

# **SKRIPSI**

## **STUDI PERENCANAAN STRUKTUR SHEAR WALL DENGAN BEBAN GEMPA DINAMIK PADA GEDUNG IJEN PADJADJARAN SUITES HOTEL MALANG**



**Disusun Oleh :**

**MARITO HORNAL DE JESUS MONTEIRO  
10.21.026**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2014**

SECRET

UNITED STATES DEPARTMENT OF JUSTICE  
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION  
WASHINGTON, D. C. 20535  
MAY 19 1964

SECRET

CONFIDENTIAL SOURCE OF INFORMATION  
RE: [REDACTED]

UNITED STATES DEPARTMENT OF JUSTICE  
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION  
WASHINGTON, D. C. 20535

SECRET

SECRET

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

STUDI PERENCANAAN SHEAR WALL DENGAN BEBAN GEMPA  
DINAMIK PADA GEDUNG IJEN PADJADJARAN SUITES HOTEL  
MALANG

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Sipil S-1  
Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :  
**MARITO HORNAI DE JESUS MONTEIRO**

10.21.026

Dosen Pembimbing I

Menyetujui :

Dosen Pembimbing II

  
(Ir. A. Agus Santosa, MT)

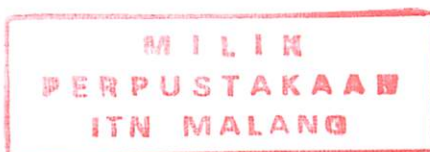
  
(Ir. H. Sudirman Indra, MSc)

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1  
Institut Teknologi Nasional Malang

  
(Ir. A. Agus Santosa, MT.)

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

2014



LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI PERENCANAAN STRUKTUR SHEAR WALL DENGAN  
BEBAN GEMPA DINAMIK PADA GEDUNG IJEN  
PADJADJARAN SUITES HOTEL MALANG  
SKRIPSI**

*Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi  
Jenjang Strata Satu (S-1)  
Pada Hari : Kamis  
Tanggal : 21 Agustus 2014  
Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

**Disusun Oleh :**

**Marito Hornai De Jesus Monteiro**

**10.210.26**

**Disahkan Oleh :**

**Ketua**



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

**Sekretaris**



**(Lila Ayu Ratna Winanda, ST, MT.)**

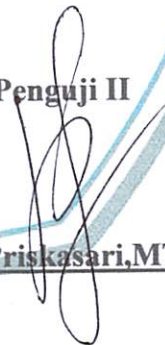
**Anggota Penguji :**

**Dosen Penguji I**



**(Ir. Munasih, MT)**

**Dosen Penguji II**



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

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

**2014**



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1**  
Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp.(0341) 551431 Malang 65145

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Marito Hornai de Jesus Monteiro**  
NIM : **10.21.026**  
Program Studi : **TEKNIK SIPIL S-1**  
Fakultas : **TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul:

***“STUDI PERENCANAAN STRUKTUR SHEAR WALL DENGAN BEBAN GEMPA DINAMIK PADA GEDUNG IJEN PADJADJARAN SUITES HOTEL MALANG”*** adalah benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruhnya karya orang lain kecuali disebut dari sumber aslinya yang tercantum dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Malang, 21 Agustus 2014  
Yang membuat pernyataan,

( **Marito Hornai de J. Monteiro** )



## ABSTRAKS

STUDI PERENCANAAN STRUKTUR SHEAR WALL DENGAN BEBAN GEMPA DINAMIK PADA GEDUNG IJEN PADJADJARAN SUITES HOTEL MALANG. MARITO HORNAI DE JESUS MONTEIRO (1021026). PEMBIMBING : (I) IR. A. AGUS SANTOSA,MT DAN (II) IR. H. SUDIRMAN INDRA,MSC

---

Struktur dinding geser adalah struktur yang sangat efektif dan menyumbangkan kekakuan yang besar pada keseluruhan struktur. Ini agar struktur tersebut lebih aman, kuat, stabil, elastis dan nyaman.

Dinding geser kantilever (free standing shear wall) adalah suatu dinding geser tanpa lubang – lubang yang membawah pengaruh. Analisa beban gempa dengan dinamik 3 dimensi. Analisis menggunakan program bantu teknik sipil Staadpro. Puntir (torsion) terjadi pada kontruksi beton monolit, terutama apabila beban bekerja tidak sama dengan nol dari sumbu memanjang batang struktur dan atau punter terjadi perputaran balok-geser atau kolom terhadap sumbunya. Perputaran yang diakibatkan oleh beban – beban yang titik kerjanya tidak terletak pada sumbu simetris vertical. Sehingga sistim dinding geser kantilever ini memperhitungkan efek eksentrisitas Pusat Massa (Center of Mass) terhadap Pusat Kekakuan (Center of Rigidity) pada struktur dan memenuhi syarat untuk analisis gempa rencana 3 dimensi dinamis.

Perencanaan Struktur Shear Wall dengan beban gempa dinamik pada gedung Ijen Padjadjaran Suites Hotel Malang. Menggunakan data – data sebagai berikut Mutu kuat tekan beton ( $f_c'$ ) : 30 Mpa, Mutu tulangan polos, tegangan leleh ( $f_y$ ) : 240 Mpa dan Mutu tulangan ulir, tegangan leleh ( $f_y$ ) : 390 Mpa. WG : Zone 4 (Malang), Jenis tanah : Sedang, Jumlah Lantai : 15 lantai, Panjang Bangunan 57,75 m, Lebar bangunan 15,35 m, Tinggi bangunan 56,8 m. Analisa struktur menggunakan StaadPro 2004 sehingga mendapatkan gaya – gaya yang bekerja pada struktur. Dari gaya tersebut dihitung tulangan sebagai berikut : Tulangan minimum  $\rho_{min} = 0.0025$ , Tulangan memanjang di badan  $DS = 36D16$ . Tulangan transversal di badan sesuai tinggi per lantai  $DS = \emptyset 10 - 150$ , Tulangan *Confinement* *diboundary* element arah x dan y =  $\emptyset 10 - 150$  Panjang daerah yang perlu *confinement* =  $KB = 1300,7$  mm, panjang penyaluran =  $ld = 534,8$  mm, Sambungan lewat tulangan vertical =  $ld = 821$  mm

Dari pendetailan – pendetailan tulangan dinding geser telah dikontrol dan memenuhi syarat yang telah di atur dalam SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-2847-2002 maupun aturan- aturan lainnya yang berlaku.

**Kata Kunci : Dinding Geser**

## **KATA PENGANTAR**

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya yang dilimpahkan sehingga pada akhirnya Skripsi ini dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini saya selaku penyusun mengucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu secara langsung ataupun tidak langsung. Ucapan terima kasih ini disampaikan kepada :

1. Bapak Ir. Soeparno, MT selaku rektor ITN Malang
2. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT selaku dekan FTSP ITN Malang
3. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1 dan sekaligus selaku dosen Pembimbing I
4. Bapak Ir. H. Sudirman Indra, MSc selaku dosen Pembimbing II
5. Ibu Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT selaku sekretaris jurusan Teknik Sipil S-1
6. Ibu Ir. Munasih, MT selaku Kordinator studio Teknik Sipil S-1
7. Bapak/ Ibu dosen Prgram Studi Teknik Sipil S-1
8. Spesial rasa hormat buat kedua orang tua saya dan teman – teman mahasiswa Teknik Sipil S-1 yang baik atas segala bantuannya sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan.

Dalam penyusun Skripsi ini, saya selaku penyusun menyadari akan masih banyaknya kekurangan, kendati pun sudah ada banyak masukan – masukan, dari dosen pembimbing. Oleh karena itu, saya masih mengharapkan masukan, kritikan dan saran ataupun koreksi demi perbaikan.

Dan Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat berguna bagi kita semua.

Malang,     September 2014  
Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAKS .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. LatarBelakang .....	1
1.2. RumusanMasalah.....	2
1.3. MaksuddanTujuan .....	3
1.4. Batasanmasalah .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 DindingGeser / Shear Wall .....	5
2.1.1 DindingGeserMenurutPerencanaanKetahananGempa .....	20
2.1.2 DindingGeserBetonBertulangBerangkai .....	21
2.1.3 Bentukdan Tata letakDindingGeser .....	21
2.1.4 DeformasiDindingGeser .....	24
2.1.5 DeformasiDindingGeserBertingkatBanyak yang BerdiriSendiri ....	24
2.1.6 DeformasiDindingGeserBerlubang .....	25



2.1.7 Langkah – langkahDesainarisistimDindingGeser .....	26
2.2 Puntir .....	27
2.2.1 PengertianPuntir .....	27
2.2.2 PersamaanTeoritisUntukPuntir.....	28
2.3 Eksentrisitas Pusat Massa Terhadap Pusat Rotasi Lantai Tingkat.....	28
2.4 Pembebanan Pada Struktur .....	30
2.4.1 BebanMati .....	30
2.4.2 BebanHidup .....	31
2.4.3 BebanGempa .....	31
2.4.4 BebanKhusus .....	31
2.4.5 BebanKombinasi .....	31
2.5 Perencanaan Struktur tahan Gempa.....	33
2.6 Perencanaan Kapasitas.....	36
2.7 Sistem Struktur Beton Bertulang Penahan Beban Gempa.....	37
2.8 Perencanaan Terhadap Beban Gempa .....	38
2.9 Perencanaan Struktur Gedung Tidak Beraturan.....	40
2.9.1 Analisis Respons Dinamik .....	40
2.9.2 Analisis Ragam Spectrum Respons .....	42
2.9.3 Wilayah Gempa.....	43
2.9.4 Faktor Respons Gempa.....	46
2.9.5 Faktor Reduksi Gempa.....	48
2.9.6 Arah Pembebanan Gempa.....	50
2.9.7 Analisis Dinamik.....	51
2.9.8 Pembatasan Penyimpangan Lateral.....	54

2.10 Input Staad Pro.....	54
2.11 Tulangan Dinding Geser.....	55

### **BAB III DATA PERENCANAAN**

3.1 Data Perencanaan.....	59
3.1.1 Data Pembangunan.....	59
3.1.2 Data Pembebanan.....	59
3.2 Data Material.....	60
3.3 Perencanaan Dimensi.....	61
3.4 Perhitungan Pembebanan Struktur .....	66
3.4.1 Lantai 15.....	66
3.4.2 Lantai 14.....	69
3.4.3 Lantai 13.....	76
3.4.4 Lantai 12,11,10 dan 9.....	81
3.4.5 Lantai 8,7,6,5,4 dan 3.....	85
3.4.6 Lantai 2.....	89
3.4.7 Lantai 1.....	93
3.5 Langkah-Langkah Pendimensian 3D pada Staad Pro .....	97
3.6 Gambar Dan Perhitungan Pusat Masa Lantai ( Center off Mass)....	105
3.7 Gambar Dan Perhitungan Pusat Kekauan (CR).....	116
3.8 Perhitungan Eksentisitas Rencana ed .....	136
3.8.1 Lantai 15.....	136
3.8.2 Lantai 14.....	137
3.8.3 Lantai 13.....	138
3.8.4 Lantai 12- Lantai 10.....	139
3.8.5 Lantai 9- Lantai 4.....	140

3.8.6 Lantai 3.....	141
3.8.7 Lantai 2.....	142
3.8.8 Lantai 1.....	143
3.9 Perhitungan Pusat Kekakuan Struktur (CR).....	146
3.10 Untuk Badan Dinding Geser /Shear Wall / Dual System(D.s).....	148
3.11 Kinerja Batas Layan ( $\Delta s$ ) Dan Kinerja Batas Ultimid ( $\Delta M$ ).....	150
3.11.1 Kinerja Batas Layan ( $\Delta S$ ).....	150
3.11.2 Kinerja Batas Ultimid ( $\Delta M$ ).....	151

#### **BAB IV DESAIN PENULANGAN DINDING GESER**

4.1. Perhitungan Penulangan Dinding Geser.....	153
4.1.1. Data Perencanaan .....	153
4.1.2. Perhitungan Stabilitas Dinding Geser .....	155
4.1.3. Perhitungan Penulangan .....	157
4.2. Kontrol Stabilitas .....	168
4.3. Panjang Penyaluran .....	170
4.4. Sambungan Lewatan Tulangan Vertikal Pada Dinding Geser (SHEAR WALL).....	170
4.5. Penyaluran Tulangan Berkait Dalam Kondisi Tarik.....	171
4.6. Analisa Keseluruhan Struktur .....	168

#### **BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan .....	173
5.2. Saran .....	174

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis Dinding Geser.....	7
Gambar 2.2 Dinding Geser Kopel.....	9
Gambar 2.3 Dinding Geser Yang Dihubungkan Dengan Portal .....	10
Gambar 2.4 Dinding Geser Yang Dihubungkan Dengan Portal 1 Bentang	11
Gambar 2.5 Klasifikasi Dinding Geser.....	17
Gambar 2.6 Potongan Penampang Dan Diagram.....	17
Gambar 2.7 Bentuk Dan Susunan Dinding Geser .....	22
Gambar 2.8 Bentuk Dinding Geser tegangan .....	22
Gambar 2.9 Tata Letak Dinding Geser.....	23
Gambar 2.10 Tata Letak Dinding Geser .....	28
Gambar 2.11 Diagram Beban Simpangan .....	35
Gambar 2.12 Mekanisme Keruntuhan Ideal Suatu Struktur Gedung.....	37
Gambar 2.13 Sistem Struktur beton Bertulang Penahan Gempa Bumi .....	38
Gambar 2.14 Wilayah Gempa Indonesia .....	45
Gambar 2.15 Respons Spectrum Gempa Rencana .....	47
Gambar 2.16 Penulangan Dinding Geser .....	55
Gambar 3.1 Denah Pembalokan Lt 1 .....	62
Gambar 3.2 Denah Pembalokan Lt 2 .....	62
Gambar 3.3 Denah Pembalokan Lt 3 - 8 .....	63
Gambar 3.4 Denah Pembalokan Lt 9 - 12 .....	63
Gambar 3.5 Denah Pembalokan Lt 13 .....	64
Gambar 3.6 Denah Pembalokan Lt 14 .....	64

Gambar 3.7 Denah Pembalokan Lt 15 .....	65
Gambar 3.8 Gaya Geser Gempa .....	98
Gambar 3.9 Parameter .....	99
Gambar 3.10 Define Spectrum Pair .....	100
Gambar 3.11 Portal 3D dalam Bentuk Isometrik .....	102
Gambar 3.912Portal 3D Tampak Depan .....	103
Gambar 3.13 Portal 3D Tampak Samping .....	104
Gambar 3.14 Potongan Pusat Massa Lantai 1 .....	105
Gambar 3.15 Potongan Pusat Massa Lantai 2 .....	106
Gambar 3.16 Potongan Pusat Massa Lantai 3 .....	107
Gambar 3.17 Potongan Pusat Massa Lantai 4 – Lantai 8 .....	108
Gambar 3.18 Potongan Pusat Massa Lantai 9 .....	109
Gambar 3.19 Potongan Pusat Massa Lantai 10 – Lantai 12 .....	110
Gambar 3.20 Potongan Pusat Massa Lantai 13 .....	111
Gambar 3.21 Potongan Pusat Massa Lantai 14 .....	112
Gambar 3.22 Potongan Pusat Massa Lantai 15 .....	113
Gambar 3.23 Potongan Pusat Kekakuan Tingkat 1 .....	116
Gambar 3.24 Potongan Pusat Kekakuan Tingkat 2 .....	117
Gambar 3.25 Potongan Pusat Kekakuan Tingkat 3 .....	118
Gambar 3.26 Potongan Pusat Kekakuan Tingkat 4 – Tingkat 8 .....	119
Gambar 3.27 Potongan Pusat Kekakuan Tingkat 9 .....	120
Gambar 3.28 Potongan Pusat Kekakuan Tingkat 10 – Lantai 12 .....	121
Gambar 3.29 Potongan Pusat Kekakuan Tingkat 13 .....	122

Gambar 3.30 Potongan Pusat Kekakuan Tingkat 14 .....	123
Gambar 3.31 Potongan Pusat Kekakuan Tingkat 15 .....	124
Gambar 3.32 Letak Pusat Massa Dan Pusat Kekakuan Lantai 1 .....	127
Gambar 3.33 Letak Pusat Massa Dan Pusat Kekakuan Lantai 2 .....	128
Gambar 3.34 Letak Pusat Massa Dan Pusat Kekakuan Lantai 3 .....	129
Gambar 3.35 Letak Pusat Massa Dan Pusat Kekakuan Lantai 4 – Lt. 8 ....	130
Gambar 3.36 Letak Pusat Massa Dan Pusat Kekakuan Lantai 9 .....	131
Gambar 3.37 Letak Pusat Massa Dan Pusat Kekakuan Lantai 10 – Lt. 12	132
Gambar 3.38 Letak Pusat Massa Dan Pusat Kekakuan Lantai 13 .....	133
Gambar 3.39 Letak Pusat Massa Dan Pusat Kekakuan Lantai 14 .....	134
Gambar 3.40 Letak Pusat Massa Dan Pusat Kekakuan Lantai 15 .....	135
Gambar 3.41 Badan Dinding Geser/ Shear Wall .....	148
Gambar 4.1 Badan Shear Wall .....	153
Gambar 4.2 Diagram tinjauan arah Z .....	157
Gambar 4.3 Diagram tinjauan arah X .....	167
Gambar 4.4 Penampang dengan komponen batas .....	171

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Faktor Daktilitas Maksimum, Faktor Reduksi Maksimum .....	48
Tabel 2.2 Koefisien Yang Membatasi Getar Alami .....	50
Tabel 3.1 Berat Dan Koordinat Pusat Massa Lantai 1 .....	105
Tabel 3.2 Berat Dan Koordinat Pusat Massa Lantai 2 .....	106
Tabel 3.3 Berat Dan Koordinat Pusat Massa Lantai 3 .....	107
Tabel 3.4 Berat Dan Koordinat Pusat Massa Lantai 4 – Lantai 8 .....	108
Tabel 3.5 Berat Dan Koordinat Pusat Massa Lantai 9 .....	109
Tabel 3.6 Berat Dan Koordinat Pusat Massa Lantai 10 – Lantai 12 .....	110
Tabel 3.7 Berat Dan Koordinat Pusat Massa Lantai 13 .....	111
Tabel 3.8 Berat Dan Koordinat Pusat Massa Lantai 14 .....	112
Tabel 3.9 Berat Dan Koordinat Pusat Massa Lantai 15 .....	113
Tabel 3.10 Koordinat Pusat Massa Per Lantai .....	114
Tabel 3.11 Koordinat Pusat Kekakuan Tingkat 1 .....	116
Tabel 3.12 Koordinat Pusat Kekakuan Tingkat 2 .....	117
Tabel 3.13 Koordinat Pusat Kekakuan Tingkat 3 .....	118
Tabel 3.14 Koordinat Pusat Kekakuan Tingkat 4 – Tingkat 8 .....	119
Tabel 3.15 Koordinat Pusat Kekakuan Tingkat 9 .....	120
Tabel 3.16 Koordinat Pusat Kekakuan Tingkat 10 – Lantai 12 .....	121
Tabel 3.17 Koordinat Pusat Kekakuan Tingkat 13 .....	122
Tabel 3.18 Koordinat Pusat Kekakuan Tingkat 14 .....	123
Tabel 3.19 Koordinat Pusat Kekakuan Tingkat 15 .....	124

Tabel 3.20 Berat Bangunan Tiap Lantai Dari Hasil Analisa Staad Pro .....	125
Tabel 3.21 Pentabelan Pusat Kekakuan dan Pusat Massa .....	126
Tabel 3.22 Eksentrisitas Rencana .....	145
Tabel 3.23 Analisa $\Delta s$ Akibat Gempa .....	151
Tabel 3.24 Analisa $\Delta m$ Akibat Gempa.....	152



## **DAFTAR NOTASI**

- A** Percepatan puncak Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal sebagai gempa masukan untuk analisis respons dinamik linier riwayat waktu struktur gedung.
- A<sub>m</sub>** Percepatan respons maksimum atau Faktor Respons Gempa maksimum pada Spektrum Respons Gempa Rencana.
- A<sub>o</sub>** Percepatan puncak muka tanah akibat pengaruh Gempa Rencana yang bergantung pada Wilayah Gempa dan jenis tanah tempat struktur gedung berada.
- A<sub>r</sub>** Pembilang dalam persamaan hiperbola Faktor Respons Gempa C pada Spektrum Respons Gempa Rencana.
- b** Ukuran horisontal terbesar denah struktur gedung pada lantai tingkat yang ditinjau, diukur tegak lurus pada arah pembebanan gempa; dalam subskrip menunjukkan struktur bawah.
- c** Dalam subskrip menunjukkan besaran beton.
- C** Faktor Respons Gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam Spektrum Respons Gempa Rencana.
- C<sub>v</sub>** Faktor Respons Gempa vertikal untuk mendapatkan beban gempa vertikal nominal statik ekuivalen pada unsur struktur gedung yang memiliki kepekaan yang tinggi terhadap beban gravitasi.

- C<sub>1</sub>** Nilai Faktor Respons Gempa yang didapat dari Spektrum Respons Gempa Rencana untuk waktu getar alami fundamental dari struktur gedung.
- d** Dalam subskrip menunjukkan besaran desain atau dinding geser.
- d<sub>i</sub>** Simpangan horisontal lantai tingkat *i* dari hasil analisis 3 dimensi struktur gedung akibat beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada pusat massa pada taraf lantai-lantai tingkat.
- D<sub>n</sub>** Beban mati nominal yang dapat dianggap sama dengan beban mati rencana yang ditetapkan dalam standar-standar pembebanan struktur gedung.
- e** Eksentrisitas teoretis antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat struktur gedung; dalam subskrip menunjukkan kondisi elastik penuh.
- e<sub>d</sub>** Eksentrisitas rencana antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat struktur gedung.
- E<sub>c</sub>** Modulus elastisitas beton
- E<sub>n</sub>** Beban gempa nominal yang nilainya ditentukan oleh besarnya probabilitas beban itu dilampaui dalam kurun waktu tertentu, oleh faktor daktilitas struktur gedung  $\mu$  yang mengalaminya dan oleh faktor kuat lebih beban dan bahan  $f_l$  yang terkandung di dalam struktur gedung tersebut.
- E<sub>s</sub>** Modulus elastisitas baja (= 200 GPa)

- f** Faktor kuat lebih total yang terkandung di dalam struktur gedung secara keseluruhan, rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan beban gempa nominal.
- f<sub>1</sub>** Faktor kuat lebih beban dan bahan yang terkandung di dalam suatu struktur gedung akibat selalu adanya pembebanan dan dimensi penampang serta kekuatan bahan terpasang yang berlebihan dan nilainya ditetapkan sebesar 1,6.
- f<sub>2</sub>** Faktor kuat lebih struktur akibat kehiperstatikan struktur gedung yang menyebabkan terjadinya redistribusi gaya-gaya oleh proses pembentukan sendi plastis yang tidak serempak bersamaan; rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan beban gempa pada saat terjadinya pelelehan pertama.
- F<sub>b</sub>** Beban gempa horisontal nominal statik ekuivalen akibat gaya inersia sendiri yang menangkap pada pusat massa pada taraf masing-masing lantai besmen struktur bawah gedung.
- F<sub>i</sub>** Beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada pusat massa pada taraf lantai tingkat ke-i struktur atas gedung.

- F<sub>p</sub>** Beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada titik berat massa unsur sekunder, unsur arsitektur dan instalasi mesin dan listrik dalam arah gempa yang paling berbahaya.
- g** Percepatan gravitasi; dalam subskrip menunjukkan momen yang bersifat momen guling.
- i** Dalam subskrip menunjukkan nomor lantai tingkat atau nomor lapisan tanah.
- I** Faktor Keutamaan gedung, faktor pengali dari pengaruh Gempa Rencana pada berbagai kategori gedung, untuk menyesuaikan perioda ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian probabilitas dilampauinya pengaruh tersebut selama umur gedung itu dan penyesuaian umur gedung itu.
- I<sub>1</sub>** Faktor Keutamaan gedung untuk menyesuaikan perioda ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung.
- I<sub>2</sub>** Faktor Keutamaan gedung untuk menyesuaikan perioda ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian umur gedung.
- k** Dalam subskrip menunjukkan kolom struktur gedung.
- K<sub>p</sub>** Nilai koefisien pembesaran respons unsur sekunder, unsur arsitektur atau instalasi mesin dan listrik, bergantung pada ketinggian tempat kedudukannya terhadap taraf penjepitan lateral.

- $L_n$  Beban hidup nominal yang dapat dianggap sama dengan beban hidup rencana yang ditetapkan dalam standar-standar pembebanan struktur gedung.
- $m$  Jumlah lapisan tanah yang ada di atas batuan dasar.
- $M$  Momen lentur secara umum.
- $M_{gm}$  Momen guling maksimum dari struktur atas suatu gedung yang bekerja pada struktur bawah pada taraf penjepitan lateral pada saat struktur atas berada dalam kondisi di ambang keruntuhan akibat dikerahkannya faktor kuat lebih total  $f$  yang terkandung di dalam struktur atas, atau akibat pengaruh momen leleh akhir sendi-sendi plastis pada kaki semua kolom dan semua dinding geser.
- $M_n$  Momen nominal suatu penampang unsur struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal, atau akibat pengaruh momen leleh sendi plastis yang sudah direduksi dengan faktor kuat lebih beban dan bahan  $f_1$ .
- $M_y$  Momen leleh awal sendi plastis yang terjadi pada ujung-ujung unsur struktur gedung, kaki kolom dan kaki dinding geser pada saat di dalam struktur tersebut akibat pengaruh Gempa Rencana terjadi pelelehan pertama.
- $M_{y,d}$  Momen leleh awal sendi plastis yang terjadi pada kaki dinding geser.
- $M_{y,k}$  Momen leleh awal sendi plastis yang terjadi pada kaki kolom.

- n** Nomor lantai tingkat paling atas (lantai puncak); jumlah lantai tingkat struktur gedung; dalam subskrip menunjukkan besaran nominal.
- N** Nilai hasil Test Penetrasi Standar pada suatu lapisan tanah; gaya normal secara umum.
- N<sub>i</sub>** Nilai hasil Test Penetrasi Standar pada lapisan tanah ke-i.
- $\bar{N}$**  Nilai rata-rata berbobot hasil Test Penetrasi Standar lapisan tanah di atas batuan dasar dengan tebal lapisan tanah sebagai besaran pembobotnya.
- p** Dalam subskrip menunjukkan unsur sekunder, unsur arsitektur atau instalasi mesin dan listrik.
- P** Faktor kinerja unsur, mencerminkan tingkat keutamaan unsur sekunder, unsur arsitektur atau instalasi mesin dan listrik dalam kinerjanya selama maupun setelah gempa berlangsung.
- PI** Indeks Plastisitas tanah lempung.
- Q<sub>n</sub>** Pembebanan nominal pada suatu struktur gedung, yaitu kombinasi beban-beban nominal, masing-masing tanpa dikalikan dengan faktor beban.
- Q<sub>u</sub>** Pembebanan ultimit pada suatu struktur gedung, yaitu kombinasi beban-beban ultimit, dihasilkan oleh kombinasi beban-beban nominal, masing-masing dikalikan dengan faktor beban.
- R** Faktor reduksi gempa, rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana pada struktur gedung elastik penuh dan

beban gempa nominal akibat pengaruh Gempa Rencana pada struktur gedung daktail, bergantung pada faktor daktilitas struktur gedung tersebut; faktor reduksi gempa representatif struktur gedung tidak beraturan.

$R_m$  Faktor reduksi gempa maksimum yang dapat dikerahkan oleh suatu jenis sistem atau subsistem struktur gedung.

$R_n$  Kekuatan nominal suatu struktur gedung, dihasilkan oleh kekuatan nominal unsur-unsurnya, masing-masing tanpa dikalikan dengan faktor reduksi.

$R_u$  Kekuatan ultimit suatu struktur gedung, dihasilkan oleh kekuatan ultimit unsur-unsurnya, yaitu kekuatan nominal yang masing-masing dikalikan dengan faktor reduksi.

$R_x$  Faktor reduksi gempa untuk pembebanan gempa dalam arah sumbu-x pada struktur gedung tidak beraturan.

$R_y$  Faktor reduksi gempa untuk pembebanan gempa dalam arah sumbu-y pada struktur gedung tidak beraturan.

$s$  Dalam subskrip menunjukkan besaran subsistem, struktur atau baja.

$S_u$  Kuat geser niralir lapisan tanah.

$S_{ui}$  Kuat geser niralir lapisan tanah ke-i.

$\bar{S}_u$  Kuat geser niralir rata-rata berbobot dengan tebal lapisan tanah sebagai besaran pembobotnya.

$t_i$  Tebal lapisan tanah ke-i.

- T** Waktu getar alami struktur gedung dinyatakan dalam detik yang menentukan besarnya Faktor Respons Gempa struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam Spektrum Respons Gempa Rencana.
- T<sub>1</sub>** Waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan maupun tidak beraturan dinyatakan dalam detik.
- T<sub>c</sub>** Waktu getar alami sudut, yaitu waktu getar alami pada titik perubahan diagram C dari garis datar menjadi kurva hiperbola pada Spektrum Respons Gempa Rencana.
- u** Dalam subskrip menunjukkan besaran ultimit.
- v<sub>s</sub>** Kecepatan rambat gelombang geser.
- $\bar{v}_s$**  Kecepatan rambat rata-rata berbobot gelombang geser dengan tebal lapisan tanah sebagai besaran pembobotnya.
- v<sub>si</sub>** Kecepatan rambat gelombang geser di lapisan tanah ke-i.
- V** Beban (gaya) geser dasar nominal statik ekuivalen akibat pengaruh Gempa Rencana yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung beraturan dengan tingkat daktilitas umum, dihitung berdasarkan waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan tersebut.
- V<sub>e</sub>** Pembebanan gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung elastik penuh dalam kondisi di ambang keruntuhan.
- V<sub>m</sub>** Pembebanan gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung dalam kondisi di ambang



keruntuhan dengan pengerahan faktor kuat lebih total  $f$  yang terkandung di dalam struktur gedung.

- $V_n$  Pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal untuk struktur gedung dengan tingkat daktilitas umum; pengaruh Gempa Rencana pada saat di dalam struktur terjadi pelelehan pertama yang sudah direduksi dengan faktor kuat lebih beban dan bahan  $f_l$ .
- $V_s$  Gaya geser dasar nominal akibat beban gempa yang dipikul oleh suatu jenis subsistem struktur gedung tertentu di tingkat dasar.
- $V_t$  Gaya geser dasar nominal akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung dan yang didapat dari hasil analisis ragam spektrum respons atau dari hasil analisis respons dinamik riwayat waktu.
- $V_x^o$  Gaya geser dasar nominal akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal yang bekerja dalam arah sumbu-x di tingkat dasar struktur gedung tidak beraturan.
- $V_y^o$  Gaya geser dasar nominal akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal yang bekerja dalam arah sumbu-y di tingkat dasar struktur gedung tidak beraturan.
- $V_1$  Gaya geser dasar nominal yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung tidak beraturan dengan tingkat daktilitas umum, dihitung berdasarkan waktu getar alami fundamental struktur gedung.
- $w_n$  Kadar air alami tanah.

- $W_b$  Berat lantai besmen struktur bawah suatu gedung, termasuk beban hidup yang sesuai.
- $W_i$  Berat lantai tingkat ke- $i$  struktur atas suatu gedung, termasuk beban hidup yang sesuai.
- $W_p$  Berat unsur sekunder, unsur arsitektur atau instalasi mesin dan listrik.
- $W_t$  Berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai.
- $x$  Penunjuk arah sumbu koordinat (juga dalam subskrip).
- $y$  Penunjuk arah sumbu koordinat (juga dalam subskrip); dalam subskrip menunjukkan pembebanan pada saat terjadinya pelelehan pertama di dalam struktur gedung atau momen yang bersifat momen leleh.
- $z_i$  Ketinggian lantai tingkat ke- $i$  suatu struktur gedung terhadap taraf penjepitan lateral.
- $z_n$  Ketinggian lantai tingkat puncak  $n$  suatu struktur gedung terhadap taraf penjepitan lateral.
- $z_p$  Ketinggian tempat kedudukan unsur sekunder, unsur arsitektur atau instalasi mesin dan listrik terhadap taraf penjepitan lateral.
- $\beta$  (beta) Indeks kepercayaan (*reliability index*), suatu bilangan yang bila dikalikan dengan deviasi standar distribusi besaran  $\ln (R_u/Q_u)$ , kemudian dikurangkan dari nilai rata-rata besaran tersebut, menghasilkan suatu nilai besaran itu yang probabilitas untuk dilampauinya terbatas pada suatu persentase tertentu, di mana  $R_u$

adalah kekuatan ultimit struktur gedung yang ditinjau dan  $Q_u$  adalah pembebanan ultimit pada struktur gedung itu.

$\gamma$  (gamma) Faktor beban secara umum.

$\gamma_D$  (gamma-D) Faktor beban untuk beban mati nominal.

$\gamma_E$  (gamma-E) Faktor beban untuk beban gempa nominal.

$\gamma_L$  (gamma-L) Faktor beban untuk beban hidup nominal.

$\delta_m$  (delta-m) : Simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan.

$\delta_y$  (delta-y):Simpangan struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat terjadinya pelelehan pertama.

$\zeta$  (zeta) : Koefisien pengali dari jumlah tingkat struktur gedung yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung, bergantung pada Wilayah Gempa.

$\eta$  (eta) : Faktor pengali dari simpangan struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal untuk mendapatkan simpangan struktur gedung pada saat terjadinya pelelehan pertama.

$\mu$  (mu) : Faktor daktilitas struktur gedung, rasio antara simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan simpangan struktur gedung pada saat terjadinya pelelehan pertama.

$\mu_m$  (mu-m) Nilai faktor daktilitas maksimum yang dapat dikerahkan oleh suatu sistem atau subsistem struktur gedung.

$\xi$  (ksi) Faktor pengali dari simpangan struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal untuk mendapatkan simpangan maksimum struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan.

$\sigma$  (sigma) Deviasi standar distribusi besaran  $\ln(R_u/Q_u)$ , di mana  $R_u$  adalah kekuatan ultimit struktur gedung yang ditinjau dan  $Q_u$  adalah pembebanan ultimit pada struktur gedung itu.

$\Sigma$  (sigma) Tanda penjumlahan.

$\phi$  (phi) Faktor reduksi kekuatan secara umum.

$\psi$  (psi) Koefisien pengali dari percepatan puncak muka tanah (termasuk faktor keutamaannya) untuk mendapatkan faktor respons gempa vertikal, bergantung pada Wilayah Gempa.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Kota Malang merupakan salah satu kota di Indonesia yang saat ini mengalami perkembangan cukup pesat, baik dalam kehidupan sosial maupun kehidupan ekonominya. Semakin pesat perkembangan kota, maka akan semakin tinggi pula tuntutan sarana dan prasarana yang tersedia. Salah satu sarana yang dibutuhkan oleh suatu kota yang sedang berkembang adalah tingkat hunian yang memadai, diantaranya perhotelan. Malang adalah salah satu tempat strategi bagi para wisatawan karena kota Malang termasuk sebagai kota wisata oleh karena itu pembangunan gedung Ijen Pedjadjaran Suites Hotel merupakan tempat penginapan bagi para wisatawan luar negeri maupun dalam negeri.

Perguruan Tinggi sebagai tempat menciptakan para sarjana – sarjana. Ketekniksipilan memerlukan sarana dan prasarana pendidikan yang memadai sehingga prosesnya dapat berjalan lancar sesuai yang diharapkan. Salah satunya adalah proyek pemerintah maupun swasta yang tak henti dalam pembangunan dan pembaharuan gedung – gedung. Gedung Ijen Pedjadjaran Suites Hotel Malang adalah salah satu proyek swasta dan gedung ini berlokasi di Ijen Nirwana Residence, Malang – Jawa Timur.

Dalam perencanaan bangunan tahan gempa masalah yang timbul adalah kemampuan struktur menahan beban lateral, beban mati dan beban hidup yang bekerja pada bangunan tersebut. Untuk menahan beban lateral (gempa) tersebut

pada skripsi ini di gunakan struktur dinding geser kantilever. Struktur bangunan ini menggunakan struktur beton bertulang yang terdiri dari 15 lantai.

Dalam Tugas Skripsi ini akan di rencanakan struktur dengan dinding geser kantilever yang dapat menyumbangkan kekakuan struktur, menahan gaya – gaya lateral (gempa). Beranjak dari beberapa hal diatas, maka dalam Skripsi ini saya memilih judul :

**“ Studi Perencanaan Struktur Dinding Geser (Shear Wall) Dengan Beban Gempa Dinamik Pada Gedung Ijen Pedjadjaran Suites Hotel Malang”**

Oleh karena, dinding geser sebagai dinding struktural sangat efektif dalam memikul gaya lateral dan membatasi defleksi lateral, karena kekakuan dinding geser lebih besar dari pada kekakuan portal rangka sehingga dinding geser dapat mengontrol simpangan horizontal yang terjadi serta dapat mengontrol stabilitas struktur secara keseluruhan. Disamping itu, dinding geser dapat mereduksi jumlah dan jarak penulangan pada balok dan kolom.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Permasalahan yang terdapat pada perencanaan Struktur Tahan Gempa menggunakan dinding geser Kantiliver (Shear Wall) Sesuai dengan SNI 03 – 1726 – 2002 dan SNI 03 – 2847 – 2002 pada Gedung Ijen Pedjadjaran Suites Hotel Malang ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa besar gaya lateral akibat penambahan Dinding Geser Kantilever (Shear Wall) pengaruh Beban Gempa sesuai SNI 03-1726-2002 ?
2. Berapa jumlah tulangan yang digunakan pada dinding geser kantiliver ?

### **1.3. Maksud dan Tujuan**

Maksud dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui dan memahami gaya – gaya yang terjadi akibat titik pusat massa (center of mass) dan titik pusat kekakuan ( center of rigidity / shear center) yang mempunyai jarak (exentrisitas) atau tidak = 0
2. Untuk mempelajari dan memahami lebih jauh mengenai cara merencanakan struktur tahan gempa dengan menggunakan Dinding Geser kantiliver beton bertulang pada Gedung Ijen Pedjadjaran suites Hotel Malang, sehingga dihasilkan struktur gedung yang tegar, kuat, aman serta memberikan kenyamanan.

Adapun tujuannya adalah untuk mengetahui perilaku dan pendetailan tulangan agar menghasilkan struktur yang dapat bertahan tanpa mengalami keruntuhan pada gempa sedang atau menengah (Letak proyek ini di kota Malang Termasuk Zona 4).

### **1.4. Batasan Masalah**

Untuk mempersempit ruang lingkup pembahasan, maka penyusun menetapkan batasan masalah sebagai berikut :

1. Perhitungan dimensi kolom, balok dan pelat sesuai dengan gambar existing (data primer)
2. Perhitungan pembebanan
3. Pelat direncanakan dengan meshing dimana pelat berfungsi sebagai pengaku atau rigid diafragma.
4. Penulangan yang dihitung dikhususkan pada dinding geser kantiliver.

5. **Beban gempa rencana analisis 3D dengan analisis dinamik, lokasi bangunan di Malang wilayah gempa 4 dan berada diatas tanah sedang.**
6. **Analisis struktur portal gedung ini menggunakan program bantu komputer yaitu “STAAD PRO 2004”**

**Sebagai pedoman dalam perencanaan , digunakan peraturan – peraturan yang berlaku di Indonesia, yaitu :**

- **Tata cara perhitungan struktur beton pengaruh Beban Gempa (SNI 03 - 1726 – 2002)**
- **Tata cara perhitungan struktur beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03 - 2847 – 2002)**



## **BAB II**

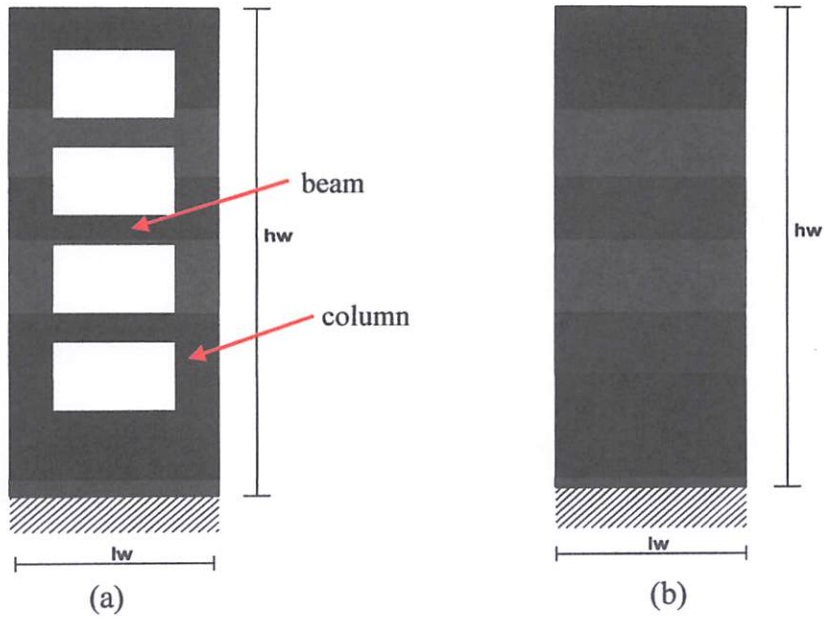
### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1. Dinding Geser / Shear Wall**

Gaya Horisontal yang bekerja pada konstruksi gedung seperti gaya-gaya yang disebabkan oleh beban angin ataupun beban gempa, dapat diatasi dengan berbagai cara. Dalam berbagai cara, daya pikul rangka kaku dari struktur ditambah dengan kekuatan yang diberikan oleh dinding pasangan bata serta partisi-partisi yang biasa dapat memikul beban angin. Namun demikian apabila gaya horisontal pada tiap elemen struktur gedung bertingkat yang bekerja karena suatu lubang atau lorong vertikal yang menerus yang berfungsi sebagai jalur lift dibutuhkan suatu perencanaan struktur yang khusus untuk menahan beban lateral tersebut, selanjutnya dinding geser berfungsi sebagai gelagar-gelagar kantilever yang terjepit didasarnya untuk menyalurkan beban-beban kebawah hingga pondasi.

Dinding Geser adalah unsur pengaku vertikal yang dirancang untuk menahan gaya lateral atau gempa yang bekerja pada bangunan. Dinding geser dapat sebagai dinding luar, dalam ataupun inti yang memuat ruang lift atau tangga. Penempatannya yang tepat pada gedung bertingkat akan memberikan suatu sistim penahan gaya lateral yang efisien. Pada gedung bertingkat tahan gempa yang kurang dari 20 lantai penerapan struktur ini merupakan suatu alternatif sedang untuk gedung yang terdiri dari 20 lantai dan selebihnya struktur dinding geser sudah menjadi kewajiban dilihat dari segi ekonomis dan efektif dari segi pengendali defleksi. Pada prakteknya terdapat 2 jenis dinding geser yang banyak digunakan :

- a. Dinding geser yang dihubungkan dengan portal atau dinding geser yang berangkai (coupled shear wall). Dinding geser berangkai terdiri dari dua atau lebih dinding kantilever yang mempunyai kemampuan untuk membentuk suatu mekanisme pelelehan lentur pada alasnya. Antara dinding geser-dinding geser kantilever tersebut saling dirangkaikan oleh balok-balok perangkai yang mempunyai kekuatan cukup sehingga mampu memindahkan gaya dari satu dinding ke dinding yang lain.
- b. Dinding geser kantilever (free standing shear wall). Adalah suatu dinding geser tanpa lubang-lubang yang membawa pengaruh penting terhadap perilaku dari struktur gedung yang bersangkutan. Dinding geser kantilever ada dua macam, yaitu dinding geser kantilever daktail dan dinding geser kantilever dengan daktilitas terbatas.



*Dinding Geser Berangkai*

*Dinding Geser Kantilever*

*Sumber : Seismic Design of Reinforced concrete & Masonry Bulidings, T Paulay and M.J.N Priestley halaman 373.*

Gambar 2.1. Jenis Dinding Geser

Dimana :

lw : Lebar dinding geser

hw : Tinggi dinding geser

Studi kasus untuk tugas akhir pada Proyek Pembangunan Gedung Ijen Padjadjaran Suites Hotel Malang ini menggunakan jenis dinding geser kantilever menerus yang berdiri sendiri (*free standing shear wall*). Menurut Kiyoshi Muto "*Analisis Perancangan Gedung Tahan Gempa*" 1963 : 27 yaitu :

Karakteristik daya tahan dinding untuk tujuan perancangan adalah :

- Dinding geser sebaiknya menerus ke atas
- Untuk memperoleh dinding geser yang kuat, balok keliling dan balok pondasi sebaiknya diperkuat.

- Bila dinding atas dan bawah tidak menerus (berseling) gaya gempa yang ditahan oleh dinding harus disalurkan melalui lantai.

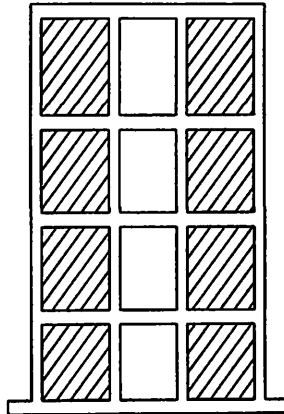
Kerangka gabungan dinding geser dengan portal beraneka ragam dan masalahnya sangatlah rumit. Beberapa kasus yang harus diperhatikan adalah karakteristik tegangan, deformasi, dan metode analisa perhitungan praktis untuk setiap kasus tersebut. Ketiga kasus tersebut adalah :

a) Dinding geser kopel (coupled shear wall)

Adalah dua dinding geser yang dihubungkan oleh balok yang pendek (balok koridor) dan merupakan struktur penahan gempa yang efektif dengan ketegaran yang besar. Bila dinding seperti ini dibebani gaya lateral, lendutan yang timbul pada setiap dinding bias diuraikan atas bagian-bagian yang sama seperti pada dinding geser yang berdiri sendiri :

- Deformasi geser,  $\delta_S$
- Deformasi lentur,  $\delta_B$
- Deformasi akibat rotasi pondasi,  $\delta_R$

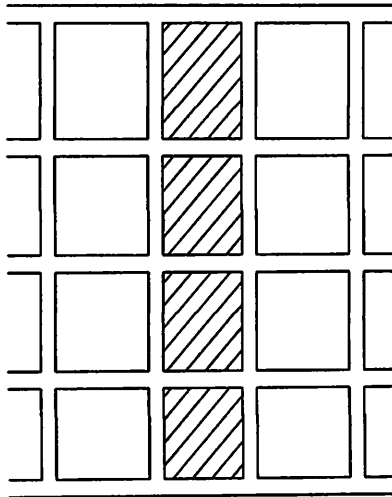
Dalam hal ini, deformasi akibat lentur dan rotasi pondasi akan dibatasi oleh balok penghubung dinding-dinding geser, yang jauh berbeda dengan kasus dinding geser yang berdiri sendiri. Untuk menganalisanya, dinding dianggap sebagai batang yang bisa dinyatakan oleh garis pusat dinding dan keseluruhan sistem diperlakukan sebagai portal satu bentang; kemudian metode analisa portal diterapkan dengan menyertakan deformasi geser dan lentur pada dinding dan balok yang dimiliki daerah tegar (rigid zone) dikedua ujungnya.



Gambar 2.2. Dinding Geser Kopel

b) Dinding geser yang dihubungkan dengan portal

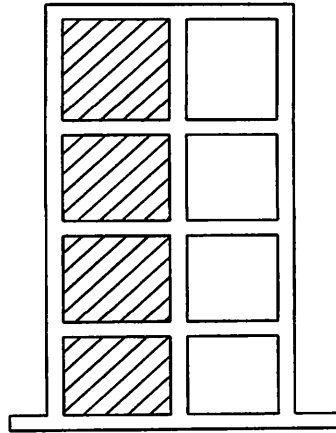
Bagian ini akan menjabarkan kasus portal yang dihubungkan pada semua tepi dinding geser. Sama halnya seperti dinding geser kopel, karakteristik lendutan pada kasus ini dapat dianggap analog seperti deformasi akibat lentur dan rotasi pada dinding geser independen yang dikekang oleh balok yang dihubungkan ke dinding tersebut. Namun pengekangan dalam kasus ini tidak seperti pada dinding geser kopel. Sama seperti pada dinding geser kopel, balok yang berhubungan dengan dinding geser geser akan mengalami tegangan yang besar; selain itu, kolom-kolom yang berdekatan mengalami pemusatan tegangan akibat deformasi yang diinduksi oleh dinding sehingga perhitungan yang khusus diperlukan pada bagian ini.



Gambar 2.3. Dinding geser yang dihubungkan dengan portal

c) Dinding geser yang dihubungkan dengan portal satu bentang.

Dinding geser dengan koridor disalah satu sisinya merupakan contoh dinding dan kolom yang dihubungkan oleh balok berbentang pendek (balok penghubung). Kasus ini termasuk kasus khusus dari dinding geser yang dihubungkan dengan portal dalam bagian sebelumnya. Ditinjau dari sudut perancangan karena bentang balok penghubung biasanya pendek, deformasi yang ditimbulkan oleh dinding akan mengakibatkan pemusatan tegangan pada balok dan kolom sehingga perencanaan elastic sangat sulit dilakukan. Oleh karena itu, dicoba untuk mengembangkan metode penentuan tegangan dan koefisien distribusi gaya geser dengan memakai contoh yang sesungguhnya, yang mana adalah dengan perancangan inelastis.



Gambar 2.4. Dinding geser yang dihubungkan dengan portal satu bentang

Tegangan geser sesuai SNI03-2847-2002, Pasal 13.10.3) : meskipun rasio lebar terhadap ketinggian dinding geser lebih kecil dari yang ada dibalok biasa, banyak percobaan pada dinding geser dengan ketebalan sama besar  $1/25 lw$  telah menunjukkan bahwa tegangan geser ultimate lebih dari  $(5/6)\sqrt{f'_c}$  bisa saja diperoleh.

