wi (Kg)	hi * Wi	Fy (Kg)
4.0	16.00	64888.1	1038210.3	6466.2
3.0	12.00	144264.6	1731175.5	10782.1
2.0	8.00	173681.5	1389452.1	8653.7
1.0	4.00	148539.1	594156.5	3700.5
		<b>Σ =</b>	<b>4752994.3</b>	

Fx(Kg) 30%
1939.8
3234.6
2596.1
1110.2



*Desain Pelat Lantai*

6

LAMPIRAN

Pelat Satu Arah

Pelat Lantai selasar ukuran 7200x2400 mm				
	Tumpuan1	Lapangan	Tumpuan2	Ket
Lx	2.4	2.4	2.4	
Ly	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	3	3	3	
Wd (kN/m)	4.92	4.92	4.92	
Wl (kN/m)	3	3	3	
Wu (kN/m)	10.704	10.704	10.704	
h (mm)	120	120	120	
Øtul (mm)	10	10	10	
fc (MPa)	25	25	25	
fy (MPa)	240	240	240	
Pb (mm)	20	20	20	
Mu (kNm)	2.56896	5.605003636	6.165504	
Vu (kN)	14.77152	14.77152	14.77152	
Vu (kN)	12.84480	12.84480	12.84480	
d (mm)	95	95	95	
ØVn (kN)	47.5	47.5	47.5	
Ket	Aman	Aman	Aman	
Mn (kNm)	3.21120	7.00625	7.70688	
Rn (Mpa)	0.35581	0.77632	0.85395	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	
m	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00150	0.00330	0.00363	
1,33pada	0.00199	0.00438	0.00483	
ppakai	0.00199	0.00438	0.00483	
As (mm <sup>2</sup> )	188.9151	416.4494	458.9835	
Asst (mm <sup>2</sup> )	240	240	240	
As Pakai (mm <sup>2</sup> )	240.0000	416.4494	458.9835	
S (mm)	327.0833333	188.4982772	171.0301316	
s maks (mm)	360	360	360	
s pakai	325	175	150	
As ada	241.5384615	448.5714286	523.3333333	
Ket	Aman	Aman	Aman	
pakai	P10-325	P10-175	P10-150	P8-200

Pelat Lantai Balkon ukuran 7200x2400 mm				
	Tumpuan1	Lapangan	Tumpuan2	Ket
Lx	2.4	2.4	2.4	
Ly	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	3	3	3	
Wd (kN/m)	4.92	4.92	4.92	
Wl (kN/m)	3	3	3	
Wu (kN/m)	10.704	10.704	10.704	
h (mm)	120	120	120	
Øtul (mm)	10	10	10	
fc (MPa)	25	25	25	
fy (MPa)	240	240	240	
Pb (mm)	20	20	20	
Mu (kNm)	2.56896	5.605003636	6.165504	
Vu (kN)	14.77152	14.77152	14.77152	
Vu (kN)	12.84480	12.84480	12.84480	
d (mm)	95	95	95	
ØVn (kN)	47.5	47.5	47.5	
Ket	Aman	Aman	Aman	
Mn (kNm)	3.21120	7.00625	7.70688	
Rn (Mpa)	0.35581	0.77632	0.85395	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	
m	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00150	0.00330	0.00363	
1,33pada	0.00199	0.00438	0.00483	
ppakai	0.00199	0.00438	0.00483	
As (mm <sup>2</sup> )	188.9151	416.4494	458.9835	
Asst (mm <sup>2</sup> )	240	240	240	
As Pakai (mm <sup>2</sup> )	240.0000	416.4494	458.9835	
S (mm)	327.0833333	188.4982772	171.0301316	
s maks (mm)	360	360	360	
s pakai	325	175	150	
As ada	241.5384615	448.5714286	523.3333333	
Ket	Aman	Aman	Aman	
pakai	P10-325	P10-175	P10-150	P8-200

## Pelat Satu Arah

Pelat Lantai Balkon ukuran 7200x1800 mm				
	Tumpuan1	Lapangan	Tumpuan2	
Lx	1.8	1.8	1.8	
Ly	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	4	4	4	
Wd (kN/m)	4.92	4.92	4.92	
WI (kN/m)	3	3	3	
Wu (kN/m)	10.704	10.704	10.704	
h (mm)	120	120	120	
Øtul (mm)	10	10	10	
fc (MPa)	25	25	25	
fy (MPa)	240	240	240	
Pb (mm)	20	20	20	
Mu (kNm)	1.44504	3.152814545	3.458096	
Vu (kN)	11.07884	11.07884	11.07884	
Vu (kN)	9.63360	9.63360	9.63360	
d (mm)	95	95	95	
ØVn (kN)	47.5	47.5	47.5	
Ket	Aman	Aman	Aman	
Mn (kNm)	1.80830	3.94102	4.33512	
Rn (Mpa)	0.20014	0.43688	0.48035	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	
m	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00084	0.00184	0.00202	
1,33pada	0.00111	0.00245	0.00269	
ppakai	0.00111	0.00245	0.00269	
As (mm <sup>2</sup> )	105.8684	232.3046	255.8066	
Asst (mm <sup>2</sup> )	240	240	240	
As Pakai (mm <sup>2</sup> )	240	240	255.8066281	
S (mm)	327.0833333	327.0833333	306.8724238	
s maks (mm)	360	360	360	
s pakai	325	325	300	
As ada	241.5384615	241.5384615	261.5666667	
Ket	Aman	Aman	Aman	
pakai	P10-325	P10-325	P10-300	P8-200

Pelat Atap ukuran 7200x2400 mm				
	Tumpuan1	Lapangan	Tumpuan2	
Lx	2.4	2.4	2.4	
Ly	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	3	3	3	
Wd (kN/m)	3.02	3.02	3.02	
WI (kN/m)	1	1	1	
Wu (kN/m)	5.224	5.224	5.224	
h (mm)	100	100	100	
Øtul (mm)	8	8	8	
fc (MPa)	25	25	25	
fy (MPa)	240	240	240	
Pb (mm)	40	40	40	
Mu (kNm)	1.25376	3.76128	1.25376	
Vu (kN)	7.20912	7.20912	7.20912	
Vu (kN)	6.26880	6.26880	6.26880	
d (mm)	56	56	56	
ØVn (kN)	28	28	28	
Ket	Aman	Aman	Aman	
Mn (kNm)	1.56720	4.70160	1.56720	
Rn (Mpa)	0.49974	1.49923	0.49974	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	
m	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00211	0.00648	0.00211	
1,33pada	0.00280	0.00862	0.00280	
ppakai	0.00280	0.00848	0.00280	
As (mm <sup>2</sup> )	156.9553	363.1177	156.9553	
Asst (mm <sup>2</sup> )	200	200	200	
As Pakai (mm <sup>2</sup> )	200	363.1176752	200	
S (mm)	251.2	138.357352	251.2	
S maks (mm)	300	300	300	
s pakai	250	125	250	
As ada	200.96	401.92	200.96	
Ket	Aman	Aman	Aman	
pakai	P10-250	P10-125	P10-250	P8-250

Lantai 1

Pelat Lantai untuk gang ukuran 7200x3600 (1) tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	titik bagai
Lx	3,6	3,6	3,6	3,6	
Ly	7,2	7,2	7,2	7,2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	10,704	10,704	10,704	10,704	
clx	62	62	62	62	
cly	35	35	35	35	
cbx	62	62	62	62	
cty	35	35	35	35	
m <sub>x</sub>	8.60087808	8.60087808	8.60087808	8.60087808	
m <sub>ly</sub>	4.8553344	4.8553344	4.8553344	4.8553344	
m <sub>bx</sub>	8.60087808	8.60087808	8.60087808	8.60087808	
m <sub>ty</sub>	4.8553344	4.8553344	4.8553344	4.8553344	
Mu (kNm)	8.6009	4.8553	8.6009	4.8553	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
f <sub>y</sub> (MPa)	240	240	240	240	
f <sub>c</sub> (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	10.7510976	6.069168	10.7510976	6.069138	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
ρ <sub>max</sub>	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
ρ <sub>min</sub>	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
R <sub>n</sub>	1.19126	0.84002	1.19126	0.67248	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00511	0.00357	0.00511	0.00285	
1,33pada	0.00680	0.00475	0.00680	0.00379	
pperlu	0.00583	0.00475	0.00583	0.00379	
As perlu	554.1667	403.8321	554.1667	359.8214	
As susut	240	240	240	240	
As pakai	554.1667	403.8321	554.1667	359.8214	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	
s	141.7260	194.4863	141.7260	218.2745	
2h	240	240	240	240	
s pakai	150	175	150	200	
As ada	523.5987756	448.7989505	523.5987756	392.899082	
Kontrol Mn					
a	5.913586171	5.068788147	5.913586171	4.435189829	
Mn	11.56649051	8.882514574	11.56649051	8.744535668	
1,33.mn	14.28895981	8.07199344	14.28895981	8.07199344	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-150	P10-175	P10-150	P10-200	

Lantai 1

Pelat Lantai ukuran 3600x7200 (2) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	titik bagai
Lx	3,6	3,6	3,6	3,6	
Ly	7,2	7,2	7,2	7,2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	9,904	9,904	9,904	9,904	
clx	62	62	62	62	
cly	35	35	35	35	
cbx	62	62	62	62	
cty	35	35	35	35	
m <sub>x</sub>	7.95806208	7.95806208	7.95806208	7.95806208	
m <sub>ly</sub>	4.4924544	4.4924544	4.4924544	4.4924544	
m <sub>bx</sub>	7.95806208	7.95806208	7.95806208	7.95806208	
m <sub>ty</sub>	4.4924544	4.4924544	4.4924544	4.4924544	
Mu (kNm)	7.9581	4.4925	7.9581	4.4925	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
f <sub>y</sub> (MPa)	240	240	240	240	
f <sub>c</sub> (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	9.9475776	5.615568	9.9475776	5.615568	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
ρ <sub>max</sub>	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
ρ <sub>min</sub>	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
R <sub>n</sub>	1.10222	0.77724	1.10222	0.62222	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00472	0.00330	0.00472	0.00263	
1,33pada	0.00628	0.00439	0.00628	0.00350	
pperlu	0.00583	0.00439	0.00583	0.00350	
As perlu	554.1667	373.0652	554.1667	332.5165	
As susut	240	240	240	240	
As pakai	554.1667	373.0652	554.1667	332.5165	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	
s	141.7260	210.5257	141.7260	236.1983	
2h	240	240	240	240	
s pakai	150	200	150	200	
As ada	523.5987756	392.8990817	523.5987756	392.8990817	
Kontrol Mn					
a	5.913586171	4.435189829	5.913586171	4.435189829	
Mn	11.56649051	7.802067879	11.56649051	8.744535675	
1,33.mn	13.23027821	7.46870544	13.23027821	7.46870544	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-150	P10-200	P10-150	P10-200	

Lantai 1

Pelat Lantai ukuran 7200x3600 (3) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	tu bag
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	9.904	9.904	9.904	9.904	
cx	62	62	62	62	
cy	35	35	35	35	
cbx	62	62	62	62	
cty	35	35	35	35	
mix	7.95806208	7.95806208	7.95806208	7.95806208	
mly	4.4924544	4.4924544	4.4924544	4.4924544	
mbx	7.95806208	7.95806208	7.95806208	7.95806208	
mty	4.4924544	4.4924544	4.4924544	4.4924544	
Mu (kNm)	7.9581	4.4925	7.9581	4.4925	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	9.9475776	5.615568	9.9475776	5.615568	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.10222	0.77724	1.10222	0.62222	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00472	0.00330	0.00472	0.00263	
1.33pada	0.00628	0.00439	0.00628	0.00350	
pperlu	0.00583	0.00439	0.00583	0.00350	
As perlu	554.1667	373.0652	554.1667	332.5166	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	554.1667	373.0652	554.1667	332.5166	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398
s	141.7260	210.5257	141.7260	236.1983	209.4395
2h	240	240	240	240	
s pakai	150	200	150	200	200
As ada	523.5987756	392.6990817	523.5987756	392.6990817	523.5987756
Kontrol Mn					
a	5.913586171	4.435189629	5.913586171	4.435189629	
Mn	11.56649051	7.802057879	11.56649051	8.744535676	
1.33.mn	13.23027821	7.46870544	13.23027821	7.46870544	
cek	aman	aman	aman	aman	aman
Pakai	P10-150	P10-200	P10-150	P10-200	P10-200

Lantai 1

Pelat Lantai ukuran 6400x3600 (4) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	tu bag
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	5.4	5.4	5.4	5.4	
ly/lx	1.5	1.5	1.5	1.5	
qu	9.904	9.904	9.904	9.904	
cx	56	56	56	56	
cy	37	37	37	37	
cbx	56	56	56	56	
cty	37	37	37	37	
mix	7.18792704	7.18792704	7.18792704	7.18792704	
mly	4.74916608	4.74916608	4.74916608	4.74916608	
mbx	7.18792704	7.18792704	7.18792704	7.18792704	
mty	4.74916608	4.74916608	4.74916608	4.74916608	
Mu (kNm)	7.1879	4.7492	7.1879	4.7492	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	8.9849088	5.9364576	8.9849088	5.9364576	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	0.99556	0.82166	0.99556	0.65778	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00425	0.00349	0.00425	0.00278	
1.33pada	0.00565	0.00464	0.00565	0.00370	
pperlu	0.00565	0.00464	0.00565	0.00370	
As perlu	537.0084	394.8204	537.0084	351.8266	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	537.0084	394.8204	537.0084	351.8266	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398
s	146.2544	198.9254	146.2544	223.2351	209.4395
2h	240	240	240	240	
s pakai	125	175	125	200	200
As ada	628.3185307	448.7989505	628.3185307	392.6990817	628.3185307
Kontrol Mn					
a	7.096303406	5.068788147	7.096303406	4.435189629	
Mn	13.79061383	8.882514574	13.79061383	8.744535675	
1.33.mn	11.9499287	7.895488608	11.9499287	7.895488608	
cek	aman	aman	aman	aman	aman
Pakai	P10-125	P10-175	P10-125	P10-200	P10-200

Lantai 1

Pelat Lantai ukuran 2700x1800 (5) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	tu/bagi
Lx	1.8	1.8	1.8	1.8	
Ly	2.7	2.7	2.7	2.7	
ly/lx	1.5	1.5	1.5	1.5	
qu	9.904	9.904	9.904	9.904	
clx	56	56	56	56	
cly	37	37	37	37	
cbx	56	56	56	56	
cty	37	37	37	37	
mix	1.79698176	1.79698176	1.79698176	1.79698176	
mly	1.18729152	1.18729152	1.18729152	1.18729152	
mbx	1.79698176	1.79698176	1.79698176	1.79698176	
mtx	1.18729152	1.18729152	1.18729152	1.18729152	
Mu (kNm)	1.7970	1.7970	1.7970	1.1873	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	2.2462272	2.2462272	2.2462272	1.4841144	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	0.24889	0.31090	0.24889	0.16444	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00104	0.00131	0.00104	0.00069	
1.33pada	0.00139	0.00174	0.00139	0.00091	
pperlu	0.00139	0.00174	0.00139	0.00091	
As perlu	131.8064	147.5324	131.8064	86.9109	
As susut	240	240	240	240	
As pakai	240.0000	240.0000	240.0000	240.0000	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	50.2656
s	327.2492	327.2492	327.2492	327.2492	208.4596
2h	240	240	240	240	
s pakai	250	250	250	250	
As ada	314.1592654	314.1592654	314.1592654	314.1592654	250.327432
Kontrol Mn					
a	3.548151703	3.548151703	3.548151703	3.548151703	
Mn	7.029069082	6.275086845	7.029069082	7.029069082	
1.33.mn	2.987482176	2.987482176	2.987482176	1.973972152	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	

Lantai 1

Pelat Lantai ukuran 1800x1800 (6) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	tu/bagi
Lx	1.8	1.8	1.8	1.8	
Ly	1.8	1.8	1.8	1.8	
ly/lx	1	1	1	1	
qu	9.904	9.904	9.904	9.904	
clx	36	36	36	36	
cly	36	36	36	36	
cbx	36	36	36	36	
cty	36	36	36	36	
mix	1.15520256	1.15520256	1.15520256	1.15520256	
mly	1.15520256	1.15520256	1.15520256	1.15520256	
mbx	1.15520256	1.15520256	1.15520256	1.15520256	
mtx	1.15520256	1.15520256	1.15520256	1.15520256	
Mu (kNm)	1.1552	1.1552	1.1552	1.1552	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	1.4440032	1.4440032	1.4440032	1.4440032	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	0.16000	0.19986	0.16000	0.16000	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00067	0.00084	0.00067	0.00067	
1.33pada	0.00089	0.00111	0.00089	0.00089	
pperlu	0.00089	0.00111	0.00089	0.00089	
As perlu	84.5530	94.5903	84.5530	84.5530	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	240.0000	240.0000	240.0000	240.0000	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	50.2656
s	327.2492	327.2492	327.2492	327.2492	208.4596
2h	240	240	240	240	
s pakai	250	250	250	250	
As ada	314.1592654	314.1592654	314.1592654	314.1592654	250.327432
Kontrol Mn					
a	3.548151703	3.548151703	3.548151703	3.548151703	
Mn	7.029069082	6.275086845	7.029069082	7.029069082	
1.33.mn	1.920524256	1.920524256	1.920524256	1.920524256	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	

Lantai 1

Pelat Lantai ukuran 3600x1800 (7) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	titik beg
Lx	1.8	1.8	1.8	1.8	
Ly	3.6	3.6	3.6	3.6	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	9.904	9.904	9.904	9.904	
cx	62	62	62	62	
cly	35	35	35	35	
cx	62	62	62	62	
cty	35	35	35	35	
mx	1.98951652	1.98951652	1.98951652	1.98951652	
mly	1.1231136	1.1231136	1.1231136	1.1231136	
mtx	1.98951652	1.98951652	1.98951652	1.98951652	
mty	1.1231136	1.1231136	1.1231136	1.1231136	
Mu (kNm)	1.9895	1.1231	1.9895	1.1231	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	2.4868944	1.403892	2.4868944	1.403892	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	0.27556	0.19431	0.27556	0.15556	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00116	0.00081	0.00116	0.00065	
1,33pada	0.00154	0.00108	0.00154	0.00087	
pperlu	0.00154	0.00108	0.00154	0.00087	
As perlu	146.0218	91.9506	146.0218	82.1957	
As susut	240	240	240	240	
As pakai	240.0000	240.0000	240.0000	240.0000	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	
s	327.2492	327.2492	327.2492	327.2492	
2h	240	240	240	240	
s pakai	250	250	250	250	
As ada	314.1592654	314.1592654	314.1592654	314.1592654	
Kontrol Mn					
a	3.548151703	3.548151703	3.548151703	3.548151703	
Mn	7.029069082	6.275086845	7.029069082	7.029069082	
1,33.mn	3.307589552	1.86717636	3.307589552	1.86717636	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-250	P8-250	P10-250	P10-250	

Lantai 1

Pelat Lantai untuk selasar ukuran 7200x3600 (8) Tipe IVB					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	titik beg
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	10.704	10.704	10.704	10.704	
cx	63	63	63	63	
cly	10	10	10	10	
cx	63	63	63	63	
cty	0	0	0	0	
mx	8.73960192	8.73960192	8.73960192	8.73960192	
mly	1.3872384	1.3872384	1.3872384	1.3872384	
mtx	8.73960192	8.73960192	8.73960192	8.73960192	
mty	0	0	0	0	
Mu (kNm)	8.7396	1.3872	8.7396	0.0000	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	10.9245024	1.734048	10.9245024	0	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.21047	0.24001	1.21047	0.00000	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00520	0.00101	0.00520	0.00000	
1,33pada	0.00691	0.00134	0.00691	0.00000	
pperlu	0.00583	0.00134	0.00583	0.00000	
As perlu	554.1667	113.6989	554.1667	0.0000	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	554.1667	240.0000	554.1667	240.0000	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	30.2695
s	141.7260	327.2492	141.7260	327.2492	269.4595
2h	240	240	240	240	
s pakai	150	250	150	0	250
As ada	523.5987756	314.1592654	523.5987756	#DIV/0!	251.3274
Kontrol Mn					
a	5.913586171	3.548151703	5.913586171	#DIV/0!	
Mn	11.56649051	6.275086845	11.56649051	#DIV/0!	
1,33.mn	14.52958819	2.30628384	14.52958819	0	
cek	aman	aman	aman	#DIV/0!	aman
Pakai	P10-150	P10-250	P10-150	0	P10-250

Lantai 1

Pelat Lantai untuk selasar ukuran 7200x3600 (9) Tipe VIB					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	tu/bagi
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	10.704	10.704	10.704	10.704	
cix	62	62	62	62	
cly	34	34	34	34	
ctx	62	62	62	62	
cty	34	34	34	34	
mix	8.60087808	8.60087808	8.60087808	8.60087308	
mly	4.71661056	4.71661056	4.71661056	4.71661056	
mbx	8.60087808	8.60087808	8.60087808	8.60087308	
mtx	4.71661056	4.71661056	4.71661056	4.71661056	
Mu (kNm)	8.6009	4.7166	8.6009	4.7166	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	10.7610976	5.8957632	10.7610976	5.8957632	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.19126	0.81602	1.19126	0.65327	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00511	0.00347	0.00511	0.00277	
1,33pada	0.00680	0.00461	0.00680	0.00358	
pperlu	0.00583	0.00461	0.00583	0.00358	
As perlu	554.1667	392.0587	554.1667	349.3750	
As susut	240	240	240	240	
As pakai	554.1667	392.0587	554.1667	349.3750	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	
s	141.7260	200.3287	141.7260	224.8009	
2h	240	240	240	240	
s pakai	125	175	125	200	
As ada	628.3185307	448.7989505	628.3185307	392.6990817	
<b>Kontrol Mn</b>					
a	7.096303406	5.068788147	7.096303406	4.435189629	
Mn	13.79061383	8.862514574	13.79061383	8.744535675	
1.33.mn	14.29895981	7.841365056	14.29895981	7.841365056	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-125	P10-175	P10-125	P10-200	

Lantai 1

Pelat Lantai untuk selasar ukuran 7200x3600 (10) Tipe III					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	tu/bagi
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	10.704	10.704	10.704	10.704	
cix	88	88	88	88	
cly	49	49	49	49	
ctx	88	88	88	88	
cty	49	49	49	49	
mix	12.20769792	12.20769792	12.20769792	12.20769792	
mly	6.79746816	6.79746816	6.79746816	6.79746816	
mbx	12.20769792	12.20769792	12.20769792	12.20769792	
mtx	6.79746816	6.79746816	6.79746816	6.79746816	
Mu (kNm)	12.2077	6.7975	12.2077	6.7975	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	15.2596224	8.4968352	15.2596224	8.4968352	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.69082	1.17603	1.69082	0.94148	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00735	0.00504	0.00735	0.00401	
1,33pada	0.00978	0.00671	0.00978	0.00534	
pperlu	0.00735	0.00583	0.00735	0.00534	
As perlu	698.2644	495.8333	698.2644	507.1437	
As susut	240	240	240	240	
As pakai	698.2644	495.8333	698.2644	507.1437	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	
s	112.4788	158.3996	112.4788	154.8670	
2h	240	240	240	240	
s pakai	100	150	100	150	
As ada	785.3981634	523.5987756	785.3981634	523.5987756	
<b>Kontrol Mn</b>					
a	8.870379257	5.913586171	8.870379257	5.913586171	
Mn	17.07106458	10.30985344	17.07106458	11.56649051	
1.33.mn	20.29529779	11.30079082	20.29529779	11.30079082	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-100	P10-150	P10-100	P10-150	