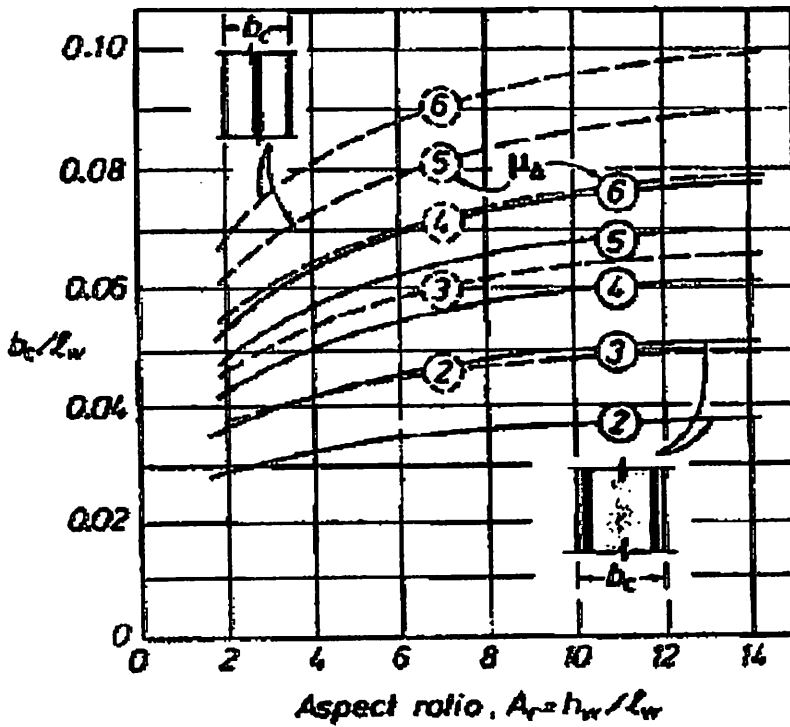
Dinding harus direncanakan terhadap beban eksentris dan setiap beban lateral atau beban lain yang bekerja padanya ; SNI03-2847-2002, Pasal 16.2.1) dan menurut Pasal 16.5.1) : dinding dengan penampang persegi empat yang masif boleh direncanakan berdasarkan ketentuan metode perencanaan empiris bila resultan seluruh beban terfaktor terletak didalam daerah sepertiga tengah ketebalan dinding total dan semua batasan yang tercantum dipenuhi.

Dengan ketebalan minimum dinding yang direncanakan ; SNI 03-2847-2002, pasal 16.5.3).(1) : ketebalan dinding pendukung tidak boleh kurang daripada  $1/25$  tinggi atau panjang bagian dinding yang ditopang secara lateral, diambil yang terkecil, dan tidak pula kurang dari pada 100 mm.

Syarat-syarat Pendimensionan dinding dinding geser :

Dengan menggunakan grafik (hal. 403) hubungan ketebalan kritis dengan

daktilitas simpangan, didapat :  $\frac{bc}{lw}$



Sumber : Seismic Desain of Reinforced concrete & Masonry Bulidings, T Paulay and M.J.N

Priestley halaman 403

• Tebal Sayap Dinding Geser

○  $b \geq b_w$   $b_1 \geq \frac{b_c l_w}{10b}$

○  $b \geq b_c$   $b_1 \geq \frac{b_c^2}{b}$

○  $b \geq \frac{h_i}{16}$ ,  $h_i$  adalah tinggi lantai pertama  $b_1 \geq \frac{h_i}{16}$



Untuk mewujudkan prinsip disain kapasitas yang fundamental ini disain Dinding Struktural dapat dilakukan dengan 4 prosedur berikut ini :

1. Dengan beban lentur + aksial terfaktor, anggap potongan dasar dinding Struktural sebagai kolom dengan syarat penulangan longitudinal diujung dan badan Dinding Struktural sesuai dengan SNI 03-2847-2002 Pasal 23.6.(2) pada halaman 218 yang menyatakan bahwa :

“Paling sedikit dua lapis tulangan harus dipasang pada dinding apabila gaya geser bidang terfaktor yang dibebankan ke dinding melebihi  $\frac{1}{6} \cdot A_{cv} \sqrt{f'_c}$  ;

Dimana :

- $A_{cv}$  adalah luas bruto penampang beton yang dibatasi oleh tebal badan panjang penampang dalam arah gaya geser yang ditinjau ( $\text{mm}^2$ )
- $f'_c$  adalah kuat tekan beton yang disyaratkan (MPa).

Selanjutnya untuk SNI 03-2847-2002 pasal 12.3(5) butir 1 halaman 71 memberikan batasan maksimum terhadap kuat tekan rencana ( $\phi P_n$ ), yaitu :

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

Dimana :

- $\phi$  adalah faktor reduksi kekuatan
- $P_n$  adalah kuat beban aksial nominal pada eksentrisitas (N)
- $f'_c$  adalah kuat tekan beton yang disyaratkan (Mpa)
- $f_y$  adalah kuat leleh yang disyaratkan untuk tulangan, (MPa)
- $A_g$  adalah luas bruto penampang ( $\text{mm}^2$ )

- Ast adalah luas total tulangan longitudinal (batang tulangan atau baja profil) ( $\text{mm}^2$ ) ( $A_{st} = \rho_v \cdot b \cdot d$ ),

dimana  $\rho_v$  = rasio penulangan,  $b$  = lebar (mm) dan  $d$  = tinggi efektif (mm).

Secara umum, rasio penulangan  $\rho_v$  untuk dinding struktural tidak boleh kurang dari yang disyaratkan dalam SNI 03-2847-2002 pasal 16.3.(2) dan 16.3.(3) (halaman 155), dimana  $\rho_v \geq 0,0025$  sepanjang sumbu longitudinal dan transversal. Demikian pula halnya jarak spasi tulangan untuk masing-masing arah dan tidak boleh lebih dari 450 mm. Tulangan dipasang untuk menahan geser dan mencapai kuat geser tertentu harus di pasang menerus dan didistribusikan merata di seluruh bidang geser.

1. Pastikan tidak terjadi kegagalan oleh tegangan tarik dan tekan diagonal oleh beban geser dengan pengamanan berturut-turut sesuai :

“Pasal 23.6.(4(1)) yang sesuai dengan SNI 03-2847-2002 halaman 219 yang menyatakan bahwa : Kuat geser nominal,  $V_n$  dinding struktural tidak diperkenankan lebih daripada  $V_n = A_{cv} [\alpha_c \sqrt{f'_c} + \rho_n \cdot f_y]$ “

Dimana :

Koefisien  $\alpha_c = \frac{1}{4}$  untuk  $\left(\frac{h_w}{\lambda_w}\right) \leq 1,5$  ,  $\alpha_c = \frac{1}{6}$  untuk  $\left(\frac{h_w}{\lambda_w}\right) \leq 2,0$  dan dapat

digunakan interpolasi linier untuk nilai-nilai di antaranya.

Dimana :

$h_w$  adalah tinggi dinding keseluruhan atau segmen dinding yang ditinjau dan

$\lambda_w$  adalah panjang keseluruhan dinding atau segmen dinding yang ditinjau dalam arah gaya geser (mm).

➤ Pasal 23.6.(4(4)) yang sesuai dengan SNI 03-2847-2002 halaman 219 yang menyatakan bahwa : Kuat geser nominal sistem dinding struktural yang secara bersama-sama memikul beban lateral tidak boleh diambil melebihi  $\frac{2}{3} \cdot A_{cv} \sqrt{f'_c}$ , dengan  $A_{cv}$  adalah luas penampang total sistem dinding struktural, dan kuat geser nominal tiap dinding individual tidak boleh diambil melebihi  $\frac{5}{6} \cdot A_{cp} \sqrt{f'_c}$ , dimana  $A_{cp}$  adalah luas penampang dinding yang ditinjau.

2. Hindarkan instabilitas oleh regangan beton  $> 0,003$  dengan pengadaan komponen batas sesuai Pasal 23.6.(6(2)) yang sesuai dengan SNI 03-2847-2002 pada halaman 220 yang menyatakan bahwa : Untuk dinding-dinding atau sistem dinding yang menerus secara efektif dari dasar hingga puncak bangunan dan direncanakan memiliki satu penampang kritis untuk lentur dan gaya axial.

Deformasi pada dinding geser kantilever menyerupai deformasi kolom kantilever yang tegak lurus tanah dan selain deformasi lentur, dinding geser mengalami deformasi geser dan rotasi secara keseluruhan akibat gaya lateral. Deformasi total dihitung dengan menjumlahkan perpindahan  $\delta_R$  akibat rotasi pondasi dan perpindahan  $\delta_B$  dan  $\delta_S$  akibat lentur dan gaya geser.

$$\delta = \delta_S + \delta_B + \delta_R$$

Dimana :

$\delta$  : Perpindahan relatif

$\delta_S$  : Deformasi geser

$\delta_B$  : Deformasi lentur

$\delta_R$  : Deformasi akibat rotasi pondasi

Gedung yang sesungguhnya tidak memiliki dinding geser yang berdiri sendiri karena dinding berhubungan dalam segala arah dengan balok atau batang lain ke kolom-kolom disekitarnya sehingga deformasi dinding akan dibatasi disebut sebagai pengaruh perbatasan (boundary effect) maka harus disertakan dalam perhitungan.

Untuk dinding geser berlubang, perpindahan relatif ( $\delta$ ) diakibatkan oleh deformasi lentur, deformasi geser, dan deformasi akibat rotasi pondasi seperti pada yang telah disebutkan diatas, pada kasus ini deformasi geser ( $\delta_S$ ) dinyatakan sebagai ( $\delta_F$ ), yakni deformasi geser yang timbul akibat adanya lubang.

$$\delta = \delta_F + \delta_B + \delta_R$$

Dimana :

$\delta$  : perpindahan relatif

$\delta_F$  : Deformasi geser

$\delta_B$  : Deformasi lentur

$\delta_R$  : Deformasi akibat rotasi pondasi

Klasifikasi dinding geser berdasarkan perbandingan tinggi dinding dan lebar dinding di bagi menjadi 2 jenis, yaitu :

1. Dinding geser langsing (*Slender Shear Wall*)

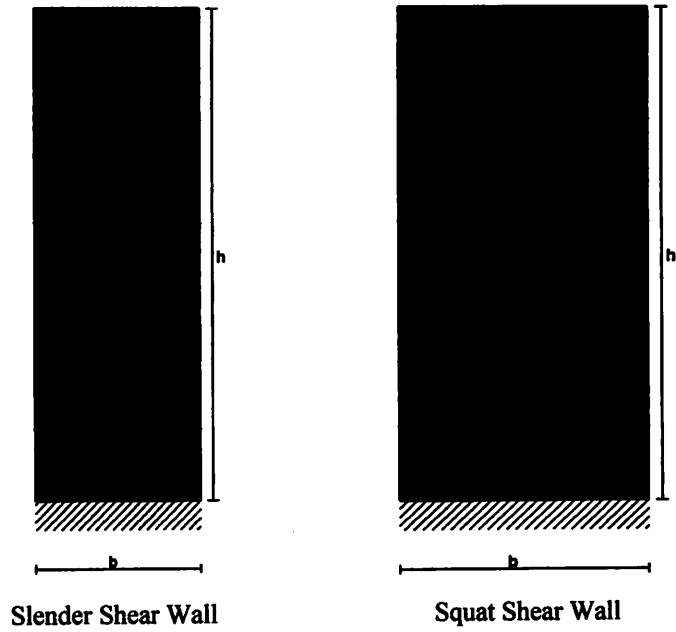
$$\text{Jika } \frac{(h)}{(b)} > 2$$

- 2.. Dinding geser gemuk (*Squat Shear Wall*)

$$\text{Jika } \frac{(h)}{(b)} \leq 2$$

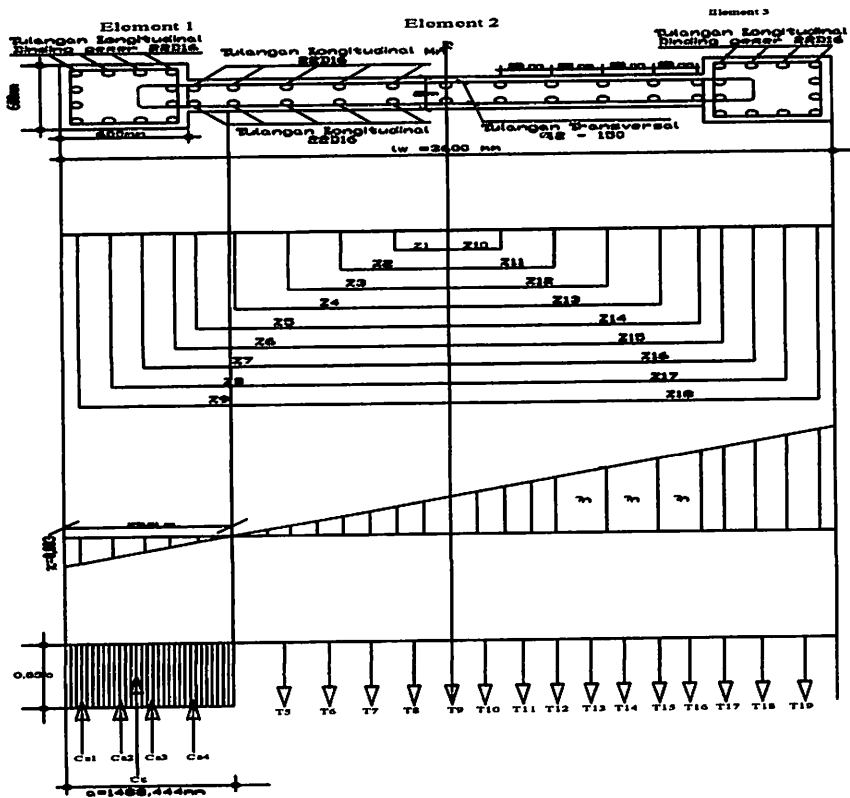
dimana :  $h$  adalah tinggi bruto dinding geser

$b$  adalah lebar bruto dinding geser



Gambar 2.5. Klasifikasi Dinding Geser

Dalam mendesain kekakuan lentur untuk penulangan lentur vertikal dinding geser menurut *T. Paulay* dan *M. Priestley* halaman 392-393, yaitu :



Gambar 2.6 Potongan penampang dan diagram

Dimana :  $l_w$  adalah lebar dinding geser.

Untuk keperluan penyambungan tulangan dari tingkat sebelumnya harus diteruskan agar menjamin perilaku serta kekuatan dari struktur. Panjang tulangan yang diteruskan tersebut panjangnya tidak kurang dari panjang penyaluran  $l_d$ .

Besarnya  $l_d$  dapat dihitung dengan rumus :  $l_d = m_{db} \cdot l_{db}$  (Seismic Of Reinforced Concrete and Masonry Buildings, T paulay And M.J.N.Priestley hal 149)

dimana :  $l_{db} = \frac{1,38 \cdot A_b \cdot f_y}{c \cdot \sqrt{f'_c}}$ , satuannya MPa. (Seismic Of Reinforced Concrete and

Masonry Buildings, T paulay And M.J.N.Priestley hal 150) dengan :

$A_b$  adalah luas penampang tulangan ( $\text{mm}^2$ )

$c$  adalah 3 x diameter tulangan (mm)

$m_{db}$  adalah faktor modifikasi sebesar 1,3

Diameter tulangan tidak boleh melebihi  $\frac{1}{8}$  dari tebal dinding geser.

Pada waktu berlangsungnya gempa, pada dinding geser akan terjadi gaya geser yang lebih besar dibandingkan perkiraan semula dengan analisa statik. Untuk mendapatkan kapasitas yang ideal pada setiap ketinggian dinding, maka gaya geser rencana harus diperbesar dengan memasukkan faktor  $\phi$  dan faktor pembesaran dinamis ( $\omega$ ).

Untuk tulangan transversal sesuai SNI 03-2847-2002 pasal 23.4(4(1b)) hal 213 :

$$A_{sh} = 0,09 (s h_c f'_c / f_{yh})$$

-  $A_{sh}$  adalah luas penampang total tulangan transversal (termasuk sengkang pengikat) dalam rentang spasi  $s$  dan tegak lurus terhadap dimensi  $h_c$ ,  $\text{mm}^2$ .

-  $h_c$  adalah dimensi penampang inti kolom (dinding struktural) diukur dari sumbu ke sumbu tulangan pengekang, mm.

-  $s$  adalah spasi tulangan transversal diukur sepanjang sumbu longitudinal komponen struktur, mm.

-  $f_{yh}$  adalah kuat leleh tulangan transversal yang disyaratkan, MPa.

Kuat geser yang diizinkan dalam SNI 03-2847-2002 hal 87 adalah

$$\phi \cdot V_n \geq V_u$$

Dengan  $V_n = \frac{V_u}{\phi}$  dan  $V_n = V_c + V_s$ ,  $V_n$  = kuat geser nominal

Asumsi ini dianggap bahwa kekuatan geser diberikan oleh tulangan geser  $V_s$  dan sisanya oleh beton. Kuat geser yang disumbangkan oleh beton harus diambil

$$: V_c = \left( \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \right) \cdot b_w \cdot d \quad (\text{SNI 03-2847-2002 halaman 89})$$

Dimana  $d = 0,8 l_w$  dimana  $l_w$  adalah lebar dinding geser.

Pada daerah sendi plastis, kuat geser hanya disumbangkan oleh tulangan-tulangan geser. Jadi  $V_c = 0$ .

Kuat geser yang disumbangkan diambil :

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot 0,8 l_w}{S} \quad (\text{SNI 03-2847-2002 halaman 94})$$

$$\text{Maka : } V_u \leq \phi \cdot V_n$$

$$V_u \leq \phi \cdot (V_c + V_s)$$

$$V_u \leq \left[ (\phi V_c) + \left( \frac{\phi \cdot A_v \cdot f_y \cdot 0,8 l_w}{S} \right) \right]$$

$$\frac{A_v}{S} \leq \frac{(V_u - V_c \cdot \phi)}{\phi \cdot f_y \cdot 0,8 \cdot l_w}$$

$$A_v \leq \frac{(V_u - V_c \cdot \phi)}{\phi \cdot f_y \cdot 0,8 \cdot l_w} \cdot S$$

Dimana :

$V_n$  = kuat geser nominal

$V_c$  = Gaya geser nominal yang disambungkan oleh beton, (kN)

$V_s$  = gaya geser nominal yang disambungkan oleh sengkang/ begel (kN)

$A_v$  = luas tulangan geser (cm<sup>2</sup>)                       $l_w$  = lebar dinding geser (cm)

$b_w$  = tebal dinding geser (cm)                       $f_y$  = kuat leleh baja (mpa)

$S$  = jarak tulangan geser (cm)

$$\leq 3 \cdot b_w$$

$$\leq 1/5 \cdot b_w$$

$$\leq 50 \text{ cm}$$

### 2.1.1 Dinding Geser Menurut Perencanaan Ketahanan Terhadap Gempa

Suatu subsistem gedung yang fungsi utamanya adalah untuk memikul beban geser akibat pengaruh Gempa Rencana, yang runtuhnya disebabkan oleh momen lentur (bukan oleh gaya geser) dengan terjadinya sendi plastis pada kakinya, dimana nilai momen lelehnya dapat mengalami peningkatan terbatas akibat pengerasan regangan. Rasio antara tinggi dan lebar dinding geser tidak boleh kurang dari 2 dan lebar tersebut tidak boleh kurang dari 1,5 m. (SNI 03-1726-2002 "Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Gedung" Pasal 3.1.4.1)

$$\text{Rasio} = \frac{\text{tinggi dinding geser (h)}}{\text{lebar dinding geser (b)}} \geq 2, \text{ dan } b \geq 1,5 \text{ m.}$$



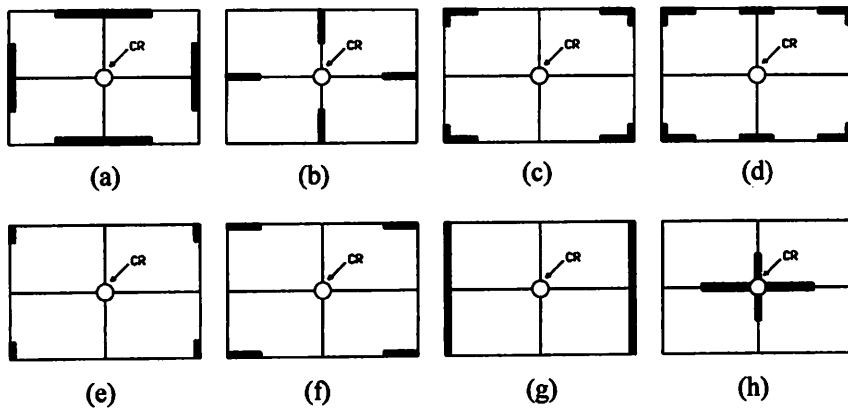
### **2.1.2 Dinding Geser Beton Bertulang Berangkai**

Suatu subsistem gedung yang fungsi utamanya adalah untuk memikul beban geser akibat pengaruh gempa rencana, yang terdiri dari dua buah atau lebih dinding geser yang dirangkaikan oleh balok-balok perangkai dan yang runtuhnya terjadi dengan suatu duktilitas tertentu oleh terjadinya sendi-sendi plastis pada kedua ujung balok-balok perangkai dan kaki semua dinding geser, di mana masing-masing momen lelehnya dapat mengalami peningkatan hampir sepenuhnya akibat pengerasan regangan. Rasio antara bentang dan tinggi balok perangkai tidak boleh lebih dari 4. (SNI 03-1726-2002 "Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Gedung" 3.1.4.2).

### **2.1.3 Bentuk dan Tata Letak Dinding Geser**

Sistem dinding geser dapat dibagi menjadi sistem terbuka dan tertutup. Sistem terbuka terdiri dari unsur linear tunggal atau gabungan unsur yang tidak lengkap, melingkupi ruang asimetris. Contohnya adalah L, X, T, V, Y atau H. Sedangkan sistem tertutup melingkupi ruang geometris, bentuk-bentuk yang sering dijumpai adalah bujursangkar, segitiga, persegi panjang dan bulat. Bentuk dan penempatan dinding geser mempunyai akibat yang besar terhadap perilaku struktural apabila dibeban secara lateral. Dinding geser yang diletakkan asimetris terhadap bentuk bangunan harus memikul torsi selain lentur dan geser langsung.





Gambar 2.9 Tata letak dinding geser

Sumber : *Seismic Desain of Reinforced concrete & Masonry Bulidings, T Paulay and M.J.N Priestley halaman 365 dan 368*

dimana :

- Lingkaran yang terdapat pada tiap denah adalah CR (Centre of Rigidity) atau pusat kekakuan.
- Garis yang tebal menunjukan dinding geser.
- Garis yang tipis menunjukan garis denah gedung

Contoh perhitungan CR atau kekakuan struktur itu sendiri terdiri dari dua yaitu :

- Kekakuan penampang :  $E_{(\text{Modulus Elastisitas})} \times I_{(\text{Inersia})}$
- Kekakuan batang, balok atau kolom :  $\frac{E \times I}{L}$

Dimana ;  $E = 200 \times 10^3 \text{ Mpa}$  (SNI-03-2847-2002 Ps.10.5.2) dan

$$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3$$

#### **2.1.4 Deformasi Dinding Geser**

Deformasi dinding geser menyerupai deformasi balok yang tegak lurus tanah. Deformasi dinding geser bertingkat banyak dapat dibedakan atas :

- Deformasi lentur
- Deformasi geser
- Deformasi akibat rotasi

Diantara ketiga jenis deformasi ini, deformasi akibat lentur dan rotasi pondasi merupakan yang terbesar pada gedung bertingkat banyak. Karakteristik lendutan dinding berbeda jauh dengan karakteristik lendutan portal, dan lendutan dinding terutama dipengaruhi oleh deformasi tipe geser. Perpindahan relatif tingkat-tingkat atas suatu dinding geser jauh lebih besar daripada tingkat bawah, sedang perpindahan relatif tingkat-tingkat atas dan bawah pada portal hampir sama.

*(Sumber : Analisis Perancangan Gedung Tahan Gempa, Kiyoshi Muto halaman 153)*

#### **2.1.4 Deformasi Dinding Geser Bertingkat Banyak yang Berdiri Sendiri**

Seperti telah disebutkan semula bahwa deformasi suatu dinding dibedakan atas deformasi akibat lentur, geser, dan akibat rotasi dan pergerakan tumpuan. Deformasi lentur dan geser merupakan deformasi akibat lendutan elastis pada dinding. Deformasi geser sebanding dengan gaya geser yang dipikul oleh suatu tingkat dan sifat-sifatnya sudah dijabarkan. Perhitungannya juga sederhana karena hanya memperhatikan tingkat yang ditinjau. Sebaliknya, deformasi lentur berkaitan dengan gaya geser yang bekerja pada tingkat yang ditinjau dan momen lentur dari tingkat-tingkat yang lebih atas, serta dipengaruhi juga oleh putaran sudut akibat lendutan pada tingkat-tingkat yang lebih bawah. Oleh karena itu, karakteristik

deformasi lentur lebih rumit. Ringkasnya, deformasi dipengaruhi oleh letak tingkat dan keadaan distribusi gaya luar diatas dan dibawah tingkat yang ditinjau. Pengaruh deformasi lentur sangat besar pada dinding struktur bertingkat banyak dan menyebabkan ketegaran ditingkat-tingkat atas berkurang banyak. (Sumber : Analisis Perancangan Gedung Tahan Gempa, Kiyoshi Muto halaman 156)

### 2.1.5 Deformasi Dinding Geser Berlubang

Dinding dengan lubang untuk jendela dan pintu dapat juga menjadi dinding potongan yang efektif. Untuk memasukkan secara efektif dinding dengan bukaan dalam merancang tahan gempa, perlu meneliti kebiasaannya dari aspek ketegaran dan kekuatan. Dinding berlubang, walaupun sebutannya sederhana, pada dasarnya meliputi banyak sekali bentuk dinding. Lubang pada dinding bisa berupa lubang jendela yang seragam disetiap tingkat dan bentang, lubang jendela dan pintu yang berseling, lubang kecil untuk saluran (*duct*), lubang dengan pola yang tidak beraturan, dan lubang dengan ukuran yang beraneka ragam. Perpindahan relatif ( $\delta_n$ ) diakibatkan oleh deformasi lentur, deformasi geser, dan deformasi akibat rotasi pondasi seperti pada kasus dinding geser yang berdiri sendiri. Pada kasus ini, deformasi geser ( $\delta_{Sn}$ ) dinyatakan sebagai ( $\delta_{Fn}$ ), yakni deformasi geser yang timbul akibat adanya lubang.

$$\delta_n = \delta_{Fn} + \delta_{Bn} + \delta_{Rn}$$

dimana :  $\delta_n$  = perpindahan relatif tingkat n

$\delta_{Fn}$  = deformasi portal akibat gaya geser

$\delta_{Bn}$  = deformasi akibat lentur total

$\delta_{Rn}$  = deformasi akibat rotasi pondasi

Metode perhitungan deformasi lentur  $\delta_{Bn}$  dan deformasi akibat rotasi pondasi  $\delta_{Rn}$  sama seperti pada kasus dinding tanpa lubang. Masalah khusus pada dinding geser berlubang terletak pada deformasi geser yang timbul akibat adanya lubang atau deformasi portal  $\delta_{Fn}$ . Perhitungan  $\delta_{Fn}$  bervariasi sesuai dengan ukuran lubang dan karenanya metode analisa dibedakan atas 2 metode kasus, yaitu :

- Kasus lubang yang kecil.
- Kasus lubang yang besar.

*(Sumber : Analisis Perancangan Gedung Tahan Gempa, Kiyoshi Muto halaman 173-174)*

### **2.1.6 Langkah – langkah Desain Dari Sistim Dinding Geser**

Langkah – langkah mendesain sistim dinding geser adalah :

- Pertimbangan dalam penempatan dinding geser
- Mendesain beban gravitasi berat massa
- Analisis terhadap sistim struktur
- Penentuan desain gaya – gaya yang bekerja
- Desain untuk kekuatan lentur

Dalam desain untuk kekakuan lentur untuk penulangan lentur vertikal dinding geser menurut Paulay dan Priestley halaman 392 – 393, yaitu :

- a) Besar  $\rho_v$  pada seluruh bagian geser tidak boleh kurang dari  $0,7/f_y$  atau  $0,0025$  (Mpa) dan tidak lebih dari  $0,7/f_y$  (Mpa)
- b) Jarak antara tulangan Vertikal tidak boleh lebih dari 200 mm pada daerah lain (yaitu daerah elastis), 450 mm atau tiga kali tebal dinding
- c) Diameter tulangan tidak boleh melebihi  $1/8$  dari tebal dinding geser.

## **2.2. Puntir (*Torsi*)**

### **2.2.1 Pengertian Puntir (*Torsi*)**

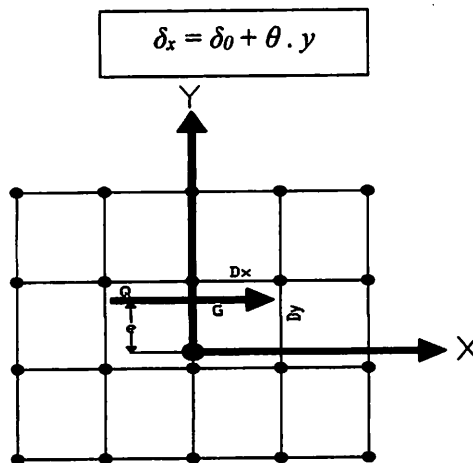
Torsi adalah puntiran dalam banyak hal, sering terjadi gaya yang menyebabkan elemen struktur berotasi terhadap sumbu longitudinalnya. Gaya yang merupakan resultan dari tegangan torsi merupakan kopel yang mengimbangi momen torsi eksternal. (*Sumber : Struktur oleh : Daniel L. Schodek*)

Puntir (*Torsi*) terjadi pada konstruksi beton monolit, terutama apabila beban bekerja pada jarak yang tidak nol dari sumbu memanjang batang struktur. Balok ujung dari panel lantai, balok tepi yang menerima beban dari satu sisi, atap kanopi dari *Halte bus* yang ditumpu oleh sistim balok di atas kolom, balok keliling pada lubang lantai dan juga tangga melingkar, semuanya merupakan contoh elemen struktural yang mengalami momen puntir. Momen puntir itu sering kali menyebabkan tegangan geser yang cukup besar. Sebagai akibatnya dapat terjadi retak-retak yang dapat menjalar sampai melebihi *limit serviceability* yang diijinkan. Pada keadaan nyata balok tepi suatu sistim struktural, besarnya kerusakan akibat torsi biasanya tidak terlalu mengkhawatirkan, ini disebabkan oleh adanya retribusi tegangan di dalam struktural. Hampir semua balok beton yang segi empat yang mengalami torsi mempunyai komponen penampang berupa segiempat seperti penampang bersayap (*berflens*) seperti penampang balok T dan L. Kapasitas beton sederhana dalam menahan torsi apabila dikombinasikan dengan beban lain dapat banyak dalam hal lebih kecil dari pada apabila hanya menahan momen torsi luar rencana yang sama tanpa dikombinasikan dengan gaya lainnya. (*Sumber : Beton Bertulang Dr. Edward G. Nawy, P.E.*). Secara umum, Torsi (puntiran) terjadi akibat

perputaran balok-gelagar atau kolom terhadap sumbunya. Perputaran yang diakibatkan oleh beban-beban yang titik kerjanya tidak terletak pada sumbu simetri vertikal. (Sumber : *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang oleh, Ir. W.C. Vis dan Ir. Gideon H. Kusuma M. Eng.*)

### 2.2.2 Persamaan Teoritis Untuk Puntir (*Torsi*)

Rotasi puntir menimbulkan perpindahan dalam arah  $x$  dan  $y$  pada portal untuk melawan gaya geser. Persamaan ini bisa diperoleh dengan memakai teoritis biasa untuk puntir. Tinjaulah kasus gaya geser,  $Q$  yang bekerja dalam arah  $x$ . jika perpindahan  $\delta_0$ , dalam arah  $Q$  dan rotasi  $\theta$ , terhadap titik pusat ketegaran terjadi, maka disejajarkan  $y$  (dalam arah  $x$  pada portal)



Gambar 2.10 Tata Letak Dinding Geser

### 2.3 Eksentrisitas Pusat Massa Terhadap Pusat Rotasi Lantai Tingkat

Pusat massa lantai tingkat suatu struktur gedung adalah titik tangkap *resultant* beban hidup yang sesuai, yang bekerja pada lantai tingkat itu. Pada perencanaan struktur gedung, pusat massa adalah titik tangkap beban gempa statik ekuivalen atau gaya gempa dinamik.



Pusat rotasi lantai tingkat suatu struktur gedung adalah suatu titik pada lantai tingkat itu yang bila suatu beban horisontal bekerja padanya, lantai tingkat tersebut tidak berotasi, tetapi hanya bertranslasi, sedangkan lantai-lantai tingkat lainnya yang tidak mengalami beban horisontal semuanya berotasi dan bertranslasi.

Antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat ( $e$ ) harus ditinjau suatu eksentrisitas rencana  $e_d$ . Apabila ukuran horisontal terbesar denah struktur gedung pada lantai tingkat itu, diukur tegak lurus pada arah pembebanan gempa, dinyatakan dengan  $b$ , maka eksentrisitas rencana  $e_d$  harus ditentukan sebagai berikut :

- Untuk  $0 < e \leq 0,3 b$  :

$$e_d = 1,5 e + 0,05 b \text{ atau } e_d = e - 0,05 b$$

dan pilih diantara keduanya yang pengaruhnya paling menentukan untuk unsur atau subsistem struktur gedung yang di tinjau :

- Untuk  $e > 0,3 b$

$$e_d = 1,33 e + 0,1 b \text{ atau } e_d = 1,17 e - 0,1 b$$

dipilih diantara keduanya yang pengaruhnya paling menentukan untuk unsur subsistem struktur gedung yang di tinjau.

Dimana :

$e$  = Eksentrisitas teoretis antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat struktur gedung dalam subskrip menunjukkan kondisi elastik penuh.

$e_d$  = Eksentrisitas rencana antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat struktur gedung.

$b$  = ukuran horisontal terbesar denah struktur gedung pada lantai tingkat

Dalam perencanaan struktur gedung terhadap pengaruh Gempa Rencana, eksentrisitas rencana  $e_d$  antar pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat menurut pasal 5.4.3. harus ditinjau baik dalam analisis statik, maupun dalam analisis dinamik 3 dimensi. (sumber : *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung SNI-1726-2002*)

Pada objek proyek ini bentuknya cenderung simetris menyebabkan Pusat Massa (Center of Mass) terhadap Pusat Kekakuan (Center of Rigidity) cenderung kemungkinan berimpit maka, akan tetapi efek eksentrisitas perlu ditinjau untuk mengetahui apakah diperlukan suatu eksentrisitas rencana. Dan perlu dianalisa apakah puntir yang mungkin ditimbulkan oleh efek eksentrisitas rencana tadi berpengaruh terhadap dinding geser.

#### **2.4. Pembebanan Pada Struktur**

Beban-beban yang akan ditanggung oleh suatu struktur atau elemen struktur tidak selalu dapat diramalkan dengan tepat sebelumnya, bahkan apabila beban-beban tersebut telah diketahui dengan baik pada salah satu lokasi sebuah struktur tertentu biasanya distribusi beban dari elemen yang lain pada keseluruhan struktur masih membutuhkan asumsi dan pendekatan. Adapun beberapa jenis beban yang bekerja pada suatu struktur antara lain :

##### **2.4.1 Beban Mati (SNI 03 – 1726 – 2002)**

Beban yang berasal dari berat sendiri semua bagian dari gedung yang bersifat tetap, termasuk dinding dan sekat pemisah, kolom, balok, lantai, atap, mesin dan peralatan yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung.

#### **2.4.2 Beban Hidup (SNI 03 – 1726 – 2002)**

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

#### **2.4.3 Beban Gempa (SNI 03 – 1726 – 2002)**

Beban gempa ialah semua beban yang ditimbulkan dari gerakan-gerakan lapisan bumi ke arah horizontal dan vertikal, dimana gerakan vertikalnya lebih kecil dari gerakan horizontalnya.

#### **2.4.4 Beban Khusus (SNI – 03 - 1726 – 2002)**

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

#### **2.4.5 Beban Kombinasi (SNI – 03 - 1726 – 2002)**

Beban kombinasi ialah gabungan dari beban-beban yang bekerja pada suatu struktur. Pada beban kombinasi ini beban-beban dikalikan faktor keamanan.

Dari bermacam jenis pembebanan yang ada, kemudian jenis – jenis pembebanan tersebut dikombinasikan sehingga diperoleh gaya dalam yang maksimum yang sesuai keinginan maka perlu dibuat kombinasi sesuai dengan fungsi gedung, lokasi, dan perilaku beban yang kemungkinan akan terjadi terhadap struktur yang analisa. Adapun jenis – jenis kombinasi yang dipakai ( SNI 03 – 2847 – 2002 Psl. 11.1 ) dalam penulisan tugas akhir ini antara lain :

- a. Kuat perlu  $U$  untuk menahan beban mati  $D$  paling tidak harus sama dengan  $U = 1,4 D$  (SNI 03–2847–2002 Psl.11.2(4))

Kuat perlu untuk menahan beban mati ( $D$ ) dan beban hidup ( $L$ ) paling tidak harus sama dengan :

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A \text{ atau } R) \text{ (SNI 03–2847–2002 Psl.11.2(5))}$$

- b. Kekuatan struktur terhadap beban gempa (  $E$  ) harus diperhitungkan dalam perencanaan dengan mengambil kombinasi pembebanan sebagai berikut :

$$U = 1,2D + 1,0L \pm 1,0E \text{ (SNI 03–2847–2002 Psl.11.2(8))}$$

Atau

$$U = 0,9D \pm E \text{ (SNI 03–2847–2002 Psl.11.2(9))}$$

Dimana:

- $U$  = Kuat perlu
- $D$  = Beban mati
- $L$  = Beban hidup
- $E$  = Beban gempa

## **2.5 Perencanaan Struktur Tahan Gempa**

Dalam perencanaan struktur gedung terhadap pengaruh gempa rencana, semua unsur struktur gedung, baik bagian dari subsistem struktur gedung maupun bagian dari sistem struktur gedung seperti rangka (portal), dinding geser, kolom, balok, lantai, lantai tanpa balok (plat lantai cendawan) dan kombinasinya, harus diperhitungkan memikul gempa rencana. Struktur yang direncanakan diharapkan mampu bertahan oleh beban bolak-balik memasuki perilaku inelastis tanpa mengurangi kekuatan yang berarti. Karena itu, selisih energi beban gempa harus mampu disebarkan dan diserap oleh struktur yang bersangkutan dalam bentuk kemampuan deformasi secara inelastis. Kemampuan ini yang disebut sebagai daktilitas struktur.

Berdasarkan SNI 03-1726-2002 yang menyatakan bahwa pengertian Daktilitas adalah kemampuan suatu struktur gedung untuk mengalami simpangan pasca-elastik yang besar secara berulang kali dan bolak-balik akibat beban gempa yang menyebabkan terjadinya pelepasan pertama, sambil mempertahankan kekuatan dan kekakuan yang cukup, sehingga struktur gedung tersebut tetap berdiri (tegar), walaupun sudah berada dalam kondisi di ambang keruntuhan. Dalam Daktilitas ada faktor Daktilitas yang merupakan rasio antara simpangan maksimum struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan simpangan struktur gedung pada saat terjadinya pelepasan pertama di dalam struktur gedung. Daktilitas penuh adalah suatu tingkat daktilitas struktur gedung, di mana strukturnya mampu mengalami simpangan pasca-elastik pada saat mencapai kondisi di ambang

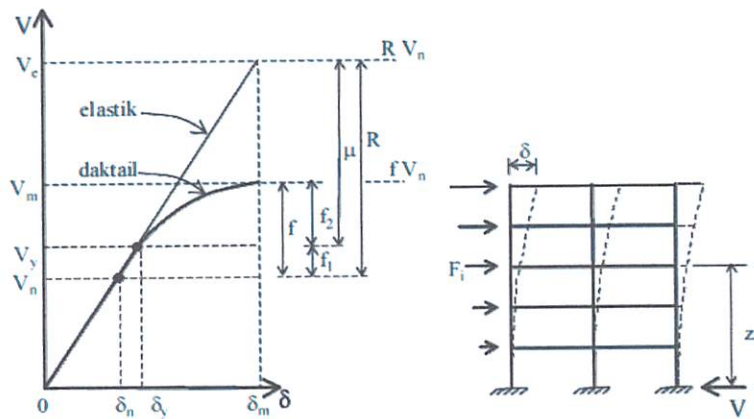
keruntuhan yang paling besar, yaitu dengan mencapai nilai faktor daktilitas sebesar 5,3.

Struktur yang elastik penuh, kondisi struktur di ambang keruntuhan tercapai bersamaan dengan pelepasan pertama di dalam struktur ( $\delta_m = \delta_y$ ), dimana menurut SNI 03-1726-2002 hal 84 definisi  $\delta_m$  adalah Simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan  $\delta_y$  adalah Simpangan struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat terjadinya pelepasan pertama. Dalam jenis sistem struktur tidak semua mampu berperilaku daktil penuh dengan mencapai  $\mu = 5,3$  namun faktor daktilitas maksimum ( $\mu_m$ ) yang dapat dicapai oleh berbagai jenis sistem struktur. Untuk perencanaan suatu struktur gedung nilai faktor daktilitas ( $\mu$ ) dapat dipilih sendiri oleh perencana atau pemilik gedung, asal memenuhi  $1,0 \leq \mu \leq \mu_m$ .

Asumsi bahwa struktur gedung daktil dan struktur gedung elastik penuh akibat pengaruh Gempa Rencana menunjukkan simpangan maksimum ( $\delta_m$ ) yang sama dalam kondisi di ambang keruntuhan (*constant maximum displacement rule*), sudah biasa dianut dalam standar-standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur gedung, agar terdapat hubungan antara  $V_y$  dan  $V_e$  melalui  $\mu$ . Persamaan tersebut terdapat di SNI 03-1726-2002 hal 9 dinyatakan :  $V_y = \frac{V_c}{\mu}$

Dimana menurut SNI 03-1726-2002 definisi dari  $V_y$  adalah pembebanan yang menyebabkan pelepasan pertama di dalam struktur gedung dan  $v_e$  adalah pembebanan maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung elastik penuh dalam kondisi di ambang keruntuhan.

Asumsi ini adalah konservatif, karena dalam keadaan sesungguhnya struktur gedung yang daktail memiliki  $\delta_m$  yang relatif lebih besar dari pada struktur gedung yang elastik, sehingga memiliki  $\mu$  yang relatif lebih besar dari pada yang diasumsikan. Asumsi yang dianut divisualisasikan dalam diagram beban-simpangan (diagram V- $\delta$ ) ditunjukkan dalam Gambar 2.1:



Gambar 2.11 Diagram beban simpangan (diagram V) struktur gedung  
 Sumber Gambar 2.1 : SNI 03-1726-2002 hal 46

Dimana :

$V$  = Beban dasar nominal static ekuivalen akibat gempa rencana, kN

$V_n$  = Pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal untuk struktur gedung

$V_m$  = Pembebanan gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung

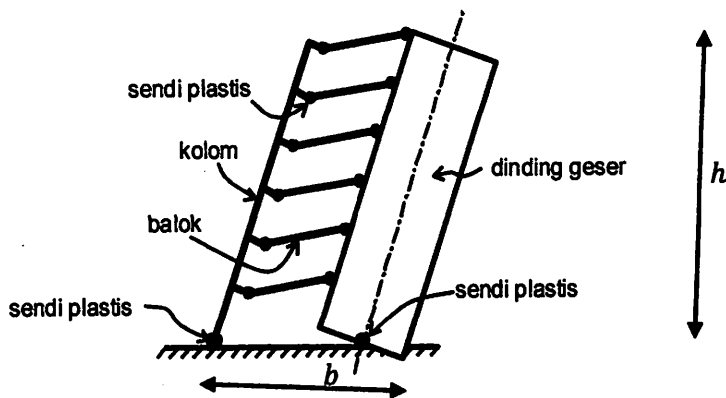
Dalam menetapkan pembebanan gempa nominal ( $V_n$ ) akibat pengaruh Gempa Rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan struktur gedung. Nilai  $V_n$  harus lebih rendah dari nilai  $V_y$ , sedemikian rupa sehingga rasio  $V_y/V_n$  merepresentasikan faktor kuat lebih beban ( $f_1$ ) dan bahan  $f_1$  yang terkandung di dalam struktur gedung. Faktor kuat lebih ini terbentuk oleh kekuatan terpasang dari

unsur-unsur struktur yang direncanakan melalui cara perencanaan beban dan kuat terfaktor. Secara teoritis nilai minimum  $f_1$  adalah perkalian faktor beban dan faktor bahan yang dipakai dalam perencanaan beban dan kuat terfaktor, yaitu  $f_1 = 1,05 \times 1,15 = 1,2$ . Dalam hal ini, faktor bahan adalah kebalikan dari faktor reduksi kapasitas ( $= 1/\phi$ ). Dalam kenyataannya selalu terjadi kekuatan unsur-unsur struktur yang berlebihan, karena jumlah tulangan atau profil terpasang yang lebih besar dari pada yang diperlukan, sehingga pada umumnya  $f_1 > 1,2$ . Untuk struktur gedung secara umum, menurut berbagai penelitian nilai  $f_1$  yang representatif ternyata adalah sekitar  $f_1 = 1,6$ .

## **2.6 Perencanaan Kapasitas**

Faktor daktilitas suatu struktur gedung merupakan dasar bagi penentuan beban gempa yang bekerja pada struktur gedung. Karena itu, tercapainya tingkat daktilitas yang diharapkan harus terjamin dengan baik. Hal ini dapat tercapai dengan menetapkan suatu persyaratan yang disebut “kolom kuat balok lemah”. Hal ini berarti, bahwa akibat pengaruh Gempa Rencana, sendi-sendi plastis di dalam struktur gedung hanya boleh terjadi pada ujung-ujung balok dan pada kaki kolom dan kaki dinding geser saja. Secara ideal, mekanisme keruntuhan suatu struktur gedung terdapat pada gambar 2.2 berikut ini :





*Gambar 2.12 : Mekanisme keruntuhan ideal suatu struktur gedung dengan sendi plastis terbentuk pada ujung-ujung balok, kaki*

*Sumber Gambar2.2 : SNI 03-1726-2002 hal 43*

## **2.7 Sistem Struktur Beton Bertulang Penahan Beban Gempa**

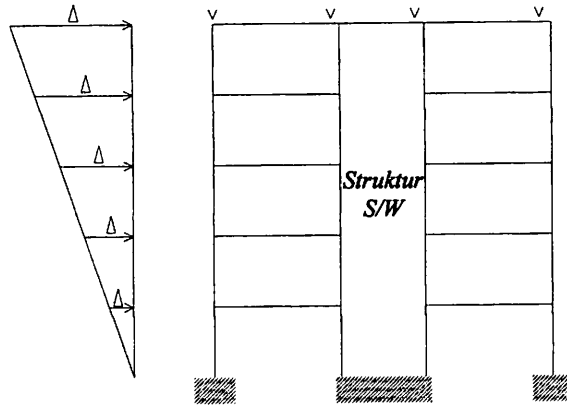
### **Sistem Ganda (Dual System)**

Tipe sistem struktur ini memiliki 3 ciri dasar, yaitu :

1. Rangka ruang lengkap berupa Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) yang penting berfungsi memikul beban gravitasi.
2. Dinding Struktural (DS) dan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) direncanakan untuk menahan  $V$  secara proporsional berdasarkan kekakuan relatifnya.

Di Wilayah Gempa 5 dan 6, rangka ruang itu harus didisain sebagai Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Dinding Struktural Beton Khusus (DSBK). Di Wilayah Gempa 3 dan 4, Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dan Dinding Struktural tak perlu detailing khusus, sedangkan untuk Wilayah Gempa 1 dan 2, SRPM boleh pakai Rangka Pemikul Momen Biasa juga DS Pakai DS Beton Biasa. Jadi untuk perencanaan gedung ini yang terdapat di wilayah 4 menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dan Dinding

Struktural tak perlu detailing khusus.



*Sistem Ganda*

*Gambar 2.13 : Sistem Struktur Beton Bertulang Penahan Gempa Bumi*

*Sumber Gambar 2.3: Seismic Of Reinforced Concrete and Masonry Buildings, T paulay  
And M.J.N.Priestley hal 505.*

## 2.8 Perencanaan Terhadap Beban Gempa

Untuk memperhitungkan pengaruh arah gempa yang kemungkinan tidak searah sumbu utama struktur gedung, maka SNI 03-1726-2002 menetapkan, pengaruh pembebanan searah sumbu utama harus dianggap terjadi bersamaan dengan 30 % pengaruh pembebanan dalam arah tegak lurus pada arah utama pembebanan.

### ▪ *Pengaruh Gempa Horizontal*

Pengaruh gempa bekerja dalam kedua arah utama dari gedung secara bersamaan. Perputaran ini menetapkan bahwa struktur-struktur daktail direncanakan terhadap suatu bagian kecil saja dari pengaruh gempa, dan karenanya banyak unsur – unsur struktur sudah akan mencapai sebagian saja dari percepatan gempa dalam suatu arah tertentu baru mencapai sebagian saja dari percepatan

maksimum gempa tersebut. Hal-hal diatas perlu kiranya disadari dalam perencanaan sudah struktur dan bila diinginkan dapat diterapkan dalam perencanaan sesungguhnya, terutama untuk struktur-struktur gedung yang sangat penting. Sehubungan dengan hal tersebut, pasal ini mensyaratkan agar unsur – unsur primer direncanakan terhadap pengaruh 100% dari gempa rencana dalam suatu arah utama yang dikombinasikan dengan 30% dari gempa rencana dalam arah tegak lurus padanya. Berhubung dengan itu, kombinasi – kombinasi pengaruh beban gravitasi, gempa dalam arah – X dan gempa arah - Y (tegak lurus pada arah – X) berikut harus ditinjau dalam perencanaan unsur – unsur struktur (artinya: pengaruh gempa arah – X dikerjakan pada unsur-dalam arah itu dikombinasikan dengan pengaruh arah – Y dikerjakan dengan arah tegak lurus pada arah – X).

Kombinasi pembebanan (dengan memperhatikan tanda yang sesuai) yang menghasilkan keadaan yang paling berbahaya bagi suatu unsur adalah yang dipakai untuk perencanaan. Pada umumnya, peninjauan pengaruh gempa dalam dua arah yang saling tegak lurus ini hanya diperlukan untuk kolom – kolom atau unsur – unsur vertikal dari sistem penahan gempa.

- ***Pengaruh gempa vertikal***

Walaupun percepatan-percepatan vertikal yang besar telah dicatat dekat pada pusat dari banyak gempa, respons dari struktur – struktur gedung terhadap gerakan tersebut belum banyak diketahui. Karena itu, dianggap bahwa sampai tersedianya hasil penelitian lebih lanjut mengenai respons dari struktur – struktur gedung terhadap gerakan vertikal, hanya beberapa bagian yang kritis dari struktur gedung.

- ***Beban gravitasi vertikal***

Beban – beban hidup pada struktur gedung pada umumnya direduksi pada waktu analisa gempa pada struktur tersebut, sehubungan dengan kecilnya kemungkinan bekerjanya beban hidup penuh dan pengaruh gempa penuh secara bersamaan pada struktur secara keseluruhan diagram koefisien gempa dasar C atau Zona gempa 4. Menurut SNI 03-1726-2002 hal 29 mengatur Analisis respons dinamik.

## **2.9 Perencanaan struktur gedung tidak beraturan**

### **2.9.1 Analisis respons dinamik**

Analisis respons dinamik adalah beban yang berubah – ubah sesuai waktu atau diartikan sebagai “Time Varying”. Sebagian besar bangunan sipil dapat didesain hanya menerima beban statis. Pada hal pada kenyataannya tidak ada struktur yang benar – benar menerima beban statis. Gaya – gaya yang bekerja selalu berubah menurut fungsi waktu.

Struktur gedung tidak beraturan berpengaruh terhadap Gempa Rencana harus ditentukan melalui analisis respons dinamik 3 dimensi. Untuk mencegah terjadinya respons struktur gedung terhadap pembebanan gempa yang dominan dalam rotasi, dari hasil analisis vibrasi bebas 3 dimensi, setidaknya gerak ragam pertama (fundamental) harus dominan dalam translasi.

Daktilitas struktur gedung tidak beraturan yang representatif mewakili daktilitas struktur 3D. Tingkat daktilitas tersebut dapat dinyatakan dalam faktor reduksi gempa R representatif, yang dapat dihitung sebagai nilai rata-rata berbobot dari faktor reduksi gempa untuk 2 arah sumbu koordinat ortogonal dengan gaya

geser dasar yang dipikul oleh struktur gedung dalam masing-masing arah tersebut sebagai besaran pembobotnya yang terdapat di SNI 03-1726-2002 hal 29 persamaan berikut:

$$R = \frac{V_x^o + V_y^o}{V_x^o / R_x + V_y^o / R_y}$$

dimana :

- $R_x$  : Faktor reduksi gempa untuk pembebanan gempa dalam arah sumbu-x pada struktur gedung tidak beraturan.
- $V_x^o$  : Gaya geser dasar nominal akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal yang bekerja dalam arah sumbu-x di tingkat dasar struktur gedung tidak beraturan.
- $R_y$  : Faktor reduksi gempa untuk pembebanan gempa dalam arah sumbu-y pada struktur gedung tidak beraturan.
- $V_y^o$  : Gaya geser dasar nominal akibat pengaruh Gempa Rencana pada taraf pembebanan nominal yang bekerja dalam arah sumbu-y di tingkat dasar struktur gedung tidak beraturan.

Metode ini hanya boleh dipakai, jika rasio antara nilai - nilai faktor reduksi gempa untuk 2 arah pembebanan gempa tersebut tidak lebih dari 1,5.

Nilai akhir respons dinamik struktur gedung terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh Gempa Rencana dalam suatu arah tertentu, diambil kurang dari 80% nilai respons ragam yang pertama. Apabila respons dinamik struktur gedung dinyatakan dalam gaya geser dasar nominal  $V$ , maka persyaratan tersebut

dapat dinyatakan menurut SNI 03-1726-2002 hal 30 pada persamaan berikut :

$$V \geq 0,8 V_1$$

di mana  $V_1$  adalah gaya geser dasar nominal sebagai respons ragam yang pertama terhadap pengaruh Gempa Rencana menurut SNI 03-1726-2002 pada persamaan berikut :

$$V_1 = \frac{C_1 I}{R} W_t$$

dengan  $C_1$  adalah nilai Faktor Respons Gempa yang didapat dari Spektrum Respons Gempa Rencana menurut Gambar 2.12 untuk waktu getar alami pertama  $T_1$ ,  $I$  adalah

Faktor Keutamaan menurut Tabel 1 dan  $R$  adalah faktor reduksi gempa representatif dari struktur gedung yang bersangkutan, sedangkan  $W_t$  adalah berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai.

### **2.9.2 Analisis Ragam Spectrum Respons**

Spectrum respon adalah hubungan antara percepatan respon maksimum suatu sistem satu derajat kebebasan (SDK) akibat suatu gempa yang terjadi sebagai fungsi dari factor redaman dan waktu getar alami sistem SDK. Perhitungan respon dinamic struktur gedung tidak beraturan terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana, dapat dilakukan dengan metode analisis ragam spectrum respon dengan memakai spectrum respon gempa rencana menurut gambar 2.4 yang nilai ordinatnya dikalikan factor reduksi  $I/R$  , dimana  $I$  adalah factor keutamaan sedangkan  $R$  adalah factor reduksi gempa representative dari struktur gedung yang bersangkutan. Dalam hal ini jumlah ragam vibrasi yang ditinjau dalam

penjumlahan respon ragam menurut metode ini harus sedemikian rupa, sehingga partisipasi massa dalam menghasilkan respon total harus mencapai sekurang kurangnya 90%.

Gaya geser tingkat nominal akibat pengaruh gempa rencana sepanjang tinggi struktur gedung hasil analisis ragam spectrum respon dalam suatu arah tertentu harus dikalikan nilai dengan suatu faktor skala (*Sumber SNI 03-1726-2002*):

$$\text{Factor skala} = \frac{0.8 V_1}{V_t} > 1$$

Dimana :

$V_1$  = gaya geser dasar nominal sebagai respon dinamik ragam yang pertama saja.

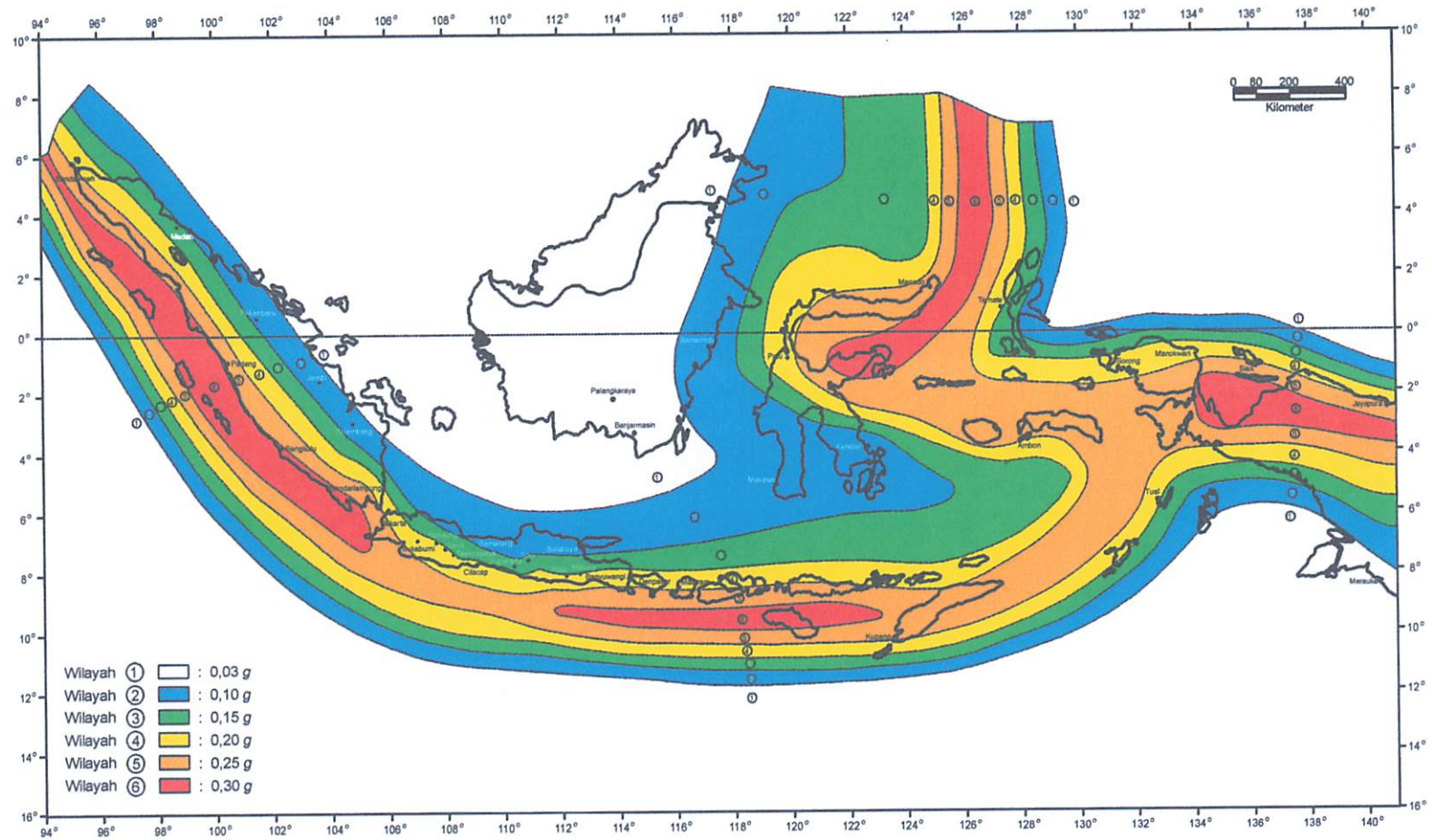
$V_t$  = gaya geser dasar nominal yang dapat dari hasil analisis ragam spectrum respon yang telah dilakukan.

### 2.9.3 Wilayah Gempa

Menurut SNI 1726 wilayah Indonesia dibagi dalam 6 wilayah Gempa (WG), wilayah gempa disusun berdasarkan atas 10 % kemungkinan gerak tanah oleh gempa rencana dilampui dalam periode 50 tahun yang identik dengan periode ulang rata-rata 500 tahun. Wilayah gempa dicirikan oleh nilai Percepatan Puncak Efektif Batuan Dasar (PPEBD) di masing-masing wilayah dan dinyatakan dalam fraksi dari konstanta gravitasi (g). Wilayah Gempa 1 adalah wilayah kegempaan paling rendah dengan PPEBD = 0.03 g sedangkan wilayah gempa 6 menyanggah wilayah kegempaan tertinggi dengan PPEBD = 0.3g.

Dalam kasus ini lokasi gedung yang kami amati adalah kota Malang Jawa – Timur maka termasuk wilayah gempa 4 kegempaan sedang dengan  $PPEBD = 0.20$  g.

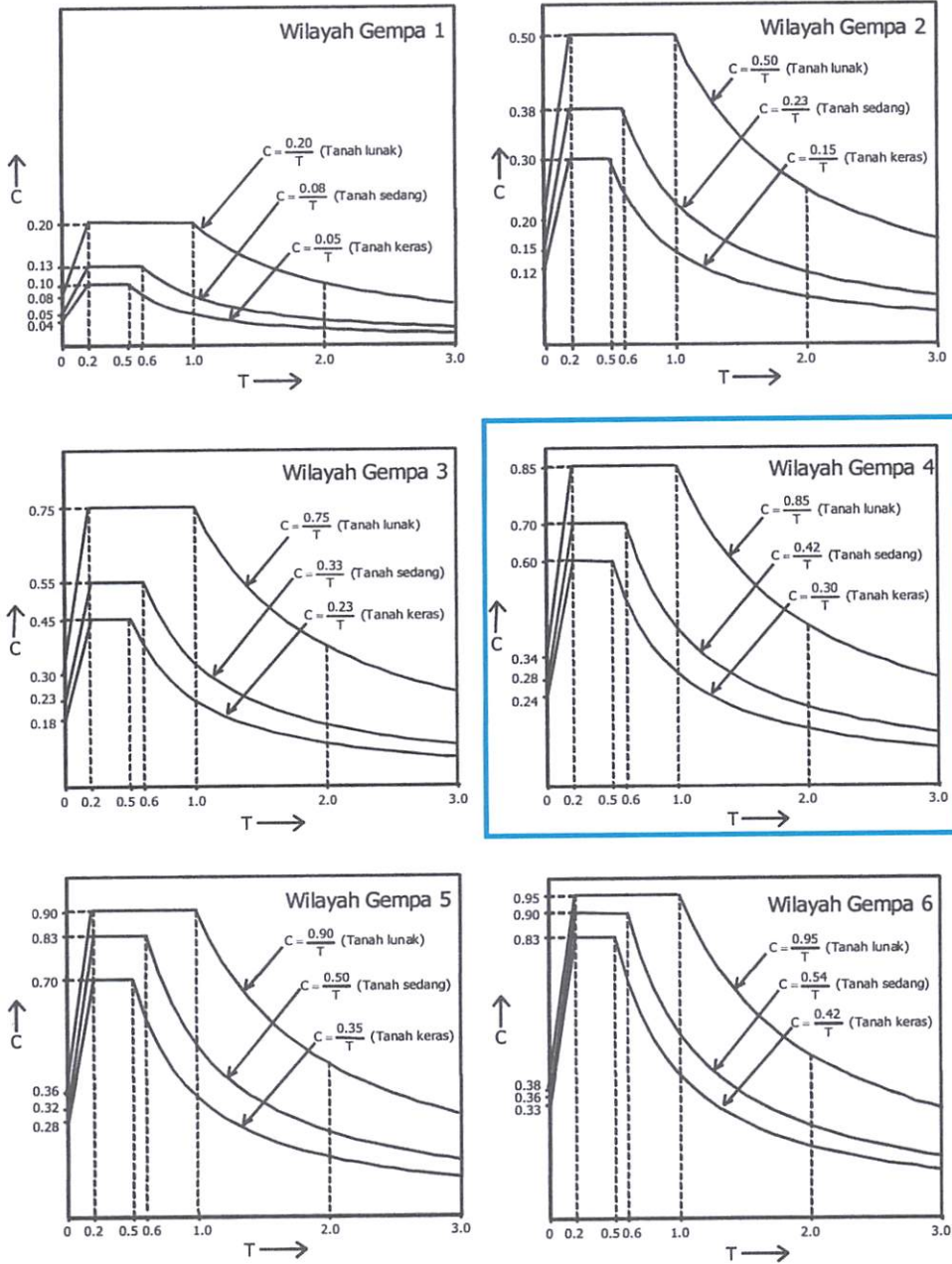




Gambar 2.14 Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak bantuan dasar dengan perioda ulang 500 tahun

#### **2.9.4 Faktor Respons Gempa**

Faktor respons gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi, besarnya nilai faktor respons gempa diambil dari grafik yang bergantung pada besarnya waktu getar alami. Dari gambar 2. 13 faktor respon gempa, hal yang pertama dilakukan adalah menentukan wilayah gempa sesuai peta wilayah gempa. Kemudian menentukan jenis tanah keras dan memasukkan nilai T (waktu getar alami) dan persamaan C (koefisien geser) sesuai respon spektrum ke program untuk menganalisis gempa dinamis.



Gambar 2.15 : Respons Spektrum Gempa Rencana  
 Sumber Gambar 2.2 : SNI 03-1726-2002 hal 21

### 2.9.5 Faktor Reduksi Gempa (R)

Faktor Reduksi Gempa adalah rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana pada struktur gempa elastik penuh dan beban gempa nominal akibat pengaruh Gempa Rencana pada struktur gedung daktail, bergantung pada faktor daktilitas struktur gedung tersebut faktor reduksi representative struktur gedung tidak beraturan. Faktor Reduksi Gempa dapat diambil menurut tabel 2 :

**Tabel 2.1 Faktor daktilitas maksimum, faktor reduksi gempa maksimum, faktor tahanan lebih struktur dan faktor tahanan lebih total beberapa jenis sistem dan subsistem struktur gedung**

Sistem dan subsistem struktur gedung	Uraian sistem pemikul beban gempa	$\mu_m$	$R_m$	f
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Sistem ganda</i></li> </ul> Terdiri dari: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) rangka ruang yang memikul seluruh beban gravitasi;</li> <li>2) pemikul beban lateral berupa dinding geser atau rangka bresing dengan rangka pemikul momen.</li> </ol> Rangka pemikul momen harus direncanakan secara	1. Dinding geser			
	a. Beton bertulang dengan SRPMK beton bertulang	5,2	8,5	2,8
	b. Beton bertulang dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8
	c. Beton bertulang dengan SRPMM beton bertulang	4,0	6,5	2,8
	2. RBE baja			
	a. Dengan SRPMK baja	5,2	8,5	2,8
	b. Dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8
	3. Rangka bresing biasa			

Sistem dan subsistem struktur gedung	Uraian sistem pemikul beban gempa	$\mu_m$	$R_m$	f
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)	a. Baja dengan SRPMK baja	4,0	6,5	2,8
	b. Baja dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8
	c. Beton bertulang dengan SRPMK beton bertulang (tidak untuk Wilayah 5 & 6)	4,0	6,5	2,8
	d. Beton bertulang dengan SRPMM beton bertulang (tidak untuk Wilayah 5 & 6)	2,6	4,2	2,8
	4. Rangka bresing konsentrik khusus			
	a. Baja dengan SRPMK baja	4,6	7,5	2,8
	b. Baja dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8

Sumber Tabel 2.2. SNI 03-1726-2002 hal 7

Keterangan tabel :

- $\mu_m$  adalah faktor daktilitas struktur gedung, rasio antara simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan simpangan struktur gedung pada saat terjadinya pelelehan pertama.
- $R_m$  adalah faktor reduksi gempa maksimum yang dapat dikerahkan oleh suatu jenis atau subsistem struktur gedung.

- $f$  adalah kuat lebih total yang terkandung di dalam struktur gedung secara keseluruhan, rasio antara beban maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan beban gempa nominal.

*Tabel 2.2 Koefisien  $\zeta$  yang membatasi waktu getar alami*

*Fundamental struktur gedung*

Wilayah Gempa	$\zeta$
1	0,20
2	0,19
3	0,18
4	0,17
5	0,16
6	0,15

*Sumber Tabel 2.3. SNI 03-1726-2002 hal 26*

### 2.9.6 Arah Pembebanan Gempa

Berdasarkan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002), bahwa dalam perencanaan struktur gedung arah pembebanan gempa harus ditentukan sedemikian rupa agar memberikan pengaruh terhadap struktur gedung secara keseluruhan. Pengaruh pembebanan gempa harus dianggap efektif 100% pada arah sumbu utama dan terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa arah tegak lurus sumbu utama pembebanan tadi, tetapi dengan efektifitas hanya 30%.



### **2.9.7 Analisis Dinamik**

Analisis dinamis untuk perancangan struktur tahan gempa dilakukan jika diperlukan evaluasi yang lebih akurat dari gaya-gaya gempa yang bekerja pada struktur, serta untuk mengetahui perilaku dari struktur akibat pengaruh gempa. Pada struktur bangunan tingkat tinggi atau struktur dengan bentuk atau konfigurasi yang tidak teratur. Analisis dinamis dapat dilakukan dengan cara elastis maupun inelastis. Pada cara elastis dibedakan Analisis Ragam Riwayat Waktu (Time History Modal Analysis), dimana pada cara ini diperlukan rekaman percepatan gempa dan Analisis Ragam Spektrum Respons (Response Spectrum Modal Analysis), dimana pada cara ini respons maksimum dari tiap ragam getar yang terjadi didapat dari Spektrum Respons Rencana (Design Spectra). Pada analisis dinamis elastis digunakan untuk mendapatkan respons struktur akibat pengaruh gempa yang sangat kuat dengan cara integrasi langsung (Direct Integration Method). Analisis Dinamis Elastis lebih sering digunakan karena lebih sederhana. Untuk struktur gedung yang tidak beraturan yang tidak memenuhi struktur gedung beraturan, pengaruh gempa rencana terhadap struktur gedung tersebut harus ditentukan melalui analisis respons dinamik 3 dimensi. Untuk mencegah terjadinya respons struktur gedung terhadap pembebanan gempa yang dominan dalam rotasi dari hasil analisis vibrasi bebas 3 dimensi, paling tidak gerak ragam pertama (fundamental) harus dominan dalam translasi. (SNI 1726)

Analisis dinamik adalah untuk menentukan pembagian gaya geser tingkat akibat gerakan tanah oleh gempa dan dapat dilakukan dengan cara analisis ragam spektrum respons. Pembagian gaya geser tingkat tersebut adalah untuk

menggantikan pembagian beban geser dasar akibat gempa sepanjang tinggi gedung pada analisis beban statik ekuivalen. Pada analisis ragam spektrum respons, sebagai spektrum percepatan respons gempa rencana harus dipakai diagram koefisien gempa dasar (C) untuk wilayah masing-masing gempa. Nilai C tersebut tidak berdimensi sehingga respons masing-masing ragam merupakan respon relatif.

Untuk struktur gedung tidak beraturan yang memiliki waktu-waktu getar alami yang berdekatan harus dilakukan dengan metoda yang dikenal dengan Kombinasi Kuadratik Lengkap (Complete Quadratic Combination atau CQC). Waktu getar alami harus dianggap berdekatan, apabila selisih nilainya kurang dari 15%. Untuk struktur gedung tidak beraturan yang memiliki waktu getar alami yang berjauhan, penjumlahan respon ragam tersebut dapat dilakukan dengan metoda yang dikenal dengan Akar Jumlah Kuadrat (Square Root of the Sum of Squares atau SRSS) (SNI 1726).

#### Perbedaan antara Beban Statik dan Dinamik (Widodo 2000)

Pada ilmu statika keseimbangan gaya-gaya didasarkan atas kondisi statik, artinya gaya-gaya tersebut tetap intensitasnya, tetap tempatnya dan tetap arah/ garis kerjanya. Gaya-gaya tersebut dikategorikan sebagai beban statik. Kondisi seperti ini akan berbeda dengan beban dinamik dengan pokok-pokok perbedaan sebagai berikut ini :

- a. Beban dinamik adalah beban yang berubah-ubah menurut waktu (time varying) sehingga beban dinamik merupakan fungsi dari waktu.
- b. beban dinamik umumnya hanya bekerja pada rentang waktu tertentu. Untuk gempa bumi maka rentang waktu tersebut kadang-kadang hanya beberapa detik



- saja. Walaupun hanya beberapa detik saja namun beban angin dan beban gempa misalnya dapat merusakkan struktur dengan kerugian yang sangat besar.
- c. beban dinamik dapat menyebabkan timbulnya gaya inersia pada pusat massa yang arahnya berlawanan dengan arah gerakan.
  - d. beban dinamik lebih kompleks dibanding dengan beban statik, baik dari bentuk fungsi bebannya maupun akibat yang ditimbulkan. Asumsi-asumsi kadang perlu diambil untuk mengatasi ketidakpastian yang mungkin ada pada beban dinamik.
  - e. karena beban dinamik berubah-ubah intensitasnya menurut waktu, maka pengaruhnya terhadap struktur juga berubah-ubah menurut waktu. Oleh karena itu penyelesaian problem dinamik harus dilakukan secara berulang-ulang bersifat penyelesaian tunggal ( single solution ), maka penyelesaian problem dinamik bersifat penyelesaian berulang-ulang (multiple solution).
  - f. sebagai akibat penyelesaian yang berulang-ulang maka penyelesaian struktur dengan beban dinamik akan lebih mahal dan lebih lama.
  - g. beban dinamik menimbulkan respon yang berubah-ubah menurut waktu, maka struktur yang bersangkutan akan ikut bergetar/ada gerakan. Dalam hal ini bahan akan melakukan resistensi terhadap gerakan dan pada umumnya dikatakan bahan yang bersangkutan mempunyai kemampuan untuk meredam getaran. Dengan demikian pada pembebanan dinamik, akan terdapat peristiwa redaman yang hal ini tidak ada pada pembebanan statik.

## 2.9.8 Pembatasan Penyimpangan Lateral

Pada SNI 03-1726-2002 simpangan antara akibat pengarah gempa nominal dibedakan dua macam :

Kinerja Batas Layan (KBL) struktur gedung yang besarnya dibatasi

$$\leq \frac{0,03}{R} h_i \text{ atau } \leq 30 \text{ mm}$$

Pembatasan ini bertujuan mencegah terjadinya pelepasan baja dan peretakan beton yang berlebihan disamping menjaga kenyamanan penguni.

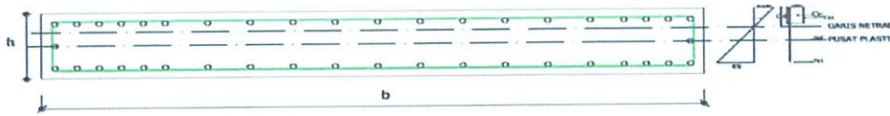
Kinerja Batas Ultimit ( KBU ) struktur gedung akibat gempa rencana untuk struktur gedung beraturan dibatasi sebesar  $\leq 0,7 R \times$  (KBL) atau  $\leq 0,02 h_1$ . Pembatasan ini bertujuan membatasi kemungkinan terjadinya keruntuhan struktur yang dapat menimbulkan korban jiwa manusia dan untuk mencegah benturan berbahaya antar gedung.

## 2.10 Input Staad Pro

- Modulus elastisitas beton yaitu  $4700 \sqrt{f_c'}$  ( SNI 03 – 2847 – 2002 Psl 10.5.1 ),  $f_c' = 30 \text{ Mpa}$  maka modulus elastisitasnya adalah  $4700 \sqrt{35} = 27805,9 \text{ Mpa} = 2,7805\text{E}+9 \text{ kg/m}^2$   
 $1 \text{ Mpa} = 10 \text{ kg/cm}^2$
- Density adalah berat jenis beton (  $2400 \text{ kg/m}^3$  ).
- Poisson ratio adalah perbandingan antara regangan transversal terhadap regangan longitudinal, besarnya untuk beton antara 0,15 – 0,2 dengan harga 0,17 sebagai harga yang sering digunakan.
- Damp adalah redaman kritis sebesar 5 %

## 2.11 Tulangan Dinding Geser

Untuk penulangan dinding geser dapat dihitung menggunakan rumus :



Gambar 2.16 Penulangan dinding geser

$$C_c = 0.85 f_c * ab, \quad T_s = A_s * f_s, \quad C_s = A_s * f_y$$

$$M_n = A_s * f_y * z$$

Penyelesaian persamaan kuadrat untuk mencari nilai  $c$  dapat diselesaikan dengan rumus :

$$N_{d1} + N_{d2} = N_t + P_u$$

$$(0.85f_c) * (0.85c)b + (f_s A_s - 0.85f_c A_s) = f_y A_s + P_u$$

$$f_s = \epsilon_s \cdot E_s = \frac{0.003(c-d)}{c} * (E_s)$$

dengan melakukan substitusi didapatkan :

$$A_s * f_y = (0.85f_c)b * \beta_1 * c + (0.003 \left(\frac{c-d}{c}\right) * E_s * A_s - 0.85f_c A_s) = f_y A_s + P_u$$

Apabila persamaan tersebut dikalikan dengan  $c$ , akan didapat :

$$A_s * f_y = (0.85f_c)b * \beta_1 * c^2 + \{c (0.003) E_s * A_s - d(0.003) E_s * A_s - 0.85f_c * A_s * c\}$$

$$= f_y A_s * c + P_u * c$$

Setelah dilakukan pengelompokan, didapatkan persamaan kuadrat :

$$(0.85f_c) b * \beta_1 * c^2 + (0.003E_s * A_s - A_s f_y - 0.85f_c * A_s)c - d (0.003)E_s * A_s = 0$$

Dengan memasukan nilai  $E_s = 200000$  Mpa, persamaan kuadrat menjadi :

$$(0.85f_c) b * \beta_1 * c^2 + (600 A_s - A_s f_y - 0.85f_c A_s)c - 600d * A_s = 0$$

Penyelesaian persamaan kuadrat untuk mencari nilai  $c$  dapat diselesaikan dengan rumus sebagai berikut : ( Istimawan Dipohusodo, struktur beton bertulang hal 94)

$$C = \pm \sqrt{(Q - R^2)} - R$$

Dimana, 
$$R = \frac{600 A_s - A_s f_y}{1.7 f_c * b * \beta_1} \text{ dan } Q = \frac{600 * d * A_s}{0.85 f_c * b * \beta_1}$$

Dengan nilai c tersebut, nilai nilai lain yang belum diketahui dapat dicari dengan rumus :

$$F_s = \frac{0.003 (c-d)}{c} * E_s$$

Dengan menggunakan diagram regangan memeriksa regangan tulangan baja tekan maupun tarik, untuk membuktikan apakah anggapan pada langkah awal sudah benar dapat dilihat di istimewa dipohusodo, struktur beton bertulang hal 96, yaitu

$$\epsilon_s = 0.003 \frac{c-d}{c}$$

$$\epsilon_s = 0.003 \frac{d-c}{c}$$

dengan menganggap  $\epsilon_s \geq \epsilon_y$ , yang artinya tulangan baja tarik telah meleleh, akan timbul salah satu dari dua kondisi berikut ini :

1. Kondisi I :  $\epsilon_s \geq \epsilon_y$ , menunjukkan bahwa anggapan pada langkah awal betul dan tulangan baja tekan meluluh.
2. Kondisi II :  $\epsilon_s \leq \epsilon_y$ , menunjukkan bahwa anggapan pada langkah awal tidak betul dan tulangan baja tekan meluluh.

Dalam perencanaan tulangan dinding geser menurut SNI 03 2847 2002 (pasal 13.10) harus memenuhi beberapa persyaratan antara lain :

- a). Kuat geser  $V_n$  pada sebarang penampang horizontal terhadap geser yang sejajar bidang dinding tidak boleh lebih besar dari pada

$$(5/6) * \sqrt{f' c h d}$$

- b). kuat geser  $V_c$  dapat dihitung berdasarkan persamaan 74 dan 75, dimana nilai  $V_c$  harus diambil sebagai nilai terkecil dari persamaan 74 dan 75.

$$V_c = 1/4 \sqrt{f_c h d} + \frac{N u d}{4 l w}$$

- c). penampang penampang yang berada dalam daerah yang berjarak sejauh nilai terkecil dari  $l/w/2$  atau setengah tinggi dinding dari dasra tinggi dinding, dapat dirncanakan dengan nilai  $V_c$  yang sama dngan nilai  $V_c$  yang dihitung pada penampang yang berjarak  $l/w/2$  atau setengah tingi dinding dari dasar dinding.
- d). bila gaya geser terfaktor  $V_u$  adalah kurang dari pada  $\phi V_c/2$ , maka tulangan harus disediakan sesuai dengan (e)
- e). perencanaan tulangan geser untuk dinding

1. bila gaya geser terfaktor  $V_u$  lebih besar dari kuat geser  $\phi V_c$ , maka harus disediakan tulangan geser horizontal yang memenuhi persamaan 44 dan 45 dan kuat geser  $V_s$  harus dihitung dari

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{S_2}$$

dengan  $A_v$  adalah luas tulangan geser horizontal dalam rentang jarak  $S_2$  dan  $d$  ditentukan dengan 13.10(4) tulangan geser vertical harus disediakan dengan (e.4)

2. Rasio dari luas tulangan geser horizontal terhadap luas bruto penampang vertical dinding  $\rho_h$  tidak boleh kurang dari pada 0.0025
3. Spasi tulangan geser horizontal  $S_2$  tidak boleh lebih besar dari pada  $l/w/5$ ,  $3h$  ataupun 500 mm

4. Rasio dari luas tulangan geser veertikal terhadap luas bruto penampang horizontal dinding  $\rho_n$  tidak boleh kurang dari pada

$$\rho_n = (0.0025) + 0.5 \left( 25 - \frac{hw}{lw} \right) (\rho_h - 0.0025)$$

atau pun 0.0025, tetapi tidak perlu lebih besar dari pada tulangan geser tulangan geser horizontal perlu.

5. Spasi tulangan geser vertical  $S_1$  tidak boleh melebihi  $lw/3$  ,  $3h$  ataupun 500 mm.

## BAB III

### DATA PERENCANAAN

#### 3.1 Data-Data Perencanaan

##### 3.1.1 Data Bangunan

- Nama Gedung : Ijen Pedjadjaran Suites Hotel Malang
- Lokasi Gedung : Ijen Nirwana Residence, Malang – Jawa Timur
- Fungsi Bangunan : Hotel
- Jumlah Lantai : 15 Lantai  
: 1 lantai basement
- Bentang Memanjang : 57,75 meter
- Bentang Melintang : 15,35 meter
- Tinggi Gedung : 56,80 meter
- Struktur : Beton Bertulang Zona Gempa : Zona 4

##### 3.1.2 Data Pembebanan

###### Data Beban Mati

Sesuai dengan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1987 maka beban mati diatur sebagai berikut:

- Berat spesi per cm tebal = 21 kg/m<sup>2</sup>
- Berat tegel per cm tebal = 24 kg/m<sup>2</sup>
- Berat plafond + rangka penggantung = (11+7) = 18 kg/m<sup>2</sup>
- Berat pasangan bata merah = 1700 kg/m<sup>3</sup>
- Berat jenis beton = 2400 kg/m<sup>2</sup>

### **Data Beban Hidup**

Sesuai dengan Peraturan Pembeban Indonesia untuk Gedung 1987 maka beban hidup diatur sebagai berikut :

- Beban guna / Beban hidup ruang Hotel lantai 1 sampai 14 = 250 kg/m<sup>2</sup>
- Beban Guna/Beban Hidup Atap = 100 kg/m<sup>2</sup>
- Berat jenis air hujan = 1000 kg/m<sup>3</sup>

### **3.2 Data Material**

Dalam perencanaan gedung Pembangunan Ijen Pedjadjaran Suites Hotel Malang ini mutu bahan yang di gunakan adalah sebagai berikut :

- Tegangan Leleh Tulangan Ulir  $f_y$  = 390 MPa
- Tegangan Leleh Tulangan Polos  $f_y$  = 240 MPa
- Kuat tekan beton  $f'_c$  = 30 MPa
- Modulus elastisitas baja (Ebaja) = 200000 Mpa



### 3.3 Perencanaan Dimensi

Dalam perencanaan dimensi untuk Skripsi ini kolom, balok dan plat mengikuti data existing (data primer).

- Pendimensian Dinding Geser

Berdasarkan rumusan hasil penelitian T. Paulay dan M. J. N. Priestly dalam bukunya yang berjudul “ Seismic Design of Reinforced Concrete and Mansonry Building “, dimensi dinding geser harus memenuhi syarat sebagai berikut :

✚ Untuk tebal sayap ( $t_{w1}$ )

$$t_{w1} \geq \frac{h}{16}, \text{ h adalah tinggi lantai}$$

$$\text{Untuk } h = 3.1 \text{ m} = 3100 \text{ mm}$$

$$t_{w1} \geq \frac{3100}{16} = 193.75 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk } h = 5 \text{ m} = 5000 \text{ mm}$$

$$t_{w1} \geq \frac{5000}{16} = 312.5 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk } h = 3.5 \text{ m} = 3500 \text{ mm}$$

$$t_{w1} \geq \frac{3500}{16} = 218.75 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk } h = 4.65 \text{ m} = 4650 \text{ mm}$$

$$t_{w1} \geq \frac{4650}{16} = 290.63 \text{ mm}$$

Direncanakan  $t_{w1} = 400 \text{ mm}$ , maka memenuhi persyaratan di atas

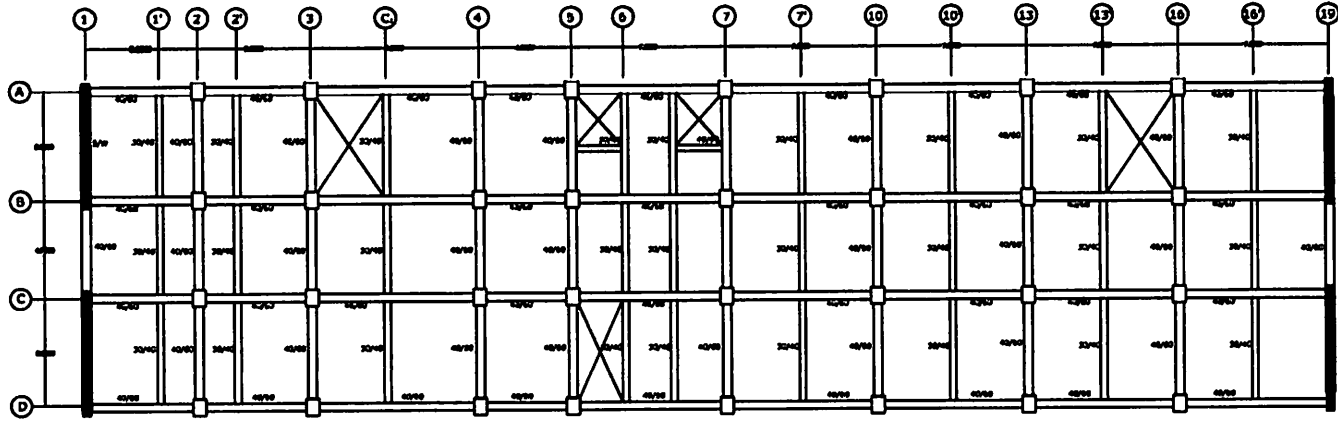
✚ Untuk lebar dinding geser ( $l_w$ )

$$l_{w\text{maks}} < 1,6 \times h_l$$

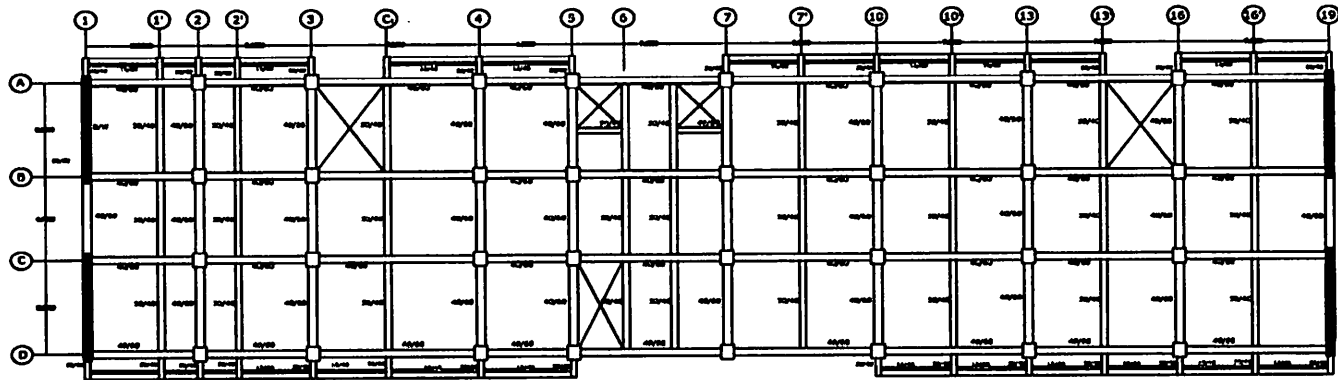
$$< 1,6 \times 5000$$

$$< 8000 \text{ mm}$$

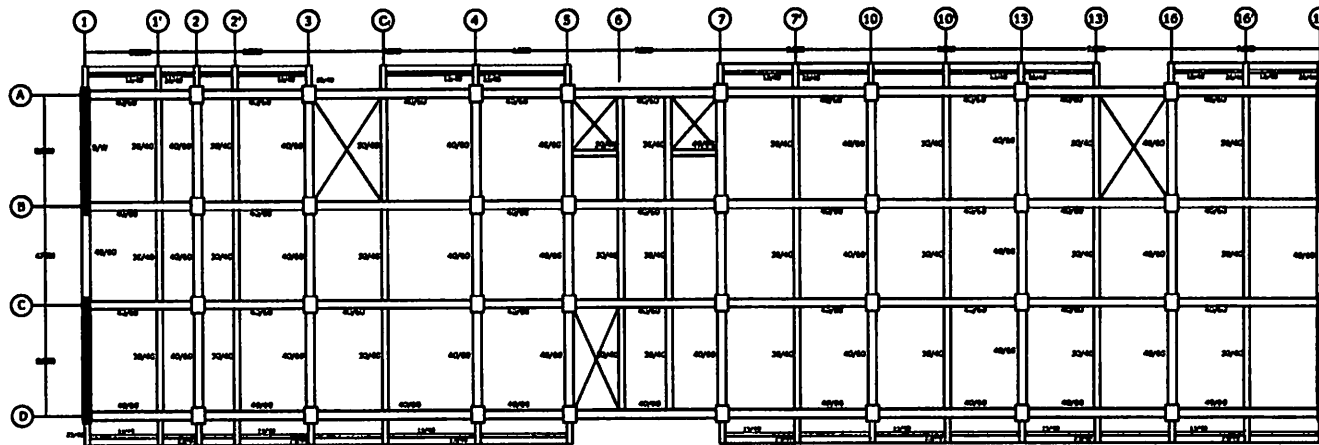
$$L_w \text{ dipakai} = 6300 \text{ mm}$$



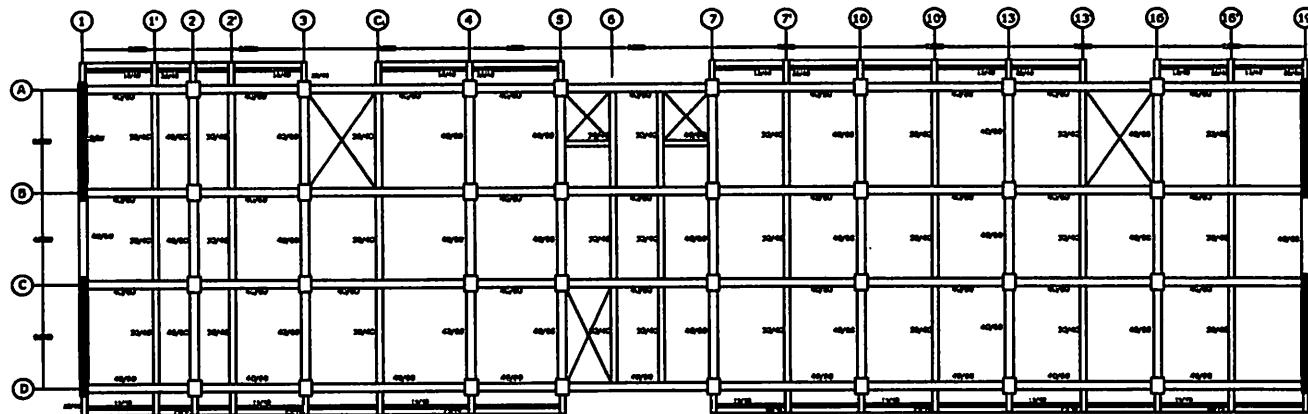
Gambar 3.1 Denah Pembalok Lantai 1



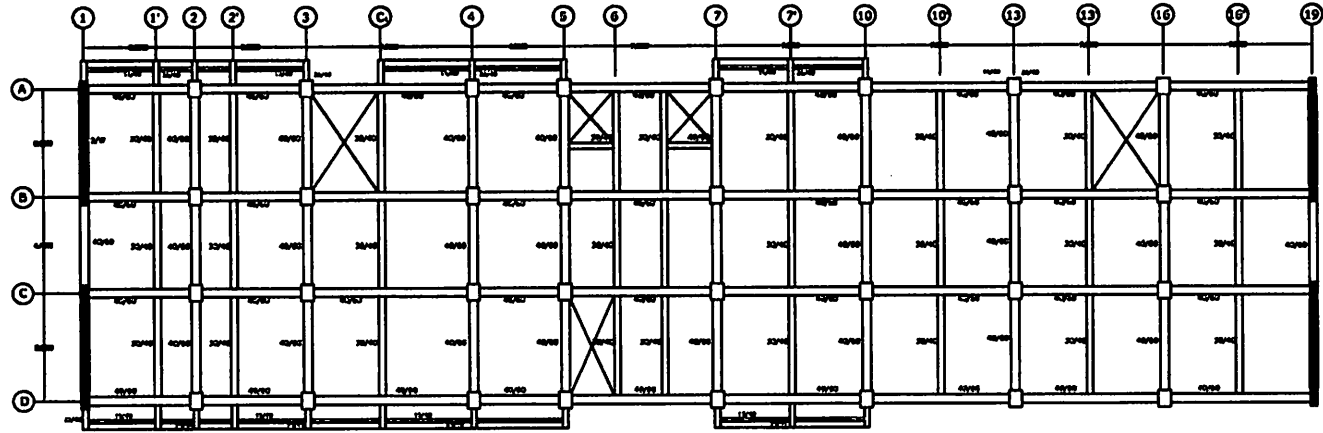
Gambar 3.2 Denah Pembalok Lantai 2



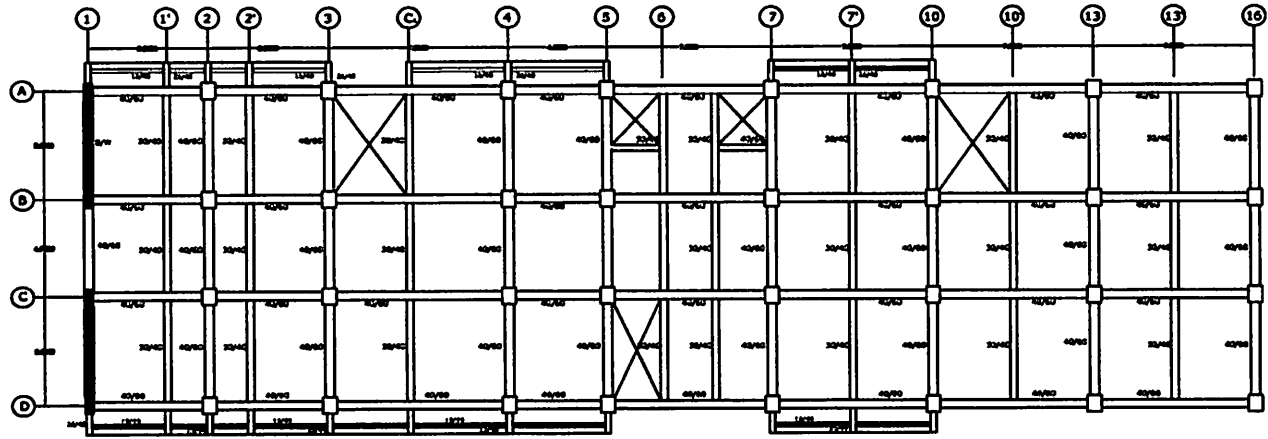
Gambar 3.3 Denah Pembalok Lantai 3 - 8



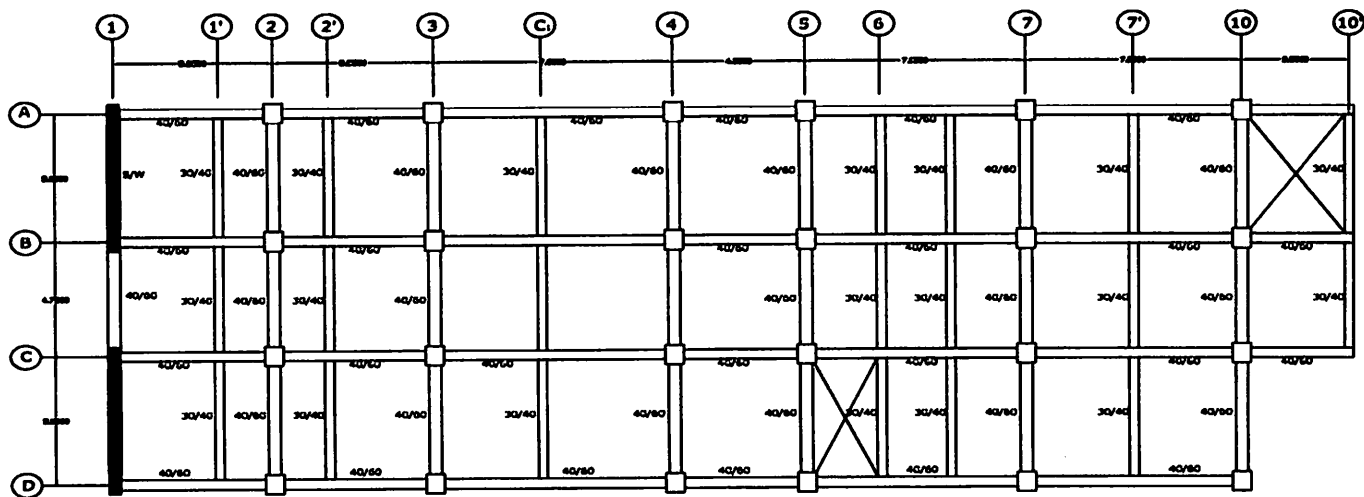
Gambar 3.4 Denah Pembalok Lantai 9 - 12



Gambar 3.5 Denah Pembalokan Lantai 13



Gambar 3.6 Denah Pembalokan Lantai 14



Gambar 3.7 Denah Pembalokan Lantai 15

### 3.4 Perhitungan Pembebanan Struktur

#### 3.4.1 Lantai 15

##### 3.4.1a Pembebanan Plat

Pada lantai 15 terdapat plat atap, *roof tank*/tandon air dan ruang ME

Pembebanan untuk plat atap.

- Baban Mati (qd)

Berat plafond + penggantung	=	11 + 7	=	18	Kg/m <sup>2</sup>
Berat spesi 2 cm	=	2 x 21	=	42	Kg/m <sup>2</sup>
Berat Ducting AC	=	15	=	15	Kg/m <sup>2</sup> +
				<b>qd = 75</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>

Note : Dalam perhitungan struktur ini dengan menggunakan Metode Plat Meshing, sehingga berat sendiri plat tidak di dihitung karena sudah diperhitungkan pada Self weight (Program bantu komputer : STAAD PRO)

- Baban Hidup (ql)

- Beban guna lantai atap (ql) = 100 Kg/m<sup>2</sup>

Pembebanan untuk ruang tandon :

- Baban Mati (qd)

- Berat plafond + penggantung	=	11 + 7	=	18	Kg/m <sup>2</sup>
- Berat spesi per cm	=	2 x 21	=	42	Kg/m <sup>2</sup>
- Berat tandon berisi air	=	1 x 1000	=	1000	Kg/m <sup>2</sup> +
				<b>qd = 1060</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>

- Baban Lift → (ql)

Beban Lift dikategorikan beban hidup (ql) karena beban yang bergerak.