Lantai 2

Pelat Lantai untuk gang ukuran 7200x3600 (1) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	(ul) bagi
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	10.704	10.704	10.704	10.704	
cbx	62	62	62	62	
cly	35	35	35	35	
cbx	62	62	62	62	
cly	35	35	35	35	
mlx	8.60087808	8.60087808	8.60087808	8.60087808	
mly	4.8553344	4.8553344	4.8553344	4.8553344	
mtx	8.60087808	8.60087808	8.60087808	8.60087808	
mtx	4.8553344	4.8553344	4.8553344	4.8553344	
Mu (kNm)	8.6009	4.8553	8.6009	4.8553	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	8
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	10.7510976	6.069168	10.7510976	6.069168	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.19126	0.84002	1.19126	0.67248	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00511	0.00357	0.00511	0.00285	
1,33pada	0.00680	0.00475	0.00680	0.00379	
pperlu	0.00583	0.00475	0.00583	0.00379	
As perlu	554.1667	403.8321	554.1667	359.3214	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	554.1667	403.8321	554.1667	359.3214	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	80.2685
s	141.7260	194.4863	141.7260	218.2745	209.4395
2h	240	240	240	240	
s pakai	150	175	150	200	
As ada	523.5987756	448.7989505	523.5987756	392.6990817	251.327412
Kontrol Mn					
a	5.913586171	5.068788147	5.913586171	4.435189629	
Mn	11.56649051	8.82514574	11.56649051	8.744535675	
1.33.mn	14.29995981	8.07199344	14.29995981	8.07199344	
cek	aman	aman	aman	aman	aman
Pakai	P10-150	P10-175	P10-150	P10-200	P10-200

Lantai 2

Pelat Lantai ukuran 7200x3600 (2) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	(ul) bagi
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	9.904	9.904	9.904	9.904	
cbx	62	62	62	62	
cly	35	35	35	35	
cbx	62	62	62	62	
cly	35	35	35	35	
mlx	7.95806208	7.95806208	7.95806208	7.95806208	
mly	4.4924544	4.4924544	4.4924544	4.4924544	
mtx	7.95806208	7.95806208	7.95806208	7.95806208	
mtx	4.4924544	4.4924544	4.4924544	4.4924544	
Mu (kNm)	7.9581	4.4925	7.9581	4.4925	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	8
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	9.9475776	5.615568	9.9475776	5.615568	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.10222	0.77724	1.10222	0.62222	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00472	0.00330	0.00472	0.00283	
1,33pada	0.00628	0.00439	0.00628	0.00350	
pperlu	0.00583	0.00439	0.00583	0.00350	
As perlu	554.1667	373.0652	554.1667	332.5165	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	554.1667	373.0652	554.1667	332.5165	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	80.2685
s	141.7260	210.5257	141.7260	236.1983	209.4395
2h	240	240	240	240	
s pakai	150	200	150	200	
As ada	523.5987756	392.6990817	523.5987756	392.6990817	251.327412
Kontrol Mn					
a	5.913586171	4.435189629	5.913586171	4.435189629	
Mn	11.56649051	7.802057879	11.56649051	8.744535675	
1.33.mn	13.23027821	7.46870544	13.23027821	7.46870544	
cek	aman	aman	aman	aman	aman
Pakai	P10-150	P10-200	P10-150	P10-200	P10-200

Lantai 2

Pelat Lantai ukuran 3600x7200 (3) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	tul. bagl
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	9.904	9.904	9.904	9.904	
clx	62	62	62	62	
clx	35	35	35	35	
cbx	62	62	62	62	
cty	35	35	35	35	
mix	7.95806208	7.95806208	7.95806208	7.95806208	
mly	4.4924544	4.4924544	4.4924544	4.4924544	
mtx	7.95806208	7.95806208	7.95806208	7.95806208	
mtx	4.4924544	4.4924544	4.4924544	4.4924544	
Mu (kNm)	7.9581	4.4925	7.9581	4.4925	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	8
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	9.9475776	5.615568	9.9475776	5.615568	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.10222	0.77724	1.10222	0.62222	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00472	0.00330	0.00472	0.00263	
1,33pada	0.00628	0.00439	0.00628	0.00350	
pperlu	0.00583	0.00439	0.00583	0.00350	
As perlu	554.1667	373.0652	554.1667	332.5165	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	554.1667	373.0652	554.1667	332.5165	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	50.2556
s	141.7260	210.5257	141.7260	236.1983	209.4395
2h	240	240	240	240	
s pakai	150	200	150	200	
As ada	523.5987756	392.6990817	523.5987756	392.6990817	523.5987756
Kontrol Mn					
a	5.913586171	4.435189629	5.913586171	4.435189629	
Mn	11.56649051	7.802057879	11.56649051	8.744535675	
1.33.mn	13.23027821	7.46870544	13.23027821	7.46870544	
cek	aman	aman	aman	aman	aman
Pakai	P10-150	P10-200	P10-150	P10-200	P10-200

Lantai 2

Pelat Lantai ukuran 5400x3600 (4) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	tul. bagl
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	5.4	5.4	5.4	5.4	
ly/lx	1.5	1.5	1.5	1.5	
qu	9.904	9.904	9.904	9.904	
clx	58	56	58	58	
clx	37	37	37	37	
cbx	58	56	58	58	
cty	37	37	37	37	
mix	7.18792704	7.18792704	7.18792704	7.18792704	
mly	4.74916808	4.74916808	4.74916808	4.74916808	
mtx	7.18792704	7.18792704	7.18792704	7.18792704	
mtx	4.74916808	4.74916808	4.74916808	4.74916808	
Mu (kNm)	7.1879	4.7492	7.1879	4.7492	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	8
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	8.9849088	5.9364576	8.9849088	5.9364576	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	0.99556	0.82166	0.99556	0.85778	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00425	0.00349	0.00425	0.00278	
1,33pada	0.00565	0.00464	0.00565	0.00370	
pperlu	0.00565	0.00464	0.00565	0.00370	
As perlu	537.0084	394.8204	537.0084	351.8256	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	537.0084	394.8204	537.0084	351.8256	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	50.2556
s	146.2544	198.9254	146.2544	223.2351	209.4395
2h	240	240	240	240	
s pakai	125	175	125	200	
As ada	628.3185307	448.7989505	628.3185307	392.6990817	628.3185307
Kontrol Mn					
a	7.096303406	5.068788147	7.096303406	4.435189629	
Mn	13.79061383	8.882514574	13.79061383	8.744635675	
1.33.mn	11.9499287	7.895488608	11.9499287	7.895488608	
cek	aman	aman	aman	aman	aman
Pakai	P10-125	P10-175	P10-125	P10-200	P10-200

Lantai 2

Pelat Lantai ukuran 2700x1800 (5) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	titik bag
Lx	1,8	1,8	1,8	1,8	
Ly	2,7	2,7	2,7	2,7	
ly/lx	1,5	1,5	1,5	1,5	
qu	9.904	9.904	9.904	9.904	
clx	56	56	56	56	
cly	37	37	37	37	
ctx	56	56	56	56	
cty	37	37	37	37	
mlx	1.79698176	1.79698176	1.79698176	1.79698176	
mly	1.18729152	1.18729152	1.18729152	1.18729152	
mbx	1.79698176	1.79698176	1.79698176	1.79698176	
mtx	1.18729152	1.18729152	1.18729152	1.18729152	
Mu (kNm)	1.7970	1.1873	1.7970	1.1873	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	3
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	2.2462272	1.4841144	2.2462272	1.4841144	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	0.24889	0.20541	0.24889	0.16444	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00104	0.00086	0.00104	0.00069	
1,33pada	0.00139	0.00114	0.00139	0.00091	
pperu	0.00139	0.00114	0.00139	0.00091	
As perlu	131.8064	97.2307	131.8064	86.9109	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	240.0000	240.0000	240.0000	240.0000	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	50,2855
s	327.2492	327.2492	327.2492	327.2492	209,4385
2h	240	240	240	240	
s pakai	250	250	250	250	
As ada	314.1592654	314.1592654	314.1592654	314.1592654	251,327412
Kontrol Mn					
a	3.548151703	3.548151703	3.548151703	3.548151703	
Mn	7.029069082	6.275086845	7.029069082	7.029069082	
1,33.mn	2.987482176	1.973872152	2.987482176	1.973872152	
cek	aman	aman	aman	aman	aman
Pakai	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	

Lantai 2

Pelat Lantai ukuran 1800x1800 (6) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	titik bag
Lx	1,8	1,8	1,8	1,8	
Ly	1,8	1,8	1,8	1,8	
ly/lx	1	1	1	1	
qu	9.904	9.904	9.904	9.904	
clx	36	36	36	36	
cly	36	36	36	36	
ctx	36	36	36	36	
cty	36	36	36	36	
mlx	1.15520256	1.15520256	1.15520256	1.15520256	
mly	1.15520256	1.15520256	1.15520256	1.15520256	
mbx	1.15520256	1.15520256	1.15520256	1.15520256	
mtx	1.15520256	1.15520256	1.15520256	1.15520256	
Mu (kNm)	1.1552	1.1552	1.1552	1.1552	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	3
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	1.4440032	1.4440032	1.4440032	1.4440032	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	0.16000	0.19986	0.16000	0.16000	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00067	0.00084	0.00067	0.00067	
1,33pada	0.00089	0.00111	0.00089	0.00089	
pperu	0.00089	0.00111	0.00089	0.00089	
As perlu	84.5530	94.6903	84.5530	84.5530	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	240.0000	240.0000	240.0000	240.0000	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	50,2855
s	327.2492	327.2492	327.2492	327.2492	209,4385
2h	240	240	240	240	
s pakai	250	250	250	250	
As ada	314.1592654	314.1592654	314.1592654	314.1592654	251,327412
Kontrol Mn					
a	3.548151703	3.548151703	3.548151703	3.548151703	
Mn	7.029069082	6.275086845	7.029069082	7.029069082	
1,33.mn	1.920524256	1.920524256	1.920524256	1.920524256	
cek	aman	aman	aman	aman	aman
Pakai	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	

Lantai 2

Pelat Lantai ukuran 3600x1800 (7) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	titik bag
Lx	1.8	1.8	1.8	1.8	
Ly	3.6	3.6	3.6	3.6	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	9.904	9.904	9.904	9.904	
clx	62	62	62	62	
cly	35	35	35	35	
ctx	62	62	62	62	
cty	35	35	35	35	
mlx	1.98951552	1.98951552	1.98951552	1.98951552	
mly	1.1231136	1.1231136	1.1231136	1.1231136	
mbx	1.98951552	1.98951552	1.98951552	1.98951552	
mtx	1.1231136	1.1231136	1.1231136	1.1231136	
Mu (kNm)	1.9895	1.9895	1.9895	1.1231	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	2.4868944	2.4868944	2.4868944	1.403892	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	0.27556	0.34421	0.27556	0.15556	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00116	0.00145	0.00116	0.00065	
1,33pada	0.00154	0.00192	0.00154	0.00087	
pperlu	0.00154	0.00192	0.00154	0.00087	
As perlu	146.0218	163.4706	146.0218	82.1957	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	240.0000	240.0000	240.0000	240.0000	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	50.2655
s	327.2492	327.2492	327.2492	327.2492	208.4395
2h	240	240	240	240	
s pakai	250	250	250	250	250
As ada	314.1592654	314.1592654	314.1592654	314.1592654	251.3274
Kontrol Mn					
a	3.548151703	3.548151703	3.548151703	3.548151703	
Mn	7.029069082	6.275086845	7.029069082	7.029069082	
1,33.mn	3.307589552	3.307589552	3.307589552	1.86717636	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	

Lantai 2

Pelat Lantai untuk selasar ukuran 7200x3600 (8) Tipe IVB					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	titik bag
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	10.704	10.704	10.704	10.704	
clx	63	63	63	63	
cly	10	10	10	10	
ctx	63	63	63	63	
cty	0	0	0	0	
mlx	8.73960192	8.73960192	8.73960192	8.73960192	
mly	1.3672384	1.3672384	1.3672384	1.3672384	
mbx	8.73960192	8.73960192	8.73960192	8.73960192	
mtx	0	0	0	0	
Mu (kNm)	8.7396	1.3672	8.7396	0.0000	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	10.9245024	1.734048	10.9245024	0	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.21047	0.24001	1.21047	0.00000	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00520	0.00101	0.00520	0.00000	
1,33pada	0.00691	0.00134	0.00691	0.00000	
pperlu	0.00583	0.00134	0.00583	0.00000	
As perlu	554.1667	113.6989	554.1667	0.0000	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	554.1667	240.0000	554.1667	240.0000	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	50.2655
s	141.7260	327.2492	141.7260	327.2492	208.4395
2h	240	240	240	240	
s pakai	150	250	150	0	250
As ada	523.5987756	314.1592654	523.5987756	#DIV/0!	251.3274
Kontrol Mn					
a	5.913586171	3.548151703	5.913586171	#DIV/0!	
Mn	11.56649051	6.275086845	11.56649051	#DIV/0!	
1,33.mn	14.52856819	2.30628384	14.52856819	0	
cek	aman	aman	aman	#DIV/0!	
Pakai	P10-150	P10-250	P10-150	0	

Pelat Lantai untuk selasar ukuran 7200x3600 (9) Tipe VIb					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	Nilai Baki
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	10.704	10.704	10.704	10.704	
clx	62	62	62	62	
cly	34	34	34	34	
ctx	62	62	62	62	
cty	34	34	34	34	
mlx	8.60087808	8.60087808	8.60087808	8.60087808	
miy	4.71661056	4.71661056	4.71661056	4.71661056	
mtx	8.60087808	8.60087808	8.60087808	8.60087808	
mty	4.71661056	4.71661056	4.71661056	4.71661056	
Mu (kNm)	8.6009	4.7166	8.6009	4.7166	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	10.7510976	5.8957632	10.7510976	5.8957632	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.19126	0.81602	1.19126	0.65327	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00511	0.00347	0.00511	0.00277	
1,33pada	0.00680	0.00461	0.00680	0.00368	
pperlu	0.00583	0.00461	0.00583	0.00368	
As perlu	554.1667	392.0587	554.1667	349.3750	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	554.1667	392.0587	554.1667	349.3750	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	60.2655
s	141.7260	200.3267	141.7260	224.8009	208.4395
2h	240	240	240	240	
s pakai	125	175	125	200	
As ada	628.3185307	448.7989505	628.3185307	392.6990817	251.327412
Kontrol Mn					
a	7.096303406	5.068788147	7.096303406	4.435189629	
Mn	13.79061383	8.882514574	13.79061383	8.744535676	
1,33.mn	14.29895981	7.841365056	14.29895981	7.841365056	
cek	aman	aman	aman	aman	aman
Pakai	P10-125	P10-175	P10-125	P10-200	

Pelat Lantai untuk selasar ukuran 7200x3600 (10) Tipe III					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	Nilai Baki
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	10.704	10.704	10.704	10.704	
clx	88	88	88	88	
cly	49	49	49	49	
ctx	88	88	88	88	
cty	49	49	49	49	
mlx	12.20769792	12.2077	12.20769792	12.20769792	
miy	6.79746816	6.797468	6.79746816	6.79746816	
mtx	12.20769792	12.2077	12.20769792	12.20769792	
mty	6.79746816	6.797468	6.79746816	6.79746816	
Mu (kNm)	12.2077	6.7975	12.2077	6.7975	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	15.2596224	8.496835	15.2596224	8.4968352	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.69082	1.17603	1.69082	0.94148	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00735	0.00504	0.00735	0.00401	
1,33pada	0.00978	0.00671	0.00978	0.00534	
pperlu	0.00735	0.00583	0.00735	0.00534	
As perlu	698.2644	495.8333	698.2644	507.1437	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	698.2644	495.8333	698.2644	507.1437	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	60.2655
s	112.4786	158.3996	112.4786	154.8670	208.4395
2h	240	240	240	240	
s pakai	100	150	100	150	
As ada	785.3981634	523.5988	785.3981634	523.5987756	251.327412
Kontrol Mn					
a	8.870379257	5.913586	8.870379257	5.913586171	
Mn	17.07106458	10.30985	17.07106458	11.56649051	
1,33.mn	20.29529779	11.30079	20.29529779	11.30079082	
cek	aman	aman	aman	aman	aman
Pakai	P10-100	P10-150	P10-100	P10-150	

Lantai 3

Lantai 3

Pelat Lantai untuk gang ukuran 7200x3600 (1) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	titik bag
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	10.704	10.704	10.704	10.704	
cbx	62	62	62	62	
cly	35	35	35	35	
ctx	62	62	62	62	
cty	35	35	35	35	
mix	8.60087808	8.60087808	8.60087808	8.60087808	
mly	4.8553344	4.8553344	4.8553344	4.8553344	
mtx	8.60087808	8.60087808	8.60087808	8.60087808	
mtx	4.8553344	4.8553344	4.8553344	4.8553344	
Mu (kNm)	8.6009	4.8553	8.6009	4.8553	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	10.7510976	6.069168	10.7510976	6.069168	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05375	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.19126	0.84002	1.19126	0.67248	
m	11.29412	11.294*2	11.29412	11.29412	
pada	0.00511	0.00357	0.00511	0.00285	
1,33pada	0.00680	0.00475	0.00680	0.00379	
pperlu	0.00583	0.00475	0.00583	0.00379	
As perlu	554.1667	403.8321	554.1667	359.8214	
As susut	240	240	240	240	
As pakai	554.1667	403.8321	554.1667	359.8214	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	
s	141.7260	194.4883	141.7260	218.2745	
2h	240	240	240	240	
s pakai	150	175	150	200	
As ada	523.5987756	448.7986505	523.5987756	392.6990817	
Kontrol Mn					
a	5.913586171	5.068798147	5.913586171	4.435189629	
Mn	11.56649051	8.882514574	11.56649051	6.744535675	
1.33.mn	14.29895981	8.07199344	14.29895981	8.07199344	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-150	P10-175	P10-150	P10-200	

Pelat Lantai untuk ruang rapat/pertemuan 7200x3600 (2) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	titik bag
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	12.304	12.304	12.304	12.304	
cbx	62	62	62	62	
cly	35	35	35	35	
ctx	62	62	62	62	
cty	35	35	35	35	
mix	9.88651008	9.88651008	9.88651008	9.88651008	
mly	5.5810944	5.5810944	5.5810944	5.5810944	
mtx	9.88651008	9.88651008	9.88651008	9.88651008	
mtx	5.5810944	5.5810944	5.5810944	5.5810944	
Mu (kNm)	9.8865	5.5811	9.8865	5.5811	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	12.3581376	6.976368	12.3581376	6.976368	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.36932	0.96559	1.36932	0.77300	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00590	0.00412	0.00590	0.00328	
1,33pada	0.00785	0.00548	0.00785	0.00436	
pperlu	0.00590	0.00548	0.00590	0.00436	
As perlu	560.7123	465.6635	560.7123	414.6388	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	560.7123	465.6635	560.7123	414.6388	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	50.2655
s	140.0715	188.6622	140.0715	189.4174	209.4586
2h	240	240	240	240	
s pakai	125	150	125	150	200
As ada	628.3185307	523.5987756	628.3185307	523.5987756	281.3274123
Kontrol Mn					
a	7.096303406	5.913586171	7.096303406	5.913586171	
Mn	13.79061383	10.30985344	13.79061383	11.56649051	
1.33.mn	16.43632301	9.27856944	16.43632301	9.27856944	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-125	P10-150	P10-125	P10-150	



Lantai 3

Lantai 3

Pelat Lantai untuk ruang rapat/pertemuan 7200x3600 (3) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	Uf (bag)
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	12.304	12.304	12.304	12.304	
ctx	62	62	62	62	
cty	35	35	35	35	
ctx	62	62	62	62	
cty	35	35	35	35	
mix	9.88651008	9.88651008	9.88651008	9.88651008	
mly	5.5810944	5.5810944	5.5810944	5.5810944	
mtx	9.88651008	9.88651008	9.88651008	9.88651008	
mtx	5.5810944	5.5810944	5.5810944	5.5810944	
Mu (kNm)	9.8865	5.5811	9.8865	5.5811	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	12.3581376	6.976368	12.3581376	6.976368	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.36932	0.96556	1.36932	0.77300	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00590	0.00412	0.00590	0.00328	
1,33pada	0.00785	0.00548	0.00785	0.00436	
pperlu	0.00590	0.00548	0.00590	0.00436	
As perlu	560.7123	495.6635	560.7123	414.6388	
As susut	240	240	240	240	
As pakai	560.7123	495.6635	560.7123	414.6388	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	
s	140.0715	158.6622	140.0715	189.4174	
2h	240	240	240	240	
s pakai	125	150	125	150	
As ada	628.3185307	523.5987756	628.3185307	523.5987756	
Kontrol Mn					
a	7.096303406	5.913586171	7.096303406	5.913586171	
Mn	13.79061383	10.30985344	13.79061383	11.56649051	
1,33.mn	16.43632301	9.27856944	16.43632301	9.27856944	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-125	P10-150	P10-125	P10-150	

Pelat Lantai 4800x3600 (4) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	Uf (bag)
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	4.8	4.8	4.8	4.8	
ly/lx	1.3333	1.3333	1.3333	1.3333	
qu	12.304	12.304	12.304	12.304	
ctx	50.999	50.999	50.999	50.999	
cty	38	38	38	38	
ctx	50.999	50.999	50.999	50.999	
cty	38	38	38	38	
mix	8.13229238	8.13229238	8.13229238	8.13229238	
mly	6.05947392	6.05947392	6.05947392	6.05947392	
mtx	8.13229238	8.13229238	8.13229238	8.13229238	
mtx	6.05947392	6.05947392	6.05947392	6.05947392	
Mu (kNm)	8.1323	6.0596	8.1323	6.0596	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	10.16536548	7.5743424	10.16536548	7.5743424	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.12636	1.04835	1.12636	0.83926	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00482	0.00448	0.00482	0.00367	
1,33pada	0.00642	0.00596	0.00642	0.00475	
pperlu	0.00583	0.00583	0.00583	0.00475	
As perlu	554.1667	495.8333	554.1667	450.9243	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	554.1667	495.8333	554.1667	450.9243	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	50.2655
s	141.7260	158.3996	141.7260	174.1752	206.4398
2h	240	240	240	240	
s pakai	150	150	150	150	
As ada	623.5987756	523.5987756	623.5987756	523.5987756	281.327123
Kontrol Mn					
a	5.913586171	5.913586171	5.913586171	5.913586171	
Mn	11.56649051	10.30985344	11.56649051	11.56649051	
1,33.mn	13.51993608	10.07367539	13.51993608	10.07367539	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-150	P10-150	P10-150	P10-150	

Lantai 3

Lantai 3

Pelat Lantai 3600x3600 (6) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan y	tdl (bag)
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	3.6	3.6	3.6	3.6	
ly/lx	1	1	1	1	
qu	12.304	12.304	12.304	12.304	
cx	36	36	36	36	
cy	36	36	36	36	
ctx	36	36	36	36	
cty	36	36	36	36	
mix	5.74055424	5.74055424	5.74055424	5.74055424	
mly	5.74055424	5.74055424	5.74055424	5.74055424	
mbx	5.74055424	5.74055424	5.74055424	5.74055424	
mtx	5.74055424	5.74055424	5.74055424	5.74055424	
Mu (kNm)	5.7406	5.7406	5.7406	5.7406	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	7.1756928	7.1756928	7.1756928	7.1756928	
d (mm)	95	95	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	0.79509	0.99318	0.79509	0.79509	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00338	0.00424	0.00338	0.00338	
1,33pada	0.00449	0.00564	0.00449	0.00449	
pperlu	0.00449	0.00564	0.00449	0.00449	
As perlu	426.7204	479.3025	426.7204	426.7204	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	426.7204	479.3025	426.7204	426.7204	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398
s	184.0545	163.8627	184.0545	184.0545	184.0545
2h	240	240	240	240	
s pakai	175	150	175	175	
As ada	448.7989505	523.5987756	448.7989505	448.7989505	448.7989505
Kontrol Mn					
a	5.068788147	5.913586171	5.068788147	5.068788147	
Mn	9.959632056	10.30985344	9.959632056	9.959632056	
1,33.mn	9.543671424	9.543671424	9.543671424	9.543671424	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-175	P10-150	P10-175	P10-175	