- Lift Merek YUNDAI dengan kapasitas muat 12 orang (4 lift) = 1000 kg

Pembebanan untuk Tangga

- Baban Mati (qd)

- Berat spesi per cm	= 2 x 21	= 42	Kg/m <sup>2</sup>
- Berat tegel per cm	= 1 x 22	= 22	Kg/m <sup>2</sup> +
		qd = 64	Kg/m <sup>2</sup>

### 3.4.1b Pembebanan Balok

#### Pembebanan Balok Anak (Portal Melintang)

- Pembebanan Balok anak Melintang Line 10' merupakan

Balok dengan dimensi ( 30 /40)

Bentang ( 5.3 m dan 4.75 m )

#### Beban Mati

- Tinggi dinding untuk ruang ME = 3 m (tinggi tembok)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 3 x 0.15 x 1 x 1700 = 765 Kg/m**

#### Pembebanan Balok Induk (Portal Melintang)

- Pembebanan Balok anak Melintang Line 1 dan 10 merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60)

Bentang ( 5.3 m dan 4.75 m )

#### Beban Mati

- Tinggi dinding untuk ruang ME = 3 m (tinggi tembok lantai 15)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 3 x 0.15 x 1 x 1700 = 765 Kg/m**

### **Pembebanan Balok Induk (Portal Memanjang)**

- Pembebanan Balok anak Memanjang Line A merupakan Balok dengan dimensi ( 40 /60)

#### **Beban Mati**

- Tinggi dinding untuk ruang ME = 3 m (tinggi tembok)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 3 x 0.15 x 1 x 1700 = 765 Kg/m**

### **Pembebanan Balok Induk (Portal Memanjang)**

- Pembebanan Balok anak Memanjang Line B merupakan Balok dengan dimensi ( 40 /60)

#### **Beban Mati**

- Tinggi dinding untuk ruang ME = 3 m (tinggi tembok)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 3 x 0.15 x 1 x 1700 = 765 Kg/m**

### **Pembebanan Balok Induk (Portal Memanjang)**

- Pembebanan Balok induk Memanjang Line D merupakan Balok dengan dimensi ( 40 /60)

#### **Beban Mati**

- Tinggi dinding untuk ruang ME = 3 m (tinggi tembok)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 3 x 0.15 x 1 x 1700 = 765 Kg/m**



### 3.4.2 Lantai 14

#### 3.4.2a Pembebanan Plat

Pada lantai 14 difungsikan sebagai Ruang komisaris , Lounge, reception dan roof garden  
Pembebanan untuk plat lantai.

- Baban Mati (qd)

Berat plafond + penggantung	= 11 + 7	= 18 Kg/m <sup>2</sup>
Berat spesi per cm	= 2 x 21	= 42 Kg/m <sup>2</sup>
Berat Ducting AC	= 15	= 15 Kg/m <sup>2</sup>
Berat tegel per cm	= 1 x 22	= 22 Kg/m <sup>2</sup> +
		<hr/>
	<b>qd</b>	<b>= 97 Kg/m<sup>2</sup></b>

Taman di atas plat lantai ( tanaman perdu)

- Baban Mati (qd)

- Berat plafond + penggantung	= 11 + 7	= 18 Kg/m <sup>2</sup>
- Berat Ducting AC	= 15	= 15 Kg/m <sup>2</sup>
- Berat tanaman	= 0.3 x 1600	= 480 Kg/m <sup>2</sup> +
		<hr/>
<b>Jadi beban mati taman di atas plat lantai (qd)</b>		<b>= 513 Kg/m<sup>2</sup></b>

Note : Dalam perhitungan struktur ini dengan menggunakan Metode Plat Meshing,  
sehingga berat sendiri plat tidak di dihitung karena sudah diperhitungkan pada  
Self weight (Program bantu komputer : STAAD PRO)

- Baban Hidup (ql)

- Beban guna lantai (ql)	= 250 Kg/m <sup>2</sup>
--------------------------	-------------------------

#### 3.4.2b Pembebanan Balok

**Pembebanan Balok Induk (Portal Melintang)**

- Pembebanan Balok Induk Melintang Line 1 dan 7 merupakan Balok dengan dimensi ( 40 /60) oleh dinding tembok Bentang (5.3 m dan 4.75 m )

#### Beban Mati

- Tinggi dinding = 4.1 m (tinggi tembok lt 14)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 1033 Kg/m**

- Pembebanan Balok Induk Melintang Line 2 merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60) yang ditumpu oleh dinding tembok

Bentang ( 5.3 m dan 4.75 m)

#### Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 4.1 m (tinggi tembok lt 14)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 1033 Kg/m**

- Pembebanan Balok Induk Melintang Line 3 merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60) yang ditumpu oleh dinding tembok

Bentang ( 5.3 m )

#### Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 4.1 m (tinggi tembok lt 14)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 1033 Kg/m**

- Pembebanan Balok Induk Melintang Line 4 merupak

Balok dengan dimensi ( 40 /60) yang ditumpu oleh dinding kaca

Bentang ( 5.3 m)

#### Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 4.1 m (tinggi tembok lt 14)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 1033 Kg/m**

Ket : berat kaca untuk struktur = 50% dari berat dinding

$$= 0.5 \times 1033 \text{ Kg/m}$$

**Jadi berat/berat kaca untuk line 4 (qd) = 516 Kg/m**

- Pembebanan Balok Induk Melintang Line 7 merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60) yang ditumpu oleh dinding tembok

Bentang ( 5.3 m dan 4.75 m)

#### Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 4.1 m (tinggi tembok lt 14)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 1033 Kg/m**

- Pembebanan Balok Induk Melintang Line 10 merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60) yang ditumpu oleh dinding tembok

Bentang ( 5.3 m )

#### Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 4.1 m (tinggi tembok lt 14)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 1033 Kg/m**

- **Pembebanan Balok anak Melintang Line 1'** merupakan  
Balok dengan dimensi ( 30 /40) yang ditumpu oleh dinding  
Bentang ( 2.5 m )

**Beban Mati**

- Tinggi dinding utama = 4.3 m (tinggi tembok lt 14)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.3 x 0.15 x 1 x 1700 = 1084 Kg/m**

- **Pembebanan Balok anak Melintang Line 2'** merupakan  
Balok dengan dimensi ( 30 /40) yang ditumpu oleh dinding  
Bentang ( 5.3 m dan 4.75 m)

**Beban Mati**

- Tinggi dinding utama = 4.3 m (tinggi tembok lt 14)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.3 x 0.15 x 1 x 1700 = 1084 Kg/m**

- **Pembebanan Balok anak Melintang Line 6'** merupakan  
Balok dengan dimensi ( 30 /40) yang ditumpu oleh dinding  
Bentang ( 2.5 m dan 4.75 m)

**Beban Mati**

- Tinggi dinding = 4.3 m (tinggi tembok lt 14)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.3 x 0.15 x 1 x 1700 = 1084 Kg/m**

- **Pembebanan Balok anak Melintang Line 7'** merupakan  
Balok dengan dimensi ( 30 /40) yang ditumpu oleh dinding  
Bentang ( 5.3 m )

**Beban Mati**

- Tinggi dinding = 4.3 m (tinggi tembok lt 14)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.3 x 0.15 x 1 x 1700 = 1084 Kg/m**

- **Pembebanan Balok anak Melintang Line 10'** merupakan  
Balok dengan dimensi ( 30 /40) yang ditumpu oleh dinding  
Bentang ( 5.3 m )

**Beban Mati**

- Tinggi dinding = 4.3 m (tinggi tembok lt 14)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.3 x 0.15 x 1 x 1700 = 1084 Kg/m**

- **Pembebanan Balok anak melintang** merupakan  
Balok dengan dimensi ( 20 /30)

**Beban Mati**

- Tinggi dinding utama = 4.5 m (tinggi tembok lt 14)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.5 x 0.15 x 1 x 1700 = 1155 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak melintang dan memanjang merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60)

**Beban Mati**

- Tinggi dinding utama = 4.05 m (tinggi tembok lt 14)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 1033 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak melintang dan memanjang merupakan

Balok dengan dimensi ( 30 /40)

**Beban Mati**

- Tinggi dinding ruang lift = 4.25 m (tinggi tembok lt 14)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.3 x 0.15 x 1 x 1700 = 1084 Kg/m**

**Pembebanan Balok Induk (Portal Memanjang)**

- Pembebanan Balok induk Memanjang Line A , B, C dan D merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60)

**Beban Mati**

- Tinggi dinding utama = 4.05 m (tinggi tembok lt 14)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 1033 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak Memanjang merupakan

Balok dengan dimensi ( 20 /30)

Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 4.53 m (tinggi tembok lt 14)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.5 x 0.15 x 1 x 1700 = 1155 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak balkon melintang merupakan

Balok dengan dimensi 25/40

Beban Mati

- Tinggi dinding = 4.25 m (tinggi tembok lt 14 - lantai 13)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.3 x 0.15 x 1 x 1700 = 1084 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak balkon memanjang

Dengan Tinggi Dinding 1.2 m

Beban Mati

- Tinggi dinding = 1.20 m (tinggi tembok lt 14 - lantai 13)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 1.2 x 0.15 x 1 x 1700 = 306 Kg/m**

### 3.4.3 Lantai 13

#### 3.4.3a Pembebanan Plat

Pada lantai 13 difungsikan sebagai Ruang komisaris dan Executive Lounge

Pembebanan untuk plat lantai.

- Baban Mati (qd)

- Berat plafond + penggantung	= 11 + 7	= 18 Kg/m <sup>2</sup>
- Berat spesi per cm	= 2 x 21	= 42 Kg/m <sup>2</sup>
- Berat Ducting AC	= 15	= 15 Kg/m <sup>2</sup>
- Berat tegel per cm	= 1 x 22	= 22 Kg/m <sup>2</sup> +
		<b>qd = 97 Kg/m<sup>2</sup></b>

Note : Dalam perhitungan struktur ini dengan menggunakan Metode Plat Meshing, sehingga berat sendiri plat tidak di dihitung karena sudah diperhitungkan pada Self weight (Program bantu komputer : STAAD PRO)

- Baban Hidup (ql)

- Beban guna lantai (ql)	= 250 Kg/m <sup>2</sup>
--------------------------	-------------------------

#### 3.4.3b Pembebanan Balok

##### Pembebanan Balok Induk (Portal Melintang)

- Pembebanan Balok Induk Melintang Line 1 , 7 dan 10 merupakan Balok dengan dimensi ( 40 /60) oleh dinding tembok Bentang (5.3 m dan 4.75 m )

##### Beban Mati

- Tinggi dinding	= 4.05 m (tinggi tembok lantai 13)
- Lebar dinding	= 0.15 m
- Panjang dinding	= 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding	= 1700 Kg/m <sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 1033 Kg/m**



- Pembebanan Balok Induk Melintang Line 16 merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60) yang ditumpu oleh dinding tembok

Bentang ( 5.3 m )

**Beban Mati**

- Tinggi dinding = 4.05 m (tinggi tembok lantai 13)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 1033 Kg/m**

- Pembebanan Balok Induk Melintang Line 16 merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60) yang ditumpu oleh dinding kaca

Bentang ( 5.3 m dan 4.75 m)

**Beban Mati**

- Tinggi dinding = 4.05 m (tinggi tembok lantai 13)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 1033 Kg/m**

Ket : berat kaca untuk struktur = 50% dari berat dinding

$$= 0.5 \times 1033 \text{ Kg/m}$$

**Jadi berat/berat kaca untuk line 16 (qd) = 516 Kg/m**

- Pembebanan Balok Induk Melintang Line 19 merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60) yang ditumpu oleh dinding kaca

Bentang ( 5.3 m dan 4.75 m)

**Beban Mati**

- Tinggi dinding = 4.05 m (tinggi tembok lantai 13)
- Lebar dinding = 0.15 m

- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)

- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 1033 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak Melintang Line 6 merupakan

Balok dengan dimensi ( 30 /40) yang ditumpu oleh dinding

Bentang ( 4.75 m)

**Beban Mati**

- Tinggi dinding = 4.25 m (tinggi tembok lantai 13)

- Lebar dinding = 0.15 m

- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)

- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.3 x 0.15 x 1 x 1700 = 1084 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak Melintang Line 7', 10' dan 13' merupakan

Balok dengan dimensi ( 30 /40) yang ditumpu oleh dinding

Bentang ( 5.3 m )

**Beban Mati**

- Tinggi dinding = 4.25 m (tinggi tembok lantai 13)

- Lebar dinding = 0.15 m

- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)

- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.3 x 0.15 x 1 x 1700 = 1084 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak melintang merupakan

Balok dengan dimensi ( 20 /30)

**Beban Mati**

- Tinggi dinding = 4.53 m (tinggi tembok lantai 13)

- Lebar dinding = 0.15 m

- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)

- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.5 x 0.15 x 1 x 1700 = 1155 Kg/m**

• Pembebanan Balok anak melintang dan memanjang merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60)

**Beban Mati**

- Tinggi dinding = 4.05 m (tinggi tembok lantai 13)

- Lebar dinding = 0.15 m

- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)

- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 1033 Kg/m**

• Pembebanan Balok anak melintang dan memanjang merupakan

Balok dengan dimensi ( 30 /40)

**Beban Mati**

- Tinggi dinding = 4.05 m (tinggi tembok lantai 13)

- Lebar dinding = 0.15 m

- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)

- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 1033 Kg/m**

**Pembebanan Balok Induk (Portal Memanjang)**

• Pembebanan Balok anak Memanjang Line A dan D merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60)

**Beban Mati**

- Tinggi dinding = 4.05 m (tinggi tembok lantai 13)

- Lebar dinding = 0.15 m

- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)

- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 1033 Kg/m**

Ket : berat kaca untuk struktur = 50% dari berat dinding

$$= 0.5 \times 1033 \text{ Kg/m}$$

Jadi berat/berat kaca untuk line 16 (qd) = 516 Kg/m

- Pembebanan Balok Induk Memanjang Line B dan C merupakan Balok dengan dimensi ( 40 /60)

Beban Mati

- Tinggi dinding = 4.05 m (tinggi tembok lantai 13)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

Jadi beban untuk balok (qd) = 4.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 1033 Kg/m

- Pembebanan Balok anak Memanjang merupakan Balok dengan dimensi ( 20 /30)

Beban Mati

- Tinggi dinding = 4.05 m (tinggi tembok lantai 13)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

Jadi beban untuk balok (qd) = 4.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 1033 Kg/m

- Pembebanan Balok anak balkon melintang merupakan Balok dengan dimensi 25/40

Beban Mati

- Tinggi dinding = 4.25 m (tinggi tembok lantai 13)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

Jadi beban untuk balok (qd) = 4.3 x 0.15 x 1 x 1700 = 1084 Kg/m

- Pembebanan Balok anak balkon memanjang

Dengan Tinggi Dinding 1.2 m

Beban Mati

- Tinggi dinding = 1.20 m (tinggi tembok lantai 13)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 1.2 x 0.15 x 1 x 1700 = 306 Kg/m**

### 3.4.4 Lantai 12, 11, 10 dan 9

#### 3.4.4a Pembebanan Plat

Pada lantai 12, 11, 10 dan 9 difungsikan sebagai Ruang Condotel

Pembebanan untuk plat lantai.

- Baban Mati (qd)

- Berat plafond + penggantung = 11 + 7 = 18 Kg/m<sup>2</sup>
  - Berat spesi per cm = 2 x 21 = 42 Kg/m<sup>2</sup>
  - Berat Ducting AC = 15 = 15 Kg/m<sup>2</sup>
  - Berat tegel per cm = 1 x 22 = 22 Kg/m<sup>2</sup> +
- qd = 97 Kg/m<sup>2</sup>**

Note : Dalam perhitungan struktur ini dengan menggunakan Metode Plat Meshing, sehingga berat sendiri plat tidak di dihitung karena sudah diperhitungkan pada Self weight (Program bantu komputer : STAAD PRO)

- Baban Hidup (ql)

- Beban guna lantai (ql) = 250 Kg/m<sup>2</sup>

#### 3.4.4b Pembebanan Balok

##### Pembebanan Balok Induk (Portal Melintang)

- Pembebanan Balok Induk Melintang Line 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 13, 16 dan 19 merupakan balok dengan dimensi ( 40 /60) oleh dinding tembok

Bentang (5.3 m dan 4.75 m )

**Beban Mati**

- Tinggi dinding = 2.90 m (tinggi tembok lantai 12 - lt 9)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 2.9 x 0.15 x 1 x 1700 = 740 Kg/m**

- Pembebanan Balok Anak Melintang Line 1', 2', 3', 7', 10', 13' dan 16' merupakan Balok dengan dimensi ( 30 /40) oleh dinding tembok

Bentang (5.3 m dan 4.75 m )

**Beban Mati**

- Tinggi dinding = 3.10 m (tinggi tembok lantai 12 - lt 9)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 3.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 791 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak melintang merupakan Balok dengan dimensi ( 20 /30)

**Beban Mati**

- Tinggi dinding = 3.20 m (tinggi tembok lantai 12 - lt 9)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 3.2 x 0.15 x 1 x 1700 = 816 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak melintang dan memanjang merupakan Balok dengan dimensi ( 40 /60)

### Beban Mati

- Tinggi dinding = 2.90 m (tinggi tembok lantai 12 - lt 9)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 2.9 x 0.15 x 1 x 1700 = 740 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak melintang dan memanjang merupakan

Balok dengan dimensi ( 30 /40)

### Beban Mati

- Tinggi dinding = 2.90 m (tinggi tembok lantai 12 - lt 9)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 2.9 x 0.15 x 1 x 1700 = 740 Kg/m**

### Pembebanan Balok Induk (Portal Memanjang)

- Pembebanan Balok anak Memanjang Line A dan D merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60)

### Beban Mati

- Tinggi dinding = 2.90 m (tinggi tembok lantai 12 - lt 9)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 2.9 x 0.15 x 1 x 1700 = 740 Kg/m**

Ket : berat kaca untuk struktur = 50% dari berat dinding

**= 0.5 x 740 Kg/m**

**Jadi berat/berat kaca untuk line 16 (qd) = 370 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak Memanjang Line B dan C merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60)

Beban Mati

- Tinggi dinding = 2.90 m (tinggi tembok lantai 12 - lt 9)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 2.9 x 0.15 x 1 x 1700 = 740 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak Memanjang merupakan

Balok dengan dimensi ( 20 /30)

Beban Mati

- Tinggi dinding = 3.20 m (tinggi tembok lantai 12 - lt 9)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 3.2 x 0.15 x 1 x 1700 = 816 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak balkon melintang merupakan

Balok dengan dimensi 25/40

Beban Mati

- Tinggi dinding = 3.10 m (tinggi tembok lantai 12 - lt 9)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 3.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 791 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak balkon memanjang merupakan

Balok dengan dimensi 15/30



### Beban Mati

- Tinggi dinding = 3.20 m (tinggi tembok lantai 12 - lt 9)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 3.2 x 0.15 x 1 x 1700 = 816 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak balkon memanjang

Dengan Tinggi Dinding 1.2 m

### Beban Mati

- Tinggi dinding = 1.20 m (tinggi tembok lantai 112 - lt 9)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 1.2 x 0.15 x 1 x 1700 = 306 Kg/m**

### 3.4.5 Lantai 8, 7, 6,5,4 dan 3

#### 3.4.5a Pembebanan Plat

Pada lantai 8, 7, 6, 5, 4 dan 3 difungsikan sebagai Ruang Executive Suites

Pembebanan untuk plat lantai.

- Baban Mati (qd)

- Berat plafond + penggantung = 11 + 7 = 18 Kg/m<sup>2</sup>
- Berat spesi per cm = 2 x 21 = 42 Kg/m<sup>2</sup>
- Berat Ducting AC = 15 = 15 Kg/m<sup>2</sup>
- Berat tegel per cm = 1 x 22 = 22 Kg/m<sup>2</sup> +

**qd = 97 Kg/m<sup>2</sup>**

Note : Dalam perhitungan struktur ini dengan menggunakan Metode Plat Meshing, sehingga berat sendiri plat tidak di dihitung karena sudah diperhitungkan pada Self weight (Program bantu komputer : STAAD PRO)

- Baban Hidup (ql)

- Beban guna lantai (ql) = 250 Kg/m<sup>2</sup>

### 3.4.5b Pembebanan Balok

#### Pembebanan Balok Induk (Portal Melintang)

- Pembebanan Balok Induk Melintang Line 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 13, 16 dan 19

merupakan balok dengan dimensi ( 40 /60) oleh dinding tembok

Bentang (5.3 m dan 4.75 m )

#### Beban Mati

- Tinggi dinding = 2.90 m (tinggi tembok lantai 18- lt 3)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 2.9 x 0.15 x 1 x 1700 = 740 Kg/m**

- Pembebanan Balok Anak Melintang Line 1', 2', 3', 7', 10', 13' dan 16' merupakan

Balok dengan dimensi ( 30 /40) oleh dinding tembok

Bentang (5.3 m dan 4.75 m )

#### Beban Mati

- Tinggi dinding = 3.10 m (tinggi tembok lantai 18- lt 3)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 3.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 791 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak melintang merupakan

Balok dengan dimensi ( 20 /30)

#### Beban Mati

- Tinggi dinding = 3.20 m (tinggi tembok lantai 18- lt 3)
- Lebar dinding = 0.15 m

- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
  - Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>
- Jadi beban untuk balok (qd) = 3.2 x 0.15 x 1 x 1700 = 816 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak melintang dan memanjang merupakan Balok dengan dimensi ( 40 /60)

**Beban Mati**

- Tinggi dinding ruang lift = 2.90 m (tinggi tembok lantai 18- lt 3)
  - Lebar dinding = 0.15 m
  - Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
  - Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>
- Jadi beban untuk balok (qd) = 2.9 x 0.15 x 1 x 1700 = 740 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak melintang dan memanjang merupakan Balok dengan dimensi ( 30 /40)

**Beban Mati**

- Tinggi dinding ruang lift = 3.10 m (tinggi tembok lantai 18- lt 3)
  - Lebar dinding = 0.15 m
  - Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
  - Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>
- Jadi beban untuk balok (qd) = 3.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 791 Kg/m**

**Pembebanan Balok Induk (Portal Memanjang)**

- Pembebanan Balok induk Memanjang Line A dan D merupakan Balok dengan dimensi ( 40 /60)

**Beban Mati**

- Tinggi dinding utama = 2.90 m (tinggi tembok lantai 8- lt 3)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

$$\text{Jadi beban untuk balok (qd)} = 2.9 \times 0.15 \times 1 \times 1700 = 740 \text{ Kg/m}$$

Ket : berat kaca untuk struktur = 50% dari berat dinding

$$= 0.5 \times 740 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Jadi berat/berat kaca untuk A dan D (qd)} = 370 \text{ Kg/m}$$

- Pembebanan Balok induk Memanjang Line B dan C merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60)

Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 2.90 m (tinggi tembok lantai 8- lt 3)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

$$\text{Jadi beban untuk balok (qd)} = 2.9 \times 0.15 \times 1 \times 1700 = 740 \text{ Kg/m}$$

- Pembebanan Balok anak Memanjang merupakan

Balok dengan dimensi ( 20 /30)

Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 3.20 m (tinggi tembok lantai 8- lt 3)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

$$\text{Jadi beban untuk balok (qd)} = 3.2 \times 0.15 \times 1 \times 1700 = 816 \text{ Kg/m}$$

- Pembebanan Balok anak balkon melintang merupakan

Balok dengan dimensi 25/40

Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 3.10 m (tinggi tembok lantai 8- lt 3)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 3.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 791 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak balkon memanjang merupakan

Balok dengan dimensi 15/30

**Beban Mati**

- Tinggi dinding utama = 3.20 m (tinggi tembok lantai 8- lt 3)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 3.2 x 0.15 x 1 x 1700 = 816 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak balkon memanjang

Dengan Tinggi Dinding 1.2 m

**Beban Mati**

- Tinggi dinding
- Lebar dinding = 1.20 m (tinggi tembok lantai 8- lt 3)
- Panjang dinding = 0.15 m
- Berat jenis dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)

**Jadi beban untuk balok (qd) = 1700 Kg/m<sup>3</sup>**

**= 1.2 x 0.15 x 1 x 1700 = 306 Kg/m**

### 3.4.6 Lantai 2

#### 3.4.6a Pembebanan Plat

Pada lantai 2 difungsikan sebagai Ruang Superior

Pembebanan untuk plat lantai.

- Baban Mati (qd)

- Berat plafond + penggantung = 11 + 7 = 18 Kg/m<sup>2</sup>

- Berat spesi per cm = 2 x 21 = 42 Kg/m<sup>2</sup>

- Berat Ducting AC = 15 = 15 Kg/m<sup>2</sup>

- Berat tegel per cm = 1 x 22 = 22 Kg/m<sup>2</sup> +

$$q_d = 97 \text{ Kg/m}^2$$

Note : Dalam perhitungan struktur ini dengan menggunakan Metode Plat Meshing, sehingga berat sendiri plat tidak di dihitung karena sudah diperhitungkan pada Self weight (Program bantu komputer : STAAD PRO)

- Baban Hidup ( $q_l$ )

- Beban guna lantai ( $q_l$ ) = 250 Kg/m<sup>2</sup>

### 3.4.6b Pembebanan Balok

#### Pembebanan Balok Induk (Portal Melintang)

- Pembebanan Balok Induk Melintang Line 1, 3, 4, 5, 10, 13, 16 dan 19 merupakan Balok dengan dimensi ( 40 /60) oleh dinding tembok Bentang (5.3 m dan 4.75 m )

#### Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 2.90 m (tinggi tembok lantai 2)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok ( $q_d$ ) = 2.9 x 0.15 x 1 x 1700 = 740 Kg/m**

- Pembebanan Balok Anak Melintang Line 1', 2', 3', 7', 10', 13' dan 16' merupakan Balok dengan dimensi ( 30 /40) oleh dinding tembok Bentang (5.3 m dan 4.75 m )

#### Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 3.10 m (tinggi tembok lantai 2)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok ( $q_d$ ) = 3.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 791 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak melintang merupakan

Balok dengan dimensi ( 20 /30)

Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 3.20 m (tinggi tembok lantai 2)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 3.2 x 0.15 x 1 x 1700 = 816 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak melintang dan memanjang merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60)

Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 2.90 m (tinggi tembok lantai 2)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 2.9 x 0.15 x 1 x 1700 = 740 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak melintang dan memanjang merupakan

Balok dengan dimensi ( 30 /40)

Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 3.10 m (tinggi tembok lantai 2)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 3.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 791 Kg/m**

**Pembebanan Balok Induk (Portal Memanjang)**

- Pembebanan Balok induk Memanjang Line A dan D merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60)

#### Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 2.90 m (tinggi tembok lantai 2)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 2.9 x 0.15 x 1 x 1700 = 740 Kg/m**

Ket : berat kaca untuk struktur = 50% dari berat dinding

$$= 0.5 \times 740 \text{ Kg/m}$$

**Jadi berat/berat kaca untuk A dan D (qd) = 370 Kg/m**

- Pembebanan Balok induk Memanjang Line B dan C merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60)

#### Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 2.90 m (tinggi tembok lantai 2)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 2.9 x 0.15 x 1 x 1700 = 740 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak memanjang merupakan

Balok dengan dimensi ( 20 /30)

#### Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 3.20 m (tinggi tembok lantai 2)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 3.2 x 0.15 x 1 x 1700 = 816 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak balkon melintang merupakan

Balok dengan dimensi 25/40



#### Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 3.10 m (tinggi tembok lantai 2)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 3.1 x 0.15 x 1 x 1700 = 791 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak balkon memanjang merupakan

Balok dengan dimensi 15/30

#### Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 3.20 m (tinggi tembok lantai 2)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 3.2 x 0.15 x 1 x 1700 = 816 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak balkon memanjang

Dengan Tinggi Dinding 1.2 m

#### Beban Mati

- Tinggi dinding = 1.20 m (tinggi tembok lantai 2)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 1.2 x 0.15 x 1 x 1700 = 306 Kg/m**

### 3.4.7 Lantai 1

#### 3.4.7a Pembebanan Plat

Pada lantai 1 difungsikan sebagai Ruang Kantor, General Store dan ruang Lobby

Pembebanan untuk plat lantai.

- Baban Mati (qd)

- Berat plafond + penggantung	= 11 + 7	= 18 Kg/m <sup>2</sup>
- Berat spesi per cm	= 2 x 21	= 42 Kg/m <sup>2</sup>
- Berat Ducting AC	= 15	= 15 Kg/m <sup>2</sup>
- Berat tegel per cm	= 1 x 22	= 22 Kg/m <sup>2</sup> +
		<b>qd = 97 Kg/m<sup>2</sup></b>

Note : Dalam perhitungan struktur ini dengan menggunakan Metode Plat Meshing, sehingga berat sendiri plat tidak di dihitung karena sudah diperhitungkan pada Self weight (Program bantu komputer : STAAD PRO)

- Baban Hidup (ql)

- Beban guna lantai (ql)	= 250 Kg/m <sup>2</sup>
--------------------------	-------------------------

### 3.4.7b Pembebanan Balok

#### Pembebanan Balok Induk (Portal Melintang)

- Pembebanan Balok Induk Melintang Line 1, 2,3, 4, 16 dan 19 merupakan Balok dengan dimensi ( 40 /60) oleh dinding tembok Bentang (5.3 m dan 4.75 m )

#### Beban Mati

- Tinggi dinding utama	= 4.40 m (tinggi tembok lantai 1)
- Lebar dinding	= 0.15 m
- Panjang dinding	= 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding	= 1700 Kg/m <sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.4 x 0.15 x 1 x 1700 = 1122 Kg/m**

- Pembebanan Balok Anak Melintang Line 3' dan 13' merupakan Balok dengan dimensi ( 30 /40) oleh dinding tembok Bentang (5.3 m dan 4.75 m )

#### Beban Mati

- Tinggi dinding utama	= 4.60 m (tinggi tembok lantai 1)
------------------------	-----------------------------------

- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.6 x 0.15 x 1 x 1700 = 1173 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak melintang merupakan

Balok dengan dimensi ( 20 /30)

Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 4.70 m (tinggi tembok lantai 1)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.7 x 0.15 x 1 x 1700 = 1199 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak melintang dan memanjang merupakan

Balok dengan dimensi ( 40 /60)

Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 4.40 m (tinggi tembok lantai 1)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.4 x 0.15 x 1 x 1700 = 1122 Kg/m**

- Pembebanan Balok anak melintang dan memanjang merupakan

Balok dengan dimensi ( 30 /40)

Beban Mati

- Tinggi dinding utama = 4.60 m (tinggi tembok lantai 1)
- Lebar dinding = 0.15 m
- Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)
- Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.6 x 0.15 x 1 x 1700 = 1173 Kg/m**

- **Pembebanan Balok induk Memanjang Line A, B, C dan D merupakan**

**Balok dengan dimensi ( 40 /60)**

**Beban Mati**

- **Tinggi dinding utama = 4.40 m (tinggi tembok lantai 1)**
- **Lebar dinding = 0.15 m**
- **Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)**
- **Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>**

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.4 x 0.15 x 1 x 1700 = 1122 Kg/m**

- **Pembebanan Balok anak memanjang merupakan**

**Balok dengan dimensi ( 20 /30)**

**Beban Mati**

- **Tinggi dinding utama = 4.70 m (tinggi tembok lantai 1)**
- **Lebar dinding = 0.15 m**
- **Panjang dinding = 1 m (diambil per 1 meter panjang)**
- **Berat jenis dinding = 1700 Kg/m<sup>3</sup>**

**Jadi beban untuk balok (qd) = 4.7 x 0.15 x 1 x 1700 = 1199 Kg/m**

### **3.5 Langkah – langkah Pendimensian 3D pada Staad Pro 2004 :**

#### **Pemodelan Struktur :**

Open Staad Pro 2004 → Space kemudian (isi file name, lokasi penyimpanan file, Title/judul tugas) → Pilih Unit (Meter, Kilogram) kemudian pilih Next → Yes → Add Beam → finish, Digambar dengan menggunakan sumbu global X,Z kemudian gambar denah sesuai ukuran bangunan pake Snap Node/Beam → Geometri: Intersect selected members → Enter tolerance = 0 → kemudian Okey → Yes → Untuk menggambar stuktur lantai atas di pilih menu Translational repeat → Global direction pilih Y → Default step spacing = 5 m (sesuai tinggi lantai dari lantai dasar ke lantai berikutnya) → Number of step (diisi sesuai dengan jumlah tingkat yang ada dalam struktur) → pilih Link Steps → Ok → Kemudian dihapus batang pada lantai dasar

#### **Pendimensian:**

Pilih menu commands → member property → Prismatic → pilih Rectangle untuk kolom / balok yang berbentuk persegi, pilih Circle untuk kolom/ balok yang berbentuk bulat, diisi sesuai ukuran:  $YD = h$   $ZD = b$  → Assign → close.

#### **Tumpuan:**

Pilih menu commands → support specifications → fixed (untuk tumpuan jepit) → Assign → close.

#### **Pembeban:**

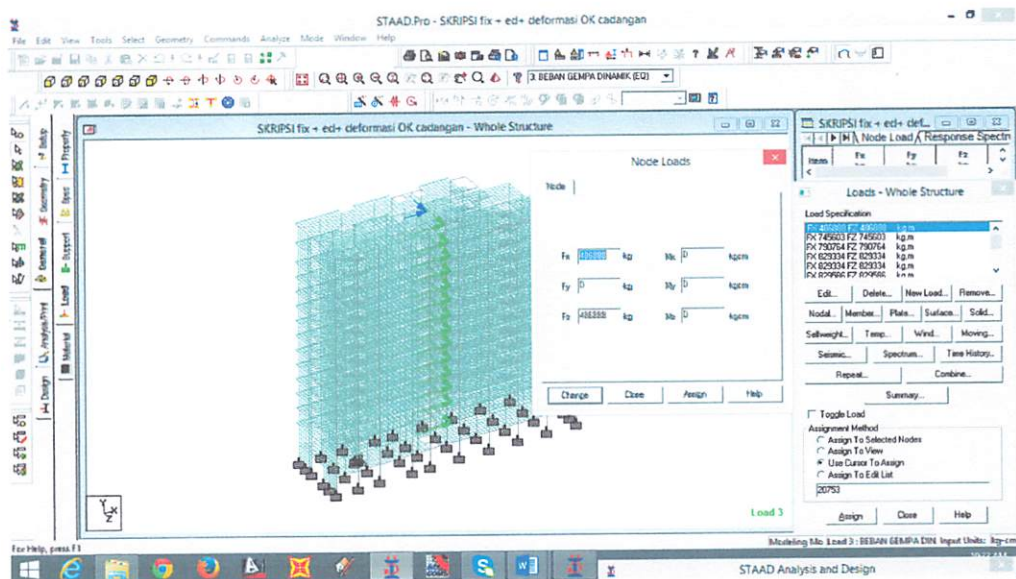
Pilih menu commands → loading primary load → create new primary load case: Title diisi nama beban ke -1 (beban mati) → pilih selfweight untuk berat sendiri struktur: Direction = Y Factor/nilai = -1 → Assign. Kemudian diisi beban mati

berikutnya yang bekerja pada lantai (plate load) nilai beban diisi sesuai dengan perhitungan, Kemudian diisi beban mati berikutnya yang bekerja pada batang / balok (member load) nilai beban diisi sesuai dengan perhitungan.

**New Load:** diisi nama beban **Ke-2** (beban Hidup) yang bekerja pada lantai (plate) diisi nilai beban hidup ( $q_l$ ) menurut Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1987 (Tabel 3.1 hal. 12)

**New Load :** diisi nama beban **Ke-3** (beban gempa) yang bekerja pada struktur bangunan pusat massa yaitu pada arah sumbu X dan Z, dan diisi nilai pembebanan sesuai dengan perhitungan :

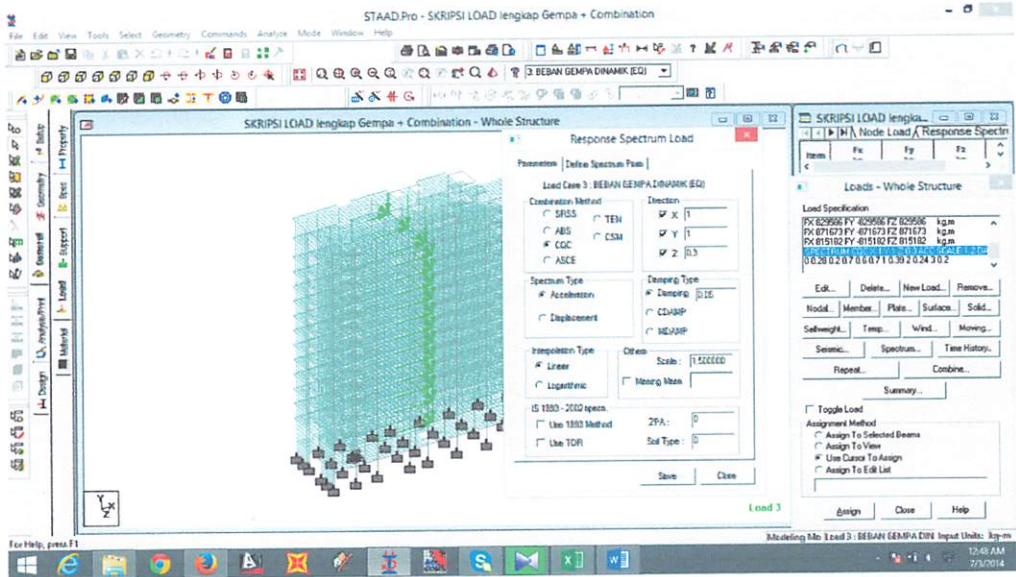
a. Mengisi nilai beban gempa



Gambar 3.8 Gaya geser gempa

Diisi gaya geser gempa tiap lantai pada kotak Fx dan Fz, dimana Fx dan Fz adalah gaya lateral gempa, sedangkan  $F_y = 0$ , karena gaya gempa tidak bekerja secara vertikal.

b. Mengatur Response spectrum load → parameter



Gambar 3.9 Parameter

Klik pada Menu Spectrum akan tampil seperti diatas, kemudian kita mengisi parameter – parameter tersebut sesuai dengan peraturan gempa yang kita gunakan di Indonesia.

*Parameter :*

Combination Method → CQC, Spectrum Type → Acceleration, Interpolation Type → Linear, Direction : X = 1, Y = 1, Z = 0,3 Damping → 0,05, Scale → 1.5 Missing Mass → 1

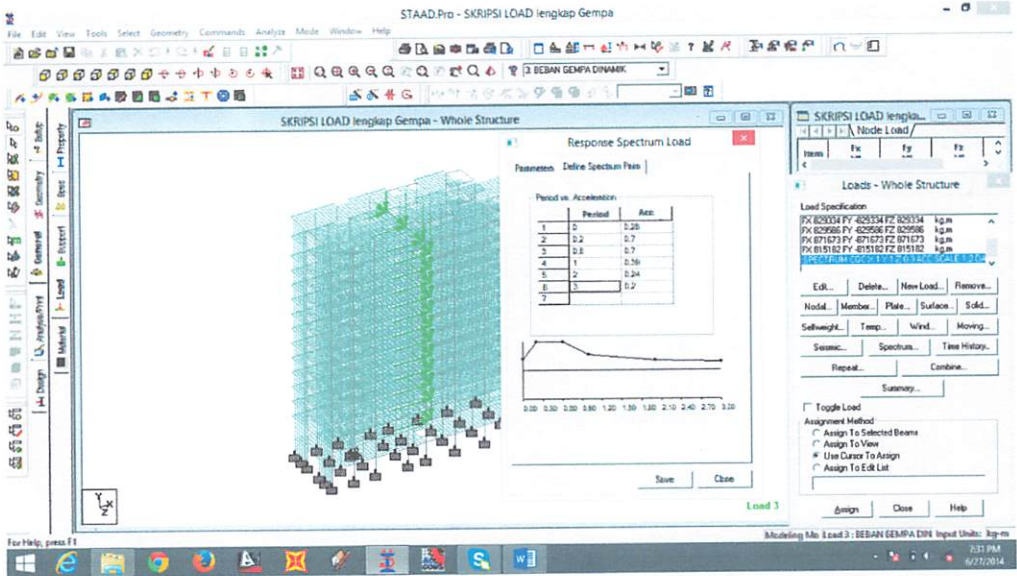
Dalam menganalisa beban gempa dinamik (SNI – 1726 – 2002 pasal 5.8.2)

Untuk mensimulasi arah pengaruh gempa yang sembarang terhadap struktur gedung, pengaruh pembebanan gempa dalam arah utama yang ditentukan menurut pasal 5.8.1 harus dianggap efektif 100 % dan harus dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa dalam arah tegak lurus pada arah utama



pembebanan tadi, tetapi dengan efektifitas hanya 30 %. Sehingga dalam parameter Specturm Load Direction diisi:  $X = 1, Z = 0, 3$

c. Mengatur Response Spectrum Load → Define Spectrum Pairs



Gambar 3.10 Define spectrum pair

Koefisien Gempa dasar untuk Wilayah Gempa 4 untuk tanah sedang

**New Load Combination:**

Load comb 4 kombinasi 1

$$1 \ 1.2 \ 2 \ 1.6 \rightarrow (1,2 D + 1,6 L)$$

Load comb 5 kombinasi 2

$$1 \ 1.2 \ 2 \ 1 \ 3 \ 1 \rightarrow (1,2 D + 1 L + 1 E)$$

**Design:**

Pilih Concrete design karena struktur portal yang di desain menggunakan material beton → **Select parameter** : diisi nilai parameter desain ( $f_c$  dan  $f_y$ ) sesuai dengan data perencanaan → **Assign. Define parameter**: diisi nilai  $f_c$  dan  $f_y$  sesuai dengan data perencanaan. **Design Command** : dipilih Design Beam = desain balok →



Assign. Design Column = desain kolom → Assign, Design Slab / Element = desain elemen / plat → Assign. **Take off** : menampilkan berat volume beton → Assign...

**Untuk menghitung berat dan kekakuan struktur**

Command → Post, Analysis Print → CG → Yes

**Untuk menghitung Drift**

Command → Post Analysis Print → Story Drift → Yes

**Untuk menghitung Momen**

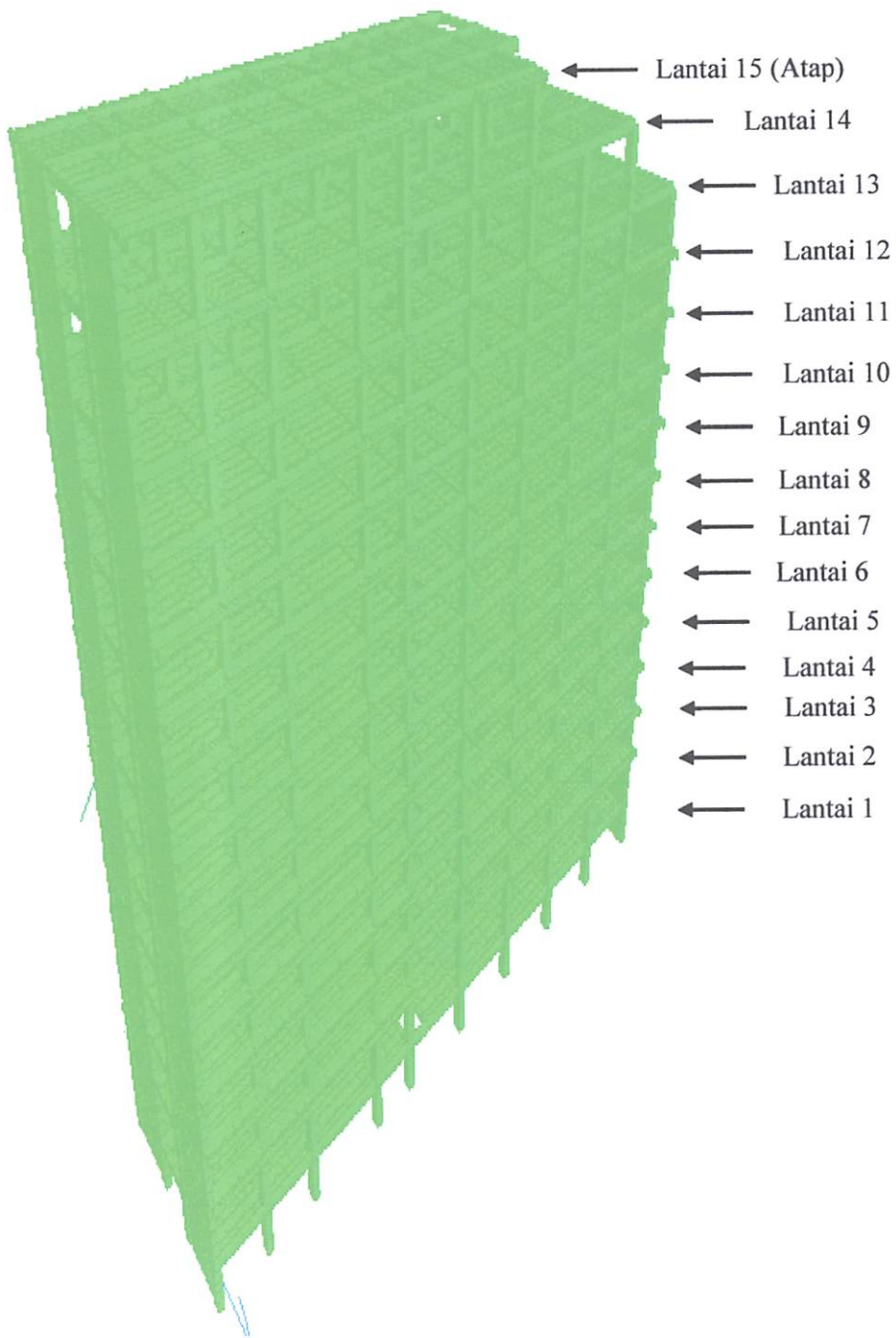
Command → Post Analysis Print → Member Force All → Ok

**Analysis:**

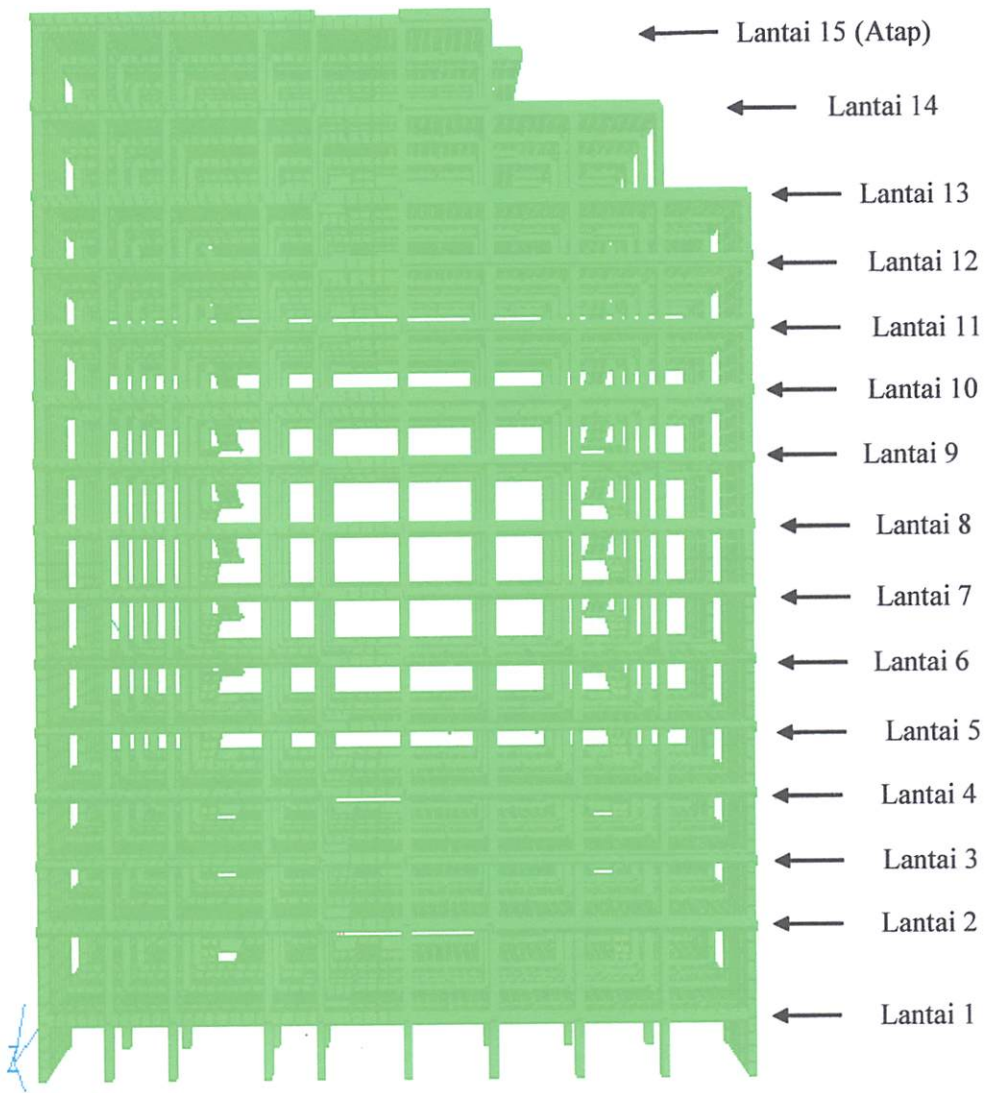
Command → Analysis → perform Analysis → No Print → Add → Close

**Run Analysis:**

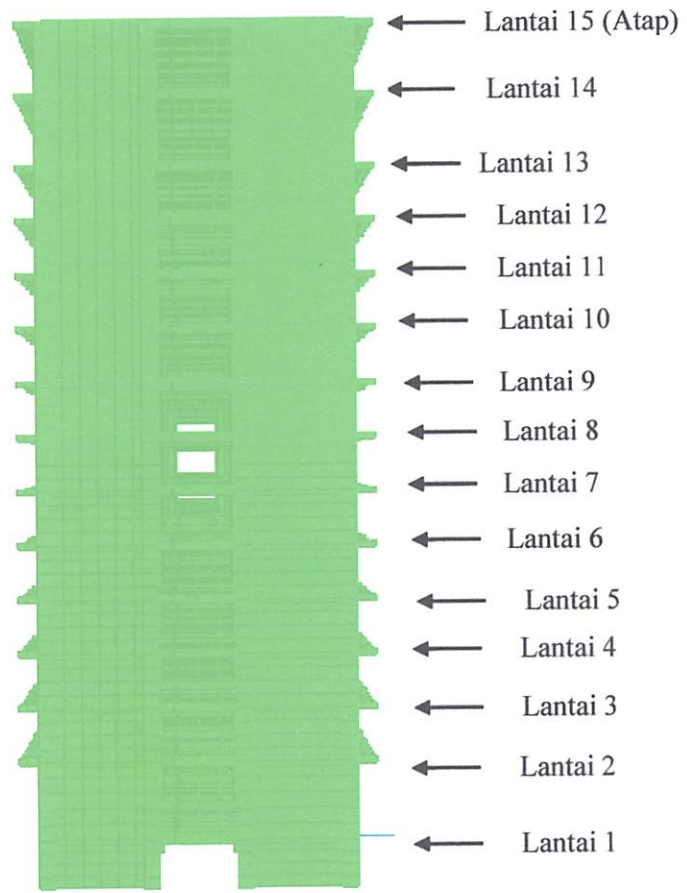
Analyze → Run Analysis → Staad Analisis → Run analisis → Save.



Gambar 3.11 Portal 3D dalam bentuk Isometrik



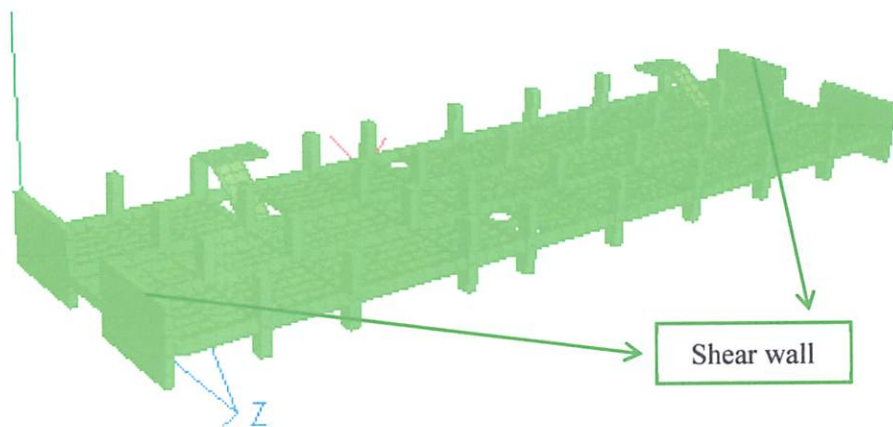
Gambar 3.12 Portal 3D Tampak Depan



Gambar 3.13 Portal 3D Tampak Samping

### 3.6. Gambar dan Perhitungan Pusat Massa Lantai (Center Of Mass)

#### ❖ Lantai 1



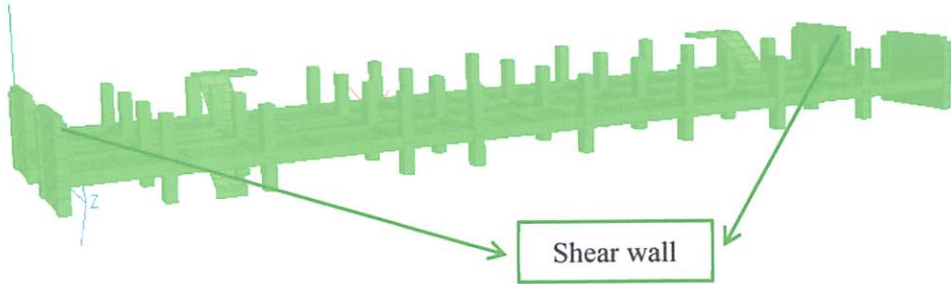
Gambar 3.14 Potongan pusat massa Lantai 1

Tabel 3.1 Berat dan koordinat pusat massa (CM) lantai 1 dari hasil Staad Pro

Berat Kg	Koordinat (m)	
	X	Z
815182	28.30	7.61

```
BERAT LANTAI 1 okani - STAAD Output Viewer  
1064. PRINT CG  
CENTER OF GRAVITY OF THE STRUCTURE IS LOCATED AT: (METRE UNIT)  
X = 28.30 Y = 0.20 Z = 7.61  
TOTAL SELF WEIGHT = 815182.375 (KG UNIT)  
1065. FINISH  
-----< PAGE 20 Ends Here >-----  
STAAD SPACE -- PAGE NO. 21
```

❖ Lantai 2



Gambar 3.15 Potongan pusat massa Lantai 2

Tabel 3.2 Berat dan koordinat pusat massa (CM) lantai 2 dari hasil Staad Pro

Berat Kg	Koordinat (m)	
	X	Z
871673	28.42	7.65

1278. PRINT CG

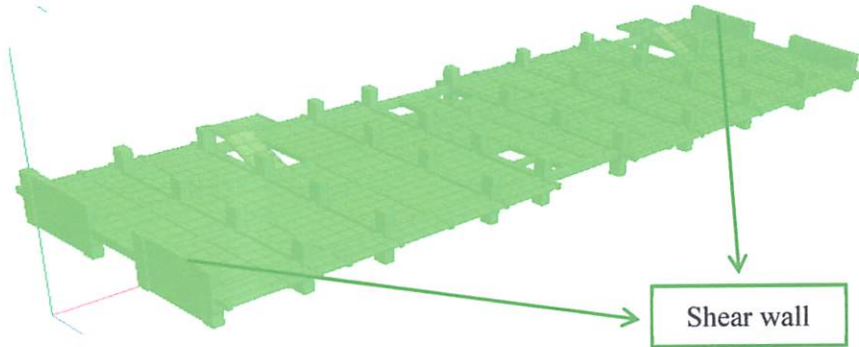
CENTER OF GRAVITY OF THE STRUCTURE IS LOCATED AT: (METRE UNIT)

X = 28.42 Y = 4.87 Z = 7.65

TOTAL SELF WEIGHT = 871673.562 (KG UNIT)

1279. FINISH

❖ Lantai



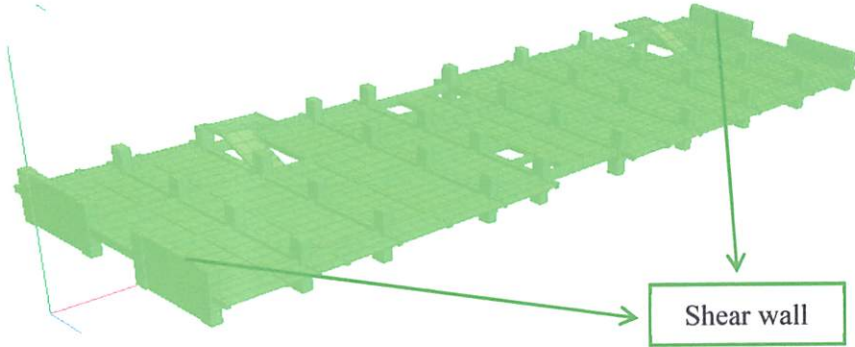
Gambar 3.16 Potongan pusat massa Lantai 3

Tabel 3.3 Berat dan koordinat pusat massa (CM) lantai 3 dari hasil Staad Pro

Berat Kg	Koordinat (m)	
	X	Z
829586	28.48	7.67

```
1273. PRINT CG
■
CENTER OF GRAVITY OF THE STRUCTURE IS LOCATED AT: (METE UNIT)
X = 28.48 Y = 8.50 Z = 7.67
TOTAL SELF WEIGHT = 829586.938 (KG UNIT)
1274. FINISH
```

❖ Lantai 4 – lantai 8



Gambar 3.17 Potongan pusat massa Lantai 4 – lantai 8

Tabel 3.4 Berat dan koordinat pusat massa (CM) lantai 4 – lantai 8 dari hasil Staad Pro

Berat Kg	Koordinat (m)	
	X	Z
829334	28.49	7.67

```

1251. PRINT CG
-----< PAGE 23 Ends Here >-----
STAAD SPACE                               -- PAGE NO. 24

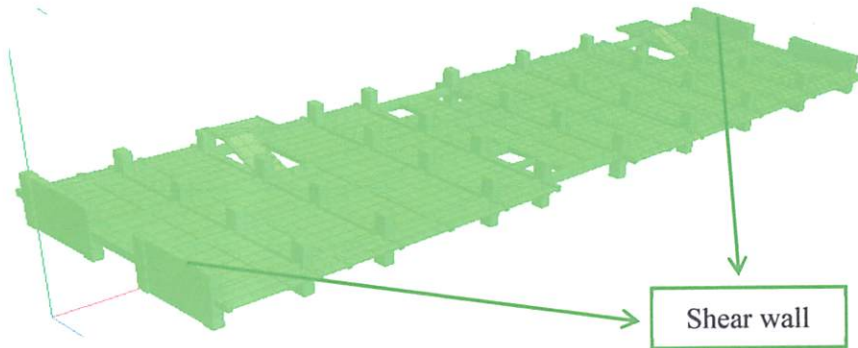
CENTER OF GRAVITY OF THE STRUCTURE IS LOCATED AT: (METE UNIT)
      X =  28.49  Y =  12.00  Z =   7.67

TOTAL SELF WEIGHT =                829334.375 (KG UNIT)

1252. FINISH
    
```



❖ Lantai 9



Gambar 3.18 Potongan pusat massa Lantai 9

Tabel 3.5 Berat dan koordinat pusat massa (CM) lantai 9 dari hasil Staad Pro

Berat Kg	Koordinat (m)	
	X	Z
829334	28.49	7.67

```

1273. PRINT CG

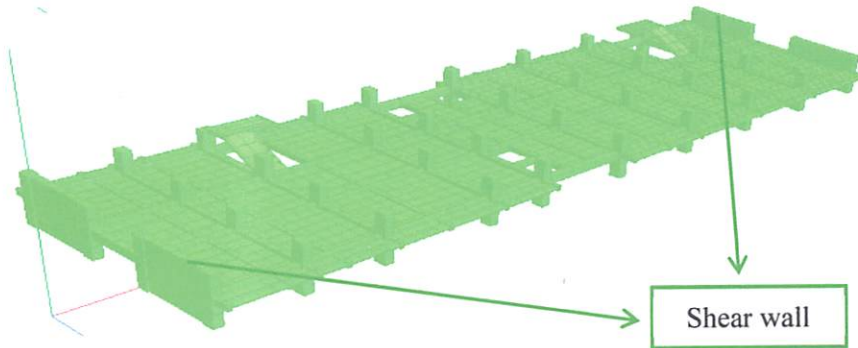
CENTER OF GRAVITY OF THE STRUCTURE IS LOCATED AT: (METE UNIT)

      X =  28.49   Y =  29.50   Z =   7.67

TOTAL SELF WEIGHT =                829334.562 (KG  UNIT)

1274. FINISH
    
```

❖ Lantai 10 – lantai 12



Gambar 3.19 Potongan pusat massa Lantai 10 – lantai 12

Tabel 3.6 Berat dan koordinat pusat massa (CM) lantai 10 – lantai 12 dari hasil

Staad Pro

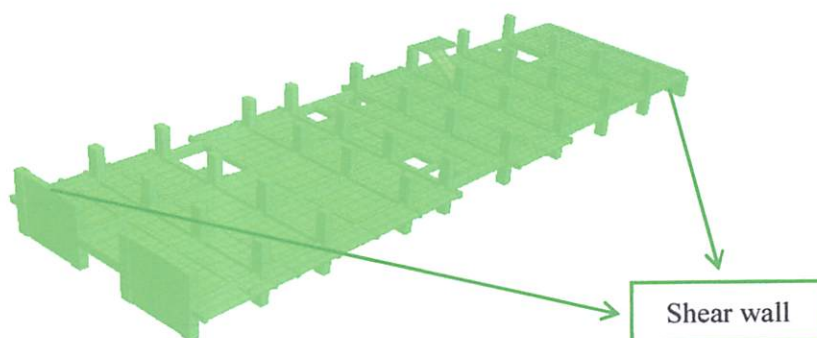
Berat Kg	Koordinat (m)	
	X	Z
829334	28.49	7.67

```

1242. PRINT CG
■
CENTER OF GRAVITY OF THE STRUCTURE IS LOCATED AT: (METE UNIT)
X = 28.49 Y = 33.00 Z = 7.67
TOTAL SELF WEIGHT = 829334.438 (KG UNIT)

1243. FINISH
-----< PAGE 23 Ends Here >-----
STAAD SPACE -- PAGE NO. 24
    
```

❖ Lantai 13



Gambar 3.20 Potongan pusat massa Lantai 13

Tabel 3.7 Berat dan koordinat pusat massa (CM) lantai 13 dari hasil Staad Pro

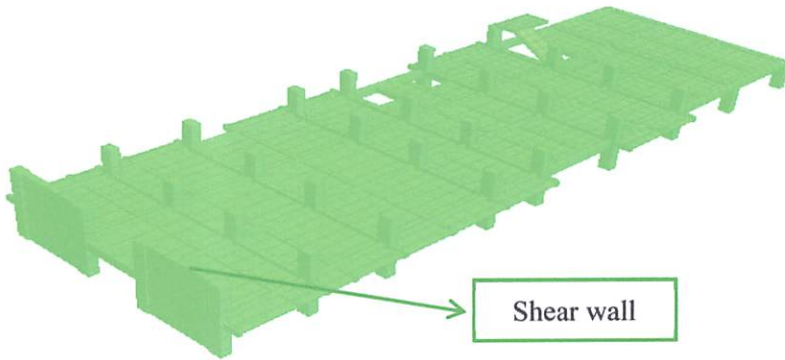
Berat Kg	Koordinat (m)	
	X	Z
790764	26.63	7.67

```

1141. PRINT CG
-----< PAGE 21 Ends Here >-----
STAAD SPACE                                -- PAGE NO. 22

CENTER OF GRAVITY OF THE STRUCTURE IS LOCATED AT: (METE UNIT)
X = 26.63  Y = 43.54  Z = 7.67
TOTAL SELF WRIGHT = 790764.688 (KG UNIT)
1142. FINISH
    
```

❖ Lantai 14



Gambar 3.21 Potongan pusat massa Lantai 14

Tabel 3.8 Berat dan koordinat pusat massa (CM) lantai 14 dari hasil Staad Pro

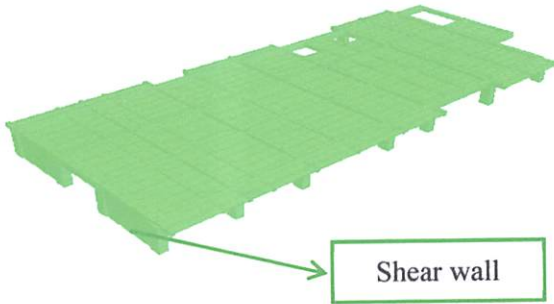
Berat Kg	Koordinat (m)	
	X	Z
745603	22.47	7.70

```

1026. PRINT CG
-----< PAGE 19 Ends Here >-----
STAAD SPACE -- PAGE NO. 20
[
CENTER OF GRAVITY OF THE STRUCTURE IS LOCATED AT: (METE UNIT)
      X =  22.47  Y =  48.14  Z =   7.70
TOTAL SELF WEIGHT =          745603.875 (KG UNIT)
1027. FINISH

```

❖ Lantai 15 (Atap)



Gambar 3.22 Potongan pusat massa Lantai 15

Tabel 3.9 Berat dan koordinat pusat massa (CM) lantai 15 dari hasil Staad Pro

Berat Kg	Koordinat (m)	
	X	Z
486888	17.83	7.66

```

748. PRINT CG
-----< PAGE 14 Ends Here >-----
STAAD SPACE                               -- PAGE NO. 15

CENTER OF GRAVITY OF THE STRUCTURE IS LOCATED AT: (METRE UNIT)

X = 17.83  Y = 52.55  Z = 7.66

TOTAL SELF WEIGHT = 486888.156 (KG UNIT)

749. FINISH
    
```

1. Koordinat pusat massa lantai (CM) di lihat dari hasil running Program Bantu Teknik Sipil (PBTS) / STAAD PRO, berat bangunan perlantai yang telah di potong dalam bentuk 3D dengan Perintah / Comands → Post Analysis Print : CG ( Center Gravity ) dan Support Reaction.

Tabel 3.10 Koordinat pusat massa per lantai seperti pada table dibawah ini :

Koordinat Per Lantai	X	Z
Lantai 1	28.3	7.61
Lantai 2	28.42	7.65
Lantai 3	28.48	7.67
Lantai 4	28.49	7.67
Lantai 5	28.49	7.67
Lantai 6	29.49	7.67
Lantai 7	28.49	7.67
Lantai 8	28.49	7.67
Lantai 9	28.49	7.67
Lantai 10	28.47	7.67
Lantai 11	28.47	7.67
Lantai 12	28.47	7.67
Lantai 13	26.63	7.67
Lantai 14	22.47	7.70
Lantai 15	17.83	7.66

Keterangan :

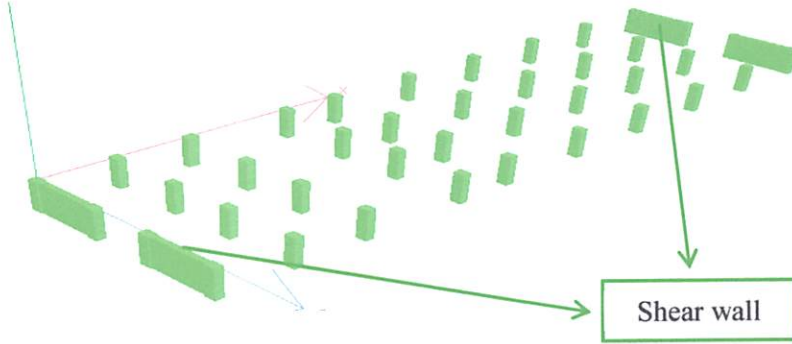
Nilai koordinat ini dipakai untuk memberikan beban gempa pada struktur dan Response Spectrum Gempa pada struktur dapat dilihat pada Input data Staad pro, dengan mengatur parameter – parameter : X = 1, Y = 1, Z = 0.3

Dalam menganalisa beban gempa Dinamik (SNI – 1726 – 2002 pasal 5.8.2)

Untuk mensimulasi arah pengaruh gempa yang sembarang terhadap struktur gedung, pengaruh pembeban gempa dalam arah utama yang ditentukan menurut pasal 5.8.1 harus dianggap efektif 100 % dan harus dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa dalam arah tegak lurus pada arah utama pembebanan tadi, tetapi dengan efektifitas hanya 30 %. Sehingga dalam parameter Spectrum Load Direction diisi :  $X = 1, Z = 0.3$

### 3.7. Gambar dan Perhitungan Pusat Kekakuan (CR)

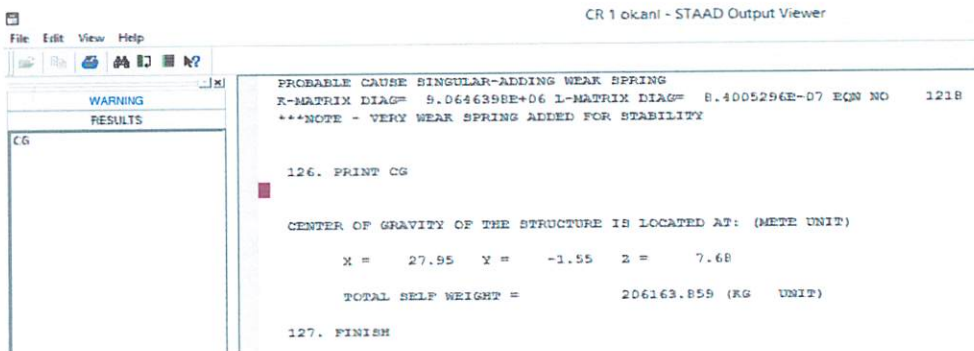
#### ❖ Tingkat 1



Gambar 3.23 Potongan pusat kekakuan tingkat 1

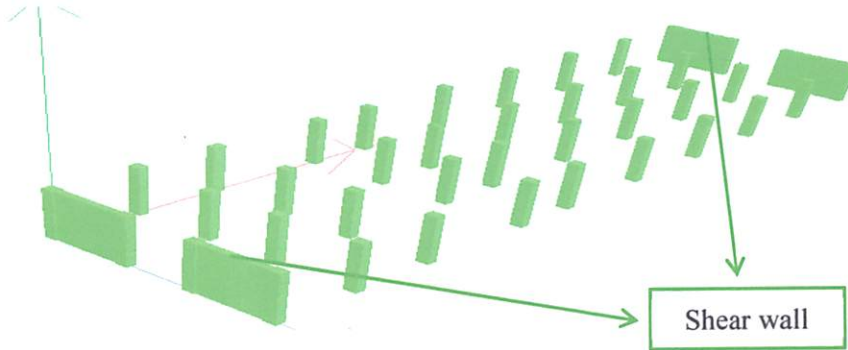
Tabel 3.11 Koordinat pusat kekakuan ( CR ) tingkat 1 dari Staad pro

Koordinat ( m )	
X	Z
27.95	7.68





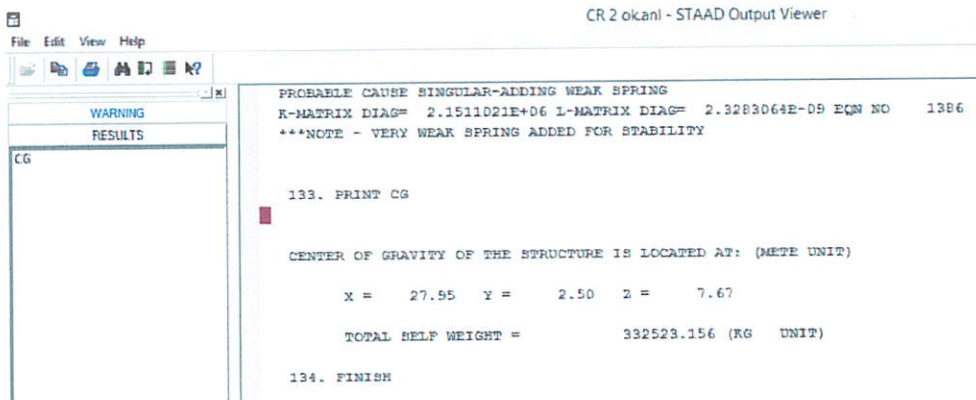
❖ Tingkat 2



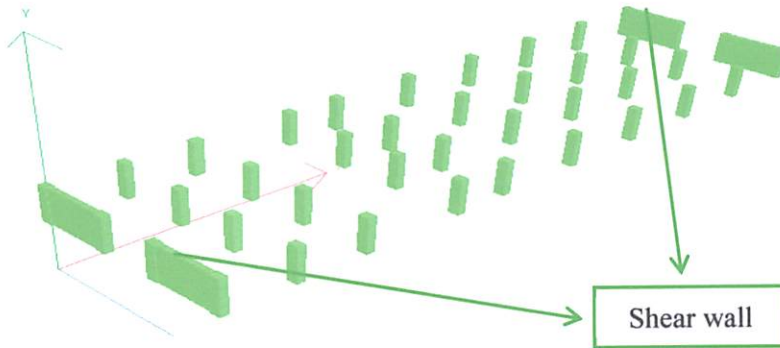
Gambar 3.24 Potongan pusat kekakuan tingkat 2

Tabel 3.12 Koordinat pusat kekakuan ( CR ) tingkat 2 dari Staad pro

Koordinat ( m )	
X	Z
27.95	7.67



❖ Tingkat 3



Gambar 3.25 Potongan pusat kekakuan tingkat 3

Tabel 3.13 Koordinat pusat kekakuan ( CR ) tingkat 3 dari Staad pro

Koordinat ( m )	
X	Z
27.95	7.68

CR 3 okani - STAAD Output Viewer

```

PROBABLE CAUSE SINGULAR-ADDING WEAK SPRING
K-MATRIX DIAG= 2.9858894E+06 L-MATRIX DIAG= -2.3289064E-09 EQN NO 1218
***NOTE - VERY WEAK SPRING ADDED FOR STABILITY

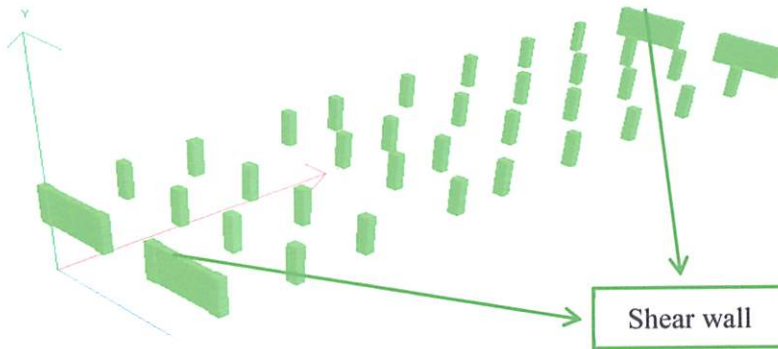
122. PRINT CG
■
CENTER OF GRAVITY OF THE STRUCTURE IS LOCATED AT: (METE UNIT)

X = 27.95 Y = 6.75 Z = 7.68

TOTAL SELF WEIGHT = 232765.594 (KG UNIT)

123. FINISH
    
```

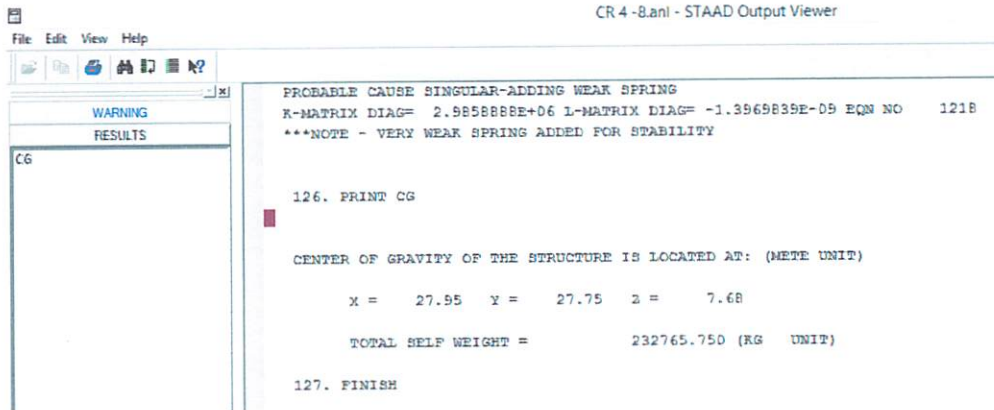
❖ tingkat 4 – tingkat 8



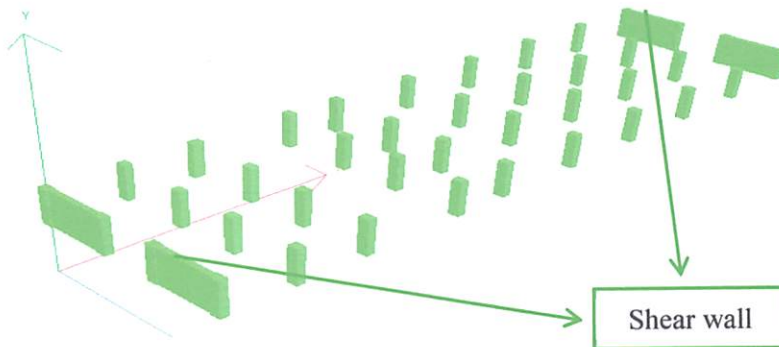
Gambar 3.26 Potongan pusat kekakuan tingkat 4 – tingkat

Tabel 3.14 Koordinat pusat kekakuan ( CR ) tingkat 4 – tingkat 8 dari Staad pro

Koordinat ( m )	
X	Z
27.95	7.68



❖ Tingkat 9



Gambar 3.27 Potongan pusat kekakuan tingkat 9

Tabel 3.15 Koordinat pusat kekakuan ( CR ) tingkat 9 dari Staad pro

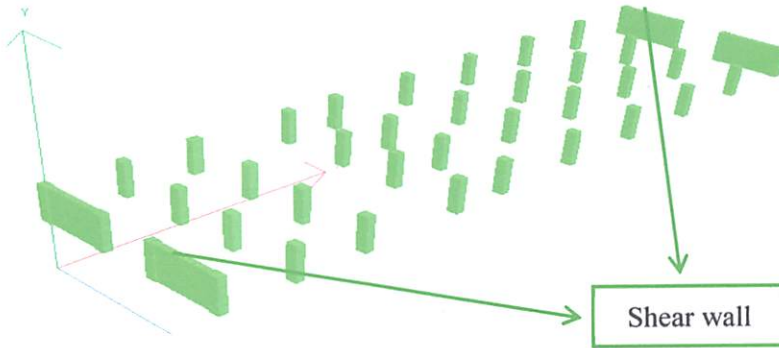
Koordinat ( m )	
X	Z
27.95	7.68

```

CR 9 okani - STAAD Output Viewer
File Edit View Help
WARNING
RESULTS
CG
PROBABLE CAUSE SINGULAR-ADDING WEAK SPRING
R-MATRIX DIAG= 2.9858888E+06 L-MATRIX DIAG= -1.3969839E-09 EQN NO 1218
***NOTE - VERY WEAK SPRING ADDED FOR STABILITY

127. PRINT CG
CENTER OF GRAVITY OF THE STRUCTURE IS LOCATED AT: (METE UNIT)
X = 27.95 Y = 31.25 Z = 7.68
TOTAL SELF WEIGHT = 232765.750 (KG UNIT)
128. FINISH
  
```

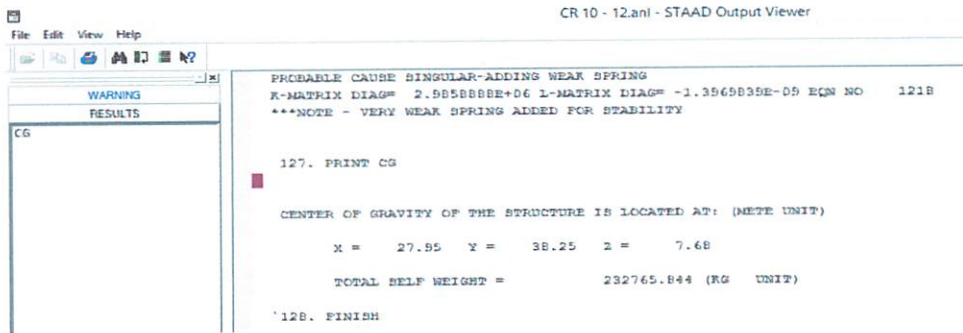
❖ Tingkat 10 – tingkat 12



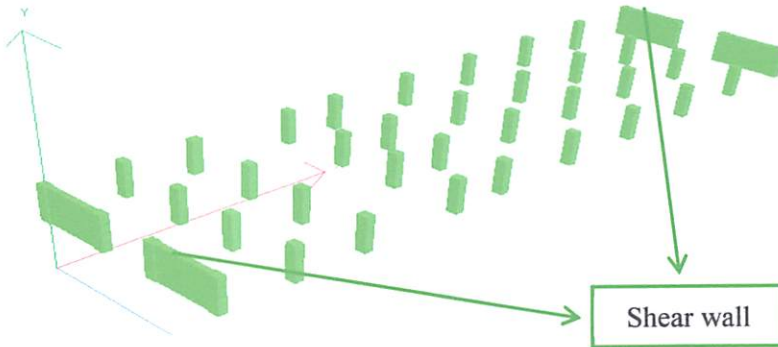
Gambar 3.28 Potongan pusat kekakuan tingkat 10 – tingkat 12

Tabel 3.16 Koordinat pusat kekakuan ( CR ) tingkat 10 – tingkat 12 dari Staad pro

Koordinat ( m )	
X	Z
27.95	7.68



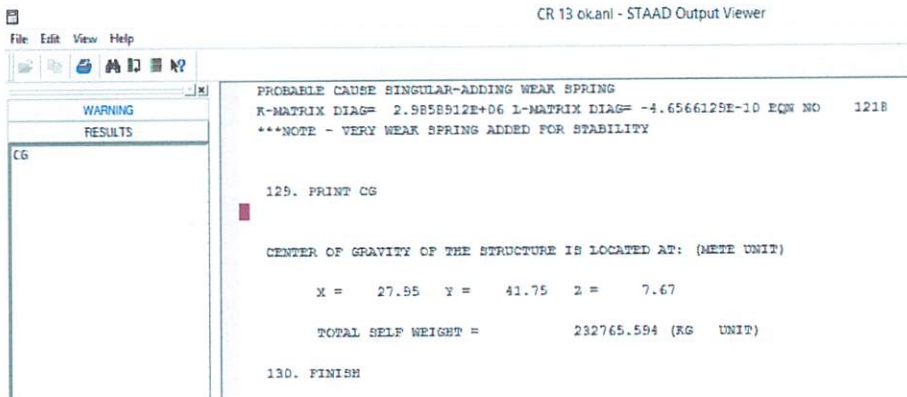
❖ Tingkat 13



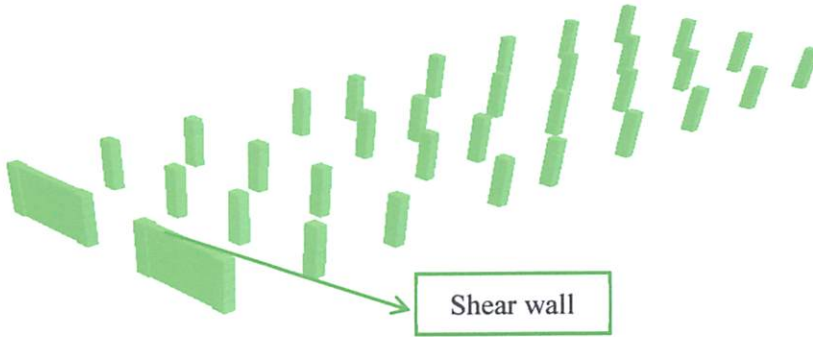
Gambar 3.29 Potongan pusat kekakuan tingkat 13

Tabel 3.17 Koordinat pusat kekakuan ( CR ) tingkat 13 dari Staad pro

Koordinat ( m )	
X	Z
27.95	7.68



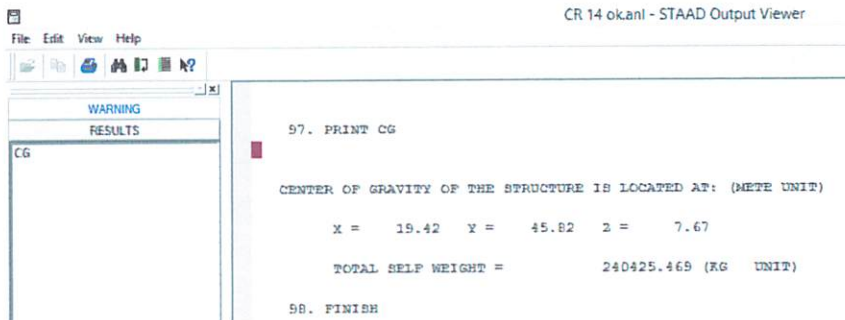
❖ Tingkat 14



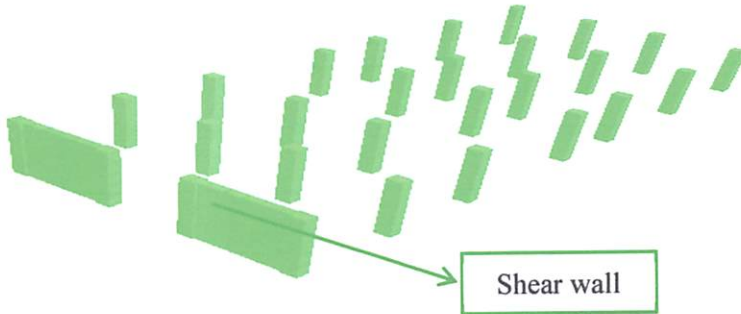
Gambar 3.30 Potongan pusat kekakuan tingkat 14

Tabel 3.18 Koordinat pusat kekakuan ( CR ) tingkat 14 dari Staad pro

Koordinat ( m )	
X	Z
19.42	7.67



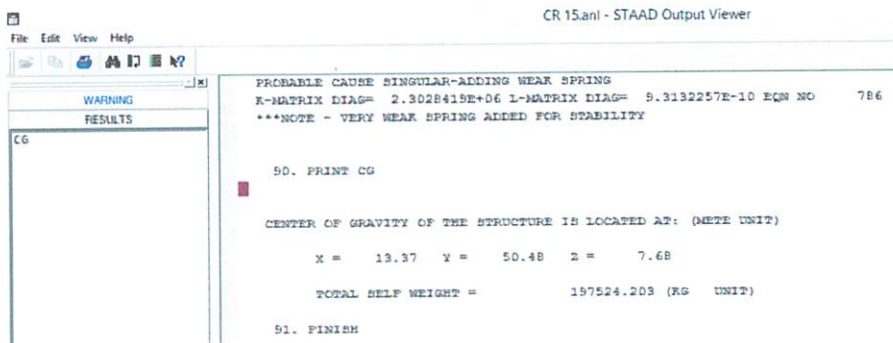
❖ Tingkat 15



Gambar 3.31 Potongan pusat kekakuan tingkat 15

Tabel 3.19 Koordinat pusat kekakuan ( CR ) tingkat 15 dari Staad pro

Koordinat ( m )	
X	Z
13.37	7.68







Koordinat pusat kekakuan ( CR ) di lihat dari hasil running program bantu Teknik Sipil ( PBTS ) STAAD PRO, elemen struktur vertikal yang telah di potong dalam bentuk 3D dengan perintah / Commands  $\rightarrow$  Post Analysis Print : CG ( Center Gravity ) dan Support Reaction.

Koordinat pusat kekakuan per tingkat seperti pada table dibawah ini :

Tabel 3.20 Berat bangunan tiap lantai dari hasil analisa STAAD PRO

Tingkat	Koordinat kolom per tingkat	
	X	Z
1	27.95	7.68
2	27.95	7.67
3	27.95	7.68
4	27.95	7.68
5	27.95	7.68
6	27.95	7.68
7	27.95	7.68
8	27.95	7.68
9	27.95	7.68
10	27.95	7.68
11	27.95	7.68
12	27.95	7.68
13	27.95	7.68
14	19.42	7.67
15	13.37	7.68

Keterangan :

Nilai koordinat pusat kekakuan ( CR ) berbeda dengan nilai koordinat pada pusat massa lantai ( CM ) sehingga akan terjadi Mode Shape Puntir ( Torsional Mode Shape ) pada struktur di landa beban gempa dengan Skala Rither yang tinggi.

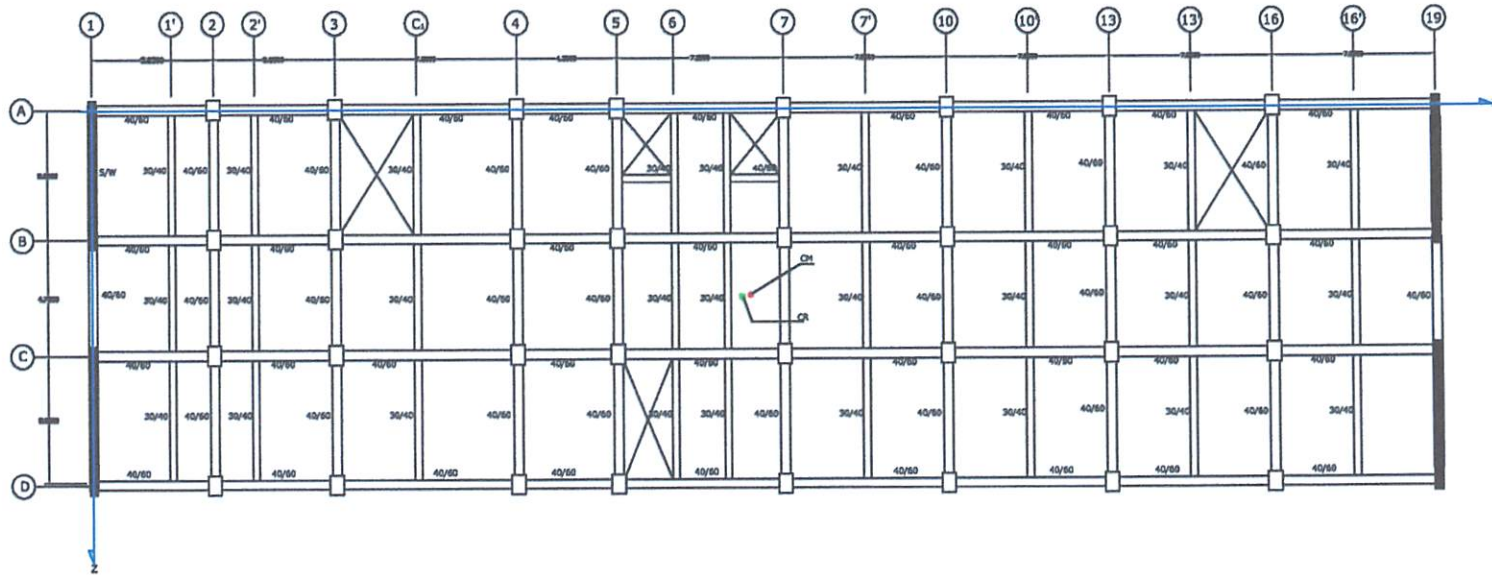
Hal ini diakibatkan karena adanya perbedaan pusat massa ( CM ) dengan pusat kekakuan ( CR ) yang tidak terletak pada satu titik sehingga menimbulkan Eksentrisitas pada struktur tersebut.

Tabel 3.21 : Pentabelan Pusat Kekakuan (CR) dan Pusat Massa (CM)

Koordinat Per Lantai (CM)	CMX	CMZ
Lantai 1	28.3	7.61
Lantai 2	28.42	7.65
Lantai 3	28.48	7.67
Lantai 4	28.49	7.67
Lantai 5	28.49	7.67
Lantai 6	29.49	7.67
Lantai 7	28.49	7.67
Lantai 8	28.49	7.67
Lantai 9	28.49	7.67
Lantai 10	28.47	7.67
Lantai 11	28.47	7.67
Lantai 12	28.47	7.67
Lantai 13	26.63	7.67
Lantai 14	22.47	7.70
Lantai 15	17.83	7.66

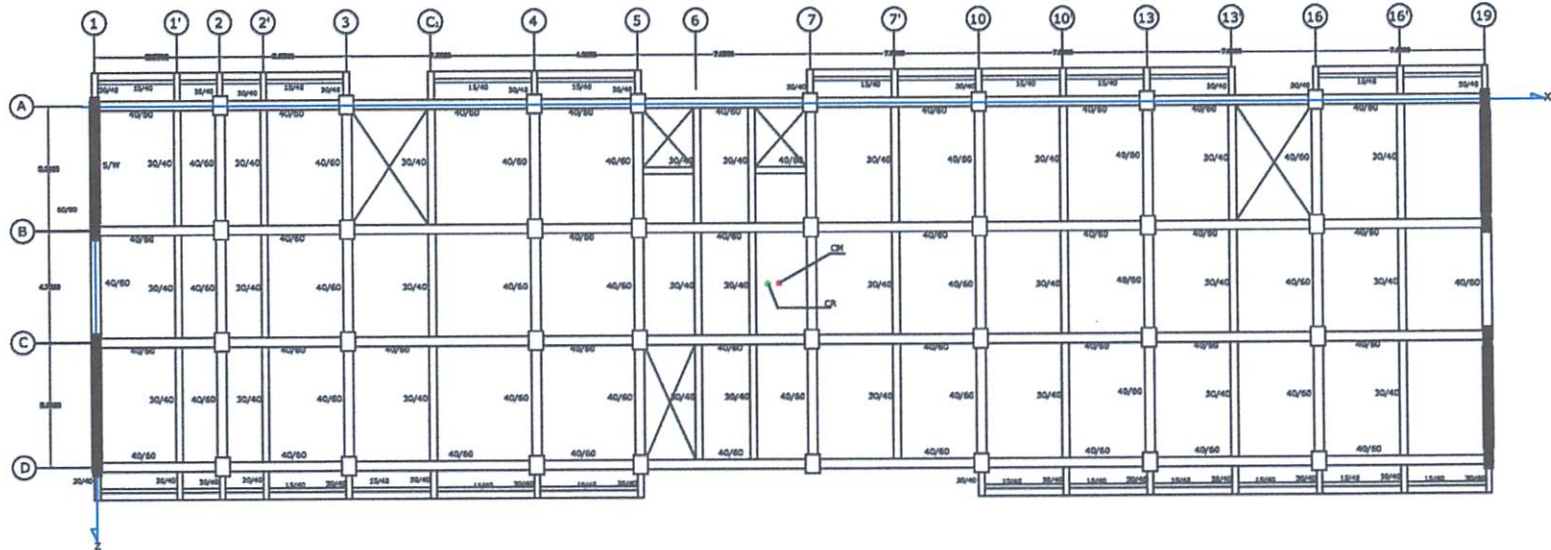
Tingkat	Koordinat Kekakuan per tingkat	
	CRX	CRZ
1	27.95	7.68
2	27.95	7.67
3	27.95	7.68
4	27.95	7.68
5	27.95	7.68
6	27.95	7.68
7	27.95	7.68
8	27.95	7.68
9	27.95	7.68
10	27.95	7.68
11	27.95	7.68
12	27.95	7.68
13	27.95	7.68
14	19.42	7.67
15	13.37	7.68

Lantai 1



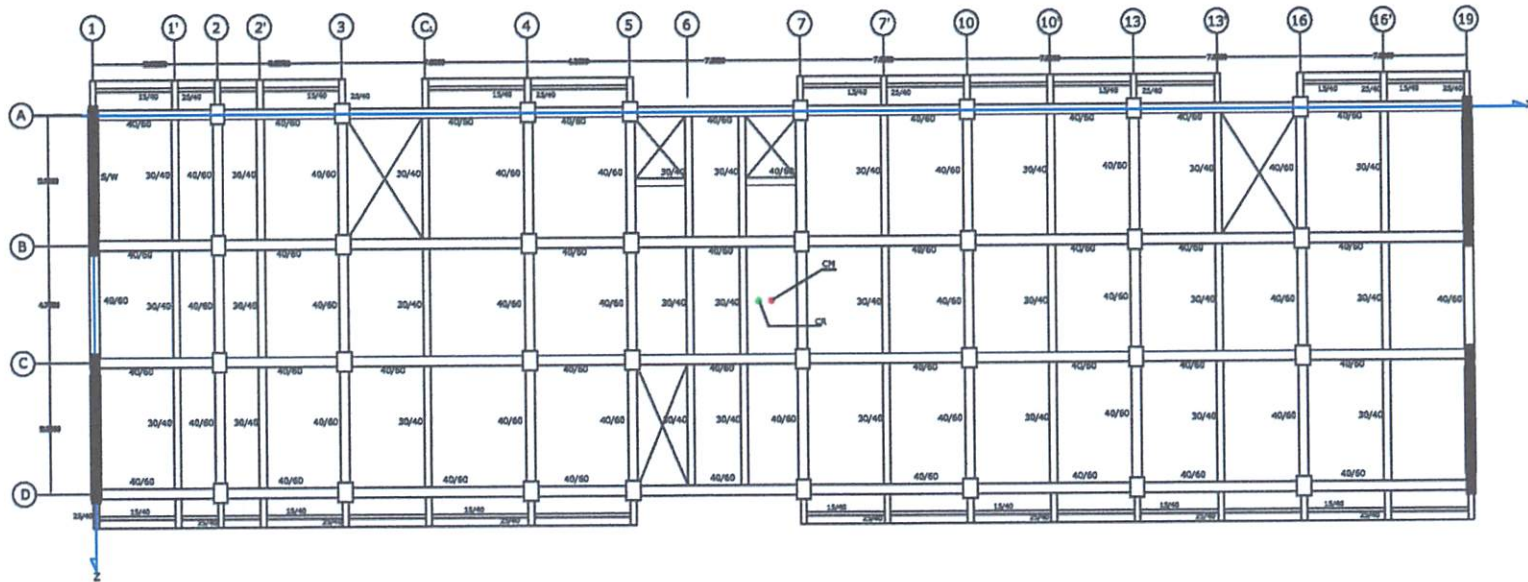
Gambar 3.32 Letak pusat massa (CM) dan pusat kekakuan (CR) lantai 1

Lantai 2



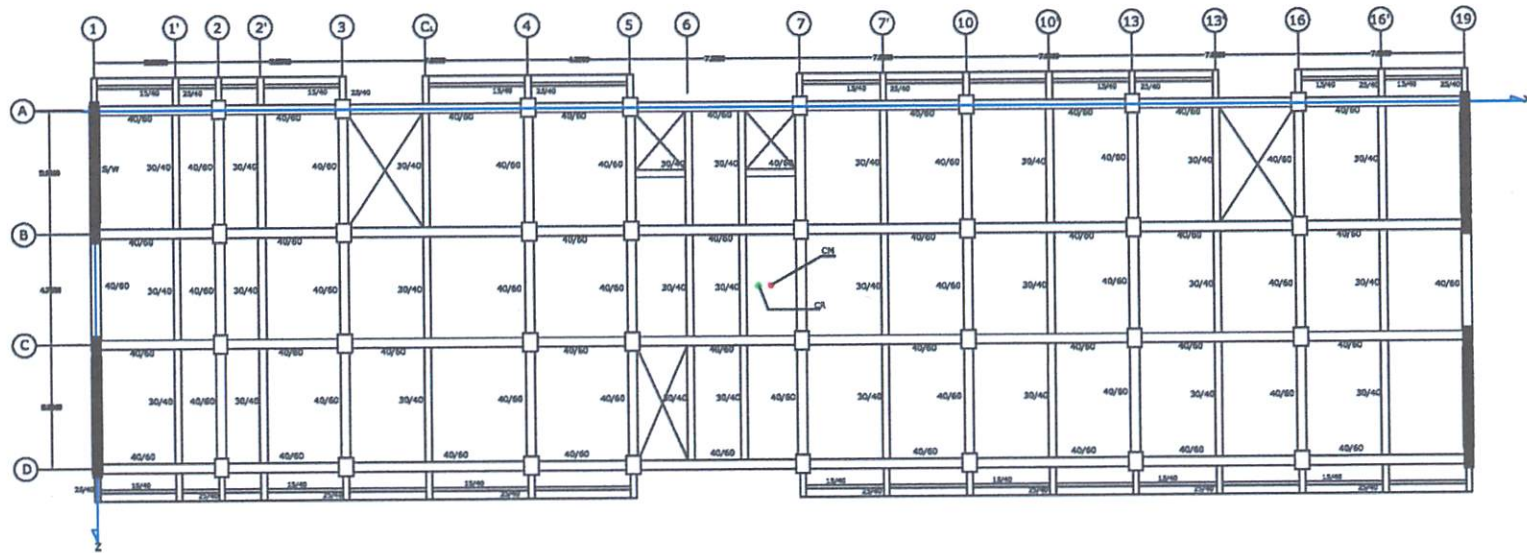
Gambar 3.33 Letak pusat massa (CM) dan pusat kekakuan (CR) lantai 2