Pelat Lantai ukuran 7200x3600 (6) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan y	tdl (bag)
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	9.904	9.904	9.904	9.904	
cx	62	62	62	62	
cy	35	35	35	35	
ctx	62	62	62	62	
cty	35	35	35	35	
mix	7.95806208	7.95806208	7.95806208	7.95806208	
mly	4.4924544	4.4924544	4.4924544	4.4924544	
mbx	7.95806208	7.95806208	7.95806208	7.95806208	
mtx	4.4924544	4.4924544	4.4924544	4.4924544	
Mu (kNm)	7.9581	4.4925	7.9581	4.4925	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	9.9475776	5.615568	9.9475776	5.615568	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.10222	0.77724	1.10222	0.62222	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00472	0.00330	0.00472	0.00263	
1,33pada	0.00628	0.00439	0.00628	0.00350	
pperlu	0.00583	0.00439	0.00583	0.00350	
As perlu	554.1667	373.0652	554.1667	332.5165	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	554.1667	373.0652	554.1667	332.5165	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398
s	141.7260	210.5257	141.7260	236.1983	141.7260
2h	240	240	240	240	
s pakai	150	200	150	200	
As ada	523.5987756	392.6990817	523.5987756	392.6990817	523.5987756
Kontrol Mn					
a	5.913586171	4.435189629	5.913586171	4.435189629	
Mn	11.56649051	7.802057879	11.56649051	8.744535675	
1,33.mn	13.23027821	7.46870544	13.23027821	7.46870544	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-150	P10-200	P10-150	P10-200	



Lantai 3

Pelat Lantai ukuran 7200x3600 (7) Tipe II					
	Arah lapangan		Tumpuan x	Tumpuan Y	
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	9.904	9.904	9.904	9.904	
clx	62	62	62	62	
clx	35	35	35	35	
cty	62	62	62	62	
cty	35	35	35	35	
mix	7.95806208	7.95806208	7.95806208	7.95806208	
mly	4.4924544	4.4924544	4.4924544	4.4924544	
mtx	7.95806208	7.95806208	7.95806208	7.95806208	
mty	4.4924544	4.4924544	4.4924544	4.4924544	
Mu (kNm)	7.9581	4.4925	7.9581	4.4925	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	9.9475776	5.615568	9.9475776	5.615568	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.10222	0.77724	1.10222	0.62222	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00472	0.00330	0.00472	0.00263	
1,33pada	0.00628	0.00439	0.00628	0.00350	
pperlu	0.00583	0.00439	0.00583	0.00350	
As perlu	554.1667	373.0652	554.1667	332.5165	
As susut	240	240	240	240	
As pakai	554.1667	373.0652	554.1667	332.5165	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	
s	141.7260	210.5257	141.7260	236.1983	
2h	240	240	240	240	
s pakai	150	200	150	200	
As ada	523.5987756	392.6990817	523.5987756	392.6990817	
Kontrol Mn					
a	5.913586171	4.435189629	5.913586171	4.435189629	
Mn	11.56649051	7.802057879	11.56649051	8.744535675	
1.33.mn	13.23027821	7.46870544	13.23027821	7.46870544	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-160	P10-200	P10-160	P10-200	

Lantai 3

Pelat Lantai ukuran 5400x3600 (8) Tipe II					
	Arah lapangan		Tumpuan x	Tumpuan Y	
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	5.4	5.4	5.4	5.4	
ly/lx	1.5	1.5	1.5	1.5	
qu	9.904	9.904	9.904	9.904	
clx	56	56	56	56	
clx	37	37	37	37	
cty	56	56	56	56	
cty	37	37	37	37	
mix	7.18792704	7.18792704	7.18792704	7.18792704	
mly	4.74916608	4.74916608	4.74916608	4.74916608	
mtx	7.18792704	7.18792704	7.18792704	7.18792704	
mty	4.74916608	4.74916608	4.74916608	4.74916608	
Mu (kNm)	7.1879	4.7492	7.1879	4.7492	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	8.9849088	5.9364576	8.9849088	5.9364576	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	0.99556	0.62166	0.99556	0.65778	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00425	0.00349	0.00425	0.00278	
1,33pada	0.00565	0.00464	0.00565	0.00370	
pperlu	0.00565	0.00464	0.00565	0.00370	
As perlu	537.0084	394.8204	537.0084	351.8256	
As susut	240	240	240	240	
As pakai	537.0084	394.8204	537.0084	351.8256	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	
s	146.2544	198.9254	146.2544	223.2351	
2h	240	240	240	240	
s pakai	125	175	125	200	
As ada	628.3185307	448.7989505	628.3185307	392.6990817	
Kontrol Mn					
a	7.096303406	5.068788147	7.096303406	4.435189629	
Mn	13.79061383	8.82514574	13.79061383	8.744535675	
1.33.mn	11.9499287	7.895488608	11.9499287	7.895488608	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-125	P10-175	P10-125	P10-200	

Pelat Lantai ukuran 3600x3600 (9) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	tu/beg
Lx	3,6	3,6	3,6	3,6	
Ly	3,6	3,6	3,6	3,6	
ly/lx	1	1	1	1	
qu	9.904	9.904	9.904	9.904	
clx	36	36	36	36	
cly	36	36	36	36	
ctx	36	36	36	36	
cty	36	36	36	36	
mlx	4.62081024	4.62081024	4.62081024	4.62081024	
mly	4.62081024	4.62081024	4.62081024	4.62081024	
mtx	4.62081024	4.62081024	4.62081024	4.62081024	
mty	4.62081024	4.62081024	4.62081024	4.62081024	
Mu (kNm)	4.6208	4.6208	4.6208	4.6208	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	5.7760128	5.7760128	5.7760128	5.7760128	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	0.64000	0.79945	0.64000	0.64000	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00271	0.00340	0.00271	0.00271	
1,33pada	0.00360	0.00452	0.00360	0.00360	
pperlu	0.00360	0.00452	0.00360	0.00360	
As perlu	342.1667	383.9367	342.1667	342.1667	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	342.1667	383.9367	342.1667	342.1667	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398
s	229.5367	204.5645	229.5367	229.5367	229.5367
2h	240	240	240	240	
s pakai	225	200	225	225	
As ada	349.0658504	392.6990817	349.0658504	349.0658504	
Kontrol Mn					
a	3.942390781	4.435189629	3.942390781	3.942390781	
Mn	7.79356291	7.802057879	7.79356291	7.79356291	
1,33.mn	7.682097024	7.682097024	7.682097024	7.682097024	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-225	P10-200	P10-225	P10-225	

Pelat Lantai ukuran 1800x1800 (10) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	tu/beg
Lx	1,8	1,8	1,8	1,8	
Ly	1,8	1,8	1,8	1,8	
ly/lx	1	1	1	1	
qu	9.904	9.904	9.904	9.904	
clx	36	36	36	36	
cly	36	36	36	36	
ctx	36	36	36	36	
cty	36	36	36	36	
mlx	1.15520256	1.15520256	1.15520256	1.15520256	
mly	1.15520256	1.15520256	1.15520256	1.15520256	
mbx	1.15520256	1.15520256	1.15520256	1.15520256	
mty	1.15520256	1.15520256	1.15520256	1.15520256	
Mu (kNm)	1.1552	1.1552	1.1552	1.1552	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	8
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	1.4440032	1.4440032	1.4440032	1.4440032	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	0.16000	0.19986	0.16000	0.16000	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00067	0.00084	0.00067	0.00067	
1,33pada	0.00089	0.00111	0.00089	0.00089	
pperlu	0.00089	0.00111	0.00089	0.00089	
As perlu	84.5530	94.5903	84.5530	84.5530	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	240.0000	240.0000	240.0000	240.0000	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398
s	327.2492	327.2492	327.2492	327.2492	205.7093
2h	240	240	240	240	
s pakai	250	250	250	250	
As ada	314.1592654	314.1592654	314.1592654	314.1592654	314.1592654
Kontrol Mn					
a	3.548151703	3.548151703	3.548151703	3.548151703	
Mn	7.029069082	6.275086845	7.029069082	7.029069082	
1,33.mn	1.920524256	1.920524256	1.920524256	1.920524256	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	

Lantai 3

Pelat Lantai 3600x2400 (11) Tipe II					
	Arah lapangan	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	Nilai
Lx	2.4	2.4	2.4	2.4	
Ly	3.6	3.6	3.6	3.6	
ly/lx	1.5	1.5	1.5	1.5	
qu	12.304	12.304	12.304	12.304	
clx	56	56	56	56	
cly	37	37	37	37	
ctx	56	56	56	56	
cty	37	37	37	37	
mix	3.96877824	3.96877824	3.96877824	3.96877824	
mly	2.62222848	2.62222848	2.62222848	2.62222848	
mbx	3.96877824	3.96877824	3.96877824	3.96877824	
mtx	2.62222848	2.62222848	2.62222848	2.62222848	
Mu (kNm)	3.9688	2.6222	3.9688	2.6222	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	4.9609728	3.2777856	4.9609728	3.2777856	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	0.54969	0.45367	0.54969	0.36319	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00232	0.00191	0.00232	0.00153	
1,33pada	0.00309	0.00254	0.00309	0.00203	
pperlu	0.00309	0.00254	0.00309	0.00203	
As perlu	293.2331	216.0300	293.2331	192.8667	
As susut	240	240	240	240	
As pakai	293.2331	240.0000	293.2331	240.0000	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	
s	267.8409	327.2492	267.8409	327.2492	
2h	240	240	240	240	
s pakai	250	250	250	250	
As ada	314.1592654	314.1592654	314.1592654	314.1592654	
Kontrol Mn					
a	3.548151703	3.548151703	3.548151703	3.548151703	
Mn	7.029069082	6.275086845	7.029069082	7.029069082	
1.33.mn	6.598093824	4.359454848	6.598093824	4.359454848	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	

Lantai 3

Pelat Lantai ukuran 3600x3600 (12) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	Nilai
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	3.6	3.6	3.6	3.6	
ly/lx	1	1	1	1	
qu	10.704	10.704	10.704	10.704	
clx	36	36	36	36	
cly	36	36	36	36	
ctx	36	36	36	36	
cty	36	36	36	36	
mix	4.99405824	4.99405824	4.99405824	4.99405824	
mly	4.99405824	4.99405824	4.99405824	4.99405824	
mtx	4.99405824	4.99405824	4.99405824	4.99405824	
mtx	4.99405824	4.99405824	4.99405824	4.99405824	
Mu (kNm)	4.9941	4.9941	4.9941	4.9941	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	6.2425728	6.2425728	6.2425728	6.2425728	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	0.69170	0.86402	0.69170	0.69170	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00293	0.00368	0.00293	0.00293	
1,33pada	0.00390	0.00489	0.00390	0.00390	
pperlu	0.00390	0.00489	0.00390	0.00390	
As perlu	370.2779	415.6199	370.2779	370.2779	
As susut	240	240	240	240	
As pakai	370.2779	415.6199	370.2779	370.2779	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	
s	212.1105	188.9703	212.1105	212.1105	
2h	240	240	240	240	
s pakai	200	175	200	200	
As ada	392.6990817	448.7989505	392.6990817	392.6990817	
Kontrol Mn					
a	4.435189629	6.068788147	4.435189629	4.435189629	
Mn	8.744535675	8.882514574	8.744535675	8.744535675	
1.33.mn	8.302621824	8.302621824	8.302621824	8.302621824	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-200	P10-175	P10-200	P10-200	

Pelat Lantai ukuran 2700x1800 (13) Tipe II					
	Arah lapangan	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	tu (b6)
Lx	1.8	1.8	1.8	1.8	
Ly	2.7	2.7	2.7	2.7	
ly/lx	1.5	1.5	1.5	1.5	
qu	9.904	9.904	9.904	9.904	
clx	56	56	56	56	
clx	37	37	37	37	
ctx	56	56	56	56	
ctx	37	37	37	37	
mlx	1.79698176	1.79698176	1.79698176	1.79698176	
mly	1.18729152	1.18729152	1.18729152	1.18729152	
mtx	1.79698176	1.79698176	1.79698176	1.79698176	
mtx	1.18729152	1.18729152	1.18729152	1.18729152	
Mu (kNm)	1.7970	1.1873	1.7970	1.1873	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	5
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	2.2462272	1.4841144	2.2462272	1.4841144	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	0.24889	0.20541	0.24889	0.16444	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00104	0.00086	0.00104	0.00069	
1,33pada	0.00139	0.00114	0.00139	0.00091	
pperlu	0.00139	0.00114	0.00139	0.00091	
As perlu	131.8064	97.2307	131.8064	86.9109	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	240.0000	240.0000	240.0000	240.0000	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	50.2955
s	327.2492	327.2492	327.2492	327.2492	200.4305
2h	240	240	240	240	
s pakai	250	250	250	250	250
As ada	314.1592654	314.1592654	314.1592654	314.1592654	251.3274123
Kontrol Mn					
a	3.548151703	3.548151703	3.548151703	3.548151703	
Mn	7.029069082	6.275086845	7.029069082	7.029069082	
1.33.mn	2.987482176	1.973872152	2.987482176	1.973872152	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	

Pelat Lantai ukuran 3600x1800 (14) Tipe II					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	tu (b6)
Lx	1.8	1.8	1.8	1.8	
Ly	3.6	3.6	3.6	3.6	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	9.904	9.904	9.904	9.904	
clx	62	62	62	62	
clx	35	35	35	35	
ctx	62	62	62	62	
ctx	35	35	35	35	
mlx	1.98951552	1.98951552	1.98951552	1.98951552	
mly	1.1231136	1.1231136	1.1231136	1.1231136	
mtx	1.98951552	1.98951552	1.98951552	1.98951552	
mtx	1.1231136	1.1231136	1.1231136	1.1231136	
Mu (kNm)	1.9895	1.1231	1.9895	1.1231	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	5
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	2.4868944	1.403892	2.4868944	1.403892	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	0.27556	0.19431	0.27556	0.15556	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00116	0.00081	0.00116	0.00065	
1,33pada	0.00154	0.00108	0.00154	0.00087	
pperlu	0.00154	0.00108	0.00154	0.00087	
As perlu	146.0218	91.9506	146.0218	82.1957	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	240.0000	240.0000	240.0000	240.0000	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	50.2955
s	327.2492	327.2492	327.2492	327.2492	200.4305
2h	240	240	240	240	
s pakai	250	250	250	250	250
As ada	314.1592654	314.1592654	314.1592654	314.1592654	251.3274123
Kontrol Mn					
a	3.548151703	3.548151703	3.548151703	3.548151703	
Mn	7.029069082	6.275086845	7.029069082	7.029069082	
1.33.mn	3.307569552	1.86717636	3.307569552	1.86717636	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-250	P10-250	P10-250	P10-250	

Pelat Lantai untuk selasar ukuran 7200x3600 (16) Tipe IVB					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	Uf. bag.
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	10.704	10.704	10.704	10.704	
clx	63	63	63	63	
cly	10	10	10	10	
ctx	63	63	63	63	
cty	0	0	0	0	
mx	8.73960192	8.73960192	8.73960192	8.73960192	
mly	1.3872384	1.3872384	1.3872384	1.3872384	
mtx	8.73960192	8.73960192	8.73960192	8.73960192	
mtx	0	0	0	0	
Mu (kNm)	8.7396	1.3872	8.7396	0.0300	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	10.9245024	1.734048	10.9245024	0	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.21047	0.24001	1.21047	0.00000	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00520	0.00101	0.00520	0.00000	
1,33pada	0.00691	0.00134	0.00691	0.00000	
pperlu	0.00583	0.00134	0.00583	0.00000	
As perlu	554.1667	113.6989	554.1667	0.0000	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	554.1667	240.0000	554.1667	240.0000	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398
s	141.7260	327.2492	141.7260	327.2492	258.1385
2h	240	240	240	240	
s pakai	150	250	150	0	250
As ada	523.5987756	314.1592654	523.5987756	#DIV/0!	251.3274123
<b>Kontrol Mn</b>					
a	5.913586171	3.548151703	5.913586171	#DIV/0!	
Mn	11.56649051	6.275086845	11.56649051	#DIV/0!	
1,33.mn	14.52958819	2.30628384	14.52958819	0	
cek	aman	aman	aman	#DIV/0!	aman
Pakai	P10-150	P10-250	P10-150	9	

Pelat Lantai untuk selasar ukuran 7200x3600 (16) Tipe VIB					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	Uf. bag.
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	10.704	10.704	10.704	10.704	
clx	62	62	62	62	
cly	34	34	34	34	
ctx	62	62	62	62	
cty	34	34	34	34	
mx	8.60087808	8.60087808	8.6008781	8.60087808	
mly	4.71661056	4.71661056	4.7166106	4.71661056	
mtx	8.60087808	8.60087808	8.6008781	8.60087808	
mtx	4.71661056	4.71661056	4.7166106	4.71661056	
Mu (kNm)	8.6009	4.7166	8.6009	4.7166	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	10.7510976	5.8957632	10.751098	5.8957632	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.19126	0.81602	1.19126	0.65327	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00511	0.00347	0.00511	0.00277	
1,33pada	0.00660	0.00461	0.00660	0.00368	
pperlu	0.00583	0.00461	0.00583	0.00368	
As perlu	554.1667	392.0587	554.1667	349.3750	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	554.1667	392.0587	554.1667	349.3750	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398
s	141.7260	200.3267	141.7260	224.8009	258.1385
2h	240	240	240	240	
s pakai	150	175	150	200	200
As ada	523.5987756	448.7989505	523.59878	392.6990817	251.3274123
<b>Kontrol Mn</b>					
a	5.913586171	5.068788147	5.9135862	4.435189629	
Mn	11.56649051	8.862514574	11.566491	8.744535675	
1,33.mn	14.29895981	7.841365056	14.29896	7.841365056	
cek	aman	aman	aman	aman	aman
Pakai	P10-150	P10-175	P10-150	P10-200	

Pelat Lantai untuk selasar ukuran 7200x3600 (17) Tipe III					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	titik bag
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	10.704	10.704	10.704	10.704	
clx	88	88	88	88	
clx	49	49	49	49	
ctx	88	88	88	88	
cty	49	49	49	49	
mbx	12.20769792	12.20769792	12.20769792	12.20769792	
mly	6.79746816	6.79746816	6.79746816	6.79746816	
mtx	12.20769792	12.20769792	12.20769792	12.20769792	
mty	6.79746816	6.79746816	6.79746816	6.79746816	
Mu (kNm)	12.2077	6.7975	12.2077	6.7975	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	15.2596224	8.4968352	15.2596224	8.4968352	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.69082	1.17603	1.69082	0.94148	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00735	0.00504	0.00735	0.00401	
1,33pada	0.00978	0.00671	0.00978	0.00534	
pperlu	0.00735	0.00583	0.00735	0.00534	
As perlu	698.2644	495.8333	698.2644	507.1437	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	698.2644	495.8333	698.2644	507.1437	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398
s	112.4786	158.3996	112.4786	154.8670	158.3996
2h	240	240	240	240	240
s pakai	100	150	100	150	150
As ada	785.3981634	523.5987756	785.3981634	523.5987756	785.3981634
Kontrol Mn					
a	8.870379257	5.913586171	8.870379257	5.913586171	
Mn	17.07106458	10.30985344	17.07106458	11.56649051	
1,33.mn	20.29529779	11.30079082	20.29529779	11.30079082	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-100	P10-150	P10-100	P10-150	

Pelat Lantai untuk ruang rapat/pertemuan 7200x3600 (18) Tipe VIB					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	titik bag
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	12.304	12.304	12.304	12.304	
clx	62	62	62	62	
clx	34	34	34	34	
ctx	62	62	62	62	
cty	34	34	34	34	
mlx	9.88651008	9.88651008	9.88651008	9.88651008	
mly	5.42163456	5.42163456	5.42163456	5.42163456	
mtx	9.88651008	9.88651008	9.88651008	9.88651008	
mty	5.42163456	5.42163456	5.42163456	5.42163456	
Mu (kNm)	9.8865	5.4216	9.8865	5.4216	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	12.3581376	6.7770432	12.3581376	6.7770432	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.36932	0.93800	1.36932	0.75092	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00590	0.00400	0.00590	0.00319	
1,33pada	0.00785	0.00532	0.00785	0.00424	
pperlu	0.00590	0.00532	0.00590	0.00424	
As perlu	560.7123	452.0440	560.7123	402.5707	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	560.7123	452.0440	560.7123	402.5707	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398
s	140.0715	173.7437	140.0715	195.0957	173.7437
2h	240	240	240	240	240
s pakai	125	150	125	175	150
As ada	628.3185307	523.5987756	628.3185307	448.7989505	628.3185307
Kontrol Mn					
a	7.096303406	5.913586171	7.096303406	5.068788147	
Mn	13.79061383	10.30985344	13.79061383	9.959632056	
1,33.mn	16.43632301	9.013467456	16.43632301	9.013467456	
cek	aman	aman	aman	aman	
Pakai	P10-125	P10-150	P10-125	P10-175	



Pelat Lantai untuk ruang rapat/pertemuan 7200x3600 (19) Tipe III					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	tul bagi
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	7.2	7.2	7.2	7.2	
ly/lx	2	2	2	2	
qu	12.304	12.304	12.904	12.304	
clx	88	88	88	88	
cly	49	49	49	49	
ctx	88	88	88	88	
cty	49	49	49	49	
mlx	14.03246592	14.03248592	14.03246592	14.03246592	
mly	7.81353216	7.81353216	7.81353216	7.81353216	
mtx	14.03246592	14.03246592	14.03246592	14.03246592	
mty	7.81353216	7.81353216	7.81353216	7.81353216	
Mu (kNm)	14.0325	7.8135	14.0325	7.8135	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	17.5405824	9.7669152	17.5405824	9.7669152	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	1.94355	1.35182	1.94355	1.08221	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00851	0.00582	0.00851	0.00463	
1,33pada	0.01131	0.00775	0.01131	0.00616	
pperlu	0.00851	0.00583	0.00851	0.00583	
As perlu	808.1458	495.8333	808.1458	554.1667	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	808.1458	495.8333	808.1458	554.1667	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398
s	97.1852	158.3996	97.1852	141.7260	97.1852
2h	240	240	240	240	240
s pakai	90	150	90	150	90
As ada	872.664626	523.5987756	872.664626	523.5987756	872.664626
Kontrol Mn					
a	9.855976952	5.913586171	9.855976952	5.913586171	
Mn	18.86463798	10.30985344	18.86463798	11.56649051	
1,33.mn	23.32897459	12.98999722	23.32897459	12.98999722	
cek	aman	aman	aman	aman	aman
Pakai	P10-90	P10-150	P10-90	P10-150	

Pelat Lantai untuk 3600x3600 (20) Tipe VIA					
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x	Tumpuan Y	tul bagi
Lx	3.6	3.6	3.6	3.6	
Ly	3.6	3.6	3.6	3.6	
ly/lx	1	1	1	1	
qu	10.704	10.704	10.704	10.704	
clx	38	38	38	38	
cly	43	43	43	43	
ctx	38	38	38	38	
cty	43	43	43	43	
mlx	5.27150592	5.27150592	5.27150592	5.27150592	
mly	5.96512512	5.96512512	5.96512512	5.96512512	
mtx	5.27150592	5.27150592	5.27150592	5.27150592	
mty	5.96512512	5.96512512	5.96512512	5.96512512	
Mu (kNm)	5.2715	5.9651	5.2715	5.9651	
h (mm)	120	120	120	120	120
Pb (mm)	20	20	20	20	
Øtul (mm)	10	10	10	10	8
fy (MPa)	240	240	240	240	
fc (MPa)	25	25	25	25	
Mn (kNm)	6.5893824	7.4564064	6.5893824	7.4564064	
d (mm)	95	85	95	95	
pb	0.05376	0.05376	0.05376	0.05376	
pmax	0.04032	0.04032	0.04032	0.04032	
pmin	0.00583	0.00583	0.00583	0.00583	
Rn	0.73013	1.03203	0.73013	0.82619	
m	11.29412	11.29412	11.29412	11.29412	
pada	0.00310	0.00441	0.00310	0.00351	
1,33pada	0.00412	0.00587	0.00412	0.00467	
pperlu	0.00412	0.00583	0.00412	0.00467	
As perlu	391.2212	495.8333	391.2212	443.7582	
As susut	240	240	240	240	240
As pakai	391.2212	495.8333	391.2212	443.7582	
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398	78.5398
s	200.7555	158.3996	200.7555	176.9879	200.7555
2h	240	240	240	240	240
s pakai	175	150	175	175	175
As ada	448.7989505	523.5987756	448.7989505	448.7989505	448.7989505
Kontrol Mn					
a	5.068788147	5.913586171	5.068788147	5.068788147	
Mn	9.959632056	10.30985344	9.959632056	9.959632056	
1,33.mn	8.763878592	9.917020512	8.763878592	9.917020512	
cek	aman	aman	aman	aman	aman
Pakai	P10-175	P10-150	P10-175	P10-175	