Lantai 3



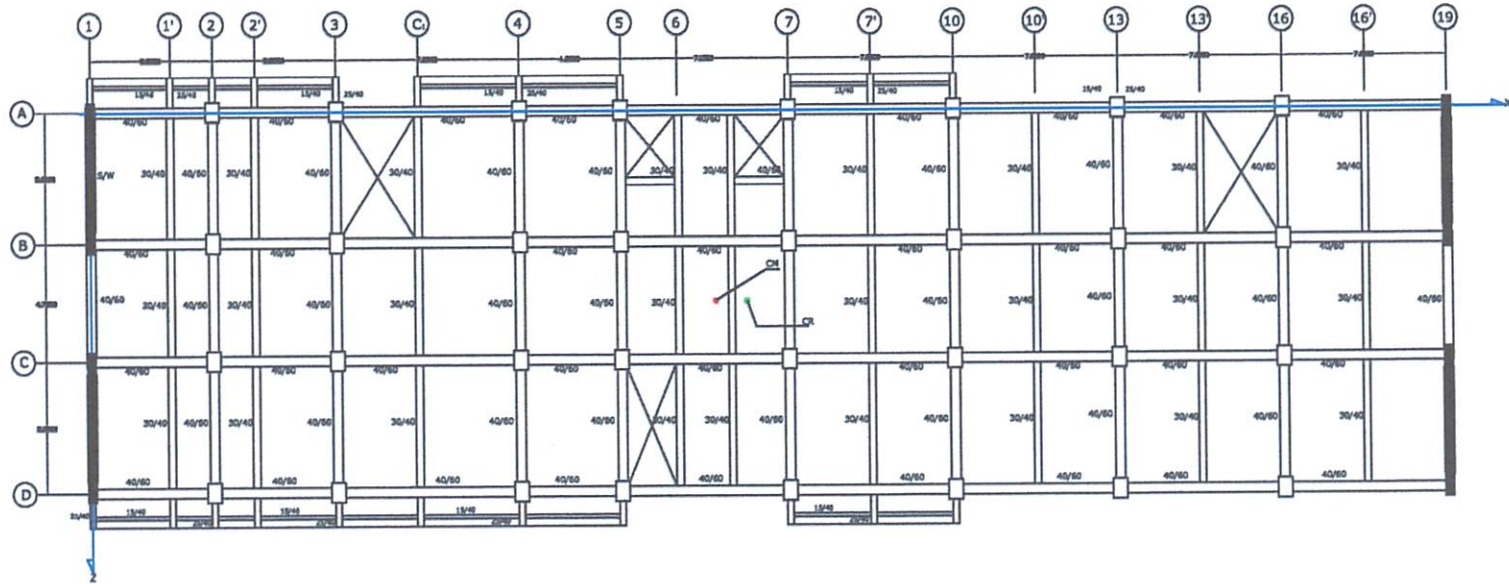
Gambar 3.34 Letak pusat massa (CM) dan pusat kekakuan (CR) lantai 3

Lantai 4 – lantai 8



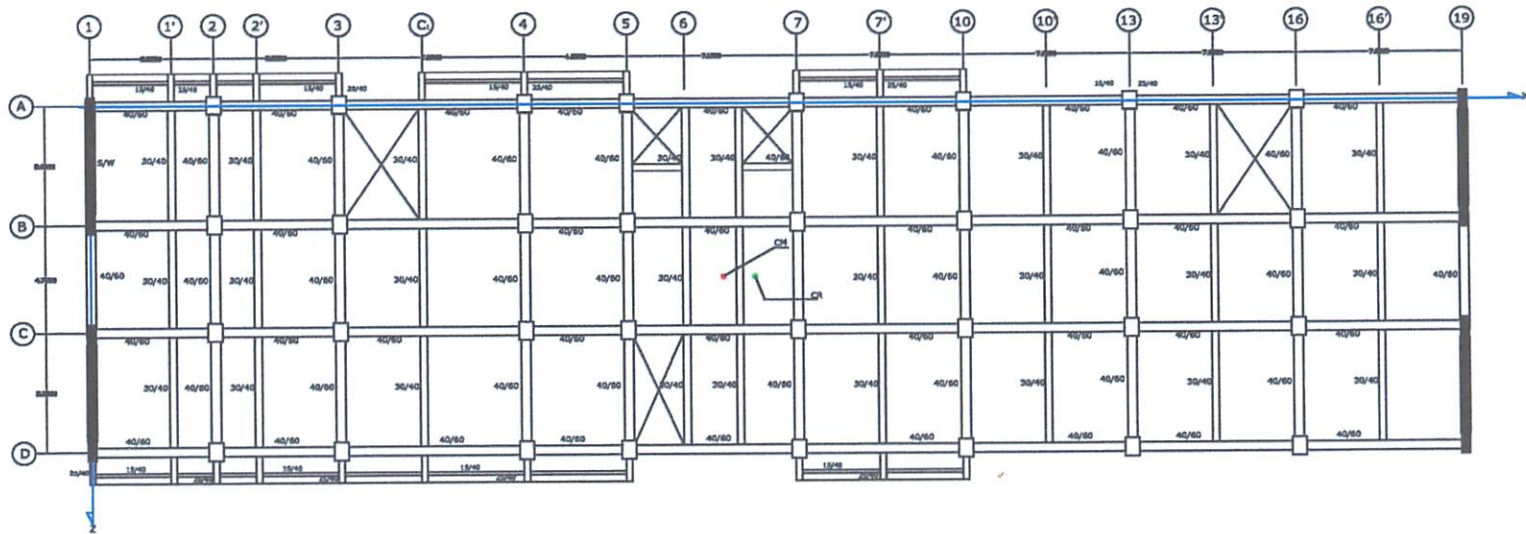
Gambar 3.35 Letak pusat massa (CM) dan pusat kekakuan (CR) lantai 4 – lantai 8

Lantai 9



Gambar 3.36 Letak pusat massa (CM) dan pusat kekakuan (CR) lantai 9

🏗️ Lantai 10 – lantai 12

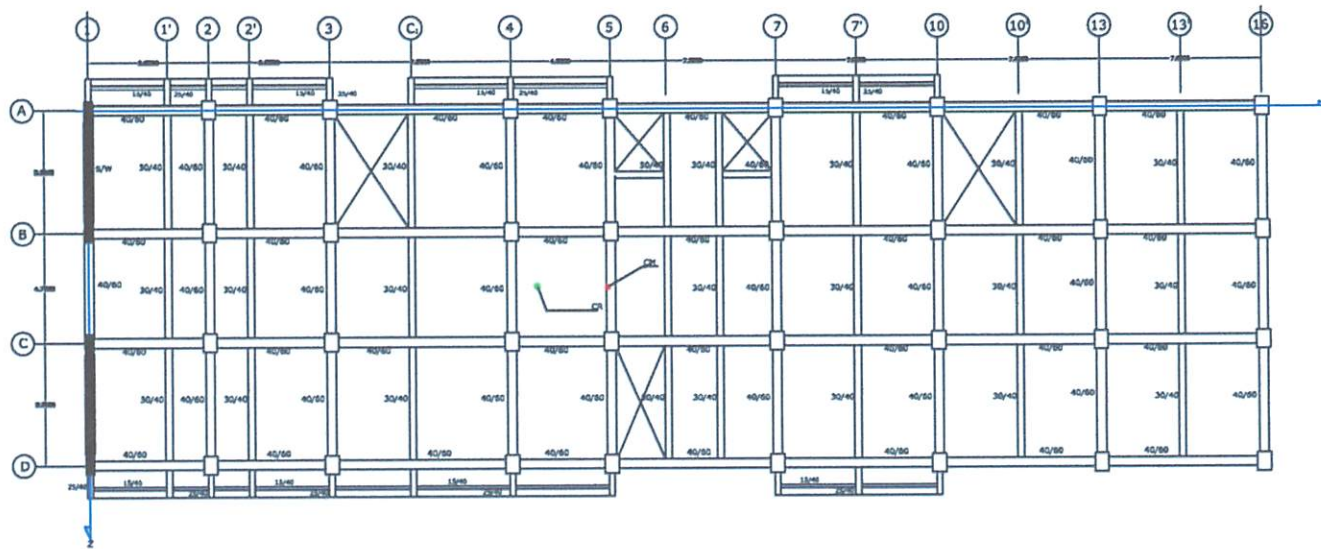


Gambar 3.37 Letak pusat massa (CM) dan pusat kekakuan (CR) lantai 10 – lantai 12



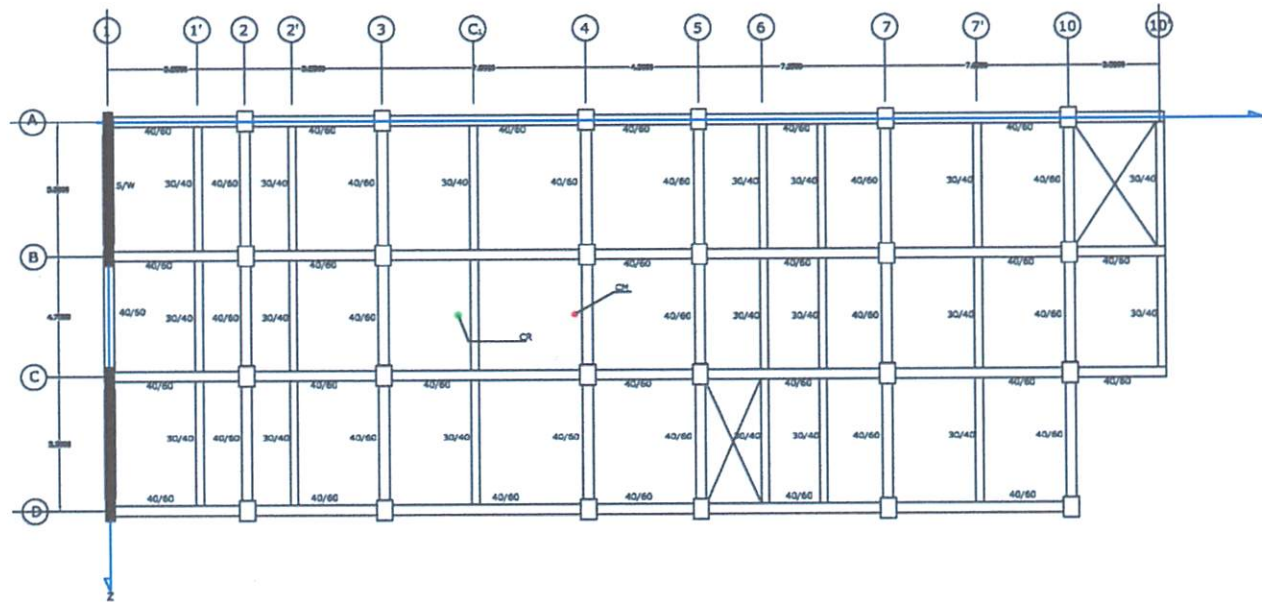


Lantai 14



Gambar 3.39 Letak pusat massa (CM) dan pusat kekakuan (CR) lantai 14

Lantai 15



Gambar 3.40 Letak pusat massa (CM) dan pusat kekakuan (CR) lantai 15

### 3.8 Perhitungan Eksentrisitas Rencana $e_d$

- Untuk  $0 < e \leq 0.3 b$  :

$$e_d = 1.5 e + 0.05 b \text{ atau } e_d = e - 0.05 b$$

- Untuk  $e \geq 0.3 b$  :

$$e_d = 1.33 e + 0.1 b \text{ atau } e_d = 1.17e - 0.1 b$$

Dari setiap persamaan, di pilih di antara ke dua rumus itu, yang pengaruhnya paling menentukan untuk unsur subsistem struktur gedung yang di tinjau.

#### 3.8.1. Lantai 15

Dimana :  $b_z = 15.35 \text{ m}$

$$b_x = 40.25 \text{ m}$$

a).  $e_z = e \leq 0.3 b$

$$= 0.02 \leq 0.3 \times 15.35$$

$$= 0.02 < 4.605 \longrightarrow \text{dipakai persamaan .....(1)}$$

$$e_{dz} = 1.5 e + 0.05 b$$

$$= 1.5 \times 0.02 + 0.05 \times 15.35$$

$$= 0.798 \text{ m}$$

$$e_{dz} = e - 0.05 b$$

$$= 0.02 - 0.05 \times 15.35$$

$$= - 0.748 \text{ m}$$

Dipakai yang terbesar untuk  $e_{dz}$  yaitu : 0.798 m

b).  $e_x = e \leq 0.3 b$

$$= 4.46 \leq 0.3 \times 40.25$$

$$= 4.46 < 12.075 \longrightarrow \text{dipakai persamaan .....(1)}$$

$$\begin{aligned}
 e_{dx} &= 1.5 e + 0.05 b \\
 &= 1.5 \times 4.46 + 0.05 \times 40.25 \\
 &= 8.703 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e_{dx} &= e - 0.05 b \\
 &= 4.46 - 0.05 \times 40.25 \\
 &= 2.448 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dipakai yang terbesar untuk  $e_{dx}$  yaitu : 8.25 m

**Jadi, Eksentrisitas Rencana untuk lantai 15,  $e_{dz} = 0.798$  m dan  $e_{dx} = 8.25$  m**

### 3.8.2. Lantai 14

Dimana :  $bz = 15.35$  m  
 $bx = 50.75$  m

$$\begin{aligned}
 \text{a). } e_z &= e \leq 0.3 b \\
 &= 0.03 \leq 0.3 \times 15.35 \\
 &= 0.03 < 4.605 \longrightarrow \text{dipakai persamaan .....(1)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e_{dz} &= 1.5 e + 0.05 b \\
 &= 1.5 \times 0.03 + 0.05 \times 15.35 \\
 &= 0.843 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e_{dz} &= e - 0.05 b \\
 &= 0.03 - 0.05 \times 15.35 \\
 &= - 0.738 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dipakai yang terbesar untuk  $e_{dz}$  yaitu : 0.843 m

$$\begin{aligned}
 \text{b). } e_x &= e \leq 0.3 b \\
 &= 3.05 \leq 0.3 \times 50.75
 \end{aligned}$$

$$= 3.05 < 15.225 \longrightarrow \text{dipakai persamaan .....(1)}$$

$$\begin{aligned} e_{dx} &= 1.5 e + 0.05 b \\ &= 1.5 \times 3.05 + 0.05 \times 50.75 \\ &= 7.113 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_{dx} &= e - 0.05 b \\ &= 3.05 - 0.05 \times 50.75 \\ &= 0.513 \text{ m} \end{aligned}$$

Dipakai yang terbesar untuk  $e_{dx}$  yaitu : 7.115 m

**Jadi, Eksentrisitas Rencana untuk lantai 15,  $e_{dz} = 0.843$  m dan  $e_{dx} = 7.113$  m**

### 3.8.3. Lantai 13

Dimana :  $bz = 15.35$  m  
 $bx = 57.75$  m

$$\begin{aligned} \text{a). } e_z &= e \leq 0.3 b \\ &= 0.01 \leq 0.3 \times 15.35 \\ &= 0.01 < 4.605 \longrightarrow \text{dipakai persamaan .....(1)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_{dz} &= 1.5 e + 0.05 b \\ &= 1.5 \times 0.01 + 0.05 \times 15.35 \\ &= 0.785 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_{dz} &= e - 0.05 b \\ &= 0.01 - 0.05 \times 15.35 \\ &= - 0.758 \text{ m} \end{aligned}$$

Dipakai yang terbesar untuk  $e_{dz}$  yaitu : 0.785 m

$$\text{b). } e_x = e \leq 0.3 b$$

$$= 1.32 \leq 0.3 \times 57.75$$

$$= 1.32 < 17.325 \longrightarrow \text{dipakai persamaan .....(1)}$$

$$e_{dx} = 1.5 e + 0.05 b$$

$$= 1.5 \times 1.32 + 0.05 \times 57.75$$

$$= 4.868 \text{ m}$$

$$e_{dx} = e - 0.05 b$$

$$= 1.32 - 0.05 \times 57.75$$

$$= -1.568 \text{ m}$$

Dipakai yang terbesar untuk  $e_{dx}$  yaitu : 4.868 m

**Jadi, Eksentrisitas Rencana untuk lantai 15,  $e_{dz} = 0.785 \text{ m}$  dan  $e_{dx} = 4.868 \text{ m}$**

#### 3.8.4. Lantai 12 – lantai 10

Dimana :  $bz = 15.35 \text{ m}$

$$bx = 57.75 \text{ m}$$

a).  $e_z = e \leq 0.3 b$

$$= 0.01 \leq 0.3 \times 15.35$$

$$= 0.01 < 4.605 \longrightarrow \text{dipakai persamaan .....(1)}$$

$$e_{dz} = 1.5 e + 0.05 b$$

$$= 1.5 \times 0.01 + 0.05 \times 15.35$$

$$= 0.785 \text{ m}$$

$$e_{dz} = e - 0.05 b$$

$$= 0.01 - 0.05 \times 15.35$$

$$= -0.758 \text{ m}$$

Dipakai yang terbesar untuk  $e_{dz}$  yaitu : 0.785 m

$$\begin{aligned}
 \text{b). } e_x &= e \leq 0.3 b \\
 &= 0.52 \leq 0.3 \times 57.75 \\
 &= 0.52 < 17.325 \longrightarrow \text{dipakai persamaan .....(1)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e_{dx} &= 1.5 e + 0.05 b \\
 &= 1.5 \times 0.52 + 0.05 \times 57.75 \\
 &= 3.668 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e_{dx} &= e - 0.05 b \\
 &= 0.52 - 0.05 \times 57.75 \\
 &= -2.368 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dipakai yang terbesar untuk  $e_{dx}$  yaitu : 3.668 m

**Jadi, Eksentrisitas Rencana untuk lantai 15,  $e_{dz} = 0.785$  m dan  $e_{dx} = 3.668$  m**

### 3.8.6. Lantai 9 – lantai 4

$$\begin{aligned}
 \text{Dimana : } \quad b_z &= 15.35 \text{ m} \\
 \quad \quad \quad b_x &= 57.75 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{a). } e_z &= e \leq 0.3 b \\
 &= 0.01 \leq 0.3 \times 15.35 \\
 &= 0.01 < 4.605 \longrightarrow \text{dipakai persamaan .....(1)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e_{dz} &= 1.5 e + 0.05 b \\
 &= 1.5 \times 0.01 + 0.05 \times 15.35 \\
 &= 0.785 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e_{dz} &= e - 0.05 b \\
 &= 0.01 - 0.05 \times 15.35 \\
 &= - 0.758 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Dipakai yang terbesar untuk  $e_{dz}$  yaitu : 0.785 m

$$\begin{aligned} \text{b). } e_x &= e \leq 0.3 b \\ &= 0.54 \leq 0.3 \times 57.75 \\ &= 0.54 < 17.325 \longrightarrow \text{dipakai persamaan .....(1)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_{dx} &= 1.5 e + 0.05 b \\ &= 1.5 \times 0.54 + 0.05 \times 57.75 \\ &= 3.698 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_{dx} &= e - 0.05 b \\ &= 0.54 - 0.05 \times 57.75 \\ &= -2.348 \text{ m} \end{aligned}$$

Dipakai yang terbesar untuk  $e_{dx}$  yaitu : 3.698 m

**Jadi, Eksentrisitas Rencana untuk lantai 15,  $e_{dz} = 0.785$  m dan  $e_{dx} = 3.688$  m**

### 3.8.6. Lantai 3

$$\begin{aligned} \text{Dimana : } \quad b_z &= 15.35 \text{ m} \\ \quad \quad \quad b_x &= 57.75 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{a). } e_z &= e \leq 0.3 b \\ &= 0.01 \leq 0.3 \times 15.35 \\ &= 0.01 < 4.605 \longrightarrow \text{dipakai persamaan .....(1)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_{dz} &= 1.5 e + 0.05 b \\ &= 1.5 \times 0.01 + 0.05 \times 15.35 \\ &= 0.785 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e_{dz} &= e - 0.05 b \\ &= 0.01 - 0.05 \times 15.35 \end{aligned}$$

$$= - 0.758 \text{ m}$$

Dipakai yang terbesar untuk  $e_{dz}$  yaitu : 0.785 m

b).  $e_x = e \leq 0.3 b$

$$= 0.53 \leq 0.3 \times 57.75$$

$$= 0.53 < 17.325 \longrightarrow \text{dipakai persamaan .....(1)}$$

$$e_{dx} = 1.5 e + 0.05 b$$

$$= 1.5 \times 0.53 + 0.05 \times 57.75$$

$$= 3.683 \text{ m}$$

$$e_{dx} = e - 0.05 b$$

$$= 0.53 - 0.05 \times 57.75$$

$$= -2.358 \text{ m}$$

Dipakai yang terbesar untuk  $e_{dx}$  yaitu : 3.683 m

**Jadi, Eksentrisitas Rencana untuk lantai 15,  $e_{dz} = 0.785 \text{ m}$  dan  $e_{dx} = 3.683 \text{ m}$**

### 3.8.7. Lantai 2

Dimana :  $b_z = 15.35 \text{ m}$

$$b_x = 57.75 \text{ m}$$

a).  $e_z = e \leq 0.3 b$

$$= 0.02 \leq 0.3 \times 15.35$$

$$= 0.02 < 4.605 \longrightarrow \text{dipakai persamaan .....(1)}$$

$$e_{dz} = 1.5 e + 0.05 b$$

$$= 1.5 \times 0.02 + 0.05 \times 15.35$$

$$= 0.798 \text{ m}$$

$$e_{dz} = e - 0.05 b$$

$$= 0.02 - 0.05 \times 15.35$$

$$= -0.747 \text{ m}$$

Dipakai yang terbesar untuk  $e_{dz}$  yaitu : 0.798 m

$$\text{b). } e_x = e \leq 0.3 b$$

$$= 0.47 \leq 0.3 \times 57.75$$

$$= 0.47 < 17.325 \longrightarrow \text{dipakai persamaan .....(1)}$$

$$e_{dx} = 1.5 e + 0.05 b$$

$$= 1.5 \times 0.47 + 0.05 \times 57.75$$

$$= 3.593 \text{ m}$$

$$e_{dx} = e - 0.05 b$$

$$= 0.47 - 0.05 \times 57.75$$

$$= -2.418 \text{ m}$$

Dipakai yang terbesar untuk  $e_{dx}$  yaitu : 3.593 m

**Jadi, Eksentrisitas Rencana untuk lantai 15,  $e_{dz} = 0.798 \text{ m}$  dan  $e_{dx} = 3.593 \text{ m}$**

### 3.8.8. Lantai 1

Dimana :  $b_z = 15.35 \text{ m}$

$$b_x = 57.75 \text{ m}$$

$$\text{a). } e_z = e \leq 0.3 b$$

$$= 0.07 \leq 0.3 \times 15.35$$

$$= 0.07 < 4.605 \longrightarrow \text{dipakai persamaan .....(1)}$$

$$e_{dz} = 1.5 e + 0.05 b$$

$$= 1.5 \times 0.07 + 0.05 \times 15.35$$

$$= 0.873 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 e_{dz} &= e - 0.05 b \\
 &= 0.07 - 0.05 \times 15.35 \\
 &= -0.697 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dipakai yang terbesar untuk  $e_{dz}$  yaitu : 0.873 m

$$\begin{aligned}
 \text{b). } e_x &= e \leq 0.3 b \\
 &= 0.35 \leq 0.3 \times 57.75 \\
 &= 0.35 < 17.325 \longrightarrow \text{dipakai persamaan .....(1)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e_{dx} &= 1.5 e + 0.05 b \\
 &= 1.5 \times 0.35 + 0.05 \times 57.75 \\
 &= 3.413 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e_{dx} &= e - 0.05 b \\
 &= 0.35 - 0.05 \times 57.75 \\
 &= -2.538 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dipakai yang terbesar untuk  $e_{dx}$  yaitu : 3.413 m

**Jadi, Eksentrisitas Rencana untuk lantai 15,  $e_{dz} = 0.873$  m dan  $e_{dx} = 3.413$  m**

Tabel 3.22 Eksentrisitas Rencana (  $e_d$  )

Lantai	Jarak (m)	
	$e_{dz}$	$e_{dx}$
15	0.798	8.25
14	0.843	7.113
13	0.785	4.868
12	0.785	3.668
11	0.785	3.668
10	0.785	3.668
9	0.785	3.688
8	0.785	3.688
7	0.785	3.688
6	0.785	3.688
5	0.785	3.688
4	0.785	3.688
3	0.785	3.683
2	0.798	3.593
1	0.873	3.413

### 3.9. Perhitungan Pusat Kekakuan Struktur (CR)

**Formula :**

$$\text{Inersia (I)} = \frac{1}{12} \times b \times h^3$$

$$\text{Kekakuan} = \frac{E \times I}{L}$$

Namun dalam perhitungan ini nilai E-itu sendiri tidak diperhitungkan karena akan di bagi dengan E itu sendiri.

#### Perhitungan kekakuan Portal

1. Kolom Persegi 60/80

$$A = b \times h$$

$$A = 60 \times 80 = 4800 \text{ cm}^2$$

$$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3$$

$$I = \frac{1}{12} \times 60 \times 80^3 = 2560000 \text{ cm}^4 = 2560000 \times 10^{-8} \text{ m}^4$$

➤ Untuk  $h = 3.1 \text{ m}$

▪ Kekakuan relatif kolom (K) :

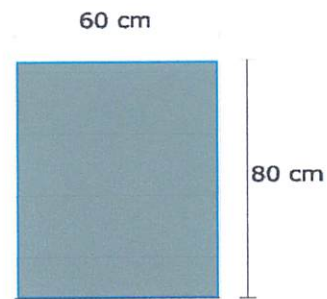
$$K = \frac{I}{h} = \frac{2560000 \times 10^{-8}}{3.1} = 0.00826 \text{ m}^3$$

▪ Kekakuan Absolut (Ko) :

$$K_o = 1000 \text{ cm}^3 = 0.001 \text{ m}^3$$

▪ Kekakuan lentur kolom (Kc) :

$$K_c = \frac{K}{K_o} = \frac{0.00826}{0.001} = 8.258$$



➤ Untuk  $h = 5$  m

- Kekakuan relatif kolom (K) :

$$K = \frac{I}{h} = \frac{2560000 \times 10^{-8}}{5} = 0.00512 \text{ m}^3$$

- Kekakuan Absolut (Ko) :

$$K_o = 1000 \text{ cm}^3 = 0.001 \text{ m}^3$$

- Kekakuan lentur kolom (Kc) :

$$K_c = \frac{K}{K_o} = \frac{0.00512}{0.001} = 5.12$$

➤ Untuk  $h = 3.5$  m

- Kekakuan relatif kolom (K) :

$$K = \frac{I}{h} = \frac{2560000 \times 10^{-8}}{3.5} = 0.00731 \text{ m}^3$$

- Kekakuan Absolut (Ko) :

$$K_o = 1000 \text{ cm}^3 = 0.001 \text{ m}^3$$

- Kekakuan lentur kolom (Kc) :

$$K_c = \frac{K}{K_o} = \frac{0.00731}{0.001} = 7.31$$

➤ Untuk  $h = 4.65$  m

- Kekakuan relatif kolom (K) :

$$K = \frac{I}{h} = \frac{2560000 \times 10^{-8}}{4.65} = 0.00551 \text{ m}^3$$

- Kekakuan Absolut (Ko) :

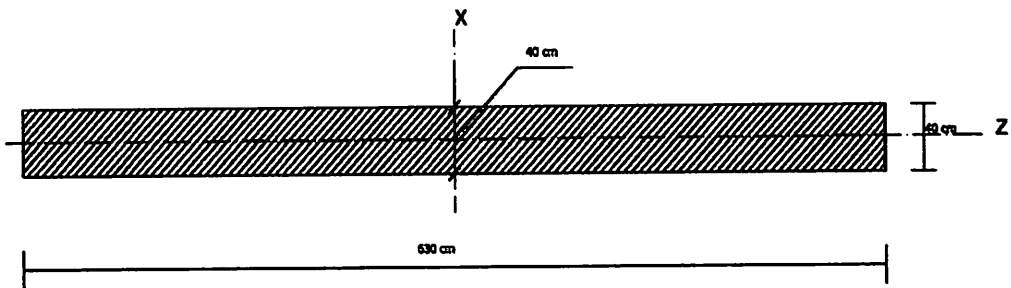
$$K_o = 1000 \text{ cm}^3 = 0.001 \text{ m}^3$$

- Kekakuan lentur kolom ( $K_c$ ) :

$$K_c = \frac{K}{K_o} = \frac{0.00551}{0.001} = 5.55$$

### 3.10. Untuk Badan Dinding Geser / Shear Wall / Dual System (D.S) = 40 / 630

cm



Gambar 3.41 Badan dinding Geser / Shear Wall

- Momen Inersia Penampang Dinding geser arah x ( $I_z$ )

Bagian Dinding yang berdimensi 630/40

$$I_z = \frac{1}{12} \times 630 \times 40^3 = 33600000 \text{ cm}^4$$

- Momen Inersia arah x ( $I_x$ )

Bagian Dinding yang berdimensi 470/30

$$I_x = \frac{1}{12} \times 630^3 \times 40 = 833490000 \text{ cm}^4$$

- Momen Inersia Penampang Kolom arah z ( $I_z$ )

Kolom berdimensi 60/80

$$I_z = \frac{1}{12} \times 80 \times 60^3 = 1440000 \text{ cm}^4$$



- Momen Inersia arah x ( Ix )

Kolom berdimensi 60/80

$$I_x = \frac{1}{12} \times 80^3 \times 60 = 2560000 \text{ cm}^4$$

Kekakuan (EI) berdasarkan dimensi penampang yang dilihat dari momen inersia (I) masing-masing arah pembebanan gempa, sebab untuk Modulus Elastisitas E untuk bahan yang sama mempunyai nilai yang sama.

Total momen inersia arah x (Ix) :

Jumlah dinding geser = 4 buah

Jumlah kolom dimensi 60/80 = 32 buah

Maka jumlah kekakuan dinding geser = (Iz) x 4

$$= (33600000) \times 4 = 134400000 \text{ cm}^4$$

Maka jumlah kekakuan dinding geser = (Ix) x 4

$$= (833490000) \times 4 = 3333960000 \text{ cm}^4$$

Jumlah kekakuan kolom = (Iz(60/80)) x 32

$$= (1440000) \times 32 = 46080000 \text{ cm}^4$$

Jumlah kekakuan kolom = (Ix(60/80)) x 32

$$= (2560000) \times 32 = 81920000 \text{ cm}^4$$

Untuk perbandingan persentase antara momen inersia Dinding geser dan Portal :

$$\text{Persentase Dinding Geser arah Iz} = \frac{134400000}{(134400000 + 46080000)} \times 100\% = 75 \%$$

$$\text{Persentase Dinding Geser arah Ix} = \frac{3333960000}{(3333960000 + 81920000)} \times 100\% = 98 \%$$



$$\text{Persentase Kolom arah Iz} = \frac{46080000}{(46080000 + 134400000)} \times 100\% = 25\%$$

$$\text{Persentase Kolom arah Ix} = \frac{81920000}{(81920000 + 3333960000)} \times 100\% = 2\%$$

### 3.11. Kinerja Batas Layan ( $\Delta s$ ) dan Kinerja Batas Ultimit ( $\Delta m$ )

#### 3.11.1 Kinerja Batas Layan ( $\Delta s$ )

Drift  $\Delta s$  diperoleh dari hasil analisa struktur portal 3 dimensi menggunakan gempa respons spectrum berupa hasil deformasi lateral / simpangan horizontal maksimum peringkat yang terjadi pada rangka portal yang dapat di tinjau terhadap arah X dan arah Z.

Menurut SNI 03 – 1726 – 2002 pasal 8.12 Untuk memenuhi syarat kinerja batas layan, maka drift  $\Delta s$  antar tingkat tidak boleh lebih besar dari :

$$(\text{drift } \Delta s) = \frac{0,03}{R} \times h_i$$

R = 6,5 ( Dinding geser beton bertulang dengan SRPMM Beton bertulang

1. Tingkat 1, h = 3.1 mm

$$(\text{drift } \Delta s) = \frac{0,03}{6,5} \times 3100 = 14,308 \text{ mm}$$

2. Tingkat 2, h = 5000 mm

$$(\text{drift } \Delta s) = \frac{0,03}{6,5} \times 5000 = 23,076 \text{ mm}$$

3. Tingkat 2 - 13, h = 3500 mm

$$(\text{drift } \Delta s) = \frac{0,03}{6,5} \times 3500 = 16,154 \text{ mm}$$

4. Tingkat 14 - 15, h = 4650 mm

$$(\text{drift } \Delta s) = \frac{0,03}{6,5} \times 4650 = 21.461 \text{ mm}$$

Tabel 3.23 Analisa  $\Delta s$  Akibat Gempa

Lantai Ke - i	Hi (m)	$\Delta s$ (mm)	Drift $\Delta s$ antar tingkat (mm)	Syarat drift $\Delta s$ (mm)	Keterangan
15	55.9	5.276	0.509	21.461	Ok
14	51.25	4.767	0.503	21.461	Ok
13	46.6	4.264	0.477	16.154	Ok
12	43.1	3.787	0.459	16.154	Ok
11	39.6	3.328	0.438	16.154	Ok
10	36.1	2.890	0.413	16.154	Ok
9	32.6	2.477	0.384	16.154	Ok
8	29.1	1.637	0.351	16.154	Ok
7	25.6	1.286	0.315	16.154	Ok
6	22.1	0.971	0.276	16.154	Ok
5	18.6	0.695	0.235	16.154	Ok
4	15.1	0.460	0.192	16.154	Ok
3	11.6	0.268	0.147	16.154	Ok
2	8.1	0.121	0.099	16.154	Ok
1	3.1	0.022	0.022	23.076	Ok

3.11.1 Kinerja Batas Ultimit ( $\Delta m$ )

Drift  $\Delta m$  merupakan drift yang dipakai sebagai batasan kemungkinan terjadinya keruntuhan struktur yang akan membawa koban jiwa manusia dan dapat di tinjau terhadap X dan Z.

Perhitungan  $\Delta m$  menggunakan rumus :

$$\Delta m = 0,7 \times R \times \Delta s \dots\dots \text{SNI 03 - 1726 - 2002 pasal 8.2.1}$$

Drift antara tingkat 15 adalah :

$$\Delta m = 0,7 \times 6,5 \times 0.509 = 0.0273 \text{ mm}$$

Drift antar tingkat tidak boleh lebih besar dari :

$0.02 \times h_i$ .....SNI 03 – 1726 – 2002 pasal 8.2.2

1.Tingkat 1, h (drift  $\Delta m$ ) =  $0,02 \times 3100 = 62$  mm.

2.Tingkat 2, h (drift  $\Delta m$ ) =  $0,02 \times 5000 = 100$  mm.

3.Tingkat 3 - 13, h (drift  $\Delta m$ ) =  $0,02 \times 3500 = 70$  mm.

4. Tingkat 14 - 15, h (drift  $\Delta m$ ) =  $0,02 \times 4650 = 93$  mm.

Tabel 3.24 Analisa  $\Delta m$  Akibat Gempa

Lantai Ke - i	Hi (m)	$\Delta m$ (mm)	Drift $\Delta m$ antar tingkat (mm)	Syarat drift $\Delta m$ (mm)	Keterangan
15	55.9	0.509	2.316	93	Ok
14	51.25	0.503	2.299	93	Ok
13	46.6	0.477	2.170	70	Ok
12	43.1	0.459	2.088	70	Ok
11	39.6	0.438	1.993	70	Ok
10	36.1	0.413	1.879	70	Ok
9	32.6	0.384	1.747	70	Ok
8	29.1	0.351	1.597	70	Ok
7	25.6	0.315	1.433	70	Ok
6	22.1	0.276	1.256	70	Ok
5	18.6	0.235	1.069	70	Ok
4	15.1	0.192	0.874	70	Ok
3	11.6	0.147	0.669	70	Ok
2	8.1	0.099	0.450	100	Ok
1	3.1	0.022	0.100	62	Ok

## BAB IV

### DESAIN PENULANGAN DINDING GESER

#### 4.1 Perhitungan Penulangan Dinding Geser

##### 4.1.1 Data Perencanaan

Kuat tekan beton  $f_c = 30 \text{ Mpa}$

Tegangan leleh tulangan ulir  $f_y = 390 \text{ Mpa}$

Tegangan leleh tulangan polos  $f_y = 240 \text{ Mpa}$

Momen terbesar yang di dapatkan dari hasil STAAD PRO lantai 1 :

$M_{uz} = 3980 \text{ kNm} = 3980000000 \text{ Nmm}$

$M_{ux} = 469 \text{ kNm} = 468719000 \text{ Nmm}$

$P_u = 9720 \text{ kN} = 9720000 \text{ N}$

dimana :  $\phi = 0.65$

$M_{nz} = M_{uz} / \phi = 3980000000 / 0.65 = 6123076923 \text{ Nmm}$

$M_{nx} = M_{ux} / \phi = 468719000 / 0.65 = 721106153.8 \text{ Nmm}$

$P_n = P_u / \phi = 9720000 / 0.65 = 14953846.15 \text{ N}$

Tulangan yang direncanakan :

Tulangan utama = D - 16 mm

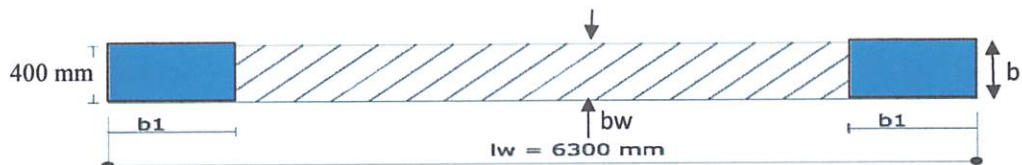
Tulangan geser = D - 10 mm

E baja = 200000 Mpa

Regangan beton = 0.003 mm

Selimut beton = 50 mm

Luas penampang dinding geser =  $6300 \times 400 = 2520000 \text{ mm}^2$



Gambar 4.1 Badan Shear Wall

$$\begin{aligned}
b_c &= 0.02 \times l_w \times \sqrt{\mu} \phi & b_1 &\geq \frac{b_c^2}{b} \\
&= 0.02 \times 6300 \times \sqrt{5} & & \\
&= 281.862 \text{ mm} & &\geq \frac{281.9^2}{312.5} \\
b &\geq b_c & & \\
400 &\geq 281.9 & &\geq 254.228 \text{ mm} \\
b &\geq h/16 = 5000 / 16 & b_1 &\geq h/16 = 5000 / 16 \\
&\geq 312.5 \text{ mm} & &\geq 312.5 \text{ mm} \\
b_1 &\geq \frac{b_c \times l_w}{10 \times b} \\
&\geq \frac{281.9 \times 6300}{10 \times 312.5}
\end{aligned}$$

$\geq 568.23 \text{ mm} \approx 600 \text{ mm} \rightarrow$  yang dipakai untuk perencanaan ujung S/W

dimana :

$b$  = Tebal ujung/ kepala shear wall

$b_w$  = Tebal badan shear wall

$b_1$  = Lebar ujung/kepala shear wall

$l_w$  = Lebar shear wall

$h$  = Tinggi lantai (diambil elevasi terbesar)

Jadi jarak untuk dimensi dinding geser pada bagian ujung

$$b = 400 \text{ mm} \quad b_1 = 600 \text{ mm (diambil nilai terbesar)}$$

Menghitung jarak murni spasi antara tulangan ujung dinding geser

$$= b_w - (2 \times \text{tebal selimut beton}) - (2 \times \text{diameter sengkang}) - (2 \times 1/2 \text{ diameter tulangan longitudinal})$$

$$= 600 - (2 \times 50) - (2 \times 10) - (2 \times 1/2 \times 16)$$

$$= 464 \text{ mm}$$

Bila di rencanakan dengan jarak antar tulangan  $s = 100 \text{ mm}$  maka di dapat :

$$n = 4.46 = 5 \text{ buah}$$

Menghitung jarak murni spasi antara tulangan badan dinding geser

$$b_w = 4980 \text{ mm}$$

Bila di rencanakan dengan jarak antar tulangan  $s = 200 \text{ mm}$  maka di dapat :

$$n = 24.9 = 25 \text{ buah}$$

#### 4.1.2 Perhitungan Stabilitas Dinding Geser

Sesuai SNI 03-2847-2002 pasal 23.6.2.1 : Rasio penulangan  $\rho_v$  dan  $\rho_n$  untuk dinding struktural  $< 0,0025$  pada arah sumbu longitudinal dan transversal. Apabila gaya geser rencana ( $V_u$ )  $< (1/2) \cdot A_{cv} \cdot \sqrt{f_c'}$  tulangan minimum dinding struktural bisa mengikuti pasal 16.3. Spasi tulangan untuk masing - masing arah pada dinding

struktural  $< 450 \text{ mm}$ . Penulangan yang disediakan untuk kuat geser harus menerus dan terbesar dalam dinding geser.

##### \* Penulangan Vertikal

Direncanakan 2 lapis tulangan vertikal  $\emptyset 16$  dengan jarak  $s = 200 \text{ mm}$

$$A_s = 1/4 \times 3,14 \times 16^2 = 200.96 \text{ mm}^2$$

maka untuk perhitungan  $\rho_v$  digunakan rumus :

$$\rho_v = \frac{2 \times A_s}{b_w \times s} = \frac{2 \times 200.96}{400 \times 200} = 0.00502 > 0.0025 \text{ --ok--}$$

##### \* Penulangan Horizontal (Tulangan Transversal)

Direncanakan 2 lapis tulangan geser  $\emptyset 10$  dengan jarak  $s = 150 \text{ mm}$

$$A_s = 1/4 \times 3,14 \times 10^2 = 78.5 \text{ mm}^2$$

maka untuk perhitungan  $\rho_n$  digunakan rumus :

$$\rho_n = \frac{2 \times A_s}{b_w \times s} = \frac{2 \times 78.50}{400 \times 150} = 0.00262 > 0.0025 \text{ --ok--}$$

Kontrol Kuat Geser

$$V_u = 237 \text{ kN}$$

$$V_u < (1/2) \cdot A_{cv} \cdot \sqrt{f_c'}$$

$$237 < (1/2) \times (6300 \times 400) \times \sqrt{30}$$

238 < 967,565 kN --ok--

Sesuai SNI 03-2847-2002 pasal 16.3.5 : spasi tulangan vertikal dan horizontal < 3 x bw dan < 500 mm dan SNI 03 - 2847 - 2002 pasal 23.6.6.5 (a) untuk komponen batas yang tidak diperlukan tulangan transversal < 200 mm dan berlaku SNI 03-2847-2002 pasal 23.6.6.5 (b) karena  $V_u < (1/2) \cdot A_{cv} \cdot \sqrt{f_c'}$  maka berlaku SNI 03-2847-2002 pasal 16.3 yaitu tulangan horizontal yang berhenti pada tepi dinding struktural tanpa komponen batas harus memiliki kait standar yang mengait pada tulangan, tepi atau tulangan tepi tersebut harus dilingkupi oleh sengkang jenis U yang memiliki ukuran dan spasi yang sama dengan tulangan horizontal dan sumbu ang lewatkan dengan tulangan horizontal.

Karena  $V_u < (1/2) \cdot A_{cv} \cdot \sqrt{f_c'}$ , maka  $\rho_{min} = 0.0025$  (SNI 03-2847-2002 Pasal 16.3.3.2)

$$\text{Perbandingan } \frac{h_w}{l_w} = \frac{56800}{6300} = 9.01587 > 2 \quad \text{maka } \alpha_c = \frac{1}{6} \text{ (SNI 03-2847}$$

-2002 Pasal 23.

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} \quad \text{dimana } \phi = 0.65 \longrightarrow = \frac{237}{0.65} = 365 \quad \text{kN}$$

$$V_n \leq A_{cv} \times (\alpha_c \times \sqrt{f_c'} + \rho_n \times f_y)$$

$$365 \leq (6300 \times 400) \times (1/6 \times \sqrt{30} + 0.00262 \times 390)$$

$$365 \leq 1,491,151 \quad \text{kN}$$

$$V_n \leq 2/3 \times A_{cv} \cdot \sqrt{f_c'}$$

$$365 \text{ kN} \leq 2/3 \times (6300 \times 400) \times \sqrt{30}$$

$$365 \text{ kN} \leq 6,244,037 \quad \text{kN}$$

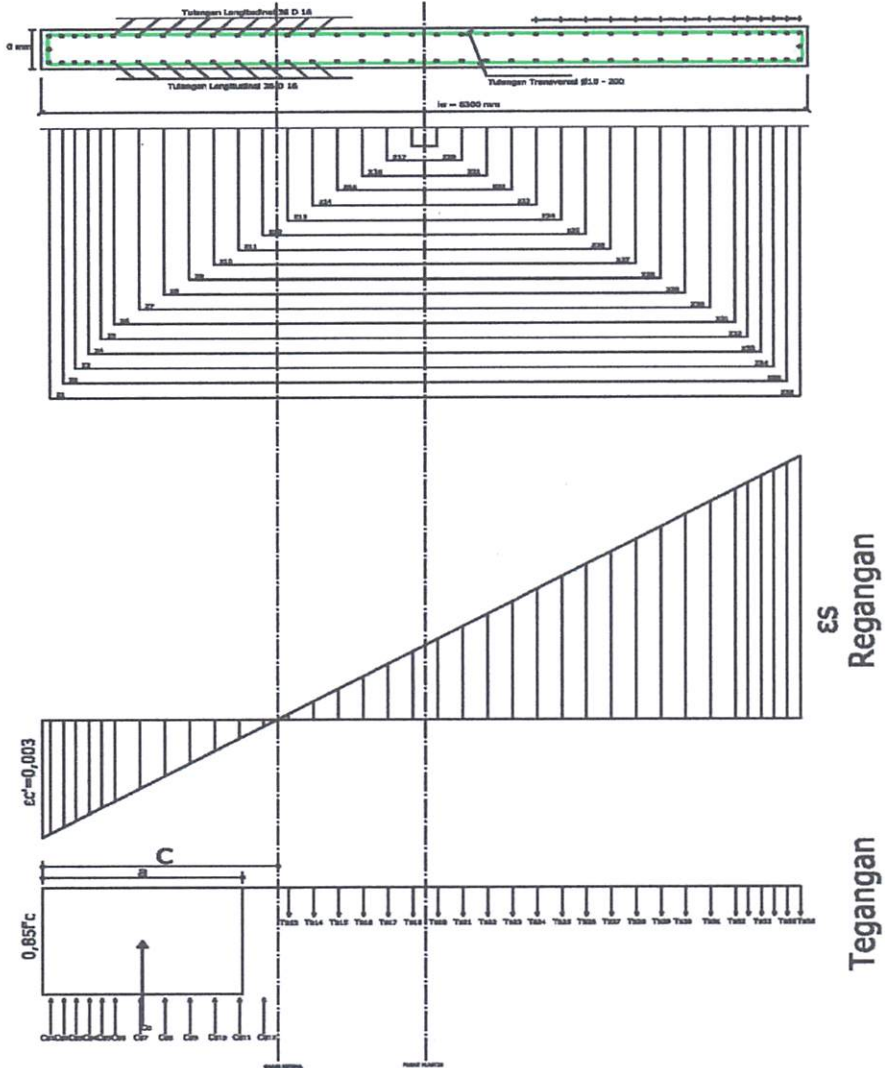
Sesuai SNI 03-2847-2002 Ps. 23.4.4.4 bahwa  $l_o > b_w$ , 1,6 x l dan 500 mm berarti secara teoritis tidak di perlukan tulangan geser. Dalam hal ini tulangan pengekangan yang dipasang dengan  $s = 150$  mm menentukan dan harus dipasang sepanjang  $l_o = (h_n - l_d)/2$ .