Atap

Pelat Atap ukuran 7200x3600 (P1) Tipe IVB			
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x
Lx	3.6	3.6	3.6
Ly	7.2	7.2	7.2
ly/lx	2	2	2
qu	5.224	5.224	5.224
cbx	63	63	63
cly	10	10	10
cbx	63	63	63
mix	4.26529152	4.26529152	4.26529152
mly	0.8770304	0.8770304	0.8770304
mbx	4.26529152	4.26529152	4.26529152
Mu (kNm)	4.2853	0.8770	4.2853
h (mm)	100	100	100
Pb (mm)	40	40	40
Øtul (mm)	10	10	10
fy (MPa)	240	240	240
fc (MPa)	25	25	25
Mn (kNm)	5.3318144	0.848288	5.3318144
d (mm)	55	45	55
pb	0.05376	0.05376	0.05376
pmax	0.04032	0.04032	0.04032
pmin	0.00583	0.00583	0.00583
Rn	1.76252	0.41792	1.76252
m	11.29412	11.29412	11.29412
pada	0.00768	0.00176	0.00768
1,33pada	0.01021	0.00234	0.01021
pperlu	0.00768	0.00234	0.00768
As perlu	422.2132	105.2643	422.2132
As susut	200	200	200
As pakai	422.2132	200.0000	422.2132
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398
s	186.0193	392.6991	186.0193
2h	200	200	200
s pakai	175	200	175
As ada	448.7989505	392.6990817	448.7989505
Kontrol Mn			
a	5.068788147	4.435189629	5.068788147
Mn	5.651162131	4.032146695	5.651162131
1.33.mn	7.091047152	1.12656304	7.091047152
cek	aman	aman	aman
Pakai	P10-175	P10-200	P10-175

Atap

Pelat Atap ukuran 7200x3600 (P2) Tipe VB			
	Arah lapangan x	Arah lapangan y	Tumpuan x
Lx	3.6	3.6	3.6
Ly	7.2	7.2	7.2
ly/lx	2	2	2
qu	5.224	5.224	5.224
cbx	90	90	90
cly	18	18	18
cbx	90	90	90
mix	6.0932736	6.0932736	6.0932736
mly	1.21865472	1.21865472	1.21865472
mbx	6.0932736	6.0932736	6.0932736
Mu (kNm)	6.0933	1.2187	6.0933
h (mm)	100	100	100
Pb (mm)	40	40	40
Øtul (mm)	10	10	10
fy (MPa)	240	240	240
fc (MPa)	25	25	25
Mn (kNm)	7.616592	1.5233184	7.616592
d (mm)	55	45	55
pb	0.05376	0.05376	0.05376
pmax	0.04032	0.04032	0.04032
pmin	0.00583	0.00583	0.00583
Rn	2.51788	0.75226	2.51788
m	11.29412	11.29412	11.29412
pada	0.01120	0.00319	0.01120
1,33pada	0.01490	0.00425	0.01490
pperlu	0.01120	0.00425	0.01120
As perlu	615.9711	191.0373	615.9711
As susut	200	200	200
As pakai	615.9711	200.0000	615.9711
A1Ø	78.5398	78.5398	78.5398
s	127.5057	392.6991	127.5057
2h	200	200	200
s pakai	125	200	125
As ada	628.3185307	392.6990817	628.3185307
Kontrol Mn			
a	7.096303406	4.435189629	7.096303406
Mn	7.758755934	4.032146695	7.758755934
1.33.mn	10.13006736	2.026013472	10.13006736
cek	aman	aman	aman
Pakai	P10-125	P10-200	P10-125



*Desain Balok Struktur*

*7*

*LAMPIRAN*

: (Mpa) 200000  
 : (Mpa) 25  
 : (Mpa) 23500  
 (mm) 100 /120  
 (Mpa) 240  
 ban + 0.75 (kNm)

No	Balok Anak	Frame balok	Qd (kN/m <sup>2</sup> )	Ql (kN/m <sup>2</sup> )	L (m)	B (m)	q kombinasi (kN/m <sup>2</sup> )	t (m)	leq (m)	Q total kN/m	M <sub>u</sub> b (kNm)
1	BaA1	W10x30	3.02	1	7.2	3.6	4.124	1.8	1.65	14.05603	91.083042
2	BaA2	W6x12	3.02	1	7.2	1.2	4.124	0.6	0.594444	3.530927	22.880404
3	Ba8	W10x17	4.92	3	7.2	1.2	10.704	0.6	0.594444	9.315157	60.362217
4	Ba7	W6x9	4.92	3	1.8	1.8	10.704	0.9	0.6	9.257863	3.7494344
5	Ba6	W6x8,5	4.92	4	1.8	1.8	12.304	0.9	0.6	17.83682	7.223911
6	Ba5	W8x13	4.92	4	3.6	4.5	12.304	2.25	1.078125	38.7246	62.733845
7	Ba4	W8x15	4.92	4	3.6	3.6	12.304	1.8	1.2	41.75402	67.641518
8	Ba3	W12x65	4.92	3	7.2	3.6	10.704	1.8	1.65	36.28863	235.15029
9	Ba2	W10x88	4.92	4	7.2	3.6	12.304	1.8	1.65	41.91234	271.59194
10	Ba1	W12x58	4.92	4	7.2	3.6	12.304	1.8	1.65	41.46248	268.67686

No	Frame balok	n	Be (m)	Be (m)	Be (m)	Be pakai	b' (mm)	Atr (mm <sup>2</sup> )	Ya (mm)	Yb (mm)	I komposit (mm <sup>4</sup> )
1	W10x30	8.510638	1.8	1.747574	3.6	1.747574	205.3399	26237.21	89.85502	276.845	238342608
2	W6x12	8.510638	1.8	1.7016	0.6	0.6	70.5	9340.318	81.03864	172.1234	43165841
3	W10x17	8.510638	1.8	1.701854	0.6	0.6	70.5	10269.35	105.886	250.654	110270378
4	W6x9	8.510638	0.45	1.700076	1.8	0.45	52.875	7016.529	80.78553	169.0745	31868849
5	W6x8,5	8.510638	0.45	1.754432	1.8	0.45	52.875	10035.88	111.9937	150.0583	69901231
6	W8x13	8.510638	0.9	1.7016	4.5	0.9	105.75	13052.41	78.75034	224.1957	72034771
7	W8x15	8.510638	0.9	1.701854	3.6	0.9	105.75	13439.51	82.60993	223.3841	82074064
8	W12x65	8.510638	1.8	1.9048	3.6	1.8	211.5	33472.56	124.9789	282.3611	567404208
9	W10x88	8.510638	1.8	1.86162	3.6	1.8	211.5	37859.64	132.6045	241.7155	576163268
10	W12x58	8.510638	1.8	1.854	3.6	1.8	211.5	32117.72	119.9839	289.8961	521634546

No	Balok Anak	Frame balok	Kelangsingan pada		Keterangan	a (mm)	Mn (kNm)	ØMn (kNm)	Keterangan
			λ	λ <sub>p</sub>					
1	Ba1	W10x30	33.25	108.44	Ok	36.8584	294.1775	250.0508	Aman
2	Ba2	W6x12	24.91	108.44	Ok	43.11187	85.21361	72.43157	Aman
3	Ba8	W10x17	39.98	108.44	Ok	60.5995	152.9605	130.0164	Aman
4	Ba7	W6x9	32.97	108.44	Ok	43.39523	63.58637	54.04841	Aman
5	Ba6	W6x8,5	18.94	108.44	Ok	119.175	138.3926	117.6337	Aman
6	Ba5	W8x13	33.00	108.44	Ok	31.08912	110.5492	93.96685	Aman
7	Ba4	W8x15	31.45	108.44	Ok	35.9468	127.2005	108.1204	Aman
8	Ba3	W12x65	29.47	108.44	Ok	77.318	635.8764	540.495	Aman
9	Ba2	W10x88	16.96	108.44	Ok	104.8448	740.8558	629.7275	Aman
10	Ba1	W12x58	32.19	108.44	Ok	68.81707	580.4946	493.4204	Aman

No	Balok Anak	Frame balok	Apabila Pelaksanaan Terdapat dukungan			Apabila Pelaksanaan Tanpa dukungan				
			Δ	Δ maks	Keterangan	Δ baja	Δ komp	Δ	Δ maks	Keterangan
1	BaA1	W10x30	10.3181	30	Aman	25.74682	2.422429	28.16925	30	Aman
2	BaA2	W6x12	14.31167	30	Aman	14.28504	4.81881	19.08385	30	Aman
3	Ba8	W10x17	14.77985	20	Aman	11.54789	5.659038	17.20692	20	Aman
4	Ba7	W6x9	0.198538	5	Aman	0.22527	0.077203	0.302473	5	Aman
5	Ba6	W6x8,5	0.174394	5	Aman	0.192257	0.046931	0.239188	5	Aman
6	Ba5	W8x13	5.878459	10	Aman	7.166827	1.30929	8.476117	10	Aman
7	Ba4	W8x15	5.563027	10	Aman	6.585607	1.27004	7.864647	10	Aman
8	Ba3	W12x65	11.18966	20	Aman	13.56567	3.052681	16.61835	20	Aman
9	Ba2	W10x88	12.72726	20	Aman	13.81082	4.008364	17.81918	20	Aman
10	Ba1	W12x58	13.90082	20	Aman	15.12817	4.427375	19.55555	20	Aman

No	Balok Anak	Frame balok	Vn1 (kN)	Vn2 (kN)	Vn pakai (kN)	diameter (mm)	Qn	Asc*fu	keterangan	n
1	BaA1	W10x30	3713.595	1368.771	1368.771	20	120.3382	128.74	OK	12
2	BaA2	W6x12	1275	549.6763	549.6763	16	77.01646	82.3936	OK	8
3	Ba8	W10x17	1275	772.6436	772.6436	16	77.01646	82.3936	OK	11
4	Ba7	W6x9	956.25	414.9669	414.9669	16	77.01646	82.3936	OK	6
5	Ba6	W6x8,5	956.25	1139.611	956.25	16	77.01646	82.3936	OK	13
6	Ba5	W8x13	11912.5	594.5795	594.5795	16	77.01646	82.3936	OK	8
7	Ba4	W8x15	11912.5	687.4825	687.4825	16	77.01646	82.3936	OK	9
8	Ba3	W12x65	3825	2957.413	2957.413	24	173.287	185.3856	OK	18
9	Ba2	W10x88	3825	4010.315	3825	24	173.287	185.3856	OK	23
10	Ba1	W12x58	3825	2632.253	2632.253	20	120.3382	128.74	OK	22

ATAP										
No	No Frame	Balok	Freame	Lokasi	Mu	Mu,b	Cb	Cb pakai	L	Ln
1	B71	B1	W12X26	0.22225	7.822	18.012	2.48	2.30	7.2	6.76566
				1.913665	5.298					
				3.6	1.486					
				5.296495	7.931					
				6.98791	18.012					
2	B39	B2	W12X30	0.23241	2.981	19.532	2.75	2.30	10.8	10.34534
				2.818745	4.941					
				5.40508	4.709					
				7.991415	2.105					
				10.57775	19.532					
3	B119	B3	W12X40	0.21209	126.901	129.222	2.51	2.30	14.4	13.97582
				3.706045	30.377					
				7.2	35.97818					
				10.69396	28.30564					
				14.18791	129.222					
4	B131	B4	W8X13	0.17653	33.62345	33.623	2.21	2.21	2.4	2.22347
				0.732398	19.73117					
				1.288265	5.921218					
				1.844133	7.806407					
				2.4	21.4517					

Lantai 3										
No	No Frame	Balok	Freame	Lokasi	Mu	Mu,b	Cb	Cb pakai	L	Ln
1	B223	B1	W18X50	0.033	33.407	228.944	2.03	2.03	7.2	7.134
				1.8	41.563					
				3.6	147.893					
				5.4	39.650					
				7.167	228.944					
2	B163	B2	W18x60	0.17653	85.148	212.175	2.15	2.15	7.2	6.80122
				1.876835	40.639					
				3.6	129.6346					
				5.277445	21.50763					
				6.97775	212.1747					
3	B186	B3	W21x182	0.22225	1291.254	1341.199	2.05	2.05	10.8	10.34534
				2.808585	739.9522					
				5.4	599.5299					
				7.981255	69.78614					
				10.56759	649.7472					
4	B120	B4	W24x62	0.21209	266.643	332.185	2.50	2.30	14.4	13.97582
				3.706045	79.4949					
				7.2	100.3239					
				10.69396	63.83416					
				14.18791	332.1854					
5	B7	B5	W12x26	0.23241	109.6308	109.631	2.31	2.30	2.4	2.16759
				0.774308	53.50631					
				1.316205	32.25547					
				1.858102	9.536383					
				2.4	5.905132					

Lantai 2										
No	No Frame	Balok	Freame	Lokasi	Mu	Mu,b	Cb	Cb pakai	L	Ln
1	B223	B1	W18X50	0.033	10.938	272.698	2.09	2.09	7.2	7.134
				1.8	59.936					
				3.6	153.620					
				5.4	52.922					
2	B172	B2	W18X60	0.033	77.044	184.326	2.37	2.30	7.2	7.134
				1.8165	73.951					
				3.6	29.35864					
				5.3835	56.73384					
3	B191	B3	W21X182	0.22225	1264.832	1264.832	2.12	2.12	10.8	10.34534
				2.808585	688.4871					
				5.4	501.4692					
				7.981255	76.46228					
4	B119	B4	W24X62	0.21209	347.71	350.824	2.42	2.30	14.4	13.97582
				3.706045	82.36913					
				7.2	110.8246					
				10.69396	81.5125					
5	B7	B5	W12X26	0.23241	109.7299	109.730	2.16	2.16	2.4	2.16759
				0.774308	53.61067					
				1.8	42.86287					
				1.858102	9.567158					
				2.4	5.938287					

Lantai 1										
No	No Frame	Balok	Freame	Lokasi	Mu	Mu,b	Cb	Cb pakai	L	Ln
1	B223	B1	W18X50	0.033	9.995	272.596	2.08	2.08	7.2	7.134
				1.8	60.549					
				3.6	153.889					
				5.4	52.321					
2	B173	B2	W18X60	0.033	50.542	197.451	2.35	2.30	7.2	7.134
				1.8165	69.534					
				3.6	46.15944					
				5.3835	54.89585					
3	B47	B3	W21X182	0.23241	613.1432	1239.022	2.12	2.12	10.8	10.34534
				2.818745	67.56186					
				5.40508	486.1613					
				7.991415	682.1563					
4	B120	B4	W24X62	0.21209	349.6849	349.685	2.40	2.30	14.4	13.97582
				3.706045	83.24757					
				7.2	111.7013					
				10.69396	82.41112					
5	B7	B5	W12x26	0.23241	109.7917	109.792	2.71	2.30	2.4	2.16759
				0.774308	53.66349					
				1.8	10.57425					
				1.858102	9.612614					
				2.4	5.983684					

fy (MPa) 240  
 fr (MPa) 70  
 E (MPa) 200000  
 G (MPa) 80000

0

Atap

No	No Frame	Balok	Freame	Mu,b (kNm)	Mp (kNm)	Tekuk lokal pada sayap										CEK			
						Kelangsingan pada sayap			$\lambda < \lambda_p$			$\lambda_p < \lambda < \lambda_r$			$\lambda_r < \lambda$		$\phi M_n$ (kNm)	Mu < $\phi M_n$	
						$\lambda$	$\lambda_p$	$\lambda_r$	Mn (kNm)	Mr (kNm)	Mp (kNm)	Mn (kNm)	Mr (kNm)	Mn (kNm)					
1	B71	B1	W12X26	18.01155	146.3037	8.539474	10.97345	33.09381	146.3037	0	0	0	0	0	131.6733	aman			
2	B39	B2	W12X30	18.53222	169.508	7.409091	10.97345	33.09381	169.5078	0	0	0	0	0	152.557	aman			
3	B119	B3	W12X40	22.41222	224.175	7.776699	10.97345	33.09381	224.175	0	0	0	0	0	201.7575	aman			
4	B131	B4	W8X13	3.83225	44.83501	7.843137	10.97345	33.09381	44.83501	0	0	0	0	0	40.35151	aman			

Lantai 3

No	No Frame	Balok	Freame	Mu,b (kNm)	Mp (kNm)	Tekuk lokal pada sayap										CEK			
						Kelangsingan pada sayap			$\lambda < \lambda_p$			$\lambda_p < \lambda < \lambda_r$			$\lambda_r < \lambda$		$\phi M_n$ (kNm)	Mu < $\phi M_n$	
						$\lambda$	$\lambda_p$	$\lambda_r$	Mn (kNm)	Mr (kNm)	Mp (kNm)	Mn (kNm)	Mr (kNm)	Mn (kNm)					
1	B223	B1	W18X50	228.9439	397.22	6.578947	10.97345	33.09381	397.2224	0	0	0	0	0	357.5002	aman			
2	B163	B2	W18x60	212.175	483.75	5.438849	10.97345	33.09381	483.7461	0	0	0	0	0	435.3715	aman			
3	B186	B3	W21x182	1341.199	1872.06	4.222973	10.97345	33.09381	1872.06	0	0	0	0	0	1684.852	aman			
4	B120	B4	W24x62	332.185	605.67	5.966102	10.97345	33.09381	605.6659	0	0	0	0	0	545.0993	aman			
5	B7	B5	W12x26	109.631	146.30	8.539474	10.97345	33.09381	146.3037	0	0	0	0	0	131.6733	aman			

Lantai 2

No	No Frame	Balok	Freame	Mu,b (kNm)	Mp (kNm)	Tekuk lokal pada sayap										CEK			
						Kelangsingan pada sayap			$\lambda < \lambda_p$			$\lambda_p < \lambda < \lambda_r$			$\lambda_r < \lambda$		$\phi M_n$ (kNm)	Mu < $\phi M_n$	
						$\lambda$	$\lambda_p$	$\lambda_r$	Mn (kNm)	Mr (kNm)	Mp (kNm)	Mn (kNm)	Mr (kNm)	Mn (kNm)					
1	B223	B1	W18X50	272.6982	397.22	6.578947	10.97345	33.09381	397.2224	0	0	0	0	0	357.5002	aman			
2	B172	B2	W18X60	184.326	483.75	5.438849	10.97345	33.09381	483.7461	0	0	0	0	0	435.3715	aman			
3	B191	B3	W21X182	1264.832	1699.01	4.222973	10.97345	33.09381	1699.01	0	0	0	0	0	1529.109	aman			
4	B119	B4	W24X62	350.824	605.67	5.966102	10.97345	33.09381	605.6659	0	0	0	0	0	545.0993	aman			
5	B7	B5	W12X26	109.730	146.30	8.539474	10.97345	33.09381	146.3037	0	0	0	0	0	131.6733	aman			

Lantai 1

No	No Frame	Balok	Freame	Mu,b (kNm)	Mp (kNm)	Tekuk lokal pada sayap										CEK			
						Kelangsingan pada sayap			$\lambda < \lambda_p$			$\lambda_p < \lambda < \lambda_r$			$\lambda_r < \lambda$		$\phi M_n$ (kNm)	Mu < $\phi M_n$	
						$\lambda$	$\lambda_p$	$\lambda_r$	Mn (kNm)	Mr (kNm)	Mp (kNm)	Mn (kNm)	Mr (kNm)	Mn (kNm)					
1	B223	B1	W18X50	272.5963	397.22	6.578947	10.97345	33.09381	397.2224	0	0	0	0	0	357.5002	aman			
2	B173	B2	W18X60	197.451	483.75	5.438849	10.97345	33.09381	483.7461	0	0	0	0	0	435.3715	aman			
3	B47	B3	W21X182	1239.022	1699.01	4.222973	10.97345	33.09381	1699.01	0	0	0	0	0	1529.109	aman			
4	B120	B4	W24X62	349.585	605.67	5.966102	10.97345	33.09381	605.6659	0	0	0	0	0	545.0993	aman			
5	B7	B5	W12x26	109.792	146.30	8.539474	10.97345	33.09381	146.3037	0	0	0	0	0	131.6733	aman			

## Atap

Frame	Tekuk lokal pada badan										CEK	
	Kelangsingan pada badan			$\lambda < \lambda_p$		$\lambda_p < \lambda < \lambda_r$		$\lambda_r < \lambda$		$\rho_{Mn}$ (kNm)		Mu < $\phi M_n$
	$\lambda$	$\lambda_p$	$\lambda_r$	$M_n$ (kNm)	$M_r$ (kNm)	$M_p$ (kNm)	$M_n$ (kNm)	$M_r$ (kNm)	$M_n$ (kNm)			
W12X26	53.04	108.44	164.60	146.3037	0	0	0	0	0	131.6733	aman	
W12X30	47.31	108.44	164.60	169.5078	0	0	0	0	0	152.557	aman	
W12X40	40.34	108.44	164.60	224.175	0	0	0	0	0	201.7575	aman	
W8X13	34.74	108.44	164.60	44.83501	0	0	0	0	0	40.35151	aman	

## Lantai 3

Frame	Tekuk lokal pada badan										CEK	
	Kelangsingan pada badan			$\lambda < \lambda_p$		$\lambda_p < \lambda < \lambda_r$		$\lambda_r < \lambda$		$\rho_{Mn}$ (kNm)		Mu < $\phi M_n$
	$\lambda$	$\lambda_p$	$\lambda_r$	$M_n$ (kNm)	$M_r$ (kNm)	$M_p$ (kNm)	$M_n$ (kNm)	$M_r$ (kNm)	$M_n$ (kNm)			
W18X50	50.70	108.44	164.60	397.2224	0	0	0	0	0	357.5002	aman	
W18x60	43.86	108.44	164.60	483.7461	0	0	0	0	0	435.3715	aman	
W21x182	27.35	108.44	164.60	1872.06	0	0	0	0	0	1684.852	aman	
W24x62	55.12	108.44	164.60	605.6659	0	0	0	0	0	545.0993	aman	
W12x26	53.04	108.44	164.60	146.3037	0	0	0	0	0	131.6733	aman	

## Lantai 2

Frame	Tekuk lokal pada badan										CEK	
	Kelangsingan pada badan			$\lambda < \lambda_p$		$\lambda_p < \lambda < \lambda_r$		$\lambda_r < \lambda$		$\rho_{Mn}$ (kNm)		Mu < $\phi M_n$
	$\lambda$	$\lambda_p$	$\lambda_r$	$M_n$ (kNm)	$M_r$ (kNm)	$M_p$ (kNm)	$M_n$ (kNm)	$M_r$ (kNm)	$M_n$ (kNm)			
W18X50	50.70	108.44	164.60	397.2224	0	0	0	0	0	357.5002	aman	
W18X60	43.86	108.44	164.60	483.7461	0	0	0	0	0	435.3715	aman	
W21X182	27.35	108.44	164.60	1699.01	0	0	0	0	0	1529.109	aman	
W24X62	55.12	108.44	164.60	605.6659	0	0	0	0	0	545.0993	aman	
W12X26	53.04	108.44	164.60	146.3037	0	0	0	0	0	131.6733	aman	

## Lantai 1

Frame	Tekuk lokal pada badan										CEK	
	Kelangsingan pada badan			$\lambda < \lambda_p$		$\lambda_p < \lambda < \lambda_r$		$\lambda_r < \lambda$		$\rho_{Mn}$ (kNm)		Mu < $\phi M_n$
	$\lambda$	$\lambda_p$	$\lambda_r$	$M_n$ (kNm)	$M_r$ (kNm)	$M_p$ (kNm)	$M_n$ (kNm)	$M_r$ (kNm)	$M_n$ (kNm)			
W18X50	50.70	108.44	164.60	397.2224	0	0	0	0	0	357.5002	aman	
W18X60	43.86	108.44	164.60	483.7461	0	0	0	0	0	435.3715	aman	
W21X182	27.35	108.44	164.60	1699.01	0	0	0	0	0	1529.109	aman	
W24X62	55.12	108.44	164.60	605.6659	0	0	0	0	0	545.0993	aman	
W12x26	53.04	108.44	164.60	146.3037	0	0	0	0	0	131.6733	aman	

## Atap

Freame	Pengaruh tekuk lateral																				
	L (mm)	Lp (mm)	Lr (mm)				L ≤ Lp					Lp < L < Lr				Lr < L		σ Mn	Mu < Mn	rasio	Keterangan
			X1	X2	fL	Lr (mm)	Mn (kNm)	Mr (kNm)	Mp (kNm)	Cb	Mn (kNm)	Mn pakai	Mcr (kNm)	Mn Pakai							
W12X26	7200	1940.644	12719.45	0.085535	170	20354.97	0	93.16442	146.3037	2.30	301.5909	146.3037	0.00	0.00	131.67	Aman	0.13679	OK			
W12X30	10800	1961.163	14542.11	0.05017	170	20644.69	0	137.8083	169.5078	2.30	322.7334	169.5078	0.00	0.00	152.56	Aman	0.12803	OK			
W12X40	14400	2505.493	17717.93	0.02124	170	26104.06	0	143.7379	224.175	2.30	422.3533	224.175	0.00	0.00	201.76	Aman	0.64048	OK			
W8X13	2400	1088.144	16382.22	0.038237	170	12079.92	0	27.61397	44.83501	2.21	94.45455	44.83501	0.00	0.00	40.35	Aman	0.83326	OK			

## Lantai 3

Freame	Pengaruh tekuk lateral																				
	L (mm)	Lp (mm)	Lr (mm)				L ≤ Lp					Lp < L < Lr				Lr < L		σ Mn	Mu < Mn	rasio	Keterangan
			X1	X2	fL	Lr (mm)	Mn (kNm)	Mr (kNm)	Mp (kNm)	Cb	Mn (kNm)	Mn pakai	Mcr (kNm)	Mn Pakai							
W18X50	7200	2131.379	13486.49	0.076995	170	23101.04	0	247.6268	397.2224	2.03	734.0943	397.2224	0.00	0.00	357.50	Aman	0.64040	OK			
W18x30	7200	2177.32	16047.57	0.038036	170	23647.36	0	301.2339	483.7461	2.15	946.8432	483.7461	0.00	0.00	435.37	Aman	0.48734	OK			
W21x182	10800	3873.932	27331.48	0.004391	170	43009.30	0	1163.955	1872.058	2.05	3578.727	1872.058	0.00	0.00	1684.85	Aman	0.79603	OK			
W24x32	14400	1771.847	12139.00	0.143691	170	20146.02	0	366.7384	605.6659	2.30	1015.35	605.6659	0.00	0.00	545.10	Aman	0.60940	OK			
W12x26	2400	1940.644	12719.45	0.085535	170	20354.97	0	93.16442	146.3037	2.30	333.4497	146.3037	0.00	0.00	131.67	Aman	0.83260	OK			

## Lantai 2

Freame	Pengaruh tekuk lateral																				
	L (mm)	Lp (mm)	Lr (mm)				L ≤ Lp					Lp < L < Lr				Lr < L		σ Mn	Mu < Mn	rasio	Keterangan
			X1	X2	fL	Lr (mm)	Mn (kNm)	Mr (kNm)	Mp (kNm)	Cb	Mn (kNm)	Mn pakai	Mcr (kNm)	Mn Pakai							
W18X50	7200	2131.379	13486.49	0.076995	170	23101.04	0	247.6268	397.2224	2.09	752.8558	397.2224	0.00	0.00	357.50	Aman	0.76279	OK			
W18X60	7200	2177.32	16047.57	0.038036	170	23647.36	0	301.2339	483.7461	2.30	1014.414	483.7461	0.00	0.00	435.37	Aman	0.42338	OK			
W21X182	10800	3873.932	27331.48	0.004391	170	43009.30	0	1160.955	1699.01	2.12	3397.719	1699.01	0.00	0.00	1529.11	Aman	0.82717	OK			
W24X62	14400	1771.847	12139.00	0.143691	170	20146.02	0	366.7384	605.6659	2.30	1015.35	605.6659	0.00	0.00	545.10	Aman	0.64360	OK			
W12X26	2400	1940.644	12719.45	0.085535	170	20354.97	0	93.16442	146.3037	2.16	313.0055	146.3037	0.00	0.00	131.67	Aman	0.83335	OK			

## Lantai 1

Freame	Pengaruh tekuk lateral																				
	L (mm)	Lp (mm)	Lr (mm)				L ≤ Lp					Lp < L < Lr				Lr < L		σ Mn	Mu < Mn	rasio	Keterangan
			X1	X2	fL	Lr (mm)	Mn (kNm)	Mr (kNm)	Mp (kNm)	Cb	Mn (kNm)	Mn pakai	Mcr (kNm)	Mn Pakai							
W18X50	7200	2131.379	13486.49	0.076995	170	23101.04	0	247.6268	397.2224	2.08	752.1796	397.2224	0.00	0.00	357.50	Aman	0.76251	OK			
W18X60	7200	2177.32	16047.57	0.038036	170	23647.36	0	301.2339	483.7461	2.30	1014.414	483.7461	0.00	0.00	435.37	Aman	0.45352	OK			
W21X182	10800	3873.932	27331.48	0.004391	170	43009.30	0	1160.955	1699.01	2.12	3406.649	1699.01	0.00	0.00	1529.11	Aman	0.81029	OK			
W24X62	14400	1771.847	12139.00	0.143691	170	20146.02	0	366.7384	605.6659	2.30	1015.35	605.6659	0.00	0.00	545.10	Aman	0.64151	OK			
W12x26	2400	1940.644	12719.45	0.085535	170	20354.97	0	93.16442	146.3037	2.30	333.4497	146.3037	0.00	0.00	131.67	Aman	0.83382	OK			

Atap

Frame	Kontrol Lendutan						
	Lx (mm)	Ma	Ms	Mb	$\Delta$ (mm)	Max (mm)	Cek
W12X26	8491.121	0.133175	1.348145	11.84311	0.048	30	Ok
W12X30	9906.308	2.642255	3.989272	12.42922	1.522	45	Ok
W12X40	12778.3	126.9011	35.97818	129.2222	8.761	60	Ok
W8X13	1648.276	33.62345	5.921218	21.4517	7.344	10	Ok

Lantai 3

Frame	Kontrol Lendutan						
	Lx (mm)	Ma	Ms	Mb	$\Delta$ (mm)	Max (mm)	Cek
W18X50	33298.51	79.60976	160.1572	193.0397	10.776	20	Ok
W18x60	40957.17	135.3817	152.5626	209.3498	7.785	20	Ok
W21x182	196877.5	1291.254	599.5299	649.7472	12.510	30	Ok
W24x62	64932.1	266.643	100.3239	332.1854	6.726	40	Ok
W12x26	8491.121	109.6308	42.74854	5.905132	4.648	6.666667	Ok

Lantai 2

Frame	Kontrol Lendutan						
	Lx (mm)	Ma	Ms	Mb	$\Delta$ (mm)	Max (mm)	Cek
W18X50	33298.51	83.06242	158.1161	189.1118	10.614	20	Ok
W18X60	40957.17	30.84682	35.82742	91.16496	1.558	20	Ok
W21X182	196877.5	1264.832	501.4692	642.9242	9.587	30	Ok
W24X62	64932.1	347.71	110.8246	350.8239	6.815	40	Ok
W12X26	8491.121	109.7299	10.52879	5.938287	4.652	6.666667	Ok

Lantai 1

Frame	Kontrol Lendutan						
	Lx (mm)	Ma	Ms	Mb	$\Delta$ (mm)	Max (mm)	Cek
W18X50	33298.51	87.92631	156.7327	177.7661	10.554	20	Ok
W18X60	40957.17	82.80019	52.91152	85.79656	2.377	20	Ok
W21X182	196877.5	613.1432	486.1613	1204.016	9.394	30	Ok
W24X62	64932.1	349.6849	111.7013	348.4358	6.967	40	Ok
W12x26	8491.121	109.7917	42.89876	5.983684	4.655	6.666667	Ok



## Atap

No	No Frame	Balok	Frame balok	Kolom 1	Kolom 2	A (mm)	X1 (mm)	X2 (mm)	L (mm)	L' (mm)	Vd (kN)	VI (kN)	Ve (kN)	Vu1(kN)	Vu2	Vu,b (kN)
1	B71	B1	W12X26	W14x342	W14x342	300	625.5433	625.5433	7200	5948.913	3.337734	0.020635	2.344966	58.12097	13.39546	13.395
2	B39	B2	W12X30	W14x398	W14x342	300	636.55	626.39	10800	9537.06	4.403745	0.030157	1.984372	44.40147	13.23706	13.237
3	B119	B3	W12X40	W14x283	W14x283	300	612.8433	612.8433	14400	13174.31	17.37683	0.004065	0.363328	58.28958	22.30754	22.308
4	B131	B4	W8X13	W14x398	0	300	600.0587	0	2400	1799.941	17.34889	0.004007	0.379194	75.6208	22.33745	22.337

## Lantai 3

No	No Frame	Balok	Frame balok	Kolom 1	Kolom 2	A (mm)	X1 (mm)	X2 (mm)	L (mm)	L' (mm)	Vd (kN)	VI (kN)	Ve (kN)	Vu1(kN)	Vu2	Vu,b (kN)
1	B223	B1	W18X50	W14x398	W14x398	300	684.81	684.81	7200	5830.38	102.5457	2.095552	20.14149	273.9881	204.6686	204.669
2	B163	B2	W18x60	W14x342	W14x61	300	676.3433	630.6233	7200	5893.033	94.89478	0.468782	9.120561	294.7013	150.5904	150.590
3	B186	B3	W21x182	W14x398	W14x342	300	724.6033	714.4433	10800	9360.953	495.0235	131.7082	23.60843	1099.851	754.316	754.316
4	B120	B4	W24x62	W14x283	W14x283	300	712.75	712.75	14400	12974.5	109.0624	32.96078	4.496169	250.054	165.3399	165.340
5	B7	B5	W12x26	W14x398	0	300	635.7033	0	2400	1764.297	68.70835	33.31089	0.015084	281.5397	99.1658	99.166

## Lantai 2

No	No Frame	Balok	Frame balok	Kolom 1	Kolom 2	A (mm)	X1 (mm)	X2 (mm)	L (mm)	L' (mm)	Vd (kN)	VI (kN)	Ve (kN)	Vu1(kN)	Vu2	Vu,b (kN)
1	B223	B1	W18X50	W14x398	W14x398	300	684.81	684.81	7200	5830.38	101.0957	1.807197	35.81117	272.1039	265.4631	265.463
2	B172	B2	W18X60	W14x342	W14x342	300	676.3433	676.3433	7200	5847.313	44.82071	1.074932	28.85259	236.3275	169.7327	169.733
3	B191	B3	W21X182	W14x398	W14x342	300	724.6033	714.4433	10800	9360.953	466.7152	134.1718	33.54646	1026.444	761.33	761.330
4	B119	B4	W24X62	W14x283	W14x283	300	712.75	712.75	14400	12974.5	111.8121	33.62831	4.948643	253.6874	170.7832	170.783
5	B7	B5	W12X26	W14x398	0	300	635.7033	0	2400	1764.297	68.69718	33.31327	0.020644	281.5275	99.17583	99.176

## Lantai 3

No	No Frame	Balok	Frame balok	Kolom 1	Kolom 2	A (mm)	X1 (mm)	X2 (mm)	L (mm)	L' (mm)	Vd (kN)	VI (kN)	Ve (kN)	Vu1(kN)	Vu2	Vu,b (kN)
1	B223	B1	W18X50	W14x398	W14x398	300	684.81	684.81	7200	5830.38	98.30775	0.940528	39.37652	268.3251	275.9456	268.325
2	B173	B2	W18X60	W14x342	W14x342	300	676.3433	676.3433	7200	5847.313	47.16876	0.075085	35.00191	238.6429	196.6453	196.645
3	B47	B3	W21X182	W14x398	W14x342	300	724.6033	714.4433	10800	9360.953	447.521	132.3873	39.25867	1002.518	760.2535	760.254
4	B120	B4	W24X62	W14x283	W14x283	300	712.75	712.75	14400	12974.5	111.7953	33.63653	5.170424	253.6714	171.6543	171.654
5	B7	B5	W12x26	W14x398	0	300	635.7033	0	2400	1764.297	68.70633	33.31678	0.021502	281.5402	99.19199	99.192

Atap

Frame balok	Ln (m)	kn	h/tw	a	b	h/tw ≤ a	a < h/tw < b	b ≤ h/tw	α Vn (kN)	cek	Rasio	Keterangan
						Vn (kN)	Vn (kN)	Vn (kN)				
W12X26	6.76566	5.010489	53.04	71.07913	88.52583	260.6859	0	0	234.62	aman	0.057095	Ok
W12X30	10.34534	5.00456	47.31	71.03706	88.47344	297.1039	0	0	267.39	aman	0.049504	Ok
W12X40	13.97582	5.002339	40.34	71.0213	88.4538	326.1361	0	0	293.52	aman	0.075999	Ok
W8X13	2.22347	5.041655	34.74	71.29985	88.80072	170.7279	0	0	153.66	aman	0.145374	Ok

Lantai 3

Frame balok	Ln (m)	kn	h/tw	a	b	h/tw ≤ a	a < h/tw < b	b ≤ h/tw	α Vn (kN)	cek	Rasio	Keterangan
						Vn (kN)	Vn (kN)	Vn (kN)				
W18X50	7.134	5.020536	50.70	71.15036	88.61454	593.6504	0	0	534.29	aman	0.38307	Ok
W18x60	6.80122	5.0231	43.86	71.16852	88.63716	701.6967	0	0	631.53	aman	0.238454	Ok
W21x182	10.34534	5.015531	27.35	71.11489	88.57036	1750.386	0	0	1575.35	aman	0.478825	Ok
W24x62	13.97582	5.009276	55.12	71.07053	88.51512	946.7749	0	0	852.10	aman	0.194039	Ok
W12x26	2.16759	5.102189	53.04	71.72661	89.33224	260.6859	0	0	234.62	aman	0.42267	Ok

Lantai2

Frame balok	Ln (m)	kn	h/tw	a	b	h/tw ≤ a	a < h/tw < b	b ≤ h/tw	α Vn (kN)	cek	Rasio	Keterangan
						Vn (kN)	Vn (kN)	Vn (kN)				
W18X50	7.134	5.020536	50.70	71.15036	88.61454	593.6504	0	0	534.29	aman	0.496856	Ok
W18X60	7.134	5.020995	43.86	71.15361	88.61859	701.6967	0	0	631.53	aman	0.268766	Ok
W21X182	10.34534	5.015531	27.35	71.11489	88.57036	1750.386	0	0	1575.35	aman	0.483277	Ok
W24X62	13.97582	5.009276	55.12	71.07053	88.51512	946.7749	0	0	852.10	aman	0.200427	Ok
W12X26	2.16759	5.102189	53.04	71.72661	89.33224	260.6859	0	0	234.62	aman	0.422713	Ok

Lantai1

Frame balok	Ln (m)	kn	h/tw	a	b	h/tw ≤ a	a < h/tw < b	b ≤ h/tw	α Vn (kN)	cek	Rasio	Keterangan
						Vn (kN)	Vn (kN)	Vn (kN)				
W18X50	7.134	5.020536	50.70	71.15036	88.61454	593.6504	0	0	534.29	aman	0.502213	Ok
W18X60	7.134	5.020995	43.86	71.15361	88.61859	701.6967	0	0	631.53	aman	0.311381	Ok
W21X182	10.34534	5.015531	27.35	71.11489	88.57036	1750.386	0	0	1575.35	aman	0.482594	Ok
W24X62	13.97582	5.009276	55.12	71.07053	88.51512	946.7749	0	0	852.10	aman	0.201449	Ok
W12x26	2.16759	5.102189	53.04	71.72661	89.33224	260.6859	0	0	234.62	aman	0.422782	Ok

## Atap

No	No Frame	Balok	Freame	Mu,b (kNm)	øMn (kNm)	Vu,b (kN)	øVn (kN)	Mu / øMn (a)	0.625 (Vu / øVn) (b)	Cek (a)+(b) < 1.375
1	B71	B1	W12X26	18.01155	131.6733	13.39546	234.6173	0.13679	0.035684	OK
2	B39	B2	W12X30	19.53222	152.557	13.23706	267.3935	0.128032	0.03094	OK
3	B119	B3	W12X40	129.2222	201.7575	22.30754	293.5225	0.640483	0.0475	OK
4	B131	B4	W8X13	33.62345	40.35151	22.33745	153.6551	0.833264	0.090859	OK

## Lantai 3

No	No Frame	Balok	Freame	Mu,b (kNm)	øMn (kNm)	Vu,b (kN)	øVn (kN)	Mu / øMn (a)	0.625 (Vu / øVn) (b)	Cek (a)+(b) < 1.375
1	B223	B1	W18X50	228.9439	357.5002	204.6686	534.2854	0.640402	0.239419	OK
2	B163	B2	W18x60	212.1747	435.3715	150.5904	631.527	0.487342	0.149034	OK
3	B186	B3	W21x182	1341.199	1684.852	754.316	1575.348	0.796034	0.299266	OK
4	B120	B4	W24x62	332.1854	545.0993	165.3399	852.0974	0.609403	0.121274	OK
5	B7	B5	W12x26	109.6308	131.6733	99.1658	234.6173	0.832597	0.264169	OK

## Lantai 2

No	No Frame	Balok	Freame	Mu,b (kNm)	øMn (kNm)	Vu,b (kN)	øVn (kN)	Mu / øMn (a)	0.625 (Vu / øVn) (b)	Cek (a)+(b) < 1.375
1	B223	B1	W18X50	272.6982	357.5002	265.4631	534.2854	0.762792	0.310535	OK
2	B172	B2	W18X60	184.3263	435.3715	169.7327	631.527	0.423377	0.167978	OK
3	B191	B3	W21X182	1264.832	1529.109	761.33	1575.348	0.827169	0.302048	OK
4	B119	B4	W24X62	350.8239	545.0993	170.7832	852.0974	0.643596	0.125267	OK
5	B7	B5	W12X26	109.7299	131.6733	99.17583	234.6173	0.833349	0.264196	OK

## Lantai 1

No	No Frame	Balok	Freame	Mu,b (kNm)	øMn (kNm)	Vu,b (kN)	øVn (kN)	Mu / øMn (a)	0.625 (Vu / øVn) (b)	Cek (a)+(b) < 1.375
1	B223	B1	W18X50	272.5963	357.5002	268.3251	534.2854	0.762507	0.313883	OK
2	D173	B2	W18X60	197.4511	435.3715	196.6453	631.527	0.453523	0.194613	OK
3	B47	B3	W21X182	1239.022	1529.109	760.2535	1575.348	0.81029	0.301621	OK
4	B120	B4	W24X62	349.6849	545.0993	171.6543	852.0974	0.641507	0.125906	OK
5	B7	B5	W12x26	109.7917	131.6733	99.19199	234.6173	0.833819	0.264239	OK

*Desain Kolom Struktur*

8

LAMPIRAN

KOEFISIEN KOLOM

K1								
Lantai	Mekax (kNm)	Mekbx (kNm)	a	b	Mekay (kNm)	Mekby (kNm)	a	b
4	6.430892	7.898365	0.448795	0.551205	0.2947233	3.874147	0.070696	0.929304
3	19.92287	32.32677	0.381302	0.618698	35.57217	40.37372	0.468388	0.531612
2	38.45945	25.34101	0.602808	0.397192	60.46651	46.21076	0.566817	0.433183
1	82.89871	0.8790524	0.989507	0.010493	88.28966	24.08033	0.785705	0.214295

K2								
Lantai	Mekax (kNm)	Mekbx (kNm)	a	b	Mekay (kNm)	Mekby (kNm)	a	b
4	14.04195	5.556376	0.716487	0.283513	10.3167	11.03657	0.483144	0.516856
3	25.82062	33.04497	0.438637	0.561363	30.69096	34.63031	0.469846	0.530154
2	50.92422	38.55629	0.56911	0.43089	67.02857	50.68501	0.569421	0.430579
1	80.15643	11.52107	0.87433	0.12567	92.65636	32.92054	0.737846	0.262154

K3								
Lantai	Mekax (kNm)	Mekbx (kNm)	a	b	Mekay (kNm)	Mekby (kNm)	a	b
4	8.642911	9.278534	0.482266	0.517734	1.535343	2.792388	0.354769	0.645231
3	1.716021	14.59378	0.105214	0.894786	54.92914	49.27978	0.527106	0.472894
2	42.99841	34.7254	0.553192	0.446808	56.88406	41.18358	0.580049	0.419951
1	75.9772	11.60673	0.867479	0.132521	51.64764	29.01195	0.640316	0.359684

K4								
Lantai	Mekax (kNm)	Mekbx (kNm)	a	b	Mekay (kNm)	Mekby (kNm)	a	b
4	1.208156	1.038924	0.537656	0.462344	3.17402	2.584858	0.551152	0.448848
3	3.057742	4.563679	0.401204	0.598796	6.750086	5.349852	0.557861	0.442139
2	7.227708	6.070982	0.54349	0.45651	9.43849	7.258569	0.565279	0.434721
1	12.24382	2.94856	0.805918	0.194082	7.589413	5.425668	0.583125	0.416875

w  
φ0

1.3  
1.25

**Kolom K1**

Arah x

Lantai	Profil	Profil kolom	Profil balok	Profil balok	B2 atap/B3 lantai		B5		h (m)	hn (m)	Muk.a	Muk.b
			B2 atap/B3 lantai	B5	Lb (m)	Lnb (m)	Lb (m)	Lnb (m)				
4	W14x398	W14x342	W12X30	0.0	10.8	10.3	0.0	0.0	4	3.7	107.7901	132.3868
3	W14x398	W14x342	W21X182	W12x26	10.8	10.3	2.4	1.9	4	3.4	1190.079	1931.017
2	W14x398	W14x342	W21X182	W12x26	10.8	10.3	2.4	1.9	4	3.4	1881.422	1239.673
1	W14x398	W14x342	W21X182	W12x26	10.8	10.3	2.4	1.9	4	3.4	3088.347	32.74863

Arah y

Lantai	Profil	Profil kolom	Profil balok	Profil balok	B1		B1		h (m)	hn (m)	Muk.a	Muk.b
			B1	B1	Lb (m)	Lnb (m)	Lb (m)	Lnb (m)				
4	W14x398	W14x398	W12X26	W12X26	7.2	7.2	7.2	7.2	4	3.7	28.23354	371.1308
3	W14x398	W14x398	W18X50	W18X50	7.2	7.2	7.2	7.2	4	3.5	528.9902	600.3935
2	W14x398	W14x398	W18X50	W18X50	7.2	7.2	7.2	7.2	4	3.5	640.1541	489.2296
1	W14x398	W14x398	W18X50	W18X50	7.2	7.2	7.2	7.2	4	3.5	887.3624	242.0213

**Kolom K2**

Arah x

Lantai	Profil	Profil kolom sebelah kiri	Profil kolom sebelah kanan	Profil balok	Profil balok	B1 atap/B2 lantai		B2 atap/B3 lantai		h (m)	hn (m)	Muk.a	Muk.b
				B1 atap/B2 lantai	B2 atap/B3 lantai	Lb (m)	Lnb (m)	Lb (m)	Lnb (m)				
4	W14x342	W14x283	W14x398	W12X26	W12X30	7.2	6.8	10.8	10.3	4	3.7	323.269	127.917
3	W14x342	W14x283	W14x398	W18X60	W21X182	7.2	6.8	10.8	10.3	4	3.4	1583.411	2026.433
2	W14x342	W14x283	W14x398	W18X60	W21X182	7.2	6.8	10.8	10.3	4	3.4	2054.397	1555.447
1	W14x342	W14x283	W14x398	W18X60	W21X182	7.2	6.8	10.8	10.3	4	3.4	3156.197	453.6475