### 4.1.3 Perhitungan Penulangan

#### Perhitungan Tulangan Pada Lantai 1

##### a. Tinjauan Arah Z



Gambar 4.2 Diagram tinjauan arah Z

Dimana :

$l_w$  = Lebar badan dinding geser / shear wall

$b_w$  = Tebal dinding geser / shear wall

$a$  = Tinggi balok tekan ekivalen

$c$  = Garis netral

$\beta_1$  = Koefisien balok tulangan ekuivalen

$f_c'$  = Tegangan hancur beton tekan (Mpa)

$E_s$  = Elastisitas tulangan (Mpa)

$C_c$  = Gaya tekan beton

$T_s$  = Gaya tarik beton

$\epsilon_c$  = Regangan beton tekan

$\epsilon_s$  = Regangan tulangan

Menghitung Momen Nominal

1. Tentukan daerah tekan dan daerah tarik dengan mencoba nilai  $c$  = garis netral

Dicoba  $c$  = 1930.65 mm

Maka tulangan lapis 1 - 12 merupakan tulangan tekan dan tulangan lapis 11 - 36 merupakan tulangan tarik

2. Menghitung luas masing - masing tulangan pada serat yang sama

$$A_{S_1} = A_{S_{36}} = 3 D 16 = 3 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 602.9 \text{ mm}^2$$

$$A_{S_2} = A_{S_{35}} = 2 D 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 401.9 \text{ mm}^2$$

$$A_{S_3} = A_{S_{34}} = 2 D 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 401.9 \text{ mm}^2$$

$$A_{S_4} = A_{S_{33}} = 2 D 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 401.9 \text{ mm}^2$$

$$A_{S_5} = A_{S_{32}} = 2 D 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 401.9 \text{ mm}^2$$

$$A_{S_6} = A_{S_{31}} = 2 D 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 401.9 \text{ mm}^2$$

$$A_{S_7} = A_{S_{30}} = 2 D 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 401.9 \text{ mm}^2$$

$$A_{S_8} = A_{S_{29}} = 2 D 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 401.9 \text{ mm}^2$$

$$A_{S_9} = A_{S_{28}} = 2 D 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 401.9 \text{ mm}^2$$

$$A_{S_{10}} = A_{S_{27}} = 2 D 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 401.9 \text{ mm}^2$$

$$A_{S_{11}} = A_{S_{26}} = 2 D 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 401.9 \text{ mm}^2$$

$$A_{S_{12}} = A_{S_{25}} = 2 D 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 401.9 \text{ mm}^2$$

$$A_{S_{13}} = A_{S_{24}} = 2 D 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 401.9 \text{ mm}^2$$

$$A_{S_{14}} = A_{S_{23}} = 2 D 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 401.9 \text{ mm}^2$$

$$As_{15} = As_{22} = 2 D 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 401.9 \text{ mm}^2$$

$$As_{16} = As_{21} = 2 D 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 401.9 \text{ mm}^2$$

$$As_{17} = As_{20} = 2 D 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 401.9 \text{ mm}^2$$

$$As_{18} = As_{19} = 2 D 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 401.9 \text{ mm}^2$$

### 3. Hitung jarak masing - masing tulangan terhadap pusat plastis

$$d' = \text{Selimut beton} - \text{Diameter sengkang} - \frac{1}{2} \text{ diameter tulangan } As1 = 68 \text{ mm}$$

$$\text{Tengah - tengah penampang } h/2 = 6300 / 2 = 3150 \text{ mm}$$

Lihat gambar di atas :

$Z_1 = 3150 - 68 = 3082 \text{ mm}$	$Z_{19} = Z_{18} = 182 \text{ mm}$
$Z_2 = 3082 - 100 = 2982 \text{ mm}$	$Z_{20} = Z_{17} = 382 \text{ mm}$
$Z_3 = 2982 - 100 = 2882 \text{ mm}$	$Z_{21} = Z_{16} = 582 \text{ mm}$
$Z_4 = 2882 - 100 = 2782 \text{ mm}$	$Z_{22} = Z_{15} = 782 \text{ mm}$
$Z_5 = 2782 - 100 = 2682 \text{ mm}$	$Z_{23} = Z_{14} = 982 \text{ mm}$
$Z_6 = 2682 - 100 = 2582 \text{ mm}$	$Z_{24} = Z_{13} = 1182 \text{ mm}$
$Z_7 = 2582 - 200 = 2382 \text{ mm}$	$Z_{25} = Z_{12} = 1382 \text{ mm}$
$Z_8 = 2382 - 200 = 2182 \text{ mm}$	$Z_{26} = Z_{11} = 1582 \text{ mm}$
$Z_9 = 2182 - 200 = 1982 \text{ mm}$	$Z_{27} = Z_{10} = 1782 \text{ mm}$
$Z_{10} = 1982 - 200 = 1782 \text{ mm}$	$Z_{28} = Z_9 = 1982 \text{ mm}$
$Z_{11} = 1782 - 200 = 1582 \text{ mm}$	$Z_{29} = Z_8 = 2182 \text{ mm}$
$Z_{12} = 1582 - 200 = 1382 \text{ mm}$	$Z_{30} = Z_7 = 2382 \text{ mm}$
$Z_{13} = 1382 - 200 = 1182 \text{ mm}$	$Z_{31} = Z_6 = 2582 \text{ mm}$
$Z_{14} = 1182 - 200 = 982 \text{ mm}$	$Z_{32} = Z_5 = 2682 \text{ mm}$
$Z_{15} = 982 - 200 = 782 \text{ mm}$	$Z_{33} = Z_4 = 2782 \text{ mm}$
$Z_{16} = 782 - 200 = 582 \text{ mm}$	$Z_{34} = Z_3 = 2882 \text{ mm}$
$Z_{17} = 582 - 200 = 382 \text{ mm}$	$Z_{35} = Z_2 = 2982 \text{ mm}$
$Z_{18} = 382 - 200 = 182 \text{ mm}$	$Z_{36} = Z_1 = 3082 \text{ mm}$

#### 4. Hitung jarak masing - masing tulangan terhadap serat atas penampang

Lihat gambar di atas :

$$d_1 = \text{Selimut beton} + \text{Diameter sengkang} + 1/2 \text{ diameter tulangan As1} = 68 \text{ mm}$$

$$d_2 = 68 + 100 = 168 \text{ mm} \quad d_{20} = 3168 + 200 = 3368 \text{ mm}$$

$$d_3 = 168 + 100 = 268 \text{ mm} \quad d_{21} = 3368 + 200 = 3568 \text{ mm}$$

$$d_4 = 268 + 100 = 368 \text{ mm} \quad d_{22} = 3568 + 200 = 3768 \text{ mm}$$

$$d_5 = 368 + 100 = 468 \text{ mm} \quad d_{23} = 3768 + 200 = 3968 \text{ mm}$$

$$d_6 = 468 + 100 = 568 \text{ mm} \quad d_{24} = 3968 + 200 = 4168 \text{ mm}$$

$$d_7 = 568 + 200 = 768 \text{ mm} \quad d_{25} = 4168 + 200 = 4368 \text{ mm}$$

$$d_8 = 768 + 200 = 968 \text{ mm} \quad d_{26} = 4368 + 200 = 4568 \text{ mm}$$

$$d_9 = 968 + 200 = 1168 \text{ mm} \quad d_{27} = 4568 + 200 = 4768 \text{ mm}$$

$$d_{10} = 1168 + 200 = 1368 \text{ mm} \quad d_{28} = 4768 + 200 = 4968 \text{ mm}$$

$$d_{11} = 1368 + 200 = 1568 \text{ mm} \quad d_{29} = 4968 + 200 = 5168 \text{ mm}$$

$$d_{12} = 1568 + 200 = 1768 \text{ mm} \quad d_{30} = 5168 + 200 = 5368 \text{ mm}$$

$$d_{13} = 1768 + 200 = 1968 \text{ mm} \quad d_{31} = 5368 + 200 = 5568 \text{ mm}$$

$$d_{14} = 1968 + 200 = 2168 \text{ mm} \quad d_{32} = 5568 + 100 = 5668 \text{ mm}$$

$$d_{15} = 2168 + 200 = 2368 \text{ mm} \quad d_{33} = 5668 + 100 = 5768 \text{ mm}$$

$$d_{16} = 2368 + 200 = 2568 \text{ mm} \quad d_{34} = 5768 + 100 = 5868 \text{ mm}$$

$$d_{17} = 2568 + 200 = 2768 \text{ mm} \quad d_{35} = 5868 + 100 = 5968 \text{ mm}$$

$$d_{18} = 2768 + 200 = 2968 \text{ mm} \quad d_{36} = 5968 + 100 = 6068 \text{ mm}$$

$$d_{19} = 2968 + 200 = 3168 \text{ mm}$$

**Untuk daerah tekan :**

$$\frac{\epsilon_{s1}'}{\epsilon_c'} = \frac{c - d_1}{c} \quad \epsilon_{s1}' = \frac{c - d_1}{c} \times \epsilon_c'$$

$$f_{s1}' = \epsilon_{s1}' \times E_s = \frac{c - d_1}{c} \times \epsilon_c' \times E_s = \frac{c - d_1}{c} \times 0.003 \times 200,000$$

$$fs_1' = \frac{c - d_1}{c} \times 600 = \frac{1931 - 68}{1931} \times 600 = 579 \text{ Mpa} > fy = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_1' = 390 \text{ Mpa}$

$$fs_2' = \frac{c - d_2}{c} \times 600 = \frac{1931 - 168}{1931} \times 600 = 548 \text{ Mpa} > fy = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_2' = 390 \text{ Mpa}$

$$fs_3' = \frac{c - d_3}{c} \times 600 = \frac{1931 - 268}{1931} \times 600 = 517 \text{ Mpa} > fy = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_3' = 390 \text{ Mpa}$

$$fs_4' = \frac{c - d_4}{c} \times 600 = \frac{1931 - 368}{1931} \times 600 = 486 \text{ Mpa} > fy = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_4' = 390 \text{ Mpa}$

$$fs_5' = \frac{c - d_5}{c} \times 600 = \frac{1931 - 468}{1931} \times 600 = 455 \text{ Mpa} > fy = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_5' = 390 \text{ Mpa}$

$$fs_6' = \frac{c - d_6}{c} \times 600 = \frac{1931 - 568}{1931} \times 600 = 423 \text{ Mpa} > fy = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_6' = 390 \text{ Mpa}$

$$fs_7' = \frac{c - d_7}{c} \times 600 = \frac{1931 - 768}{1931} \times 600 = 361 \text{ Mpa} < fy = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_7' = 361 \text{ Mpa}$

$$fs_8' = \frac{c - d_8}{c} \times 600 = \frac{1931 - 968}{1931} \times 600 = 299 \text{ Mpa} < fy = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_8' = 299 \text{ Mpa}$

$$fs_9' = \frac{c - d_9}{c} \times 600 = \frac{1931 - 1168}{1931} \times 600 = 237 \text{ Mpa} < fy = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_9' = 237 \text{ Mpa}$

$$fs_{10}' = \frac{c - d_{10}}{c} \times 600 = \frac{1931 - 1368}{1931} \times 600 = 175 \text{ Mpa} < f_y = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_{10}' = 175 \text{ Mpa}$

$$fs_{11}' = \frac{c - d_{11}}{c} \times 600 = \frac{1931 - 1568}{1931} \times 600 = 113 \text{ Mpa} < f_y = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_{11}' = 113 \text{ Mpa}$

$$fs_{12}' = \frac{c - d_{12}}{c} \times 600 = \frac{1931 - 1768}{1931} \times 600 = 51 \text{ Mpa} < f_y = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_{12}' = 51 \text{ Mpa}$

**Untuk daerah tarik :**

$$\frac{\epsilon_s}{\epsilon_c'} = \frac{d - c}{c} \quad \epsilon_s = \frac{d - c}{c} \times \epsilon_c'$$

$$fs = \epsilon_s \times E_s = \frac{d - c}{c} \times \epsilon_c' \times E_s = \frac{d - c}{c} \times 0.003 \times 200,000$$

$$fs_{13}' = \frac{d_{13} - c}{c} \times 600 = \frac{1968 - 1931}{1931} \times 600 = 12 \text{ Mpa} < f_y = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_{13}' = 12 \text{ Mpa}$

$$fs_{14}' = \frac{d_{14} - c}{c} \times 600 = \frac{2168 - 1931}{1931} \times 600 = 74 \text{ Mpa} < f_y = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_{14}' = 74 \text{ Mpa}$

$$fs_{15}' = \frac{d_{15} - c}{c} \times 600 = \frac{2368 - 1931}{1931} \times 600 = 136 \text{ Mpa} < f_y = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_{15}' = 136 \text{ Mpa}$

$$fs_{16}' = \frac{d_{16} - c}{c} \times 600 = \frac{2568 - 1931}{1931} \times 600 = 198 \text{ Mpa} < f_y = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_{16}' = 198 \text{ Mpa}$

$$fs_{17}' = \frac{d_{17} - c}{c} \times 600 = \frac{2768 - 1931}{1931} \times 600 = 260 \text{ Mpa} < fy = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_{17}' = 260 \text{ Mpa}$

$$fs_{18}' = \frac{d_{18} - c}{c} \times 600 = \frac{2968 - 1931}{1931} \times 600 = 322 \text{ Mpa} < fy = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_{18}' = 322 \text{ Mpa}$

$$fs_{19}' = \frac{d_{19} - c}{c} \times 600 = \frac{3168 - 1931}{1931} \times 600 = 385 \text{ Mpa} < fy = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_{19}' = 384.5 \text{ Mpa}$

$$fs_{20}' = \frac{d_{20} - c}{c} \times 600 = \frac{3368 - 1931}{1931} \times 600 = 447 \text{ Mpa} > fy = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_{20}' = 390 \text{ Mpa}$

$$fs_{21}' = \frac{d_{21} - c}{c} \times 600 = \frac{3568 - 1931}{1931} \times 600 = 509 \text{ Mpa} > fy = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_{21}' = 390 \text{ Mpa}$

$$fs_{22}' = \frac{d_{22} - c}{c} \times 600 = \frac{3768 - 1931}{1931} \times 600 = 571 \text{ Mpa} > fy = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $fs_{22}' = 390 \text{ Mpa}$

$fs_{22}'$  sampai  $fs_{36}'$  di pakai 390 Mpa

**Besarnya gaya - gaya yang bekerja :**

$C_c =$  Gaya tekan beton

$$= 0.85 \times fc' \times a \times b = 0,85 \cdot fc' \cdot \beta_1 \cdot c \cdot l \text{ dimana } \beta_1 = 0.85$$

$$C_c = 0.9 \times 30 \times 0.9 \times 1931 \times 400 = 16738733 \text{ N}$$

$$C_{s1} = A_{s1}' \cdot fs_1' = 602.88 \times 390 = 235123 \text{ N}$$

$$C_{s2} = A_{s2}' \cdot fs_2' = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N}$$

$$C_{s3} = A_{s3}' \cdot fs_3' = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N}$$

$$C_{s4} = A_{s4}' \cdot fs_4' = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
Cs_5 &= As_5' \cdot fs_5' = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N} \\
Cs_6 &= As_6' \cdot fs_6' = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N} \\
Cs_7 &= As_7' \cdot fs_7' = 401.92 \times 361 = 145223 \text{ N} \\
Cs_8 &= As_8' \cdot fs_8' = 401.92 \times 299 = 120242 \text{ N} \\
Cs_9 &= As_9' \cdot fs_9' = 401.92 \times 237 = 95260 \text{ N} \\
Cs_{10} &= As_{10}' \cdot fs_{10}' = 401.92 \times 175 = 70279 \text{ N} \\
Cs_{11} &= As_{11}' \cdot fs_{11}' = 401.92 \times 112.70 = 45298 \text{ N} \\
Cs_{12} &= As_{12}' \cdot fs_{12}' = 401.92 \times 50.55 = \underline{20316 \text{ N}} + \\
&\hspace{15em} Cs = 1515485 \text{ N} \\
Ts_{13} &= As_{13} \cdot fs_{13} = 401.92 \times 12 = 4665 \text{ N} \\
Ts_{14} &= As_{14} \cdot fs_{14} = 401.92 \times 74 = 29647 \text{ N} \\
Ts_{15} &= As_{15} \cdot fs_{15} = 401.92 \times 136 = 54628 \text{ N} \\
Ts_{16} &= As_{16} \cdot fs_{16} = 401.92 \times 198 = 79610 \text{ N} \\
Ts_{17} &= As_{17} \cdot fs_{17} = 401.92 \times 260 = 104591 \text{ N} \\
Ts_{18} &= As_{18} \cdot fs_{18} = 401.92 \times 322 = 129573 \text{ N} \\
Ts_{19} &= As_{19} \cdot fs_{19} = 401.92 \times 385 = 154554 \text{ N} \\
Ts_{20} &= As_{20} \cdot fs_{20} = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N} \\
Ts_{21} &= As_{21} \cdot fs_{21} = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N} \\
Ts_{22} &= As_{22} \cdot fs_{22} = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N} \\
Ts_{23} &= As_{23} \cdot fs_{23} = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N} \\
Ts_{24} &= As_{24} \cdot fs_{24} = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N} \\
Ts_{25} &= As_{25} \cdot fs_{25} = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N} \\
Ts_{26} &= As_{26} \cdot fs_{26} = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N} \\
Ts_{27} &= As_{27} \cdot fs_{27} = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N} \\
Ts_{28} &= As_{28} \cdot fs_{28} = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N} \\
Ts_{29} &= As_{29} \cdot fs_{29} = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N} \\
Ts_{30} &= As_{30} \cdot fs_{30} = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N}
\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
T_{s31} &= A_{s31} \cdot f_{s31} = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N} \\
T_{s32} &= A_{s32} \cdot f_{s32} = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N} \\
T_{s33} &= A_{s33} \cdot f_{s33} = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N} \\
T_{s34} &= A_{s34} \cdot f_{s34} = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N} \\
T_{s35} &= A_{s35} \cdot f_{s35} = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N} \\
T_{s36} &= A_{s36} \cdot f_{s36} = 602.88 \times 390 = \underline{235123 \text{ N}} + \\
&T_s = 3300371 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$\text{Kontrol } \Sigma H = \leftarrow \rightarrow C_c + C_s - T_s - P_n = 0$$

$$16,738,733 + 1,515,485 - 3,300,371 - 14,953,846 = 0 \text{ N}$$

**Momen terhadap titik berat penampang :**

$$c = 1931 \text{ mm} \quad a = \beta_1 \times c = 0.85 \times 1931 = 1641 \text{ mm}$$

$$\text{dimana } z_c = h/2 - a/2 = 6300 / 2 - 1641 / 2 = 2329.5 \text{ mm}$$

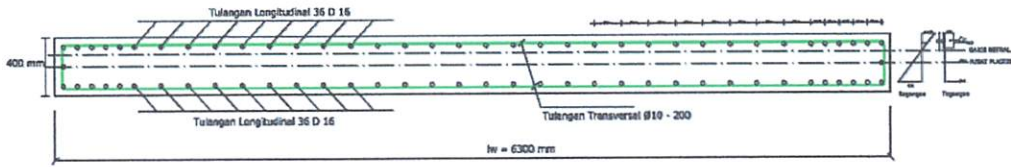
$$\begin{aligned}
M_{n_c} &= C_c \times z_c = 1.7E+07 \times 2329 = 1,056,947,097 \text{ Nmm} \\
M_{n_1} &= C_{s_1} \times Z_1 = 235123 \times 3082 = 624,649,702 \text{ Nmm} \\
M_{n_2} &= C_{s_2} \times Z_2 = 156749 \times 2982 = 467,424,922 \text{ Nmm} \\
M_{n_3} &= C_{s_3} \times Z_3 = 156749 \times 2882 = 451,750,042 \text{ Nmm} \\
M_{n_4} &= C_{s_4} \times Z_4 = 156749 \times 2782 = 436,075,162 \text{ Nmm} \\
M_{n_5} &= C_{s_5} \times Z_5 = 156749 \times 2682 = 420,400,282 \text{ Nmm} \\
M_{n_6} &= C_{s_6} \times Z_6 = 156749 \times 2582 = 404,725,402 \text{ Nmm} \\
M_{n_7} &= C_{s_7} \times Z_7 = 145223 \times 2382 = 345,921,871 \text{ Nmm} \\
M_{n_8} &= C_{s_8} \times Z_8 = 120242 \times 2182 = 262,367,721 \text{ Nmm} \\
M_{n_9} &= C_{s_9} \times Z_9 = 95260 \times 1982 = 188,806,145 \text{ Nmm} \\
M_{n_{10}} &= C_{s_{10}} \times Z_{10} = 70279 \times 1782 = 125,237,144 \text{ Nmm} \\
M_{n_{11}} &= C_{s_{11}} \times Z_{11} = 45298 \times 1582 = 71,660,717 \text{ Nmm} \\
M_{n_{12}} &= C_{s_{12}} \times Z_{12} = 20316 \times 1382 = 28,076,864 \text{ Nmm} \\
M_{n_{13}} &= T_{s_{13}} \times Z_{13} = 4665 \times 1182 = 5,514,415 \text{ Nmm} \\
M_{n_{14}} &= T_{s_{14}} \times Z_{14} = 245 \times 982 = 240,590 \text{ Nmm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Mn_{15} &= Ts_{15} \times Z_{15} = 54628 \times 782 = 42,719,250 \text{ Nmm} \\
Mn_{16} &= Ts_{16} \times Z_{16} = 79610 \times 582 = 46,332,806 \text{ Nmm} \\
Mn_{17} &= Ts_{17} \times Z_{17} = 104591 \times 382 = 39,953,788 \text{ Nmm} \\
Mn_{18} &= Ts_{18} \times Z_{18} = 129573 \times 182 = 23,582,196 \text{ Nmm} \\
Mn_{19} &= Ts_{19} \times Z_{19} = 154554 \times 182 = 28,128,817 \text{ Nmm} \\
Mn_{20} &= Ts_{20} \times Z_{20} = 156749 \times 382 = 59,878,042 \text{ Nmm} \\
Mn_{21} &= Ts_{21} \times Z_{21} = 156749 \times 582 = 91,227,802 \text{ Nmm} \\
Mn_{22} &= Ts_{22} \times Z_{22} = 156749 \times 782 = 122,577,562 \text{ Nmm} \\
Mn_{23} &= Ts_{23} \times Z_{23} = 156749 \times 982 = 153,927,322 \text{ Nmm} \\
Mn_{24} &= Ts_{24} \times Z_{24} = 156749 \times 1182 = 185,277,082 \text{ Nmm} \\
Mn_{25} &= Ts_{25} \times Z_{25} = 156749 \times 1382 = 216,626,842 \text{ Nmm} \\
Mn_{26} &= Ts_{26} \times Z_{26} = 156749 \times 1582 = 247,976,602 \text{ Nmm} \\
Mn_{27} &= Ts_{27} \times Z_{27} = 156749 \times 1782 = 279,326,362 \text{ Nmm} \\
Mn_{28} &= Ts_{28} \times Z_{28} = 156749 \times 1982 = 310,676,122 \text{ Nmm} \\
Mn_{29} &= Ts_{29} \times Z_{29} = 156749 \times 2182 = 342,025,882 \text{ Nmm} \\
Mn_{30} &= Ts_{30} \times Z_{30} = 156749 \times 2382 = 363,275,641 \text{ Nmm} \\
Mn_{31} &= Ts_{31} \times Z_{31} = 156749 \times 2582 = 394,625,402 \text{ Nmm} \\
Mn_{32} &= Ts_{32} \times Z_{32} = 156749 \times 2682 = 400,400,282 \text{ Nmm} \\
Mn_{33} &= Ts_{33} \times Z_{33} = 156749 \times 2782 = 426,075,162 \text{ Nmm} \\
Mn_{34} &= Ts_{34} \times Z_{34} = 156749 \times 2882 = 451,750,042 \text{ Nmm} \\
Mn_{35} &= Ts_{35} \times Z_{35} = 156749 \times 2982 = 467,424,922 \text{ Nmm} \\
Mn_{36} &= Ts_{36} \times Z_{36} = 235123 \times 3082 = 724,649,702 \text{ Nmm} + \\
&\hspace{15em} Mn = 9,991,549,609 \text{ Nmm} \\
&\hspace{15em} Mn = 9,992 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

Jumlah momen Nominal dalam (Mn) > Mn dari hasil STAAD PRO

$$9,992 \text{ kNm} > 6,123 \text{ kNm} \quad \text{***Ok***}$$

b. Tinjauan Arah X



Gambar 4.3 Diagram tinjauan arah X

Dimana :

$l_w$  = Lebar badan dinding geser / shear wall

$b_w$  = Tebal dinding geser / shear wall

$a$  = Tinggi balok tekan ekuivalen

$c$  = Garis netral

$\beta_1$  = Koefisien balok tulangan ekuivalen

$f_c'$  = Tegangan hancur beton tekan (Mpa)

$E_s$  = Elastisitas tulangan (Mpa)

$C_c$  = Gaya tekan beton

$T_s$  = Gaya tarik beton

$\epsilon_c$  = Regangan beton tekan

$\epsilon_s$  = Regangan tulangan

Menghitung Momen Nominal

1. Tentukan daerah tekan dan daerah tarik dengan mencoba nilai  $c$  = garis netral

$$\text{Dicoba } c = 117.871 \text{ mm}$$

Maka tulangan lapis 1 merupakan tulangan tekan dan tulangan lapis 2 dan 3 merupakan tulangan tarik

2. Menghitung luas masing - masing tulangan pada serat yang sama

$$A_{s1} = 36 \text{ D } 16 = 36 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 7234.56 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2} = 2 \text{ D } 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 401.92 \text{ mm}^2$$

$$A_{s3} = 36 \text{ D } 16 = 36 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2 = 7234.56 \text{ mm}^2$$

### 3. Hitung jarak masing - masing tulangan terhadap pusat plastis

$$d' = \text{Selimut beton} - \text{Diameter sengkang} - 1/2 \text{ diameter tulangan As1} = 68 \text{ mm}$$

$$\text{Tengah - tengah penampang } h/2 = 400 / 2 = 200 \text{ mm}$$

Lihat gambar di atas :

$$Z_1 = 200 - 68 = 132 \text{ mm}$$

$$Z_2 = 132 - 132 = 0 \text{ mm}$$

$$Z_3 = Z_1 = 132 \text{ mm}$$

### 4. Hitung jarak masing - masing tulangan terhadap serat atas penampang

Lihat gambar di atas :

$$d_1 = \text{Selimut beton} + \text{Diameter sengkang} + 1/2 \text{ diameter tulangan As1} = 68 \text{ mm}$$

$$d_2 = 68 + 131 = 199 \text{ mm}$$

$$d_3 = 199 + 131 = 330 \text{ mm}$$

Untuk daerah tekan :

$$\frac{\epsilon_{s1}'}{\epsilon_c'} = \frac{c - d_1}{c} \quad \epsilon_{s1}' = \frac{c - d_1}{c} \times \epsilon_c'$$

$$f_{s1}' = \epsilon_{s1}' \times E_s = \frac{c - d_1}{c} \times \epsilon_c' \times E_s = \frac{c - d_1}{c} \times 0.003 \times 200,000$$

$$f_{s1}' = \frac{c - d_1}{c} \times 600 = \frac{117.9 - 68}{117.9} \times 600 = 254 \text{ Mpa} < f_y = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $f_{s1}' = 254 \text{ Mpa}$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon_s}{\epsilon_c'} = \frac{d - c}{c} \quad \epsilon_s = \frac{d - c}{c} \times \epsilon_c'$$

$$f_s = \epsilon_s \times E_s = \frac{d - c}{c} \times \epsilon_c' \times E_s = \frac{d - c}{c} \times 0.003 \times 200,000$$

$$f_{s2}' = \frac{d_2 - c}{c} \times 600 = \frac{199 - 117.9}{117.9} \times 600 = 413 \text{ Mpa} > f_y = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $f_s2' = 390 \text{ Mpa}$

$$f_s3' = \frac{d3 - c}{c} \times 600 = \frac{330 - 117.9}{117.9} \times 600 = 1080 \text{ Mpa} > f_y = 390 \text{ Mpa}$$

maka di pakai  $f_s3' = 390 \text{ Mpa}$

**Besarnya gaya - gaya yang bekerja :**

$C_c$  = Gaya tekan beton

$$= 0.85 \times f_c' \times a \times b = 0.85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot c \cdot l \quad \text{dimana } \beta_1 = 0.85$$

$$C_c = 0.85 \times 30 \times 0.85 \times 118 \times 6300 = 16095525 \text{ N}$$

$$C_{s1} = A_{s1}' \cdot f_{s1}' = 7234.56 \times 254 = \underline{1836549 \text{ N}}$$

$$C_s = 1836549 \text{ N}$$

$$T_{s2} = A_{s2} \cdot f_{s2} = 401.92 \times 390 = 156749 \text{ N}$$

$$T_{s3} = A_{s3} \cdot f_{s3} = 7234.56 \times 390 = \underline{2821478 \text{ N}}$$

$$T_s = 2978227 \text{ N}$$

Kontrol  $\Sigma H = \leftarrow \rightarrow C_c + C_s - T_s - P_n = 0$

$$16,095,525 + 1,836,549 - 2,978,227 - 14,953,846 = 0 \text{ N}$$

**Momen terhadap titik berat penampang :**

$$c = 117.9 \text{ mm} \quad a = \beta_1 \times c = 0.85 \times 117.9 = 100 \text{ mm}$$

$$\text{dimana } z_c = h/2 - a/2 = 400 / 2 - 100 / 2 = 149.9 \text{ mm}$$

$$M_{n_c} = C_c \times z_c = 1.6E+07 \times 118 = 503,182,056 \text{ Nmm}$$

$$M_{n1} = C_{s1} \times Z_1 = 1836549 \times 132 = 242,424,439 \text{ Nmm}$$

$$M_{n2} = T_{s2} \times Z_2 = 156749 \times 0 = 0.00 \text{ Nmm}$$

$$M_{n3} = T_{s3} \times Z_3 = 2821478 \times 132 = \underline{372,435,149 \text{ Nmm}}$$

$$M_n = 1,118,041,643 \text{ Nmm}$$

$$M_n = 1,118.04 \text{ kNm}$$

Jumlah momen Nominal dalam ( $M_n$ ) >  $M_n$  dari hasil STAAD PRO

$$1,118 > 721 \quad \text{***Ok***}$$

## 4.2 Kontrol Stabilitas

Sesuai SNI 03 - 2847 - 2002 pasal 23.6.6. halaman 327 : menerangkan tentang komponen batas untuk dinding struktur beton khusus :

$$c > \frac{l_w}{600 \cdot (\delta u / l_w)} \quad \text{Dimana : dari hasil struktur dengan beban gempa maka}$$

$$\delta u / l_w \geq 0,007$$

$$\text{nilai } c = 1930.65 \text{ mm}$$

$$1930.65 > \frac{6300}{600 \times (0.007)}$$

1930.65 mm < 1500 mm. ini menunjukkan nilai c yang kecil sehingga diperlukan Komponen Batas. Suatu indikasi bahwa beban aksial dinding struktural ini relatif besar.

Tinggi pengekangan yang harus di pasang secara vertikal dari penampang kritis

$$\geq l_w \text{ atau } \frac{M_u}{4 \cdot V_u}$$

$$l_w = 6300 \text{ mm}$$

$$\frac{M_u}{4 \cdot V_u} = \frac{3980}{4 \times 237.031} = 4.1978 \text{ m} = 4198 \text{ mm}$$

$$\text{Dari nilai } l_w \text{ dan } \frac{M_u}{4 \cdot V_u}$$

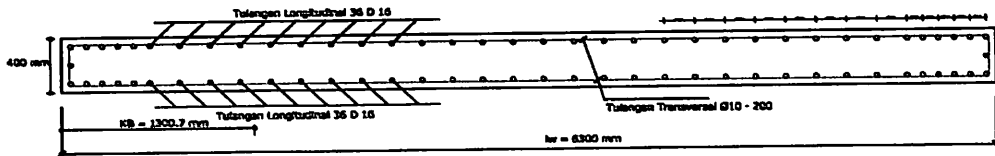
diambil nilai terbesar = 6300 mm jadi tinggi pengekang = 6300 mm dari besar dasar dinding struktur.

$$KB = (c - 0.1l_w) \text{ atau } KB = \frac{c}{2}$$

$$\begin{aligned} KB &= (c - 0.1l_w) \\ &= (1930.65 - 0.1 \times 6300) \\ &= 1300.7 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$KB = \frac{c}{2} = \frac{1931}{2} = 965.325 \text{ mm}$$

Diambil nilai KB terbesar, KB = 1300.7 mm



Gambar 4.4 Penampang dengan Komponen Batas

Spasi tulangan transversal

$$S \leq 1/4 \text{ dimensi terkecil} = \frac{1}{4} 400 = 100 \text{ mm}$$

$$S \leq 6 \times dh = 6 \times 16 = 96 \text{ mm}$$

$$S \leq 150 \text{ mm}$$

diambil spasi tulangan transversal  $s = 150 \text{ mm}$

$$Ash \geq 0,3 \left( \frac{s \cdot hc \cdot f'c}{f_{yh}} \right) \left[ \frac{Ag}{Ach} - 1 \right]$$

$$Ash \geq 0,09 \left( \frac{s \cdot hc \cdot f'c}{f_{yh}} \right)$$

Digunakan Ash adalah  $Ash \geq 0,09 \left( \frac{s \cdot hc \cdot f'c}{f_{yh}} \right)$

Tulangan Pengkang  $\phi 10$

Selimut beton = 50 mm

$$hcx = 400 - (2 \times 50) - 10 = 290 \text{ mm}$$

$$hcz = 600 - (2 \times 50) - 10 = 490 \text{ mm}$$

Pada bagian dinding struktural :

$$Ashx \geq 0.1 ((150 \times 290 \times 30)/390)$$

$$Ashx = 301.15 \text{ mm}^2$$

dipakai 2  $\phi 10 - 150$  As ada 157.1 mm<sup>2</sup>

$$A_{shz} \geq 0.1 \quad ((150 \times 600 \times 30)/390)$$

$$A_{shz} = 623.08 \text{ mm}^2$$

dipakai 4  $\phi 10$  - 150 As ada 314.3 mm<sup>2</sup>

### 4.3 Panjang Penyaluran

Berdasarkan buku karangan T. Paulay dan M.J.N Priestly yang berjudul Design reinforced and Mansonry building, halaman 150 maka panjang sambungan

lewatan ls sama dengan ld, dimana :  $Ld = m_{db} \times l_{db}$

Diman :

$$l_{db} = \frac{1,38 \times A_b \times f_y}{c \times \sqrt{f_c}}$$

Mdb = faktor modifikasi = 1.3

$$A_b = \text{Luas tulangan} \quad \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

c = 3 x diameter tulangan longitudinal pada dinding geser

Dalam perencanaan dinding geser diameter tulangan longitudinal adalah D16.

$$A_b = \frac{1}{4} \times \pi \times 16^2 = 200.96 \text{ mm}^2$$

$$c = 3 \times 16 = 48 \text{ mm}^2$$

$$l_{db} = \frac{1,38 \times 200,960 \times 390}{48 \times \sqrt{30}} = 411.4 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jadi } Ld = m_{db} \times l_{db} = Ld = 1.3 \times 411.4 = 534.8 \text{ mm}^2$$

### 4.4 Sambungan lewatan tulangan Vertikal pada Dinding Geser (Shear Wall)

Sesuai SNI 03 - 2884 - 2002 pasal 14.2.2 Tabel.11(3) Hal.178 -179 panjang sambungan lewatan  $\phi 16$  dari dinding geser dihitung menggunakan rumus :

$$\frac{ld}{db} = \frac{18 \times f_y \times \alpha \times \beta \times \lambda}{25 \sqrt{f_c}}$$



Dimana :

- \*  $\alpha = 1.0$  (faktor lokasi tulangan tradisional untuk merefleksikan pengaruh yang merugikan posisi tulangan teratas oleh pengecoran)
- \*  $\beta = 1.0$  (faktor yang merefleksikan pengaruh pelapis epoksi)
- \*  $\lambda =$  (faktor yang merefleksikan kuat tarik ringan yang umumnya lebih rendah dan reduksinya tahanan belah yang dihasilkan penting dalam penyaluran tulangan ulir maka :

$$\frac{Id}{db} = \frac{18 \times 390 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0}{25\sqrt{30}}$$

$$= \frac{Id}{16} = 51.27$$

$$Id = 51.27 \times 16 = 820.3 \text{ mm}$$

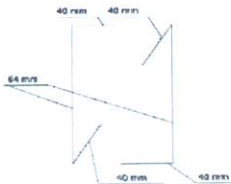
$$Id = 821 \text{ mm}$$

#### 4.5 Penyaluran Tulangan Berkait Dalam Kondisi Tarik

Sesuai dengan SNI 03 - 2847 - 2002 penyaluran tulangan berkait dalam kondisi tarik Ps.14.5.1. bahwa : tulangan diameter 10 sampai 25 dipakai 4db.

Jadi, untuk tulangan :

- a.  $\phi 10 = 4db = 4 \times 10 = 40 \text{ mm}$
- b.  $D 16 = 4db = 4 \times 16 = 64 \text{ mm}$



#### 4.6 Analisa Keseluruhan Struktur

Dalam analisa suatu dinding geser ada beberapa hal yang perlu di perhatikan diantaranya adalah istilah - istilah yang dipakai diantaranya dalam SNI 03 - 2847 - 2002 disebutkan dengan istilah dinding struktural. Pada umumnya dinding geser

lebih familiar disebut Shear Wall.

Skripsi ini menggunakan system kantilever shear wall dimana beban gempa (Earthquake Load) di distribusikan melalui pusat massa sehingga portal sama dinding geser bekerja sama untuk menahan lateral load. Yang perlu di perhatikan dalam system ini adalah sesuai SNI 03 - 1726 - 2002 tabel 3 faktor daktilitas maksimum.

Perhitungan pertama menggunakan tabel menjadi  $b_w = 40$  cm memenuhi dasar ketentuan di atas. Struktur yang benar - benar kaku.

Ini berarti dinding geser ini menerus dari lantai sampai lantai atas.

Momen dan gaya yang bekerja didapat dari hasil output StaadPro. Setelah semua gaya di dapat maka dilakukan dengan perhitungan yang mana pertama dicek jarak antar tulangan sesuai aturan dalam SNI. Untuk menentukan letak garis netral "c" dilakukan langkah - langkah sebagai berikut :

- 1) Menentukan data dan mutu bahan
- 2) Menentukan jarak sesungguhnya antar tulangan
- 3) Jumlah tulangan
- 4) Asumsikan bagian yang termasuk daerah tekan dan tarik
- 5) Kontrol  $f_s$  dan  $f_y$  diambil yang terkecil
- 6) Kontrol  $\sum H = 0$  apabila tidak memenuhi maka perhitungan diulangi dari no. 1 sampai 5.
- 7)  $\sum M_n > M_u$  (Momen dalam yang di hitung tidak boleh kecil dari pada momen yang terjadi)
- 8) Apabila control momen terlalu besar maka perhitungan di ulangi lagi dari nomor 1 sampai 7 dengan perhatikan diameter tulangan.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Dari pendetailan - pendetailan tulangan masing - masing komponen struktur telah dikontrol untuk tahan terhadap beban yang bekerja sesuai syarat yang telah di atur dalam SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-2847-2002 agar berperilaku daktail, maka akan menjamin gedung yang di rancang tahan terhadap Beban gempa.

Sistem struktur shear wall merupakan sistem yang efektif dalam perencanaan Struktur yang kaku dan tahan gempa, karena memanfaatkan menambah kekuatan Struktural agar sama - sama menahan beban gempa berdasarkan kekakuan masing-masing struktur. Analisis beban gempa dinamik adalah beban gempa yang sebenarnya, yaitu dengan memberikan beban “Response Spectrum” (getaran) pada struktur, di Indonesia di bagi 6 wilayah dan lebih “Rill” karena semua response struktur berupa semua mode shape akan terakomodasi dalam perencanaan.

Dari perencanaan struktur shear wall dengan beban gempa dinamik pada gedung ijen padjadjaran suites hotel Malang ini saya memperoleh hasil diantaranya adalah sebagai berikut :

- Dinding geser sebagai dinding structural direncanakan dengan dimensi tebal badan 40 cm
- Tulangan pada Dinding Geser, tingkat 1-15
  - Tulangan vertical atau tulangan longitudinal = 36D16

- Tulangan horizontal atau tulangan transversal /senggang =  $\emptyset 10 - 150$
- Tulangan horizontal atau tulangan transversal atau senggang pada sendi plastis dan pada sambungan lewatan tulangan vertical =  $\emptyset 10 - 200$
- Sambungan lewatan tulangan vertical pada Dinding Geser Id = 821 mm

## 5.2. Saran

Dengan kemajuan teknologi komputerisasi saat ini, perencanaan struktur gedung portal dengan konsep daktilitas penuh gempa dinamis 3D, kita dapat menggunakan fasilitas program STAADPRO yang mampu menghasilkan penulangan dan hasil output STAADPRO secara langsung, tetapi tetap memperhatikan peraturan – peraturan yang ada akan lebih efesensi dan dapat menghemat biaya pelaksanaan pekerjaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional “ *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*”. SNI 03-2847-2002
- Badan Standardisasi Nasional “ *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung*”. SNI 03-1726-2002
- Departemen Penyelidikan Masalah Bangunan, 1983, *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*, Stensil, Bandung
- Departemen Pekerjaan Umum. “*Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983*”. Yayasan LPMB Bandung
- Purwono. Rachmat, “*Perencanaan Betong Bertulang Tahan Gempa “ Edisi Pertama*”.2005.ITS, Surabaya.
- Paulay, T., and Priestley M.J.N, “ *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*” John Wiley & Sons, INC. 1991
- R. Park and T. Paulay “*Reinforced Concrete Structures*” John Wiley & Sons, INC. 1974

LAMPIRAN



LEMBAR ASISTENSI

SKRIPSI

Nama : Marito Hornai de Jesus Monteiro

Nim : 10.21.026

Jurusan : Teknik Sipil S-1

Dosen Pembimbing : Ir. Andrianus Agus Santosa, MT

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1	12/5-'14	- Perbaiki semua catatan - " Mabrud & tyipen - " manfaat.	
2	20/5-'14	- Lengkapi latar belakang yg terkait dg rumusan masalah. - toki sebutkan sumbernya	
3	3/6-'14	- Lengkapi <sup>teori</sup> per <sub>1</sub> dinding geser tall.	
4	12/6-'14	- Perh. pembebanan OK. - Rebar kaca dithapus.	
5	1/7-'14	- Cek lagi perh. kehaluan. kolom & dinding geser	
6	3/7-'14	- Betulkan perh. kehaluan. & struktur.	
7	7/7-'14	- Lengkapi	



LEMBAR ASISTENSI

SKRIPSI






Studi Perencanaan Struktur Shear Wall Dengan Beban Gempa Dinamik Pada  
Gedung Ijen Padjadjaran Suites Hotel Malang

Nama : Marito Hornai de Jesus Monteiro

Nim : 10.21.027

Jurusan : Teknik Sipil S-1

Dosen Pembimbing : Ir.Andrianus Agus Santosa, MT

No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
8	14/7-14	Layouth	
9	21/7-14	- Peh. Mn desdip geser OK. Layouthan.	
10	4/8-14	- Peh. Mn pd shear wall Layouth kontrol / proyektif 4f lain.	
11	7/8-14	- 2d peh. struktur / tul OK. Layouthan qbr.	
12	6/8-14	- Gbr OK. bisa seminar	





LEMBAR ASISTENSI

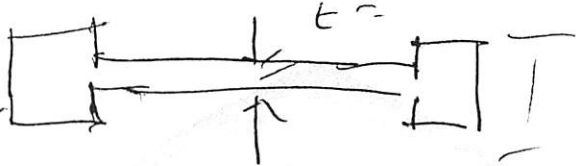


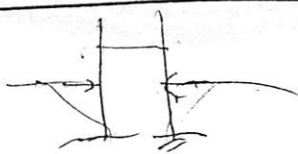

SKRIPSI

Nama : Marito Hornai de Jesus Monteiro

Nim : 10.21.026

Jurusan : Teknik Sipil S-1

Dosen Pembimbing : Ir. H. Sudirman Indra, MSc

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
	13 02/01/14	 Pot lentur ton Pusat tipe gbr <sup>pot</sup> ke on.	 
	30 02/01/14	ditulis gbr & tabel ber arti kata sbg Formulas 	



LEMBAR ASISTENSI

SKRIPSI



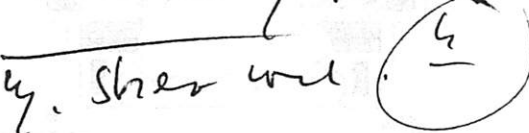
Studi Perencanaan Struktur Shear Wall Dengan Beban Gempa Dinamik Pada  
Gedung Ijen Padjadjaran Suites Hotel Malang

Nama : Marito Hornai de Jesus Monteiro

Nim : 10.21.027

Jurusan : Teknik Sipil S-1

Dosen Pembimbing : Ir. H. Sudirman Indra, MSc

No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
	$\frac{7}{06}$ 014	ditjkt ke pebel partikel 	
	$\frac{10}{08}$ 014	ditjkt ke Pebel Pebel / Pobel y. shear wall 	
	$\frac{4}{8}$ 014	- Pmi + Itani Pebel - shear wall. gabr octa shear wall.	

Perip h y sur  
Itani





**FORM REVISI / PERBAIKAN**  
 BIDANG STRUKTUR

Nama : MARITO H. D. JESUS M.