Arah y

Lantai	Profil	Profil kolom sebelah kiri	Profil balok	Profil balok	B1 atap/B2 lantai		B1 atap/B2 lantai		h (m)	hn (m)	Muk.a	Muk.b
			B1 atap/B2 lantai	B1 atap/B2 lantai	Lb (m)	Lnb (m)	Lb (m)	Lnb (m)				
4	W14x342	W14x342	W12X26	W12X26	7.2	7.2	7.2	7.2	4	3.7	192.793	206.2455
3	W14x342	W14x342	W18X60	W18X60	7.2	7.2	7.2	7.2	4	3.5	646.621	729.6183
2	W14x342	W14x342	W18X60	W18X60	7.2	7.2	7.2	7.2	4	3.5	783.6594	592.5799
1	W14x342	W14x342	W18X60	W18X60	7.2	7.2	7.2	7.2	4	3.5	1015.452	360.7872

**Kolom K3**

Arah x

Lantai	Profil	Profil kolom sebelah kiri	Profil kolom sebelah kanan	Profil balok	Profil balok	B3 atap/B4 lantai		B1 atap/B2 lantai		h (m)	hn (m)	Muk.a	Muk.b
				B3 atap/B4 lantai	B1 atap/B2 lantai	Lb (m)	Lnb (m)	Lb (m)	Lnb (m)				
4	W14x283	W14x283	W14x342	W12X40	W12X26	14.4	14.0	7.2	6.8	4	3.7	252.4067	270.9694
3	W14x283	W14x283	W14x342	W24X62	W18X60	14.4	14.0	7.2	6.8	4	3.4	176.4894	1500.942
2	W14x283	W14x283	W14x342	W24X62	W18X60	14.4	14.0	7.2	6.8	4	3.4	927.9416	749.4894
1	W14x283	W14x283	W14x342	W24X62	W18X60	14.4	14.0	7.2	6.8	4	3.4	1455.136	222.2952

Arah y

Lantai	Profil	Profil kolom sebelah kiri	Profil kolom sebelah kanan	Profil balok	Profil balok	B1 atap/B2 lantai		B1 atap/B2 lantai		h (m)	hn (m)	Muk.a	Muk.b
				B1 atap/B2 lantai	B1 atap/B2 lantai	Lb (m)	Lnb (m)	Lb (m)	Lnb (m)				
4	W14x283	W14x283	W14x61	W12X26	W12X26	7.2	7.2	7.2	7.2	4	3.7	141.3264	257.0358
3	W14x283	W14x283	W14x61	W18X60	W18X60	7.2	7.2	7.2	7.2	4	3.5	724.1946	649.7126
2	W14x283	W14x283	W14x61	W18X60	W18X60	7.2	7.2	7.2	7.2	4	3.5	796.9338	576.9734
1	W14x283	W14x283	W14x61	W18X60	W18X60	7.2	7.2	7.2	7.2	4	3.5	879.735	494.1722

**Kolom K4**

Arah x

Lantai	Profil	Profil kolom sebelah kiri	Profil kolom sebelah kanan	Profil balok	Profil balok	B4 atap/B6 lantai		B1 atap/B2 lantai		h (m)	hn (m)	Muk.a	Muk.b
				B4 atap/B6 lantai	B1 atap/B2 lantai	Lb (m)	Lnb (m)	Lb (m)	Lnb (m)				
4	W14x61	W14x342	W8X13	W12X26	W12X26	2.4	2.2	7.2	6.8	4	3.8	144.062	123.8825
3	W14x61	W14x342	W12x26	W18X60	W18X60	2.4	2.2	7.2	6.8	4	3.5	380.3113	567.6145
2	W14x61	W14x342	W12x26	W18X60	W18X60	2.4	2.2	7.2	6.8	4	3.5	515.1884	432.7374
1	W14x61	W14x342	W12x26	W18X60	W18X60	2.4	2.2	7.2	6.8	4	3.5	763.951	183.9749

Arah y

Lantai	Profil	Profil kolom sebelah kiri	Profil kolom sebelah kanan	Profil balok	Profil balok	B1 atap/B2 lantai		B1 atap/B2 lantai		h (m)	hn (m)	Muk.a	Muk.b
				B1 atap/B2 lantai	B1 atap/B2 lantai	Lb (m)	Lnb (m)	Lb (m)	Lnb (m)				
4	W14x61	W14x283	W14x61	W12X26	W12X26	7.2	7.2	7.2	7.2	4	3.7	219.2032	178.5147
3	W14x61	W14x283	W14x61	W18X60	W18X60	7.2	7.2	7.2	7.2	4	3.5	765.2099	606.4752
2	W14x61	W14x283	W14x61	W18X60	W18X60	7.2	7.2	7.2	7.2	4	3.5	775.3842	596.3008
1	W14x61	W14x283	W14x61	W18X60	W18X60	7.2	7.2	7.2	7.2	4	3.5	799.8632	571.8218

Mu pakai

K1

Arah X

Lantai	Profil	Md (kNm)	Ml (kNm)	Me (kNm)	Mu (kNm)	Mupakai (kNm)
4	W14x398	98.26414	15.46557	7.898365	157.2432	132.3868
3	W14x398	184.5401	31.99946	32.32677	366.7549	366.7549
2	W14x398	181.4978	28.63097	38.45945	385.9506	385.9506
1	W14x398	108.4943	16.73405	82.89871	470.155	470.155

K2

Arah X

Lantai	Profil	Md (kNm)	Ml (kNm)	Me (kNm)	Mu (kNm)	Mupakai (kNm)
4	W14x342	215.9475	51.82698	14.04195	341.2183	323.269
3	W14x342	290.4404	73.05644	33.04497	517.2366	517.2366
2	W14x342	323.1228	82.40555	50.92422	632.647	632.647
1	W14x342	193.6795	48.90763	80.15643	577.4949	577.4949

K3

Arah X

Lantai	Profil	Md (kNm)	Ml (kNm)	Me (kNm)	Mu (kNm)	Mupakai (kNm)
4	W14x283	176.0186	30.77854	9.278534	263.7257	263.7257
3	W14x283	99.34692	38.43876	14.59378	196.8108	196.8108
2	W14x283	111.5438	45.52465	42.99841	328.6085	328.6085
1	W14x283	64.34001	25.56047	75.9772	393.897	393.897

K3

Arah X

Lantai	Profil	Md (kNm)	Ml (kNm)	Me (kNm)	Mu (kNm)	Mupakai (kNm)
4	W14x61	26.93486	5.322483	1.208156	39.8157	39.8157
3	W14x61	14.45336	6.561118	4.563679	38.87931	38.87931
2	W14x61	15.24339	6.690482	7.227708	50.54814	50.54814
1	W14x61	8.330213	4.074213	12.24382	61.00864	61.00864

Arah Y

Lantai	Profil	Md (kNm)	Ml (kNm)	Me (kNm)	Mu (kNm)	Mupakai (kNm)
4	W14x398	40.12678	4.787025	3.874147	66.04224	66.04224
3	W14x398	63.71969	7.657941	40.37372	241.7875	241.7875
2	W14x398	75.249	6.670318	60.46651	335.5	335.5
1	W14x398	46.01902	4.040337	88.28966	410.4016	410.4016

Arah Y

Lantai	Profil	Md (kNm)	Ml (kNm)	Me (kNm)	Mu (kNm)	Mupakai (kNm)
4	W14x342	22.11114	4.44576	11.03657	72.90253	72.90253
3	W14x342	37.43036	4.97166	34.63031	185.9235	185.9235
2	W14x342	39.53537	4.698661	67.02857	317.9061	317.9061
1	W14x342	26.26431	2.540239	92.65636	403.4127	403.4127

Arah Y

Lantai	Profil	Md (kNm)	Ml (kNm)	Me (kNm)	Mu (kNm)	Mupakai (kNm)
4	W14x283	5.975135	6.013596	2.792388	21.34651	21.34651
3	W14x283	9.211069	6.553876	54.92914	234.0468	234.0468
2	W14x283	13.6235	5.123031	56.88406	246.446	246.446
1	W14x283	9.45771	2.553369	78.53417	326.7626	326.7626

Arah Y

Lantai	Profil	Md (kNm)	Ml (kNm)	Me (kNm)	Mu (kNm)	Mupakai (kNm)
4	W14x61	1.914192	0.012497	3.17402	14.99936	14.99936
3	W14x61	2.783443	0.007294	6.750086	30.34412	30.34412
2	W14x61	1.637743	0.009955	9.43849	39.72423	39.72423
1	W14x61	0.207228	0.00089	7.589413	30.60677	30.60677



## FAKTOR PANJANG EFEKTIF KOLOM

### Kolom K1

Arah x

Lantai	Profil	Ix	L	I/L	Profil balok	Profil balok	Ix	Ix	L		I/L	I/L	Kolom Lantai	GA	GB	Kx
					B2 atap/B3 lantai	B5			m	m						
4	W14x398	249738.9	4	624347.1	W12X30	0.0	9906.308	0	10.8	0	9172.507	0	3_4	68.06723	5.736544	3.377491
3	W14x398	249738.9	4	624347.1	W21X182	W12x26	196877.5	8491.121	10.8	2.4	182293.9	35379.67	2_3	5.736544	5.736544	2.364156
2	W14x398	249738.9	4	624347.1	W21X182	W12x26	196877.5	8491.121	10.8	2.4	182293.9	35379.67	1_2	5.736544	5.736544	2.364156
1	W14x398	249738.9	4	624347.1	W21X182	W12x26	196877.5	8491.121	10.8	2.4	182293.9	35379.67	0_1	5.736544	1	1.750506

Arah y

Lantai	Profil	Iy	L	I/L	Profil balok	Profil balok	Ix	Ix	L		I/L	I/L	Kolom Lantai	GA	GB	Ky
					B1	B1			m	m						
4	W14x398	90322.22	4	225805.5	W12X26	W12X26	8491.121	0	7.2	7.2	11793.22	0	3_4	19.14706	4.8825	2.833797
3	W14x398	90322.22	4	225805.5	W18X50	W13X50	33298.51	33298.51	7.2	7.2	46247.94	46247.94	2_3	4.8825	4.8825	2.214949
2	W14x398	90322.22	4	225805.5	W18X50	W13X50	33298.51	33298.51	7.2	7.2	46247.94	46247.94	1_2	4.8825	4.8825	2.214949
1	W14x398	90322.22	4	225805.5	W18X50	W13X50	33298.51	33298.51	7.2	7.2	46247.94	46247.94	0_1	4.8825	1	1.703657

### Kolom K2

Arah x

Lantai	Profil	Ix	L	I/L	Profil balok	Profil balok	Ix	Ix	L		I/L	I/L	Kolom Lantai	GA	GB	Kx
					B1 atap/B2 lantai	B2 atap/B3 lantai			m	m						
4	W14x342	203953.4	4	509883.5	W12X26	W12X30	8491.121	9906.308	7.2	10.8	11793.22	9172.507	3_4	24.31985	4.263616	2.823872
3	W14x342	203953.4	4	509883.5	W18X60	W21X182	40957.17	196877.5	7.2	10.8	56884.96	182293.9	2_3	4.263616	4.263616	2.100213
2	W14x342	203953.4	4	509883.5	W18X60	W21X182	40957.17	196877.5	7.2	10.8	56884.96	182293.9	1_2	4.263616	4.263616	2.100213
1	W14x342	203953.4	4	509883.5	W18X60	W21X182	40957.17	196877.5	7.2	10.8	56884.96	182293.9	0_1	4.263616	1	1.664827

Arah y

Lantai	Profil	Iy	L	I/L	Profil balok	Profil balok	Ix	Ix	L		I/L	I/L	Kolom Lantai	GA	GB	Ky
					B1 atap/B2 lantai	B1 atap/B2 lantai			m	m						
4	W14x342	75337.89	4	188344.7	W12X26	W2X26	8491.121	0	7.2	7.2	11793.22	0	3_4	15.97059	3.310976	2.513753
3	W14x342	75337.89	4	188344.7	W18X60	W8X60	40957.17	40957.17	7.2	7.2	56884.96	56884.96	2_3	3.310976	3.310976	1.910178
2	W14x342	75337.89	4	188344.7	W18X60	W18X60	40957.17	40957.17	7.2	7.2	56884.96	56884.96	1_2	3.310976	3.310976	1.910178
1	W14x342	75337.89	4	188344.7	W18X60	W18X60	40957.17	40957.17	7.2	7.2	56884.96	56884.96	0_1	3.310976	1	1.594842

**Kolom K3**

Arah x

Lantai	Profil	Ix	L	I/L	Profil balok		Ix	Ix	L		I/L	I/L	Kolom Lantai	GA	GB	Kx
					B3 atap/B4 lantai	B1 atap/B2 lantai			m	m						
4	W14x283	159832.9	4	399582.2	W12X40	W12X26	12778.3	8491.121	14.4	7.2	8873.823	11793.22	3 4	19.33427	7.836735	3.216098
3	W14x283	159832.9	4	399582.2	W24X62	W18X60	64932.1	40957.17	14.4	7.2	45091.74	56884.96	2 3	7.836735	7.836735	2.69618
2	W14x283	159832.9	4	399582.2	W24X62	W18X60	64932.1	40957.17	14.4	7.2	45091.74	56884.96	1 2	7.836735	7.836735	2.69618
1	W14x283	159832.9	4	399582.2	W24X62	W18X60	64932.1	40957.17	14.4	7.2	45091.74	56884.96	0 1	7.836735	1	1.841265

Arah y

Lantai	Profil	Iy	L	I/L	Profil balok		Ix	Ix	L		I/L	I/L	Kolom Lantai	GA	GB	Ky
					B1 atap/B2 lantai	B1 atap/B2 lantai			m	m						
4	W14x283	59937.33	4	149843.3	W12X25	W12X26	8491.121	0	7.2	7.2	11793.22	0	3 4	12.70588	2.634146	2.315056
3	W14x283	59937.33	4	149843.3	W18X60	W18X60	40957.17	40957.17	7.2	7.2	56884.96	56884.96	2 3	2.634146	2.634146	1.762758
2	W14x283	59937.33	4	149843.3	W18X60	W18X60	40957.17	40957.17	7.2	7.2	56884.96	56884.96	1 2	2.634146	2.634146	1.762758
1	W14x283	59937.33	4	149843.3	W18X60	W18X60	40957.17	40957.17	7.2	7.2	56884.96	56884.96	0 1	2.634146	1	1.535487

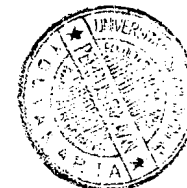
**Kolom K4**

Arah x

Lantai	Profil	Ix	L	I/L	Profil balok		Ix	Ix	L		I/L	I/L	Kolom Lantai	GA	GB	Kx
					B4 atap/B5 lantai	B1 atap/B2 lantai			m	m						
4	W14x61	26638.81	4	66597.03	W8X13	W12X26	1648.276	8491.121	2.4	7.2	6867.819	11793.22	3 4	3.568773	1.443609	1.691323
3	W14x61	26638.81	4	66597.03	W12x26	W18X60	8491.121	40957.17	2.4	7.2	35379.67	56884.96	2 3	1.443609	1.443609	1.467953
2	W14x61	26638.81	4	66597.03	W12x26	W18X60	8491.121	40957.17	2.4	7.2	35379.67	56884.96	1 2	1.443609	1.443609	1.467953
1	W14x61	26638.81	4	66597.03	W12x26	W18X60	8491.121	40957.17	2.4	7.2	35379.67	56884.96	0 1	1.443609	1	1.403399

Arah y

Lantai	Profil	Iy	L	I/L	Profil balok		Ix	Ix	L		I/L	I/L	Kolom Lantai	GA	GB	Ky
					B1 atap/B2 lantai	B1 atap/B2 lantai			m	m						
4	W14x61	4453.676	4	11134.19	W12X26	W12X26	8491.121	0	7.2	7.2	11793.22	0	3 4	0.944118	0.195732	1.19583
3	W14x61	4453.676	4	11134.19	W18X60	W18X60	40957.17	40957.17	7.2	7.2	56884.96	56884.96	2 3	0.195732	0.195732	1.075447
2	W14x61	4453.676	4	11134.19	W18X60	W18X60	40957.17	40957.17	7.2	7.2	56884.96	56884.96	1 2	0.195732	0.195732	1.075447
1	W14x61	4453.676	4	11134.19	W18X60	W18X60	40957.17	40957.17	7.2	7.2	56884.96	56884.96	0 1	0.195732	1	1.203552



fy 240  
 E 200000  
 G 80000  
 fr 70

K1

Lantai	Profil	Mpx	Mpy	Lb	Lp	X1	X2	f1	Lr	Keterangan	Cb	Cek Profil pada sayap			Keterangan
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(bentang)		Ap	A	Ar	
4	W14x398	3150.249	1581.024	4000	5557.639	76528.11	8.94E-05	170	83751.2	Lb<=Lp	1	10.97345	2.912281	28.3777	Kompak
3	W14x398	3150.249	1581.024	4000	5557.639	76528.11	8.94E-05	170	83751.2	Lb<=Lp	1	10.97345	2.912281	28.3777	Kompak
2	W14x398	3150.249	1581.024	4000	5557.639	76528.11	8.94E-05	170	83751.2	Lb<=Lp	1	10.97345	2.912281	28.3777	Kompak
1	W14x398	3150.249	1581.024	4000	5557.639	76528.11	8.94E-05	170	83751.2	Lb<=Lp	1	10.97345	2.912281	28.3777	Kompak

K2

Lantai	Profil	Mpx	Mpy	Lb	Lp	X1	X2	f1	Lr	Keterangan	Cb	Cek Profil pada sayap			Keterangan
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(bentang)	Ap		A	Ar		
4	W14x342	2642.906	1329.319	4000	5463.045	67229.45	0.00014	170	76629.51	Lb<=Lp	1	10.97345	3.319838	28.3777	Kompak
3	W14x342	2642.906	1329.319	4000	5463.045	67229.45	0.00014	170	76629.51	Lb<=Lp	1	10.97345	3.319838	28.3777	Kompak
2	W14x342	2642.906	1329.319	4000	5463.045	67229.45	0.00014	170	76629.51	Lb<=Lp	1	10.97345	3.319838	28.3777	Kompak
1	W14x342	2642.906	1329.319	4000	5463.045	67229.45	0.00014	170	76629.51	Lb<=Lp	1	10.97345	3.319838	28.3777	Kompak

K3

Lantai	Profil	Mpx	Mpy	Lb	Lp	X1	X2	f1	Lr	Keterangan	Cb	Cek Profil pada sayap			Keterangan
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(bentang)	Ap		A	Ar		
4	W14x283	2131.629	1077.613	4000	5365.613	56829.18	0.000252	170	69530.47	Lb<=Lp	1	10.97345	3.888889	28.3777	Kompak
3	W14x283	2131.629	1077.613	4000	5365.613	56829.18	0.000252	170	69530.47	Lb<=Lp	1	10.97345	3.888889	28.3777	Kompak
2	W14x283	2131.629	1077.613	4000	5365.613	56829.18	0.000252	170	69530.47	Lb<=Lp	1	10.97345	3.888889	28.3777	Kompak
1	W14x283	2131.629	1077.613	4000	5365.613	56829.18	0.000252	170	69530.47	Lb<=Lp	1	10.97345	3.888889	28.3777	Kompak

K4

Lantai	Profil	Mpx	Mpy	Lb	Lp	X1	X2	f1	Lr	Keterangan	Cb	Cek Profil pada sayap			Keterangan
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(bentang)	Ap		A	Ar		
4	W14x61	401.1553	128.999	4000	3155.127	19091.08	0.015798	170	32999.62	Lp<=Lb<Lr	1	10.97345	7.744186	28.3777	Kompak
3	W14x61	401.1553	128.999	4000	3155.127	19091.08	0.015798	170	32999.62	Lp<=Lb<Lr	1	10.97345	7.744186	28.3777	Kompak
2	W14x61	401.1553	128.999	4000	3155.127	19091.08	0.015798	170	32999.62	Lp<=Lb<Lr	1	10.97345	7.744186	28.3777	Kompak
1	W14x61	401.1553	128.999	4000	3155.127	19091.08	0.015798	170	32999.62	Lp<=Lb<Lr	1	10.97345	7.744186	28.3777	Kompak

K1

Lantai	Profil	Cek Profil pada badan				Mnx	Mny	φMnx	φMny	Mux	Muy	Cek Kapasitas	Rasio x	Rasio y
		W	A	I <sub>y</sub>	Keterangan	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)			
4	W14x398	108.4435	10.33898	164.6018	Kompak	3150.249	1581.024	2835.224	1422.922	132.3868	66.0422	aman	0.046694	0.046413
3	W14x398	108.4435	10.33898	164.6018	Kompak	3150.249	1581.024	2835.224	1422.922	366.7549	241.7875	aman	0.129357	0.169923
2	W14x398	108.4435	10.33898	164.6018	Kompak	3150.249	1581.024	2835.224	1422.922	385.9506	335.5000	aman	0.136127	0.235783
1	W14x398	108.4435	10.33898	164.6018	Kompak	3150.249	1581.024	2835.224	1422.922	470.1550	410.4016	aman	0.165826	0.288422

K2

Lantai	Profil	Cek Profil pada badan				Mnx	Mny	φMnx	φMny	Mux	Muy	Cek Kapasitas	Rasio x	Rasio y
		W	A	I <sub>y</sub>	Keterangan	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)			
4	W14x342	108.4435	11.36364	164.6018	Kompak	2642.906	1329.319	2378.615	1196.387	323.2690	72.9025	aman	0.135906	0.060936
3	W14x342	108.4435	11.36364	164.6018	Kompak	2642.906	1329.319	2378.615	1196.387	517.2366	185.9235	aman	0.217453	0.155404
2	W14x342	108.4435	11.36364	164.6018	Kompak	2642.906	1329.319	2378.615	1196.387	632.6470	317.9061	aman	0.265973	0.265722
1	W14x342	108.4435	11.36364	164.6018	Kompak	2642.906	1329.319	2378.615	1196.387	577.4949	403.4127	aman	0.242786	0.337193

K3

Lantai	Profil	Cek Profil pada badan				Mnx	Mny	φMnx	φMny	Mux	Muy	Cek Kapasitas	Rasio x	Rasio y
		W	A	I <sub>y</sub>	Keterangan	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)			
4	W14x283	108.4435	12.94574	164.6018	Kompak	2131.629	1077.613	1918.466	969.852	263.7257	21.3465	aman	0.137467	0.02201
3	W14x283	108.4435	12.94574	164.6018	Kompak	2131.629	1077.613	1918.466	969.852	196.8108	234.0468	aman	0.102588	0.241322
2	W14x283	108.4435	12.94574	164.6018	Kompak	2131.629	1077.613	1918.466	969.852	328.6085	246.4460	aman	0.171287	0.254107
1	W14x283	108.4435	12.94574	164.6018	Kompak	2131.629	1077.613	1918.466	969.852	393.8970	326.7626	aman	0.205319	0.33692

K4

Lantai	Profil	Cek Profil pada badan				Mnx	Mny	φMnx	φMny	Mux	Muy	Cek Kapasitas	Rasio x	Rasio y
		W	A	I <sub>y</sub>	Keterangan	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)			
4	W14x61	108.4435	37.06667	164.6018	Kompak	401.1553	128.999	361.0398	116.0991	39.8157	14.9994	aman	0.110281	0.129194
3	W14x61	108.4435	37.06667	164.6018	Kompak	401.1553	128.999	361.0398	116.0991	38.8793	30.3441	aman	0.107687	0.261364
2	W14x61	108.4435	37.06667	164.6018	Kompak	401.1553	128.999	361.0398	116.0991	50.5481	39.7242	aman	0.140007	0.342158
1	W14x61	108.4435	37.06667	164.6018	Kompak	401.1553	128.999	361.0398	116.0991	61.0086	30.6068	aman	0.16898	0.263626

Kolom K1

Lantai	Profil	Profil kolom sebelah	Profil balok B2 atap/B3 lantai	Mpb	Profil balok B5	Mpb	B2 atap/B3 lantai		B5		Profil balok B1	Mpb	Profil balok B1	Mpb	B1		Nu (kNm)	Ni (kNm)	Nu (kNm)
							Lb (m)	Lnb (m)	Lb (m)	Lnb (m)					Lb (m)	Lnb (m)			
4	W14x398	W14x342	W12X30	186.5	0.0	0.0	10.8	10.3	0.0	0.0	W12X26	160.9	W12X26	160.9	7.2	7.2	530.8635	1.724091	584.4498
3	W14x398	W14x342	W21X182	2059.3	W12x26	160.9	10.8	10.3	2.4	1.9	W18X50	436.9	W18X50	436.9	7.2	7.2	2080.662	417.7644	2786.202
2	W14x398	W14x342	W21X182	2059.3	W12x26	160.9	10.8	10.3	2.4	1.9	W18X50	436.9	W18X50	436.9	7.2	7.2	3850.513	936.3398	5189.05
1	W14x398	W14x342	W21X182	2059.3	W12x26	160.9	10.8	10.3	2.4	1.9	W18X50	436.9	W18X50	436.9	7.2	7.2	5629.92	1457.591	7604.741

Kolom K2

Lantai	Profil	Profil kolom sebelah	Profil kolom sebelah	Profil balok B1 atap/B2 lantai	Mpb	Profil balok B2 atap/B3 lantai	Mpb	B1 atap/B2 lantai		B2 atap/B3 lantai		Profil kolom sebelah	Profil balok B1 atap/B2 lantai	Mpb	Profil balok B1 atap/B2 lantai	Mpb	B1 atap/B2 lantai		B1 atap/B2 lantai		Nu (kNm)	Ni (kNm)	Nu (kNm)
								Lb (m)	Lnb (m)	Lb (m)	Lnb (m)						Lb (m)	Lnb (m)	Lb (m)	Lnb (m)			
4	W14x342	W14x283	W14x398	W12X26	160.9	W12X30	186.5	7.2	6.8	10.8	10.3	W14x342	W12X26	160.9	W12X26	160.9	7.2	7.2	7.2	7.2	6.701302	0.883536	16.03293
3	W14x342	W14x283	W14x398	W18X60	532.1	W21X182	2059.3	7.2	6.8	10.8	10.3	W14x342	W18X60	532.1	W18X60	532.1	7.2	7.2	7.2	7.2	1304.739	357.6868	1576.984
2	W14x342	W14x283	W14x398	W18X60	532.1	W21X182	2059.3	7.2	6.8	10.8	10.3	W14x342	W18X60	532.1	W18X60	532.1	7.2	7.2	7.2	7.2	2598.308	718.3535	3313.932
1	W14x342	W14x283	W14x398	W18X60	532.1	W21X182	2059.3	7.2	6.8	10.8	10.3	W14x342	W18X60	532.1	W18X60	532.1	7.2	7.2	7.2	7.2	3896.235	1080.716	5057.236

Kolom K3

Lantai	Profil	Profil kolom sebelah	Profil kolom sebelah	Profil balok B1 atap/B2 lantai	Mpb	Profil balok B2 atap/B3 lantai	Mpb	B1 atap/B2 lantai		B2 atap/B3 lantai		Profil kolom sebelah	Profil balok B1 atap/B2 lantai	Mpb	Profil balok B1 atap/B2 lantai	Mpb	B1 atap/B2 lantai		B1 atap/B2 lantai		Nu (kNm)	Ni (kNm)	Nu (kNm)
								Lb (m)	Lnb (m)	Lb (m)	Lnb (m)						Lb (m)	Lnb (m)	Lb (m)	Lnb (m)			
4	W14x283	W14x283	W14x342	W12X40	246.6	W12X26	160.9	14.4	14.0	7.2	6.8	W14x283	W14x61	246.6	W12X26	160.9	W12X26	7.2	7.2	7.2	247.1924	34.25066	303.5713
3	W14x283	W14x283	W14x342	W24X62	666.2	W18X60	532.1	14.4	14.0	7.2	6.8	W14x283	W14x61	246.6	W18X60	532.1	W18X60	7.2	7.2	7.2	1158.661	319.3097	1452.978
2	W14x283	W14x283	W14x342	W24X62	666.2	W18X60	532.1	14.4	14.0	7.2	6.8	W14x283	W14x61	246.6	W18X60	532.1	W18X60	7.2	7.2	7.2	1953.782	549.0757	2529.109
1	W14x283	W14x283	W14x342	W24X62	666.2	W18X60	532.1	14.4	14.0	7.2	6.8	W14x283	W14x61	246.6	W18X60	532.1	W18X60	7.2	7.2	7.2	2751.309	760.2834	3609.281

Kolom K4

Lantai	Profil	Profil kolom sebelah	Profil balok B2 atap/B3 lantai	Mpb	Profil balok B5	Mpb	B2 atap/B3 lantai		B5		Profil balok B1	Mpb	Profil balok B1	Mpb	B1		B1		Nu (kNm)	Ni (kNm)	Nu (kNm)
							Lb (m)	Lnb (m)	Lb (m)	Lnb (m)					Lb (m)	Lnb (m)					
4	W14x61	W14x342	W8X13	160.9	W12X26	160.9	2.4	2.2	7.2	6.8	W14x61	246.6	W12X26	160.9	W12X26	7.2	7.2	56.08214	0.031913	184.0453	
3	W14x61	W14x342	W12x26	160.9	W18X60	532.1	2.4	2.2	7.2	6.8	W14x61	246.6	W18X60	532.1	W18X60	7.2	7.2	224.2431	1.113685	172.9022	
2	W14x61	W14x342	W12x26	160.9	W18X60	532.1	2.4	2.2	7.2	6.8	W14x61	246.6	W18X60	532.1	W18X60	7.2	7.2	422.7385	1.659007	381.895	
1	W14x61	W14x342	W12x26	160.9	W18X60	532.1	2.4	2.2	7.2	6.8	W14x61	246.6	W18X60	532.1	W18X60	7.2	7.2	658.5981	1.840505	629.7381	

K1

Lantai	Profil	Nd (kNm)	Nl (kNm)	Nr (kNm)	Nu (kNm)	Nu paka (kNm)
4	W14x398	530.8635	1.724091	8.738832	672.8536	584.4498
3	W14x398	2080.662	417.7644	12.30365	2754.891	2754.891
2	W14x398	3850.513	936.3398	34.83122	5228.11	5189.05
1	W14x398	5629.92	1457.591	59.84487	7724.079	7604.741

K2

Lantai	Profil	Nd (kNm)	Nl (kNm)	Nr (kNm)	Nu (kNm)	Nu paka (kNm)
4	W14x342	6.701302	0.883536	0.46931	10.36057	10.36057
3	W14x342	1304.739	357.6868	17.69171	1815.297	1576.984
2	W14x342	2598.308	718.3535	44.52629	3655.252	3313.932
1	W14x342	3896.235	1080.716	73.87989	5511.36	5057.236

K3

Lantai	Profil	Nd (kNm)	Nl (kNm)	Nr (kNm)	Nu (kNm)	Nu paka (kNm)
4	W14x283	247.1924	34.25066	0.524592	315.8546	303.5713
3	W14x283	1158.661	319.3097	41.03258	1714.178	1452.978
2	W14x283	1953.782	549.0757	44.56205	2797.324	2529.109
1	W14x283	2751.309	780.2834	53.56713	3905.981	3609.281

K4

Lantai	Profil	Nd (kNm)	Nl (kNm)	Nr (kNm)	Nu (kNm)	Nu paka (kNm)
4	W14x61	56.08214	0.031913	0.610451	69.75633	69.75633
3	W14x61	224.2431	1.113685	5.128927	290.1643	172.9022
2	W14x61	422.7385	1.659007	10.58744	550.4655	381.895
1	W14x61	658.5981	1.840505	14.35725	848.667	629.7381

K1

Lantai	Profil	Mu <sub>x</sub> (kNm)	Mu <sub>y</sub> (kNm)	M <sub>u</sub> (m)	Vu <sub>x</sub> (kNm)	Vu <sub>y</sub> (kNm)
4	W14x398	132.3868	66.04224	3.69012	71.75205	35.79409
3	W14x398	366.7549	241.7875	3.5428	207.0424	136.4951
2	W14x398	385.9506	335.5	3.5428	217.8789	189.3982
1	W14x398	470.155	410.4016	3.5428	265.4144	231.6821

K2

Lantai	Profil	Mu <sub>x</sub> (kNm)	Mu <sub>y</sub> (kNm)	M <sub>u</sub> (m)	Vu <sub>x</sub> (kNm)	Vu <sub>y</sub> (kNm)
4	W14x342	323.269	72.90253	3.69012	175.2079	39.51228
3	W14x342	517.2366	185.9235	3.53772	292.4124	105.1092
2	W14x342	632.647	317.9061	3.53772	357.658	179.7237
1	W14x342	577.4949	403.4127	3.53772	326.4786	228.0637

K3

Lantai	Profil	Mu <sub>x</sub> (kNm)	Mu <sub>y</sub> (kNm)	M <sub>u</sub> (m)	Vu <sub>x</sub> (kNm)	Vu <sub>y</sub> (kNm)
4	W14x283	263.7257	21.34651	3.69012	142.9361	11.56955
3	W14x283	196.8108	234.0468	3.53772	111.2642	132.315
2	W14x283	328.6085	246.446	3.53772	185.7742	139.3247
1	W14x283	393.897	326.7626	3.53772	222.6841	184.7306

K4

Lantai	Profil	Mu <sub>x</sub> (kNm)	Mu <sub>y</sub> (kNm)	M <sub>u</sub> (m)	Vu <sub>x</sub> (kNm)	Vu <sub>y</sub> (kNm)
4	W14x61	39.8157	14.99936	3.69012	21.57962	8.129469
3	W14x61	38.87931	30.34412	3.53772	21.97987	17.15462
2	W14x61	50.54814	39.72423	3.53772	28.57668	22.45753
1	W14x61	61.00864	30.60677	3.53772	34.49037	17.30311



K1

Lantai	Profil	Vd,k x (kN)	Vl,k x (kN)	Ve,k x (kN)	Vd,k y (kN)	Vl,k y (kN)	Ve,k y (kN)	Vu,k x (kN)	Vu,k y (kN)	Vu,k x pakai (kN)	Vu,k y pakai (kN)
4	W14x398	29.46321	4.362261	3.885816	13.95444	0.712346	4.582433	53.08025	35.43123	53.08025	35.43123
3	W14x398	94.91529	15.35349	15.26241	32.32788	3.98153	67.61903	182.6247	311.2603	182.6247	136.4951
2	W14x398	84.23863	12.95563	18.63647	36.84208	3.356247	104.8158	182.1101	465.1518	182.1101	189.3982
1	W14x398	47.83292	6.379368	24.47195	21.4483	1.934765	110.0281	158.477	466.8177	158.477	231.6821

K2

Lantai	Profil	Vd,k x (kN)	Vl,k x (kN)	Ve,k x (kN)	Vd,k y (kN)	Vl,k y (kN)	Ve,k y (kN)	Vu,k x (kN)	Vu,k y (kN)	Vu,k x pakai (kN)	Vu,k y pakai (kN)
4	W14x342	57.4183	13.39674	5.314684	6.9241	1.126885	16.60585	96.85907	75.29576	96.85907	39.51228
3	W14x342	153.4879	38.84443	17.19496	19.41768	2.73738	66.41167	272.3875	290.3166	272.3875	105.1092
2	W14x342	157.1284	40.30178	26.13775	19.17059	2.379916	113.1634	313.256	476.8484	313.256	179.7237
1	W14x342	87.0715	22.69073	26.77951	12.18785	1.220942	121.1135	222.9492	499.6899	222.9492	228.0637

K3

Lantai	Profil	Vd,k x (kN)	Vl,k x (kN)	Ve,k x (kN)	Vd,k y (kN)	Vl,k y (kN)	Ve,k y (kN)	Vu,k x (kN)	Vu,k y (kN)	Vu,k x pakai (kN)	Vu,k y pakai (kN)
4	W14x283	80.29552	14.38168	4.856602	1.850778	2.197138	6.585591	122.9719	29.66187	122.9719	11.56955
3	W14x283	49.55271	19.65179	4.799795	4.29194	3.663613	96.64166	88.48833	393.5488	88.48833	132.315
2	W14x283	55.34921	22.18611	22.87444	6.655424	2.640512	97.55426	169.0099	399.5238	169.0099	139.3247
1	W14x283	29.33353	12.04654	25.77499	4.383155	1.24506	104.544	144.3235	424.0583	144.3235	184.7306

K4

Lantai	Profil	Vd,k x (kN)	Vl,k x (kN)	Ve,k x (kN)	Vd,k y (kN)	Vl,k y (kN)	Ve,k y (kN)	Vu,k x (kN)	Vu,k y (kN)	Vu,k x pakai (kN)	Vu,k y pakai (kN)
4	W14x61	11.09789	2.249264	0.608945	0.723425	0.004696	5.229971	16.87788	21.79034	16.87788	8.129469
3	W14x61	5.789345	3.260005	2.154331	1.402212	0.001203	11.17105	17.19454	46.36746	17.19454	17.15462
2	W14x61	7.671457	3.142802	3.759113	0.833132	0.004582	15.60856	25.8136	63.43629	25.8136	22.45753
1	W14x61	3.560153	1.666961	4.294398	0.114912	4.55E-05	12.18448	22.28326	48.87584	22.28326	17.30311



Daya Dukung kolom

K1

No	Tipe	P <sub>max</sub>	P <sub>min</sub>	L	P <sub>x</sub>	P <sub>y</sub>	λ <sub>ox</sub>	λ <sub>oy</sub>	ω	ω <sub>1</sub>	ω pakai	f <sub>cr</sub>
											Mpa	Mpa
4	W14x398	3.377491	2.833797	4000	18.18919	10.93876	0.819411	1.143198	1.360616	1.71451	1.360616	176.3907
3	W14x398	2.364156	2.214949	4000	18.18919	10.93876	0.573566	0.893545	1.176267	1.428108	1.176267	204.0353
2	W14x398	2.364156	2.214949	4000	18.18919	10.93876	0.573566	0.893545	1.176267	1.428108	1.176267	204.0353
1	W14x398	1.750506	1.703657	4000	13.18919	10.93876	0.424689	0.687282	1.087074	1.254913	1.087074	220.7762

K2

No	Tipe	P <sub>max</sub>	P <sub>min</sub>	L	P <sub>x</sub>	P <sub>y</sub>	λ <sub>ox</sub>	λ <sub>oy</sub>	ω	ω <sub>1</sub>	ω pakai	f <sub>cr</sub>
											Mpa	Mpa
4	W14x342	2.823872	2.513753	4000	17.69186	10.75258	0.704356	1.031646	1.267639	1.573509	1.267639	189.3283
3	W14x342	2.100213	1.910178	4000	17.69186	10.75258	0.523854	0.783939	1.1449	1.330528	1.1449	209.6253
2	W14x342	2.100213	1.910178	4000	17.69186	10.75258	0.523854	0.783939	1.1449	1.330528	1.1449	209.6253
1	W14x342	1.664827	1.594842	4000	17.69186	10.75258	0.415257	0.654524	1.081876	1.2312	1.081876	221.8369

K3

No	Tipe	P <sub>max</sub>	P <sub>min</sub>	L	P <sub>x</sub>	P <sub>y</sub>	λ <sub>ox</sub>	λ <sub>oy</sub>	ω	ω <sub>1</sub>	ω pakai	f <sub>cr</sub>
											Mpa	Mpa
4	W14x283	3.216098	2.315056	4000	17.24558	10.56081	0.822948	0.967353	1.363691	1.502301	1.363691	175.993
3	W14x283	2.69618	1.762758	4000	17.24558	10.56081	0.689909	0.736574	1.256855	1.292369	1.256855	190.9529
2	W14x283	2.69618	1.762758	4000	17.24558	10.56081	0.689909	0.736574	1.256855	1.292369	1.256855	190.9529
1	W14x283	1.841265	1.535487	4000	17.24558	10.56081	0.47115	0.641608	1.113422	1.222094	1.113422	215.5518

K4

No	Tipe	P <sub>max</sub>	P <sub>min</sub>	L	P <sub>x</sub>	P <sub>y</sub>	λ <sub>ox</sub>	λ <sub>oy</sub>	ω	ω <sub>1</sub>	ω pakai	f <sub>cr</sub>
											Mpa	Mpa
4	W14x61	1.691323	1.19583	4000	15.18793	6.210046	0.491416	0.849759	1.125318	1.387458	1.125318	213.273
3	W14x61	1.467953	1.075447	4000	15.18793	6.210046	0.426515	0.764214	1.088086	1.314366	1.088086	220.5709
2	W14x61	1.467953	1.075447	4000	15.18793	6.210046	0.426515	0.764214	1.088086	1.314366	1.088086	220.5709
1	W14x61	1.403399	1.203552	4000	15.18793	6.210046	0.407759	0.855246	1.07778	1.392425	1.07778	222.68

## K1

		No.	No.	No.	No.	No.	No.	rasio	>=0.2	<0.2	pakai	Keterangan
4	W14x398	75483.72	26981.2	13861.87	13314.63	11317.43	584.4498	0.051642	0.134403	0.118928	0.118928	Aman
3	W14x398	75483.72	55067.72	22689.85	15401.35	13091.14	2754.891	0.210439	0.476466	0.4045	0.476466	Aman
2	W14x398	75483.72	55067.72	22689.85	15401.35	13091.14	5189.05	0.396379	0.726965	0.570099	0.726965	Aman
1	W14x398	75483.72	100443.6	38352.6	16665.01	14165.26	7604.741	0.536859	0.940635	0.722678	0.940635	Aman

## K2

		No.	No.	No.	No.	No.	No.	rasio	>=0.2	<0.2	pakai	Keterangan
4	W14x342	65161.16	31522.11	14693.95	12336.85	10486.33	10.36057	0.000988	0.175959	0.197336	0.197336	Aman
3	W14x342	65161.16	56987.38	25446.96	13659.43	11610.51	1576.984	0.135824	0.467252	0.440769	0.440769	Aman
2	W14x342	65161.16	56987.38	25446.96	13659.43	11610.51	3313.932	0.285425	0.758043	0.674407	0.758043	Aman
1	W14x342	65161.16	90691.62	36504.66	14455.15	12286.88	5057.236	0.411597	0.927133	0.785777	0.927133	Aman

## K3

		No.	No.	No.	No.	No.	No.	rasio	>=0.2	<0.2	pakai	Keterangan
4	W14x283	53741.83	19044.92	13783.31	9458.186	8039.458	303.5713	0.03776	0.179518	0.178357	0.178357	Aman
3	W14x283	53741.83	27098.15	23773.37	10262.16	8722.832	1452.978	0.166572	0.472269	0.427196	0.427196	Aman
2	W14x283	53741.83	27098.15	23773.37	10262.16	8722.832	2529.109	0.289941	0.668069	0.570365	0.668069	Aman
1	W14x283	53741.83	58103.87	31331.69	11584.15	9846.525	3609.281	0.366554	0.848544	0.725516	0.848544	Aman

## K4

		No.	No.	No.	No.	No.	No.	rasio	>=0.2	<0.2	pakai	Keterangan
4	W14x61	11548.36	11477.14	3838.314	2462.954	2093.511	69.75633	0.03332	0.246187	0.256135	0.256135	Aman
3	W14x61	11548.36	15235.7	4745.716	2547.233	2165.148	172.9022	0.079857	0.407902	0.40898	0.40898	Aman
2	W14x61	11548.36	15235.7	4745.716	2547.233	2165.148	381.895	0.176383	0.604974	0.570357	0.570357	Aman
1	W14x61	11548.36	16669.59	3789.217	2571.59	2185.851	629.7381	0.288097	0.672637	0.576655	0.672637	Aman

Strong coloum weak beam

**K1**

4	W14x398	0.013126	0.075484	584.45	3048.62	13.40	211.2905	14.4286	ok
3	W14x398	0.013126	0.075484	2754.89	5719.81	754.32	2894.505	1.9761	ok
2	W14x398	0.013126	0.075484	5189.05	4919.11	761.33	2896.527	1.6983	ok
1	W14x398	0.013126	0.075484	7604.74	4075.76	760.25	2896.217	1.4073	ok

**K2**

4	W14x342	0.011012	0.065161	10.36057	2641.155	13.4	211.2905	12.50011	ok
3	W14x342	0.011012	0.065161	1576.984	5017.553	754.32	2894.505	1.73348	ok
2	W14x342	0.011012	0.065161	3313.932	4459.256	761.33	2896.527	1.53952	ok
1	W14x342	0.011012	0.065161	5057.236	3871.101	760.25	2896.217	1.33661	ok

**K3**

4	W14x283	0.008882	0.053742	303.5713	2081.459	22.308	323.9416	6.425413	ok
3	W14x283	0.008882	0.053742	1452.978	3972.958	165.340	915.8679	4.337916	ok
2	W14x283	0.008882	0.053742	2529.109	3605.148	170.783	917.5063	3.929290	ok
1	W14x283	0.008882	0.053742	3609.281	3248.781	171.654	917.7685	3.539870	ok

**K4**

4	W14x61	0.001671	0.011548	59.75633	391.059	13.395	211.2898	1.850818	ok
3	W14x61	0.001671	0.011548	172.9022	767.1889	150.590	602.453	1.273442	ok
2	W14x61	0.001671	0.011548	381.895	722.0107	169.733	606.829	1.189809	ok
1	W14x61	0.001671	0.011548	629.7381	655.8895	196.645	612.9812	1.069999	ok

*Desain Sambungan Struktur*

9

*LAMPIRAN*

fy (Mpa) 240  
 fu (Mpa) 370  
 Fub (Mpa) 807

SANBUNGAN KOLOM DENGAN KOLOM

Profil	Ø Mn (kNm)	SAYAP																
		Pelat sayap luar																
		Ukuran plat							tb (mm)	Ø Rnb (kN)	n baut	n pakal	Kontrol kekuatan plat sayap				Ø RnT (kN)	
W 4x398	2835.224	3210.325	14862.61605	13610.28115	421.64	410	36.25028	37	30	513.131	6.256347	8	512	4091.904	aman	3942.72	aman	5914.08
W 4x342	2378.615	2816.429	13039.02316	11940.34553	416.56	400	32.59756	36	30	513.131	5.488714	6	384	2985.984	aman	2877.12	aman	4315.68
W 4x283	1918.466	2380.403	11020.38197	10091.79653	408.94	320	34.43869	35	30	513.131	4.638977	6	384	2903.04	aman	2797.2	aman	4195.8
W 4x61	361.0398	538.2115	2491.719803	2281.76567	253.746	230	10.83358	11	30	513.131	1.048877	4	256	608.256	aman	586.08	aman	879.12

Profil	Ø Mn (kNm)	SAYAP																
		Pelat sayap dalam																
		Ukuran plat							tb (mm)	Ø Rnb (kN)	n baut	n pakal	Kontrol kekuatan plat sayap				Ø RnT (kN)	
W 4x398	2835.224	1605.163	7431.308024	3402.570288	188.341	160	46.44568	47	512	1624.32	aman	1669.44	aman					
W 4x342	2378.615	1408.215	6519.511579	2985.086383	188.722	160	40.74695	41	384	1416.96	aman	1456.32	aman					
W 4x283	1918.466	1190.201	5510.190986	2522.949132	188.087	160	34.43869	35	384	1209.6	aman	1243.2	aman					
W 4x61	361.0398	269.1057	1245.859902	570.4414176	122.1105	120	10.38217	12	256	311.04	aman	293.04	aman					

Profil	Ø Mn (kNm)	BADAN																		
		Ukuran sayap										Ø Rn (kN)	n baut	n pakal	Ø Rn1 (kN)	Ket	Ø R2 (kN)	Ket	Ø RnT (kN)	Ket
W 4x398	5189.05	1438.568	3325.38981	3045.190032	464.82	24	216	15.39532	16	328.4038	4.374396	6	1492.992	aman	1456.32	aman	3068.928	aman		
W 4x342	3313.932	884.262	2046.902681	1874.429164	442.5	24	216	9.476401	10	328.4038	2.692606	4	933.12	aman	910.2	aman	1278.72	aman		
W 4x283	2529.109	654.0769	1514.066843	1386.490463	424.18	24	216	7.009569	10	328.4038	1.991685	4	933.12	aman	910.2	aman	1278.72	aman		
W 4x61	381.895	111.2082	257.4264809	235.7355374	353.06	24	216	1.191789	10	328.4038	0.338633	4	933.12	aman	910.2	aman	1278.72	aman		

fub (Mpa) 807  
 fy (Mpa) 240

SANBUNGAN BALOK DENGAN KOLOM

Balok	Profile	Mo (kNm)	Mu maks (kN)	d baut (mm)	DRn (kN)	n baut tarik	n pakai	Vn (kN)	n baut geser	n pakai
B1 Atap	W12X26	131.6733	438.5778	20	142.5364	3.076954	4	234.6173	1.646017	2
B2 Atap	W12X30	152.557	506.4234	24	205.2524	2.46732	4	267.3935	1.302755	2
B3 Atap	W12X40	201.7575	697.6908	24	205.2524	3.399185	4	293.5225	1.430057	2
B4 Atap	W8X13	40.35151	205.3836	16	91.22328	2.251438	4	153.6551	1.684385	2
B1 Lantai	W18X50	357.5002	807.5049	30	320.7068	2.517891	4	534.2854	1.665962	2
B2 Lantai	W18x60	435.3715	979.1837	24	205.2524	4.770633	6	631.527	3.076832	4
B3 Lantai	W21x182	1684.852	3125.955	30	320.7068	9.74708	12	1575.348	4.912111	6
B4 Lantai	W24x62	545.0993	928.6284	30	320.7068	2.895568	4	852.0974	2.656935	4
B5 Lantai	W12x26	131.6733	438.5778	20	142.5364	3.076954	4	234.6173	1.646017	2

Balok	Freame	b' (mm)	bf balok (mm)	B pelat (mm)	Tp pelat (mm)	Tp pelat pakai (mm)	Las $\Phi$ Rnw Perlu (mm)	Periksa Kobinasi geser dan tarik			Keterangan
								$f_{uv}$ (Mpa)	$F_{ut}$ (MPa)	$f_{ut}$ (Mpa)	
B1 Atap	W12X26	40	164.846	200	20.14161	21	3.865786	124.53	415.66	349.19	Ok
B2 Atap	W12X30	48	165.608	240	21.64351	22	4.453324	98.56	452.01	280.00	Ok
B3 Atap	W12X40	48	203.454	240	25.40402	26	4.986246	108.19	438.53	385.75	Ok
B4 Atap	W8X13	32	101.6	160	13.78332	14	2.970613	127.43	411.59	255.50	Ok
B1 Lantai	W18X50	60	190.5	300	27.33024	28	6.196653	126.04	413.54	285.74	Ok
B2 Lantai	W18x60	48	192.024	240	24.57295	25	7.483427	139.67	394.46	360.93	Ok
B3 Lantai	W21x182	60	317.5	300	31.04571	32	14.53475	123.88	416.57	368.71	Ok
B4 Lantai	W24x62	60	178.816	300	29.30838	30	7.645584	150.76	378.94	328.60	Ok
B5 Lantai	W12x26	40	164.846	200	20.14161	21	3.865786	124.53	415.66	349.19	Ok

fub (Mpa) 807  
 fy (Mpa) 240  
 fu (MPa) 370

Badan													
									As Perlu		t pelat	t Perlu	t Pakai
B1 Atap	W12X26	131.6733	234.6173	16	126.4963	1.854737	3	6	1409.113	309.88	224	4.14445	5
B2 Atap	W12X30	152.557	267.3935	16	126.4963	2.113845	3	6	1605.967	312.42	224	4.723433	5
B3 Atap	W12X40	201.7575	293.5225	16	126.4963	2.320404	3	6	1762.898	302.26	224	5.184994	6
B1 Lantai	W18X50	357.5002	534.2854	16	126.4963	4.223724	5	10	3208.921	457.2	384	5.457349	6
B2 Lantai	W18x60	435.3715	631.527	16	126.4963	4.992455	5	10	3792.955	462.28	384	6.450604	7
B3 Lantai	W21x182	1684.852	1575.348	20	197.6504	7.970372	5	16	9461.547	576.58	480	12.78587	13
B4 Lantai	W24x62	545.0993	852.0974	20	197.6504	4.311133	5	10	5117.702	601.98	480	6.915814	7

Balok	Frame	ØMp=Mu (kN)	ØVn = Vu (kN)	Sayap													
				dy (mm)	bf (mm)	gay flens (mm)	Ag Perlu (mm <sup>2</sup> )	An Perlu (mm <sup>2</sup> )	Agminimu (mm <sup>2</sup> )	t perlu (mm)	t pakai (mm)	b' pakai (mm)	Ag (mm <sup>2</sup> )	Ø Rn1 (kN)	Ø Rn2 (kN)	n	n pakai
B1 Atap	W12X26	131.6733	234.6173	20	164.846	411.6335	1905.711	1236.137	1454.279	6.575196	10	150	1500	98.82522	133.2	4.165268	6
B2 Atap	W12X30	152.557	267.3935	20	165.608	473.1624	2190.567	1420.908	1671.656	7.558021	12	150	1800	98.82522	159.84	4.787871	6
B3 Atap	W12X40	201.7575	293.5225	24	203.454	646.1203	2991.298	1940.301	2282.707	10.32075	12	200	2400	142.3083	191.808	4.540285	6
B1 Lantai	W18X50	357.5002	534.2854	24	190.5	765.1973	3542.58	2297.89	2703.4	6.603132	16	170	2720	142.3083	255.744	5.377039	6
B2 Lantai	W18x60	435.3715	631.527	24	192.024	921.8504	4267.826	2768.32	3256.847	7.954941	20	170	3400	142.3083	319.68	6.477839	8
B3 Lantai	W21x182	1684.852	1575.348	24	317.5	2872.332	13297.83	8625.621	10147.79	19.78353	34	300	10200	142.3083	543.456	20.18386	22
B4 Lantai	W24x62	545.0993	852.0974	24	178.816	890.7142	4123.677	2674.818	3146.844	6.134903	20	160	3200	142.3083	319.68	6.259046	8

									Kel. Balok			
B1 Atap	W12X26	15.35386	63.935	121600	10.10122	15.15183	19.55144	36.14349	aman	197.6504	33.012	Aman
B2 Atap	W12X30	15.35386	63.936	121600	10.10122	15.15183	22.28279	38.77352	aman	197.6504	32.74361	Aman
B3 Atap	W12X40	18.42463	63.936	121600	12.12147	18.1822	24.46021	44.33176	aman	284.6166	33.84424	Aman
B1 Lantai	W18X50	54.14584	106.56	288000	15.04051	22.56077	26.71427	51.51938	aman	284.6166	37.29134	Aman
B2 Lantai	W18x60	63.17015	106.56	288000	17.54726	26.3209	31.57635	60.49791	aman	284.6166	36.88154	Aman
B3 Lantai	W21x182	183.3062	213.12	600000	30.55104	45.82656	49.22961	99.84509	aman	284.6166	73.92556	Aman
B4 Lantai	W24x62	98.70336	133.2	450000	21.93408	32.90112	42.60487	78.62734	aman	284.6166	44.25396	Aman



fub (Mpa) 807  
 fy (Mpa) 240  
 fu (MPa) 370  
 fu las 482.65

Balok	Elemen	Mu (kN)	Perencanaan pelat sambung										Las					
			tb (mm)	Ab	As	Ag	Apakai	t (mm)	bw (mm)	t pakai (mm)	dw (mm)	h pelat (mm)	te (mm)	Ø Rnw (kips/inch)	ukuran las (inc)	Ø Rnw las (kips/in)	Panjang las (mm)	
Ba1	Atap	W10x30	263.3801	16	200.96	145.9572	1.804502	3	3.954656	7.62	4	266.7	240	2.828	3.507198	0.1875	4.18	180.3975
Ba2	Atap	W6x12	115.9625	12.7	126.6127	91.95877	1.261027	2	3.290417	5.842	4	153.162	127	2.828	3.507198	0.1875	4.18	79.42644
Ba1	Lantai	W12x58	367.2271	16	200.96	145.9572	2.515991	3	5.513921	9.144	6	309.88	240	4.242	5.260798	0.3125	6.96	151.0599
Ba2	Lantai	W10x88	546.3256	12.7	126.6127	91.95877	5.940965	4	7.750949	15.367	7	274.32	254	4.949	6.137597	0.3125	6.96	224.7326
Ba3	Lantai	W12x65	394.5685	16	200.96	145.9572	2.703316	3	5.924452	9.906	6	307.34	240	4.242	5.260798	0.3125	6.96	162.3069
Ba4	Lantai	W8x15	166.1343	12.7	126.6127	91.95877	1.806618	3	3.142689	6.223	4	205.994	190.5	2.828	3.507198	0.1875	4.18	113.7907
Ba5	Lantai	W8x13	153.6551	12.7	126.6127	91.95877	1.670913	3	2.906626	5.842	4	202.946	190.5	2.828	3.507198	0.1875	4.18	105.2433
Ba6	Lantai	W6x8.5	82.86858	12.7	126.6127	91.95877	0.901149	2	2.351382	4.318	4	148.082	127	2.828	3.507198	0.1875	4.18	56.75935
Ba7	Lantai	W6x9	83.86357	12.7	126.6127	91.95877	0.911969	2	2.379615	4.318	4	149.86	127	2.828	3.507198	0.1875	4.18	57.44085
Ba8	Lantai	W10x17	202.6773	16	200.96	145.9572	1.388607	3	3.043202	6.096	4	256.54	240	2.828	3.507198	0.1875	4.18	138.8202

*Dasar Pondasi dan Sloof*

*10*

*LAMPIRAN*

$f_c$  (Mpa)  
 $f_y$  (Mpa)

25  
 240

PELAT DASAR KOLOM

No	Profil	Nu (kN)	Mu, xz (kN)	Mu, yz (kN)	dc (mm)	Fp (kN/m <sup>2</sup> )	Eksentrisitas akibat		hca (mm)
							BX	BY	
1	W14x398	9159.221	74.424	28.733	609.6	21250	0.003137	0.008126	9.881
2	W14x342	6425.85	171.3474	15.91756	569.976	21250	0.002477	0.026665	9.881
3	W14x283	4570.057	67.00412	3.839846	529.336	21250	0.00084	0.014662	9.881
4	W14x61	794.2001	8.035113	0.247407	385.826	21250	0.000312	0.010117	9.881

Profil	Fp (kN)	A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	B (m)	X (m)	h <sub>ca</sub> (m)	L (m)	Cambai (m)	m (m)	n (m)
W14x398	5040.647	0.79069	0.8	0.988362	0.329454	1.196118	1.2	0.31044	0.231344
W14x342	3738.098	0.586368	0.6	0.977281	0.32576	1.158758	1.2	0.329261	0.133376
W14x283	2540.259	0.398472	0.4	0.99618	0.33206	1.140878	1.2	0.348565	0.036424
W14x61	426.8675	0.06696	0.3	0.223199	0.0744	0.518242	0.5	0.066733	0.048502

No	Profil	fp, maks (kN/m <sup>2</sup> )	Ket > Fp	fp, min (kN/m <sup>2</sup> )	ØFp (kN)	Ket > Nu	y	Mu (kNm)	tp (mm)	tp pakai (mm)
1	W14x398	5862.775	Ok	4638.57	6120	Aman	5454.708	310.7908	75.86425	76
2	W14x342	6602.793	Ok	3780.81	4590	Aman	5662.133	333.7061	78.61134	79
3	W14x283	6110.162	Ok	4474.25	3060	Aman	5564.859	326.8439	77.79887	78
4	W14x61	3521.58	Ok	2169.99	956.25	Aman	3071.049	9.330858	13.1451	14

A307 Fu Mpa 567.4585

ANGKUR

Arah Y

No	Profil	Tu (kN)	Ø (mm)	Ø Tn (mm)	n	n pakai	Tn (kN)	ft' (N/mm <sup>2</sup> )	H (cm)	H pakai (cm)
1	W14x398	120.1393	24	144.3274	0.832408	2	60.06964	2.85	27.96851	28
2	W14x342	295.4994	24	144.3274	2.047424	4	73.87485	2.85	34.39623	35
3	W14x283	124.2619	24	144.3274	0.860972	2	62.13094	2.85	28.92825	29
4	W14x61	20.30571	24	144.3274	0.140692	2	10.15286	2.85	4.727184	5

Arah x

No	Profil	Tu (kN)	Ø (mm)	Ø Tn (mm)	n	n pakai	Tn (kN)	ft' (N/mm <sup>2</sup> )	H (cm)	H pakai (cm)
1	W14x398	61.81533	24	144.3274	0.428299	2	30.90766	2.85	14.39065	15
2	W14x342	35.81003	24	144.3274	0.248117	2	17.90502	2.85	8.3366	8
3	W14x283	9.052398	24	144.3274	0.062721	2	4.526199	2.85	2.107404	5
4	W14x61	0.700751	24	144.3274	0.004855	2	0.350375	2.85	0.163135	5

PENDEKAL

No	Tipe	Pa (kPa)	P (kPa)	Q (kPa)	T (kPa)	f (kPa)	c (kPa)	γ (kN/m³)	γ sat (kN/m³)	γ' (kN/m³)	Pa (kPa)	Pc (kPa)	Δ (mm)	Va (kN)	Vs (kN)	Vc (kN)	Vd (kN)	Ve (kN)	Vf (kN)	Vg (kN)	Vh (kN)	Pa (kPa)	Pc (kPa)	Δ (mm)	Pakai	
1	W14x398	1300	900	300	11700	16	59.22054	59	67.5994	112.6190087	10	4	183.0488	150												
2	W14x342	1300	700	400	9100	16	45.58384	48	140.6108	234.6848333	10	4	110.7835	150												
3	W14x283	1300	500	300	6500	16	32.34475	33	54.47974	90.76980087	10	2	101.8701	100												
4	W14x81	600	400	100	2400	16	11.84268	12	6.94040	11.89743333	10	2	148.5830	100												

PILE CAPE

y maks (m) 1.2  
 x maks (m) 1.2  
 pb (mm) 40  
 Fc (Mpa) 25  
 fy (Mpa) 400

No	Tipe	Pa (kPa)	P (kPa)	Q (kPa)	T (kPa)	f (kPa)	c (kPa)	γ (kN/m³)	γ sat (kN/m³)	γ' (kN/m³)	Pa (kPa)	Pc (kPa)	Δ (mm)	Va (kN)	Vs (kN)	Vc (kN)	Vd (kN)	Ve (kN)	Vf (kN)	Vg (kN)	Vh (kN)	Pa (kPa)	Pc (kPa)	Δ (mm)	Pakai	
1	W14x398	9158.221	8723.087818	1020.871222	1000	8908.482	0.9	0.9	1045.453738	1332.718308	949	2060.907	1281.15	3843.45	Partu sangkang	809.7574785	1349.590794	16	118.0477678							Ø16-100
2	W14x342	8426.85	8119.837143	821.6814286	1000	8287.823	0.7794	0.9	978.8213808	950.7593341	949	1893.243	1169.701	3890.1018	Partu sangkang	786.6421616	1310.903803	16	118.3844784							Ø16-100
3	W14x283	4570.057	4382.435238	765.8981687	800	4482.081	0.48	0.9	787.7811344	73.9607359	850	1875.882	785	2285	Partu sangkang	870.5622689	1580.937118	16	101.1840793							Ø16-100
4	W14x81	784.2001	756.3810478	205.030028	1000	803.613	0.45	0.45	213.248128	208.847128	850.8	428.4983	486.45	0	sangkang min	0	0	16	276.26							Ø16-250

No	Tipe	Pa (kPa)	P (kPa)	Q (kPa)	T (kPa)	f (kPa)	c (kPa)	γ (kN/m³)	γ sat (kN/m³)	γ' (kN/m³)	Pa (kPa)	Pc (kPa)	Δ (mm)	Va (kN)	Vs (kN)	Vc (kN)	Vd (kN)	Ve (kN)	Vf (kN)	Vg (kN)	Vh (kN)	Pa (kPa)	Pc (kPa)	Δ (mm)	Pakai		
1	W14x398	9158.221	8723.087818	1020.871222	1000	8908.482	0.9	0.9	1045.453738	1332.718308	949	2060.907	1281.15	3843.45	Partu sangkang	809.7574785	1349.590794	16	118.0477678								Ø16-100
2	W14x342	8426.85	8119.837143	821.6814286	1000	8287.823	0.7794	0.9	978.8213808	950.7593341	949	1893.243	1169.701	3890.1018	Partu sangkang	786.6421616	1310.903803	16	118.3844784								Ø16-100
3	W14x283	4570.057	4382.435238	765.8981687	800	4482.081	0.48	0.9	787.7811344	73.9607359	850	1875.882	785	2285	Partu sangkang	870.5622689	1580.937118	16	101.1840793								Ø16-100
4	W14x81	784.2001	756.3810478	205.030028	1000	803.613	0.45	0.45	213.248128	208.847128	850.8	428.4983	486.45	0	sangkang min	0	0	16	276.26								Ø16-250

No	Tipe	Pa (kPa)	P (kPa)	Q (kPa)	T (kPa)	f (kPa)	c (kPa)	γ (kN/m³)	γ sat (kN/m³)	γ' (kN/m³)	Pa (kPa)	Pc (kPa)	Δ (mm)	Va (kN)	Vs (kN)	Vc (kN)	Vd (kN)	Ve (kN)	Vf (kN)	Vg (kN)	Vh (kN)	Pa (kPa)	Pc (kPa)	Δ (mm)	Pakai	
W14x398	1411.362547	1	-1898	166042.6426	91.93621	1808.064	91.63621	4884.110629	3321.5	4884.110629	28	100.4333	100	4906.26	4906.26	62.38294118	1417.432941	Aman								
W14x342	643.3881887	1	-1898	76893.90184	40.78804	1887.244	40.78804	2185.164412	3321.5	3321.5	22	114.3881	100	3799.4	3799.4	71.61811765	1110.326642	Aman								
W14x283	315.1124338	1	-1700	37072.08339	22.08424	1877.908	22.08424	1173.768827	2676	2676	20	103.5482	100	3140	3140	66.10588235	824.3652047	Aman								
W14x81	108.6246625	1	-1101	12844.08618	11.81374	1088.498	11.81374	811.8876888	1928.75	1928.75	20	182.9687	160	2043.333333	2043.333333	39.40382157	365.5639132	Aman								

No	Tipe	Pa (kPa)	P (kPa)	Q (kPa)	T (kPa)	f (kPa)	c (kPa)	γ (kN/m³)	γ sat (kN/m³)	γ' (kN/m³)	Pa (kPa)	Pc (kPa)	Δ (mm)	Va (kN)	Vs (kN)	Vc (kN)	Vd (kN)	Ve (kN)	Vf (kN)	Vg (kN)	Vh (kN)	Pa (kPa)	Pc (kPa)	Δ (mm)	Pakai	
W14x398	250	0	784.0003333	1	-1898	22245.92	89.81431	1848.085682	48.8143078	2851.891402	3321.5	3321.5	22	114.3880771	100	3799.4	3799.4	71.6181176	1110.325842	Aman						
W14x342	250	0	244.1333482	1	-1898	28124.16	15.28884	1882.743058	18.28884394	810.8033988	3321.5	3321.5	22	114.3880771	100	3799.4	3799.4	71.6181176	1110.325842	Aman						
W14x283	250	0	690.8338508	1	-1790	89510.1	41.9221	1868.077805	41.9220984	2227.111318	2976	2976	20	106.5482185	100	3140	3140	66.10588235	824.3652047	Aman						
W14x81	600	150	383.8484261	1	-1101	45158.84	42.8697	1088.330298	42.86970181	2266.327959	1828.75	2266.828	19	126.0189011	100	2833.85	2833.85	53.3480968	476.0244198	Aman						

W14x398	2000	16	100.48	100
W14x342	2000	16	100.48	100
W14x283	1800	16	111.6444444	100
W14x81	1200	16	167.4888889	150

C 0  
 φ 30.58  
 Nq\* (°) 24.53  
 L (m) 12  
 BxH Pon (cm) 40  
 γb (kN/m<sup>3</sup>) 20.71  
 fc (Mpa) 50

PONDASI

No	Profil	δ (°)	K <sub>0</sub>	K	A <sub>p</sub> (m <sup>2</sup> )	q (kN/m <sup>2</sup> )	Q <sub>p</sub> (kN)	Q <sub>s</sub> (kN)				Q <sub>s</sub> (kN)	Q <sub>U</sub> (kN)
								δ <sub>y</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	f	Q <sub>s1</sub> (kN)	Q <sub>s2</sub> (kN)		
1	W14x398	29.051	0.491492	0.860111	0.09	248.52	548.6576	93.195	44.49869	120.1465	400.4882	520.6347	1043.372
2	W14x342	29.051	0.491492	0.860111	0.09	248.52	548.6576	93.195	44.49869	120.1465	400.4882	520.6347	1043.372
3	W14x283	29.051	0.491492	0.860111	0.09	248.52	548.6576	93.195	44.49869	120.1465	400.4882	520.6347	1043.372
4	W14x61	29.051	0.491492	0.860111	0.09	248.52	548.6576	93.195	44.49869	120.1465	400.4882	520.6347	1043.372

No	Profil	N (kN)	M <sub>total</sub> (kN)	M (kN)	M <sub>total</sub> (kN)	EQ <sub>y</sub> (kN)	a <sub>hang</sub> (mm)	EX <sup>2</sup> (m)	EY <sup>2</sup> (m)	N (kN)	N < Q <sub>U</sub> (kN)
1	W14x398	1285.087	9185.141	8.803321	9	9623.631	900	4.86	4.86	1027.646	Aman
2	W14x342	1285.087	6451.77	6.183574	7	7485.046	900	2.4299	2.43	947.3703	Aman
3	W14x283	1285.087	4595.977	4.404925	6	6415.754	900	1.215	3.24	784.9712	Aman
4	W14x61	1285.087	820.1201	0.786028	4	4277.169	900	0.81	0.81	215.2554	Aman

No	Profil	L (m)	B (mm)	Q <sub>total</sub>	Q <sub>1</sub> (m)	Q <sub>2</sub> (m)	Q <sub>3</sub> (m)	daya dukung satu tiang	Ket
1	W14x398	2.7	2.7	9360.101	0.047884	0.143651	0.726751	6993.984548	Aman
2	W14x342	2.7	2.4588	6611.1	0.034702	0.099346	0.80792	6047.320387	Aman
3	W14x283	2.7	1.8	4700.953	0.025542	0.062565	0.724391	4647.51288	Aman
4	W14x61	1.8	1.8	866.7761	0.007156	0.017529	1	4277.169288	Aman

*Tie beam*

<i>Tie beam</i>	S1	S2	S3
Pu kolom (Kn)	9159.24	6425.85	4570.057
fy (Mpa)	400	400	400
b (mm)	400	400	400
h (mm)	600	600	600
<b>Tulangan Utama</b>			
As	2289.81	1606.463	1142.514
Pakai Tul	20	20	20
A1diameter	314	314	314
n	7.2923885	5.116123	3.63858
Pakai	8	6	4
<b>Tulangan Susut</b>			
As	480	480	480
pakai Tul	12	12	12
A1diameter	113.04	113.04	113.04
n	4.2462845	4.246285	4.246285
pakai	6	6	6

*Gambar Struktur*

*II*

*LAMPIRAN*