NIM : 10.21.026

Hari / tanggal : KAMIS / 21 - 8 - 2014

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

- \* Daftar pustaka satukan ✓
- 7) 7 serasi-hari antara judul dengan kesimpulan ✓
- 7 Gambar? beri keterangan dan nomor ✓
- 7 7 semua gambar beri keterangan yang lengkap ✓

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Agas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 1 - 9 2014  
 Dosen Penguji

Malang, 21 - 8 - 2014  
 Dosen Penguji



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
 Jl. Bendungan Sigitu-gura 2  
 Jl. Raya Karanglo Km. 2  
 Malang

# UJIAN SKRIPSI

## PRODI TEKNIK SIPIL S-1

### FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG \_\_\_\_\_

Nama : \_\_\_\_\_

NIM : \_\_\_\_\_

Hari / tanggal : \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Perbaiki materi Skripsi meliputi :

*perhitungan tul traufersal*

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Gas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, \_\_\_\_\_ 20\_\_

Dosen Penguji

Malang, \_\_\_\_\_ 20\_\_

Dosen Penguji

```

*****
*
*          STAAD.Pro
*          Version 2004    Bld 1001.INDIA
*          Proprietary Program of
*          Research Engineers, Intl.
*          Date=    JUL 25, 2014
*          Time=    6:38: 8
*
*          USER ID: *ITB-PERACS*
*****

```

UT FILE: SKRIPSI SIDNEY.STD

1. STAAD SPACE
2. START JOB INFORMATION
3. JOB NAME SKRIPSI
4. JOB COMMENT STEEL REBAR FY = 390 MPA
5. JOB COMMENT STEEL REBAR FY = 240 MPA
6. JOB COMMENT CONCRETE GRADE FC = 30 MPA
7. ENGINEER NAME MARITO
8. CHECKER NAME IR. AGUS
9. APPROVED NAME IR. AGUS
10. ENGINEER DATE 06-MEI -14
11. END JOB INFORMATION
12. INPUT WIDTH 79
13. UNIT METER KG
14. JOINT COORDINATES
15. 1 5.25 0 0; 2 10.5 0 0; 3 18.3 0 0; 4 22.6 0 0; 5 29.75 0 0; 6 36.75 0 0
16. 7 43.75 0 0; 8 50.75 0 0; 9 5.25 0 15.35; 10 10.5 0 15.35; 11 18.3 0 15.35
17. 12 22.6 0 15.35; 13 29.75 0 15.35; 14 36.75 0 15.35; 15 43.75 0 15.35
18. 16 50.75 0 15.35; 17 50.75 0 10.05; 18 43.75 0 10.05; 19 36.75 0 10.05
19. 20 29.75 0 10.05; 21 22.6 0 10.05; 22 18.3 0 10.05; 23 10.5 0 10.05
20. 24 5.25 0 10.05; 25 50.75 0 5.3; 26 43.75 0 5.3; 27 36.75 0 5.3
21. 28 29.75 0 5.3; 29 22.6 0 5.3; 30 18.3 0 5.3; 31 10.5 0 5.3; 32 5.25 0 5.3
22. 33 40.25 55.9 0; 34 3.45 3.1 0; 35 2.5875 3.1 0; 36 2.5875 3.1 0.883333
23. 37 3.45 3.1 0.883333; 38 1.725 3.1 0; 39 1.725 3.1 0.883333; 40 0.862503 3.1 0
24. 41 0.862503 3.1 0.883333; 42 0 3.1 0; 43 0 3.1 0.883333; 44 2.5875 3.1 1.76667
25. 45 3.45 3.1 1.76667; 46 1.725 3.1 1.76667; 47 0.862503 3.1 1.76667
26. 48 0 3.1 1.76667; 49 2.5875 3.1 2.65; 50 3.45 3.1 2.65; 51 1.725 3.1 2.65
27. 52 0.862503 3.1 2.65; 53 0 3.1 2.65; 54 2.5875 3.1 3.53333
28. 55 3.45 3.1 3.53333; 56 1.725 3.1 3.53333; 57 0.862503 3.1 3.53333
29. 58 0 3.1 3.53333; 59 2.5875 3.1 4.41667; 60 3.45 3.1 4.41667
30. 61 1.725 3.1 4.41667; 62 0.862503 3.1 4.41667; 63 0 3.1 4.41667
31. 64 2.5875 3.1 5.3; 65 3.45 3.1 5.3; 66 1.725 3.1 5.3; 67 0.862503 3.1 5.3
32. 68 0 3.1 5.3; 69 2.5875 3.1 6.4875; 70 3.45 3.1 6.4875; 71 1.725 3.1 6.4875
33. 72 0.862503 3.1 6.4875; 73 0 3.1 6.4875; 74 2.5875 3.1 7.675
34. 75 3.45 3.1 7.675; 76 1.725 3.1 7.675; 77 0.862503 3.1 7.675; 78 0 3.1 7.675
35. 79 2.5875 3.1 8.8625; 80 3.45 3.1 8.8625; 81 1.725 3.1 8.8625
36. 82 0.862503 3.1 8.8625; 83 0 3.1 8.8625; 84 2.5875 3.1 10.05
37. 85 3.45 3.1 10.05; 86 1.725 3.1 10.05; 87 0.862503 3.1 10.05; 88 0 3.1 10.05
38. 89 5.25 3.1 0; 90 4.35 3.1 0; 91 4.35 3.1 0.883333; 92 5.25 3.1 0.883333
39. 93 4.35 3.1 1.76667; 94 5.25 3.1 1.76667; 95 4.35 3.1 2.65; 96 5.25 3.1 2.65
40. 97 4.35 3.1 3.53333; 98 5.25 3.1 3.53333; 99 4.35 3.1 4.41667

## STAAD SPACE

## START JOB INFORMATION

JOB NAME SKRIPSI

JOB COMMENT STEEL REBAR FY = 390 Mpa

JOB COMMENT STEEL REBAR FY = 240 Mpa

JOB COMMENT CONCRETE GRADE FC = 30 Mpa

ENGINEER NAME Marito

CHECKER NAME Ir. Agus

APPROVED NAME Ir. Agus

ENGINEER DATE 06-Mei -14

END JOB INFORMATION

INPUT WIDTH 79

UNIT METER KG

## JOINT COORDINATES

1 5.25 0 0; 2 10.5 0 0; 3 18.3 0 0; 4 22.6 0 0; 5 29.75 0 0; 6 36.75 0 0;  
7 43.75 0 0; 8 50.75 0 0; 9 5.25 0 15.35; 10 10.5 0 15.35; 11 18.3 0 15.35;  
12 22.6 0 15.35; 13 29.75 0 15.35; 14 36.75 0 15.35; 15 43.75 0 15.35;  
16 50.75 0 15.35; 17 50.75 0 10.05; 18 43.75 0 10.05; 19 36.75 0 10.05;  
20 29.75 0 10.05; 21 22.6 0 10.05; 22 18.3 0 10.05; 23 10.5 0 10.05;  
24 5.25 0 10.05; 25 50.75 0 5.3; 26 43.75 0 5.3; 27 36.75 0 5.3;  
28 29.75 0 5.3; 29 22.6 0 5.3; 30 18.3 0 5.3; 31 10.5 0 5.3; 32 5.25 0 5.3;  
33 40.25 55.9 0; 34 3.45 3.1 0; 35 2.5875 3.1 0; 36 2.5875 3.1 0.883333;  
37 3.45 3.1 0.883333; 38 1.725 3.1 0; 39 1.725 3.1 0.883333; 40 0.862503 3.1 0;  
41 0.862503 3.1 0.883333; 42 0 3.1 0; 43 0 3.1 0.883333; 44 2.5875 3.1 1.76667;  
45 3.45 3.1 1.76667; 46 1.725 3.1 1.76667; 47 0.862503 3.1 1.76667;  
48 0 3.1 1.76667; 49 2.5875 3.1 2.65; 50 3.45 3.1 2.65; 51 1.725 3.1 2.65;  
52 0.862503 3.1 2.65; 53 0 3.1 2.65; 54 2.5875 3.1 3.53333;  
55 3.45 3.1 3.53333; 56 1.725 3.1 3.53333; 57 0.862503 3.1 3.53333;  
58 0 3.1 3.53333; 59 2.5875 3.1 4.41667; 60 3.45 3.1 4.41667;  
61 1.725 3.1 4.41667; 62 0.862503 3.1 4.41667; 63 0 3.1 4.41667;  
64 2.5875 3.1 5.3; 65 3.45 3.1 5.3; 66 1.725 3.1 5.3; 67 0.862503 3.1 5.3;  
68 0 3.1 5.3; 69 2.5875 3.1 6.4875; 70 3.45 3.1 6.4875; 71 1.725 3.1 6.4875;  
72 0.862503 3.1 6.4875; 73 0 3.1 6.4875; 74 2.5875 3.1 7.675;  
75 3.45 3.1 7.675; 76 1.725 3.1 7.675; 77 0.862503 3.1 7.675; 78 0 3.1 7.675;  
79 2.5875 3.1 8.8625; 80 3.45 3.1 8.8625; 81 1.725 3.1 8.8625;  
82 0.862503 3.1 8.8625; 83 0 3.1 8.8625; 84 2.5875 3.1 10.05;  
85 3.45 3.1 10.05; 86 1.725 3.1 10.05; 87 0.862503 3.1 10.05; 88 0 3.1 10.05;  
89 5.25 3.1 0; 90 4.35 3.1 0; 91 4.35 3.1 0.883333; 92 5.25 3.1 0.883333;  
93 4.35 3.1 1.76667; 94 5.25 3.1 1.76667; 95 4.35 3.1 2.65; 96 5.25 3.1 2.65;  
97 4.35 3.1 3.53333; 98 5.25 3.1 3.53333; 99 4.35 3.1 4.41667;  
100 5.25 3.1 4.41667; 101 4.35 3.1 5.3; 102 5.25 3.1 5.3; 103 4.35 3.1 6.4875;  
104 5.25 3.1 6.4875; 105 4.35 3.1 7.675; 106 5.25 3.1 7.675;  
107 4.35 3.1 8.8625; 108 5.25 3.1 8.8625; 109 4.35 3.1 10.05;  
110 5.25 3.1 10.05; 111 7.05 3.1 0; 112 6.15 3.1 0; 113 6.15 3.1 0.883333;  
114 7.05 3.1 0.883333; 115 6.15 3.1 1.76667; 116 7.05 3.1 1.76667;  
117 6.15 3.1 2.65; 118 7.05 3.1 2.65; 119 6.15 3.1 3.53333;  
120 7.05 3.1 3.53333; 121 6.15 3.1 4.41667; 122 7.05 3.1 4.41667;  
123 6.15 3.1 5.3; 124 7.05 3.1 5.3; 125 6.15 3.1 6.4875; 126 7.05 3.1 6.4875;  
127 6.15 3.1 7.675; 128 7.05 3.1 7.675; 129 6.15 3.1 8.8625;  
130 7.05 3.1 8.8625; 131 6.15 3.1 10.05; 132 7.05 3.1 10.05; 133 10.5 3.1 0;  
134 9.6375 3.1 0; 135 9.6375 3.1 0.883333; 136 10.5 3.1 0.883333;  
137 8.775 3.1 0; 138 8.775 3.1 0.883333; 139 7.9125 3.1 0;  
140 7.9125 3.1 0.883333; 141 9.6375 3.1 1.76667; 142 10.5 3.1 1.76667;  
143 8.775 3.1 1.76667; 144 7.9125 3.1 1.76667; 145 9.6375 3.1 2.65;  
146 10.5 3.1 2.65; 147 8.775 3.1 2.65; 148 7.9125 3.1 2.65;  
149 9.6375 3.1 3.53333; 150 10.5 3.1 3.53333; 151 8.775 3.1 3.53333;  
152 7.9125 3.1 3.53333; 153 9.6375 3.1 4.41667; 154 10.5 3.1 4.41667;  
155 8.775 3.1 4.41667; 156 7.9125 3.1 4.41667; 157 9.6375 3.1 5.3;  
158 10.5 3.1 5.3; 159 8.775 3.1 5.3; 160 7.9125 3.1 5.3; 161 9.6375 3.1 6.4875;  
162 10.5 3.1 6.4875; 163 8.775 3.1 6.4875; 164 7.9125 3.1 6.4875;  
165 9.6375 3.1 7.675; 166 10.5 3.1 7.675; 167 8.775 3.1 7.675;  
168 7.9125 3.1 7.675; 169 9.6375 3.1 8.8625; 170 10.5 3.1 8.8625;  
171 8.775 3.1 8.8625; 172 7.9125 3.1 8.8625; 173 9.6375 3.1 10.05;  
174 10.5 3.1 10.05; 175 8.775 3.1 10.05; 176 7.9125 3.1 10.05; 177 14 3.1 5.3;  
178 13.125 3.1 5.3; 179 13.125 3.1 6.4875; 180 14 3.1 6.4875;  
181 12.25 3.1 5.3; 182 12.25 3.1 6.4875; 183 11.375 3.1 5.3;  
184 11.375 3.1 6.4875; 185 13.125 3.1 7.675; 186 14 3.1 7.675;  
187 12.25 3.1 7.675; 188 11.375 3.1 7.675; 189 13.125 3.1 8.8625;  
190 14 3.1 8.8625; 191 12.25 3.1 8.8625; 192 11.375 3.1 8.8625;  
193 13.125 3.1 10.05; 194 14 3.1 10.05; 195 12.25 3.1 10.05;  
196 11.375 3.1 10.05; 197 18.3 3.1 0; 198 17.225 3.1 0;  
199 17.225 3.1 0.883333; 200 18.3 3.1 0.883333; 201 16.15 3.1 0;  
202 16.15 3.1 0.883333; 203 15.075 3.1 0; 204 15.075 3.1 0.883333;  
205 14 3.1 0; 206 14 3.1 0.883333; 207 17.225 3.1 1.76667;  
208 18.3 3.1 1.76667; 209 16.15 3.1 1.76667; 210 15.075 3.1 1.76667;  
211 14 3.1 1.76667; 212 17.225 3.1 2.65; 213 18.3 3.1 2.65; 214 16.15 3.1 2.65;  
215 15.075 3.1 2.65; 216 14 3.1 2.65; 217 17.225 3.1 3.53333;

218 18.3 3.1 3.53333; 219 16.15 3.1 3.53333; 220 15.075 3.1 3.53333;  
221 14 3.1 3.53333; 222 17.225 3.1 4.41667; 223 18.3 3.1 4.41667;  
224 16.15 3.1 4.41667; 225 15.075 3.1 4.41667; 226 14 3.1 4.41667;  
227 17.225 3.1 5.3; 228 18.3 3.1 5.3; 229 16.15 3.1 5.3; 230 15.075 3.1 5.3;  
231 17.225 3.1 6.4875; 232 18.3 3.1 6.4875; 233 16.15 3.1 6.4875;  
234 15.075 3.1 6.4875; 235 17.225 3.1 7.675; 236 18.3 3.1 7.675;  
237 16.15 3.1 7.675; 238 15.075 3.1 7.675; 239 17.225 3.1 8.8625;  
240 18.3 3.1 8.8625; 241 16.15 3.1 8.8625; 242 15.075 3.1 8.8625;  
243 17.225 3.1 10.05; 244 18.3 3.1 10.05; 245 16.15 3.1 10.05;  
246 15.075 3.1 10.05; 247 22.6 3.1 0; 248 21.525 3.1 0;  
249 21.525 3.1 0.883333; 250 22.6 3.1 0.883333; 251 20.45 3.1 0;  
252 20.45 3.1 0.883333; 253 19.375 3.1 0; 254 19.375 3.1 0.883333;  
255 21.525 3.1 1.76667; 256 22.6 3.1 1.76667; 257 20.45 3.1 1.76667;  
258 19.375 3.1 1.76667; 259 21.525 3.1 2.65; 260 22.6 3.1 2.65;  
261 20.45 3.1 2.65; 262 19.375 3.1 2.65; 263 21.525 3.1 3.53333;  
264 22.6 3.1 3.53333; 265 20.45 3.1 3.53333; 266 19.375 3.1 3.53333;  
267 21.525 3.1 4.41667; 268 22.6 3.1 4.41667; 269 20.45 3.1 4.41667;  
270 19.375 3.1 4.41667; 271 21.525 3.1 5.3; 272 22.6 3.1 5.3;  
273 20.45 3.1 5.3; 274 19.375 3.1 5.3; 275 21.525 3.1 6.4875;  
276 22.6 3.1 6.4875; 277 20.45 3.1 6.4875; 278 19.375 3.1 6.4875;  
279 21.525 3.1 7.675; 280 22.6 3.1 7.675; 281 20.45 3.1 7.675;  
282 19.375 3.1 7.675; 283 21.525 3.1 8.8625; 284 22.6 3.1 8.8625;  
285 20.45 3.1 8.8625; 286 19.375 3.1 8.8625; 287 21.525 3.1 10.05;  
288 22.6 3.1 10.05; 289 20.45 3.1 10.05; 290 19.375 3.1 10.05;  
291 3.45 3.1 15.35; 292 2.5875 3.1 15.35; 293 2.5875 3.1 14.4667;  
294 3.45 3.1 14.4667; 295 1.725 3.1 15.35; 296 1.725 3.1 14.4667;  
297 0.862503 3.1 15.35; 298 0.862503 3.1 14.4667; 299 0 3.1 15.35;  
300 0 3.1 14.4667; 301 2.5875 3.1 13.5833; 302 3.45 3.1 13.5833;  
303 1.725 3.1 13.5833; 304 0.862503 3.1 13.5833; 305 0 3.1 13.5833;  
306 2.5875 3.1 12.7; 307 3.45 3.1 12.7; 308 1.725 3.1 12.7;  
309 0.862503 3.1 12.7; 310 0 3.1 12.7; 311 2.5875 3.1 11.8167;  
312 3.45 3.1 11.8167; 313 1.725 3.1 11.8167; 314 0.862503 3.1 11.8167;  
315 0 3.1 11.8167; 316 2.5875 3.1 10.9333; 317 3.45 3.1 10.9333;  
318 1.725 3.1 10.9333; 319 0.862503 3.1 10.9333; 320 0 3.1 10.9333;  
321 5.25 3.1 15.35; 322 4.35 3.1 15.35; 323 4.35 3.1 14.4667;  
324 5.25 3.1 14.4667; 325 4.35 3.1 13.5833; 326 5.25 3.1 13.5833;  
327 4.35 3.1 12.7; 328 5.25 3.1 12.7; 329 4.35 3.1 11.8167;  
330 5.25 3.1 11.8167; 331 4.35 3.1 10.9333; 332 5.25 3.1 10.9333;  
333 7.05 3.1 15.35; 334 6.15 3.1 15.35; 335 6.15 3.1 14.4667;  
336 7.05 3.1 14.4667; 337 6.15 3.1 13.5833; 338 7.05 3.1 13.5833;  
339 6.15 3.1 12.7; 340 7.05 3.1 12.7; 341 6.15 3.1 11.8167;  
342 7.05 3.1 11.8167; 343 6.15 3.1 10.9333; 344 7.05 3.1 10.9333;  
345 10.5 3.1 15.35; 346 9.6375 3.1 15.35; 347 9.6375 3.1 14.4667;  
348 10.5 3.1 14.4667; 349 8.775 3.1 15.35; 350 8.775 3.1 14.4667;  
351 7.9125 3.1 15.35; 352 7.9125 3.1 14.4667; 353 9.6375 3.1 13.5833;  
354 10.5 3.1 13.5833; 355 8.775 3.1 13.5833; 356 7.9125 3.1 13.5833;  
357 9.6375 3.1 12.7; 358 10.5 3.1 12.7; 359 8.775 3.1 12.7;  
360 7.9125 3.1 12.7; 361 9.6375 3.1 11.8167; 362 10.5 3.1 11.8167;  
363 8.775 3.1 11.8167; 364 7.9125 3.1 11.8167; 365 9.6375 3.1 10.9333;  
366 10.5 3.1 10.9333; 367 8.775 3.1 10.9333; 368 7.9125 3.1 10.9333;  
369 14 3.1 15.35; 370 13.125 3.1 15.35; 371 13.125 3.1 14.4667;  
372 14 3.1 14.4667; 373 12.25 3.1 15.35; 374 12.25 3.1 14.4667;  
375 11.375 3.1 15.35; 376 11.375 3.1 14.4667; 377 13.125 3.1 13.5833;  
378 14 3.1 13.5833; 379 12.25 3.1 13.5833; 380 11.375 3.1 13.5833;  
381 13.125 3.1 12.7; 382 14 3.1 12.7; 383 12.25 3.1 12.7; 384 11.375 3.1 12.7;  
385 13.125 3.1 11.8167; 386 14 3.1 11.8167; 387 12.25 3.1 11.8167;  
388 11.375 3.1 11.8167; 389 13.125 3.1 10.9333; 390 14 3.1 10.9333;  
391 12.25 3.1 10.9333; 392 11.375 3.1 10.9333; 393 18.3 3.1 15.35;  
394 17.225 3.1 15.35; 395 17.225 3.1 14.4667; 396 18.3 3.1 14.4667;  
397 16.15 3.1 15.35; 398 16.15 3.1 14.4667; 399 15.075 3.1 15.35;  
400 15.075 3.1 14.4667; 401 17.225 3.1 13.5833; 402 18.3 3.1 13.5833;  
403 16.15 3.1 13.5833; 404 15.075 3.1 13.5833; 405 17.225 3.1 12.7;  
406 18.3 3.1 12.7; 407 16.15 3.1 12.7; 408 15.075 3.1 12.7;  
409 17.225 3.1 11.8167; 410 18.3 3.1 11.8167; 411 16.15 3.1 11.8167;  
412 15.075 3.1 11.8167; 413 17.225 3.1 10.9333; 414 18.3 3.1 10.9333;  
415 16.15 3.1 10.9333; 416 15.075 3.1 10.9333; 417 22.6 3.1 15.35;  
418 21.525 3.1 15.35; 419 21.525 3.1 14.4667; 420 22.6 3.1 14.4667;  
421 20.45 3.1 15.35; 422 20.45 3.1 14.4667; 423 19.375 3.1 15.35;  
424 19.375 3.1 14.4667; 425 21.525 3.1 13.5833; 426 22.6 3.1 13.5833;  
427 20.45 3.1 13.5833; 428 19.375 3.1 13.5833; 429 21.525 3.1 12.7;  
430 22.6 3.1 12.7; 431 20.45 3.1 12.7; 432 19.375 3.1 12.7;  
433 21.525 3.1 11.8167; 434 22.6 3.1 11.8167; 435 20.45 3.1 11.8167;  
436 19.375 3.1 11.8167; 437 21.525 3.1 10.9333; 438 22.6 3.1 10.9333;  
439 20.45 3.1 10.9333; 440 19.375 3.1 10.9333; 441 25.1 3.1 2.65;  
442 24.2667 3.1 2.65; 443 24.2667 3.1 3.53333; 444 25.1 3.1 3.53333;  
445 23.4333 3.1 2.65; 446 23.4333 3.1 3.53333; 447 24.2667 3.1 4.41667;  
448 25.1 3.1 4.41667; 449 23.4333 3.1 4.41667; 450 24.2667 3.1 5.3;

5695 TO 5708 5712 TO 5726 5730 TO 5740 5744 TO 5768 5848 TO 5861 -  
 5865 TO 5879 5883 TO 5893 5897 TO 5921 5998 TO 6041 6087 TO 6129 -  
 6130 UNI GY -306  
 1 TO 5 11 15 TO 21 23 25 TO 27 31 44 80 TO 82 84 87 89 TO 91 93 95 97 99 101 -  
 127 TO 132 134 TO 140 156 158 159 162 335 337 338 355 356 360 371 -  
 382 TO 389 413 TO 420 430 TO 434 446 TO 450 452 454 456 458 460 466 472 474 -  
 475 480 482 483 488 490 491 496 TO 502 512 513 515 518 532 547 553 554 563 -  
 564 TO 566 568 TO 570 572 TO 574 576 TO 578 580 TO 582 584 TO 587 590 596 -  
 599 607 615 645 647 648 650 TO 652 654 TO 656 658 TO 660 662 TO 664 -  
 666 TO 668 670 TO 672 674 TO 676 709 TO 714 735 743 749 751 UNI GY -1122  
 79 83 85 98 113 122 125 126 167 399 TO 403 503 505 514 516 533 TO 536 538 -  
 540 542 544 546 567 591 600 608 616 11755 UNI GY -1173  
 11652 11654 TO 11667 11672 TO 11680 13156 TO 13201 UNI GY -1199  
 ELEMENT LOAD  
 16544 TO 16571 16574 TO 16707 20143 TO 20328 27235 TO 27606 30301 TO 30433 -  
 30434 PR GY -64  
 LOAD 2 BEBAN HIDUP (LL)  
 ELEMENT LOAD  
 29667 TO 30300 30435 TO 30554 PR GY -100  
 JOINT LOAD  
 16980 17175 FY -500  
 16193 16202 16222 16237 16414 16444 16445 16457 TO 16460 FY -250  
 ELEMENT LOAD  
 13309 TO 29666 30301 TO 30434 30555 TO 30564 30572 TO 30631 PR GY -250  
 LOAD 3 BEBAN GEMPA DINAMIK (EQ)  
 JOINT LOAD  
 19493 FX 486888 FZ 486888  
 19479 FX 745603 FZ 745603  
 19480 FX 790764 FZ 790764  
 19481 TO 19484 FX 829334 FZ 829334  
 19485 TO 19489 FX 829334 FZ 829334  
 19490 FX 829586 FZ 829586  
 19491 FX 871673 FZ 871673  
 19492 FX 815182 FZ 815182  
 SPECTRUM CQC X 1 Y 1 Z 0.3 ACC SCALE 1.5 DAMP 0.05 LIN  
 0 0.28; 0.2 0.7; 0.6 0.7; 1 0.39; 2 0.24; 3 0.2;  
 LOAD COMB 4 KOMBINASI DL + LL  
 1 1.2 2 1.6  
 LOAD COMB 5 KOMBINASI DL + LL + EQ  
 1 1.2 2 1.0 3 1.0  
 PERFORM ANALYSIS  
 PRINT STORY DRIFT  
 LOAD LIST 1 4 5  
 START CONCRETE DESIGN  
 CODE ACI  
 UNIT CM KG  
 FC 300 MEMB 13253 13254 13257 13258 13261 13262 13265 13266 13269 13270 13273 -  
 13274 13277 13278 13281 13282 13285 13286 13289 13290 13293 13294 13297 -  
 13298 13301 13302 13305 TO 13308  
 FYMAIN 3900 MEMB 13253 13254 13257 13258 13261 13262 13265 13266 13269 13270 -  
 13273 13274 13277 13278 13281 13282 13285 13286 13289 13290 13293 13294 -  
 13297 13298 13301 13302 13305 TO 13308  
 FYSEC 2400 MEMB 13253 13254 13257 13258 13261 13262 13265 13266 13269 13270 -  
 13273 13274 13277 13278 13281 13282 13285 13286 13289 13290 13293 13294 -  
 13297 13298 13301 13302 13305 TO 13308  
 TRACK 2 MEMB 13253 13254 13257 13258 13261 13262 13265 13266 13269 13270 -  
 13273 13274 13277 13278 13281 13282 13285 13286 13289 13290 13293 13294 -  
 13297 13298 13301 13302 13305 TO 13308  
 FC 300 MEMB 7 133 134 206 300 301 339 341 343 345 347 352 354 356 451 453 -  
 455 457 459 757 772 800 815 881 975 976 1010 1025 1053 1068 1140 1234 1235 -  
 1269 1284 1312 1327 1692 1786 1787 1821 1836 1864 1879 1952 2046 2047 2081 -  
 2096 2124 2139 2212 2306 2307 2341 2356 2384 2399 2472 2566 2567 2601 2616 -  
 2644 2659 2732 2826 2827 2861 2876 2904 2919 2992 3086 3087 3121 3136 3164 -  
 3179 3252 3346 3347 3381 3396 3424 3439 3512 3606 3607 3641 3656 3684 3699 -  
 3769 3856 3857 3891 3900 3916 3925 3986 4067 4068 4102 4111 4127 4136 4187 -  
 4237 4238 4273 4275 4277 4279 4281 4286 4288 4290 4371 4373 4375 4377 4379 -  
 6183 6185 6187 6189 6191 6196 6198 6200 6281 6283 6285 6287 6289 6526 6528 -  
 6530 6532 6534 6539 6541 6543 6624 6626 6628 6630 6632 6869 6871 6873 6875 -  
 6877 6882 6884 6886 6967 6969 6971 6973 6975 7212 7214 7216 7218 7220 7225 -  
 7227 7229 7310 7312 7314 7316 7318 7555 7557 7559 7561 7563 7568 7570 7572 -  
 7653 7655 7657 7659 7661 7898 7900 7902 7904 7906 7911 7913 7915 7996 7998 -  
 8000 8002 8004 8241 8243 8245 8247 8249 8254 8256 8258 8339 8341 8343 8345 -  
 8347 8584 8586 8588 8590 8592 8597 8599 8601 8682 8684 8686 8688 8690 8927 -  
 8929 8931 8933 8935 8940 8942 8944 9025 9027 9029 9031 9033 9270 9272 9274 -  
 9276 9278 9283 9285 9287 9368 9370 9372 9374 9376 9646 9648 9650 9652 9654 -  
 9659 9661 9663 9744 9746 9748 9750 9752 10007 10009 10011 10013 10015 10020 -  
 10022 10024 10104 10106 10108 10110 10112 10362



FC 300 MEMB 10364 10366 10368 10370 10375 10377 10379 10458 10460 10462 10464 -  
10466 11768 11777 11793 11802  
FYMAIN 3900 MEMB 7 133 134 206 300 301 339 341 343 345 347 352 354 356 451 -  
453 455 457 459 757 772 800 815 881 975 976 1010 1025 1053 1068 1140 1234 -  
1235 1269 1284 1312 1327 1692 1786 1787 1821 1836 1864 1879 1952 2046 2047 -  
2081 2096 2124 2139 2212 2306 2307 2341 2356 2384 2399 2472 2566 2567 2601 -  
2616 2644 2659 2732 2826 2827 2861 2876 2904 2919 2992 3086 3087 3121 3136 -  
3164 3179 3252 3346 3347 3381 3396 3424 3439 3512 3606 3607 3641 3656 3684 -  
3699 3769 3856 3857 3891 3900 3916 3925 3986 4067 4068 4102 4111 4127 4136 -  
4187 4237 4238 4273 4275 4277 4279 4281 4286 4288 4290 4371 4373 4375 4377 -  
4379 6183 6185 6187 6189 6191 6196 6198 6200 6281 6283 6285 6287 6289 6526 -  
6528 6530 6532 6534 6539 6541 6543 6624 6626 6628 6630 6632 6869 6871 6873 -  
6875 6877 6882 6884 6886 6967 6969 6971 6973 6975 7212 7214 7216 7218 7220 -  
7225 7227 7229 7310 7312 7314 7316 7318 7555 7557 7559 7561 7563 7568 7570 -  
7572 7653 7655 7657 7659 7661 7898 7900 7902 7904 7906 7911 7913 7915 7996 -  
7998 8000 8002 8004 8241 8243 8245 8247 8249 8254 8256 8258 8339 8341 8343 -  
8345 8347 8584 8586 8588 8590 8592 8597 8599 8601 8682 8684 8686 8688 8690 -  
8927 8929 8931 8933 8935 8940 8942 8944 9025 9027 9029 9031 9033 9270 9272 -  
9274 9276 9278 9283 9285 9287 9368 9370 9372 9374 9376 9646 9648 9650 9652 -  
9654 9659 9661 9663 9744 9746 9748 9750 9752 10007 10009 10011 10013 10015 -  
10020 10022 10024 10104 10106 10108 10110 10112 10362

FYMAIN 3900 MEMB 10364 10366 10368 10370 10375 10377 10379 10458 10460 10462 -  
10464 10466 11768 11777 11793 11802  
FYSEC 2400 MEMB 7 133 134 206 300 301 339 341 343 345 347 352 354 356 451 -  
453 455 457 459 757 772 800 815 881 975 976 1010 1025 1053 1068 1140 1234 -  
1235 1269 1284 1312 1327 1692 1786 1787 1821 1836 1864 1879 1952 2046 2047 -  
2081 2096 2124 2139 2212 2306 2307 2341 2356 2384 2399 2472 2566 2567 2601 -  
2616 2644 2659 2732 2826 2827 2861 2876 2904 2919 2992 3086 3087 3121 3136 -  
3164 3179 3252 3346 3347 3381 3396 3424 3439 3512 3606 3607 3641 3656 3684 -  
3699 3769 3856 3857 3891 3900 3916 3925 3986 4067 4068 4102 4111 4127 4136 -  
4187 4237 4238 4273 4275 4277 4279 4281 4286 4288 4290 4371 4373 4375 4377 -  
4379 6183 6185 6187 6189 6191 6196 6198 6200 6281 6283 6285 6287 6289 6526 -  
6528 6530 6532 6534 6539 6541 6543 6624 6626 6628 6630 6632 6869 6871 6873 -  
6875 6877 6882 6884 6886 6967 6969 6971 6973 6975 7212 7214 7216 7218 7220 -  
7225 7227 7229 7310 7312 7314 7316 7318 7555 7557 7559 7561 7563 7568 7570 -  
7572 7653 7655 7657 7659 7661 7898 7900 7902 7904 7906 7911 7913 7915 7996 -  
7998 8000 8002 8004 8241 8243 8245 8247 8249 8254 8256 8258 8339 8341 8343 -  
8345 8347 8584 8586 8588 8590 8592 8597 8599 8601 8682 8684 8686 8688 8690 -  
8927 8929 8931 8933 8935 8940 8942 8944 9025 9027 9029 9031 9033 9270 9272 -  
9274 9276 9278 9283 9285 9287 9368 9370 9372 9374 9376 9646 9648 9650 9652 -  
9654 9659 9661 9663 9744 9746 9748 9750 9752 10007 10009 10011 10013 10015 -  
10020 10022 10024 10104 10106 10108 10110 10112 10362

FYSEC 2400 MEMB 10364 10366 10368 10370 10375 10377 10379 10458 10460 10462 -  
10464 10466 11768 11777 11793 11802  
DESIGN BEAM 7 133 134 206 300 301 339 341 343 345 347 352 354 356 451 453 -  
455 457 459 757 772 800 815 881 975 976 1010 1025 1053 1068 1140 1234 1235 -  
1269 1284 1312 1327 1692 1786 1787 1821 1836 1864 1879 1952 2046 2047 2081 -  
2096 2124 2139 2212 2306 2307 2341 2356 2384 2399 2472 2566 2567 2601 2616 -  
2644 2659 2732 2826 2827 2861 2876 2904 2919 2992 3086 3087 3121 3136 3164 -  
3179 3252 3346 3347 3381 3396 3424 3439 3512 3606 3607 3641 3656 3684 3699 -  
3769 3856 3857 3891 3900 3916 3925 3986 4067 4068 4102 4111 4127 4136 4187 -  
4237 4238 4273 4275 4277 4279 4281 4286 4288 4290 4371 4373 4375 4377 4379 -  
6183 6185 6187 6189 6191 6196 6198 6200 6281 6283 6285 6287 6289 6526 6528 -  
6530 6532 6534 6539 6541 6543 6624 6626 6628 6630 6632 6869 6871 6873 6875 -  
6877 6882 6884 6886 6967 6969 6971 6973 6975 7212 7214 7216 7218 7220 7225 -  
7227 7229 7310 7312 7314 7316 7318 7555 7557 7559 7561 7563 7568 7570 7572 -  
7653 7655 7657 7659 7661 7898 7900 7902 7904 7906 7911 7913 7915 7996 7998 -  
8000 8002 8004 8241 8243 8245 8247 8249 8254 8256 8258 8339 8341 8343 8345 -  
8347 8584 8586 8588 8590 8592 8597 8599 8601 8682 8684 8686 8688 8690 8927 -  
8929 8931 8933 8935 8940 8942 8944 9025 9027 9029 9031 9033 9270 9272 9274 -  
9276 9278 9283 9285 9287 9368 9370 9372 9374 9376 9646 9648 9650 9652 9654 -  
9659 9661 9663 9744 9746 9748 9750 9752 10007 10009 10011 10013 10015 10020 -  
10022 10024 10104 10106 10108 10110 10112 10362

DESIGN BEAM 10364 10366 10368 10370 10375 10377 10379 10458 10460 10462 10464 -  
10466 11768 11777 11793 11802  
DESIGN COLUMN 13253 13254 13257 13258 13261 13262 13265 13266 13269 13270 -  
13273 13274 13277 13278 13281 13282 13285 13286 13289 13290 13293 13294 -  
13297 13298 13301 13302 13305 TO 13308

CONCRETE TAKE  
END CONCRETE DESIGN  
FINISH

STORY	HEIGHT (METER)	LOAD	DRIFT (CM )		ECCENTRICITY (METER)	RATIO
			X	Z		
BASE=	-0.50					
1	0.41	1	-0.0138	0.1445	0.0000	L / 631
		2	0.0016	0.0985	0.0000	L / 926
		3	0.0612	0.0557	0.0000	L / 1490
		4	-0.0139	0.3311	0.0000	L / 275
		5	0.0463	0.3276	0.0000	L / 278
2	0.83	1	-0.0264	0.0976	0.0000	L / 1357
		2	0.0040	0.0758	0.0000	L / 1748
		3	0.1229	0.0512	0.0000	L / 1078
		4	-0.0253	0.2384	0.0000	L / 555
		5	0.0953	0.2442	0.0000	L / 542
3	1.24	1	-0.0377	0.0165	0.0000	L / 4614
		2	0.0072	0.0317	0.0000	L / 5474
		3	0.1852	0.0443	0.0000	L / 938
		4	-0.0337	0.0705	0.0000	L / 2463
		5	0.1472	0.0958	0.0000	L / 1181
4	1.65	1	-0.0068	-0.0340	0.0000	L / 6329
		2	0.0424	0.0125	0.0000	L / 5069
		3	0.2746	0.0396	0.0000	L / 783
		4	0.0597	-0.0208	0.0000	L / 3602
		5	0.3089	0.0114	0.0000	L / 696
5	2.01	1	-0.0415	-0.0113	0.0000	L / 6049
		2	0.0051	0.0253	0.0000	L / 9916
		3	0.2493	0.0270	0.0000	L / 1007
		4	-0.0417	0.0270	0.0000	L / 6023
		5	0.2046	0.0388	0.0000	L / 1228
6	2.38	1	-0.0317	-0.0102	0.0000	L / 9072
		2	0.0011	0.0139	0.0000	L / 20673
		3	0.2499	0.0235	0.0000	L / 1150
		4	-0.0362	0.0100	0.0000	L / 7935
		5	0.2130	0.0252	0.0000	L / 1350
7	2.74	1	-0.0176	-0.0075	0.0000	L / 18378
		2	-0.0004	0.0039	0.0000	L / 83736
		3	0.2498	0.0223	0.0000	L / 1296
		4	-0.0217	-0.0028	0.0000	L / 14887
		5	0.2282	0.0172	0.0000	L / 1418
8	3.10	1	0.0033	-0.0009	0.0000	L / 109955
		2	0.0012	-0.0006	0.0000	L / 0
		3	0.2466	0.0200	0.0000	L / 1460
		4	0.0058	-0.0020	0.0000	L / 62025

STORY	HEIGHT (METER)	LOAD	DRIFT (CM )		ECCENTRICITY (METER)	RATIO
			X	Z		
		5	0.2517	0.0184	0.0000	L / 1430
9	3.54	1	0.0054	-0.0230	0.0000	L / 17548
		2	0.0020	-0.0125	0.0000	L / 32383
		3	0.3171	0.0287	0.0000	L / 1272
		4	0.0097	-0.0475	0.0000	L / 8489
		5	0.3256	-0.0114	0.0000	L / 1239
10	3.97	1	0.0072	-0.0670	0.0000	L / 6675
		2	0.0027	-0.0342	0.0000	L / 13069
		3	0.3981	0.0403	0.0000	L / 1123
		4	0.0130	-0.1351	0.0000	L / 3309
		5	0.4094	-0.0743	0.0000	L / 1092
11	4.41	1	0.0085	-0.1134	0.0000	L / 4326
		2	0.0032	-0.0542	0.0000	L / 9050
		3	0.4903	0.0567	0.0000	L / 1000
		4	0.0153	-0.2228	0.0000	L / 2202
		5	0.5036	-0.1336	0.0000	L / 974
12	4.84	1	0.0094	-0.1536	0.0000	L / 3477
		2	0.0036	-0.0682	0.0000	L / 7830
		3	0.5906	0.0764	0.0000	L / 904
		4	0.0170	-0.2934	0.0000	L / 1820
		5	0.6054	-0.1761	0.0000	L / 882
13	5.28	1	0.0101	-0.1904	0.0000	L / 3033
		2	0.0038	-0.0793	0.0000	L / 7282
		3	0.6962	0.0956	0.0000	L / 829
		4	0.0182	-0.3554	0.0000	L / 1625
		5	0.7121	-0.2122	0.0000	L / 811
14	5.71	1	0.0102	-0.1261	0.0000	L / 4925
		2	0.0040	-0.0353	0.0000	L / 17572
		3	0.8241	0.1283	0.0000	L / 753
		4	0.0187	-0.2079	0.0000	L / 2987
		5	0.8404	-0.0584	0.0000	L / 739
15	6.11	1	0.0111	-0.0277	0.0000	L / 23845
		2	0.0039	0.0178	0.0000	L / 37182
		3	0.8809	0.1338	0.0000	L / 750
		4	0.0195	-0.0048	0.0000	L / 33810
		5	0.8981	0.1183	0.0000	L / 736
16	6.51	1	0.0120	-0.0189	0.0000	L / 37050
		2	0.0040	0.0183	0.0000	L / 38184
		3	0.9462	0.1203	0.0000	L / 740
		4	0.0208	0.0067	0.0000	L / 33705
		5	0.9647	0.1160	0.0000	L / 726

STORY	HEIGHT (METER)	LOAD	DRIFT (CM )		ECCENTRICITY (METER)	RATIO
			X	Z		
-----						
BASE=						
17	6.91	1	0.0132	-0.0075	0.0000	L / 56131
		2	0.0041	0.0180	0.0000	L / 41129
		3	1.0068	0.1094	0.0000	L / 735
		4	0.0224	0.0198	0.0000	L / 33020
		5	1.0267	0.1184	0.0000	L / 721
18	7.30	1	0.0147	-0.0039	0.0000	L / 53130
		2	0.0044	0.0119	0.0000	L / 65743
		3	1.0598	0.1040	0.0000	L / 736
		4	0.0247	0.0143	0.0000	L / 31628
		5	1.0818	0.1112	0.0000	L / 721
19	7.70	1	0.0166	-0.0082	0.0000	L / 49279
		2	0.0049	0.0015	0.0000	L / 168509
		3	1.1024	0.1033	0.0000	L / 744
		4	0.0278	-0.0074	0.0000	L / 29545
		5	1.1273	0.0950	0.0000	L / 727
20	8.10	1	0.0192	-0.0066	0.0000	L / 44765
		2	0.0056	-0.0040	0.0000	L / 154738
		3	1.1350	0.1029	0.0000	L / 757
		4	0.0319	-0.0143	0.0000	L / 26920
		5	1.1637	0.0910	0.0000	L / 739
21	8.54	1	0.0229	-0.0304	0.0000	L / 29722
		2	0.0064	-0.0160	0.0000	L / 56324
		3	1.2027	0.1095	0.0000	L / 751
		4	0.0378	-0.0622	0.0000	L / 14539
		5	1.2367	0.0569	0.0000	L / 731
22	8.98	1	0.0261	-0.0702	0.0000	L / 13496
		2	0.0071	-0.0346	0.0000	L / 27392
		3	1.2866	0.1212	0.0000	L / 736
		4	0.0428	-0.1396	0.0000	L / 6788
		5	1.3251	0.0024	0.0000	L / 715
23	9.41	1	0.0288	-0.1093	0.0000	L / 9066
		2	0.0076	-0.0498	0.0000	L / 19898
		3	1.3812	0.1352	0.0000	L / 717
		4	0.0466	-0.2109	0.0000	L / 4700
		5	1.4233	-0.0458	0.0000	L / 696
24	9.85	1	0.0133	-0.0769	0.0000	L / 13464
		2	-0.0027	-0.0229	0.0000	L / 45145
		3	1.4975	0.1594	0.0000	L / 691
		4	0.0116	-0.1289	0.0000	L / 8028
		5	1.5107	0.0442	0.0000	L / 685
25	10.29	1	0.0315	-0.0136	0.0000	L / 34265

STORY	HEIGHT (METER)	LOAD	DRIFT (CM )		ECCENTRICITY (METER)	RATIO
			X	Z		
-----						
BASE=						
		2	0.0079	0.0121	0.0000	L / 89342
		3	1.5479	0.1677	0.0000	L / 697
		4	0.0505	0.0030	0.0000	L / 21364
		5	1.5936	0.1635	0.0000	L / 677
26	10.73	1	0.0325	-0.0111	0.0000	L / 34570
		2	0.0082	0.0077	0.0000	L / 137409
		3	1.6028	0.1683	0.0000	L / 700
		4	0.0520	-0.0010	0.0000	L / 21572
		5	1.6499	0.1626	0.0000	L / 680
27	11.16	1	0.0340	-0.0139	0.0000	L / 34254
		2	0.0086	-0.0013	0.0000	L / 135534
		3	1.6469	0.1715	0.0000	L / 708
		4	0.0546	-0.0188	0.0000	L / 21351
		5	1.6963	0.1535	0.0000	L / 687
28	11.60	1	0.0366	-0.0133	0.0000	L / 33028
		2	0.0094	-0.0075	0.0000	L / 128611
		3	1.6781	0.1742	0.0000	L / 721
		4	0.0590	-0.0279	0.0000	L / 20503
		5	1.7315	0.1508	0.0000	L / 699
29	12.04	1	0.0403	-0.0376	0.0000	L / 31143
		2	0.0103	-0.0197	0.0000	L / 63730
		3	1.7388	0.1806	0.0000	L / 721
		4	0.0647	-0.0766	0.0000	L / 16357
		5	1.7973	0.1157	0.0000	L / 697
30	12.48	1	0.0433	-0.0781	0.0000	L / 16623
		2	0.0109	-0.0382	0.0000	L / 33984
		3	1.8146	0.1927	0.0000	L / 715
		4	0.0695	-0.1548	0.0000	L / 8384
		5	1.8776	0.0608	0.0000	L / 691
31	12.91	1	0.0458	-0.1160	0.0000	L / 11563
		2	0.0114	-0.0535	0.0000	L / 25089
		3	1.9005	0.2068	0.0000	L / 706
		4	0.0731	-0.2247	0.0000	L / 5968
		5	1.9668	0.0142	0.0000	L / 682
32	13.35	1	0.0292	-0.0800	0.0000	L / 17309
		2	0.0019	-0.0259	0.0000	L / 53500
		3	2.0055	0.2299	0.0000	L / 690
		4	0.0379	-0.1374	0.0000	L / 10077
		5	2.0424	0.1080	0.0000	L / 678
33	13.79	1	0.0494	-0.0147	0.0000	L / 28934
		2	0.0118	0.0095	0.0000	L / 120745

STORY	HEIGHT (METER)	LOAD	DRIFT (CM )		ECCENTRICITY (METER)	RATIO
			X	Z		
BASE=						
		3	2.0535	0.2405	0.0000	L / 696
		4	0.0782	-0.0025	0.0000	L / 18273
		5	2.1246	0.2324	0.0000	L / 672
34	14.22	1	0.0513	-0.0138	0.0000	L / 28723
		2	0.0121	0.0044	0.0000	L / 121270
		3	2.1049	0.2464	0.0000	L / 699
		4	0.0809	-0.0096	0.0000	L / 18191
		5	2.1786	0.2342	0.0000	L / 676
35	14.66	1	0.0535	-0.0197	0.0000	L / 28346
		2	0.0126	-0.0052	0.0000	L / 119887
		3	2.1463	0.2527	0.0000	L / 706
		4	0.0844	-0.0320	0.0000	L / 17960
		5	2.2231	0.2239	0.0000	L / 682
36	15.10	1	0.0567	-0.0206	0.0000	L / 27523
		2	0.0136	-0.0115	0.0000	L / 114947
		3	2.1768	0.2565	0.0000	L / 716
		4	0.0897	-0.0431	0.0000	L / 17385
		5	2.2584	0.2203	0.0000	L / 691
37	15.54	1	0.0602	-0.0445	0.0000	L / 26659
		2	0.0143	-0.0235	0.0000	L / 68191
		3	2.2320	0.2643	0.0000	L / 718
		4	0.0951	-0.0910	0.0000	L / 16855
		5	2.3186	0.1874	0.0000	L / 692
38	15.97	1	0.0634	-0.0840	0.0000	L / 19618
		2	0.0150	-0.0418	0.0000	L / 39424
		3	2.3025	0.2771	0.0000	L / 715
		4	0.1001	-0.1676	0.0000	L / 9828
		5	2.3936	0.1346	0.0000	L / 688
39	16.41	1	0.0661	-0.1209	0.0000	L / 13986
		2	0.0155	-0.0569	0.0000	L / 29749
		3	2.3822	0.2919	0.0000	L / 710
		4	0.1042	-0.2361	0.0000	L / 7164
		5	2.4771	0.0900	0.0000	L / 683
40	16.85	1	0.0497	-0.0845	0.0000	L / 20532
		2	0.0060	-0.0292	0.0000	L / 59413
		3	2.4794	0.3159	0.0000	L / 700
		4	0.0692	-0.1481	0.0000	L / 11713
		5	2.5450	0.1853	0.0000	L / 682
41	17.29	1	0.0703	-0.0199	0.0000	L / 25315
		2	0.0161	0.0059	0.0000	L / 110551
		3	2.5252	0.3271	0.0000	L / 704

STORY	HEIGHT (METS)	LOAD	DRIFT (CM )		ECCENTRICITY (METS)	RATIO
			X	Z		
BASE=						
		4	0.1101	-0.0145	0.0000	L / 16161
		5	2.6256	0.3091	0.0000	L / 677
42	17.73	1	0.0723	-0.0206	0.0000	L / 25193
		2	0.0164	0.0004	0.0000	L / 110869
		3	2.5737	0.3360	0.0000	L / 708
		4	0.1131	-0.0242	0.0000	L / 16112
		5	2.6770	0.3116	0.0000	L / 681
43	18.16	1	0.0747	-0.0277	0.0000	L / 24985
		2	0.0170	-0.0096	0.0000	L / 109973
		3	2.6130	0.3442	0.0000	L / 714
		4	0.1168	-0.0486	0.0000	L / 15980
		5	2.7196	0.3014	0.0000	L / 686
44	18.60	1	0.0782	-0.0289	0.0000	L / 24423
		2	0.0180	-0.0159	0.0000	L / 106115
		3	2.6435	0.3483	0.0000	L / 722
		4	0.1226	-0.0601	0.0000	L / 15573
		5	2.7553	0.2977	0.0000	L / 693
45	19.04	1	0.0814	-0.0524	0.0000	L / 24009
		2	0.0187	-0.0278	0.0000	L / 70208
		3	2.6932	0.3578	0.0000	L / 725
		4	0.1275	-0.1074	0.0000	L / 15321
		5	2.8095	0.2670	0.0000	L / 695
46	19.48	1	0.0847	-0.0910	0.0000	L / 21957
		2	0.0194	-0.0459	0.0000	L / 43543
		3	2.7585	0.3711	0.0000	L / 724
		4	0.1326	-0.1826	0.0000	L / 10941
		5	2.8795	0.2161	0.0000	L / 694
47	19.91	1	0.0875	-0.1269	0.0000	L / 16080
		2	0.0199	-0.0607	0.0000	L / 33619
		3	2.8324	0.3865	0.0000	L / 720
		4	0.1368	-0.2495	0.0000	L / 8182
		5	2.9573	0.1734	0.0000	L / 690
48	20.35	1	0.0711	-0.0901	0.0000	L / 23137
		2	0.0103	-0.0330	0.0000	L / 63144
		3	2.9220	0.4120	0.0000	L / 713
		4	0.1018	-0.1610	0.0000	L / 12952
		5	3.0176	0.2708	0.0000	L / 691
49	20.79	1	0.0921	-0.0262	0.0000	L / 23101
		2	0.0205	0.0019	0.0000	L / 103744
		3	2.9657	0.4228	0.0000	L / 718
		4	0.1434	-0.0285	0.0000	L / 14844

STORY	HEIGHT (METER)	LOAD	DRIFT (CM )		ECCENTRICITY (METER)	RATIO
			X	Z		
BASE=						
		5	3.0968	0.3932	0.0000	L / 687
50	21.23	1	0.0944	-0.0284	0.0000	L / 23003
		2	0.0209	-0.0041	0.0000	L / 103836
		3	3.0115	0.4336	0.0000	L / 721
		4	0.1468	-0.0406	0.0000	L / 14798
		5	3.1458	0.3955	0.0000	L / 690
51	21.66	1	0.0969	-0.0366	0.0000	L / 22860
		2	0.0215	-0.0143	0.0000	L / 103104
		3	3.0487	0.4431	0.0000	L / 727
		4	0.1507	-0.0669	0.0000	L / 14703
		5	3.1866	0.3848	0.0000	L / 695
52	22.10	1	0.1009	-0.0381	0.0000	L / 22407
		2	0.0227	-0.0206	0.0000	L / 99742
		3	3.0794	0.4471	0.0000	L / 734
		4	0.1573	-0.0787	0.0000	L / 14369
		5	3.2231	0.3808	0.0000	L / 701
53	22.54	1	0.1036	-0.0613	0.0000	L / 22228
		2	0.0232	-0.0325	0.0000	L / 70854
		3	3.1234	0.4581	0.0000	L / 737
		4	0.1615	-0.1256	0.0000	L / 14266
		5	3.2709	0.3520	0.0000	L / 704
54	22.98	1	0.1070	-0.0989	0.0000	L / 21940
		2	0.0239	-0.0503	0.0000	L / 46635
		3	3.1832	0.4718	0.0000	L / 737
		4	0.1666	-0.1992	0.0000	L / 11782
		5	3.3355	0.3028	0.0000	L / 704
55	23.41	1	0.1099	-0.1339	0.0000	L / 17855
		2	0.0244	-0.0650	0.0000	L / 36810
		3	3.2510	0.4875	0.0000	L / 735
		4	0.1710	-0.2646	0.0000	L / 9035
		5	3.4073	0.2618	0.0000	L / 702
56	23.85	1	0.0935	-0.0968	0.0000	L / 25161
		2	0.0148	-0.0372	0.0000	L / 65397
		3	3.3328	0.5146	0.0000	L / 730
		4	0.1358	-0.1757	0.0000	L / 13858
		5	3.4597	0.3613	0.0000	L / 704
57	24.29	1	0.1149	-0.0335	0.0000	L / 21568
		2	0.0251	-0.0025	0.0000	L / 98618
		3	3.3743	0.5245	0.0000	L / 734
		4	0.1781	-0.0442	0.0000	L / 13915
		5	3.5373	0.4818	0.0000	L / 701



STORY	HEIGHT (METER)	LOAD	DRIFT (CM )		ECCENTRICITY (METER)	RATIO
			X	Z		
<b>BASE=</b>						
58	24.73	1	0.1174	-0.0369	0.0000	L / 21481
		2	0.0256	-0.0088	0.0000	L / 98564
		3	3.4172	0.5365	0.0000	L / 738
		4	0.1819	-0.0585	0.0000	L / 13870
		5	3.5837	0.4833	0.0000	L / 704
59	25.16	1	0.1201	-0.0463	0.0000	L / 21373
		2	0.0262	-0.0194	0.0000	L / 97923
		3	3.4523	0.5468	0.0000	L / 743
		4	0.1860	-0.0866	0.0000	L / 13796
		5	3.6226	0.4719	0.0000	L / 708
60	25.60	1	0.1244	-0.0479	0.0000	L / 20975
		2	0.0275	-0.0257	0.0000	L / 94835
		3	3.4831	0.5505	0.0000	L / 749
		4	0.1934	-0.0986	0.0000	L / 13498
		5	3.6600	0.4673	0.0000	L / 713
61	26.04	1	0.1267	-0.0709	0.0000	L / 20939
		2	0.0279	-0.0375	0.0000	L / 70788
		3	3.5210	0.5627	0.0000	L / 753
		4	0.1967	-0.1451	0.0000	L / 13490
		5	3.7010	0.4401	0.0000	L / 717
62	26.48	1	0.1301	-0.1077	0.0000	L / 20739
		2	0.0286	-0.0551	0.0000	L / 48964
		3	3.5751	0.5766	0.0000	L / 754
		4	0.2018	-0.2173	0.0000	L / 12411
		5	3.7598	0.3923	0.0000	L / 717
63	26.91	1	0.1330	-0.1417	0.0000	L / 19344
		2	0.0291	-0.0695	0.0000	L / 39446
		3	3.6365	0.5924	0.0000	L / 754
		4	0.2062	-0.2812	0.0000	L / 9747
		5	3.8252	0.3528	0.0000	L / 716
64	27.35	1	0.1165	-0.1043	0.0000	L / 23909
		2	0.0194	-0.0418	0.0000	L / 66700
		3	3.7100	0.6213	0.0000	L / 750
		4	0.1709	-0.1920	0.0000	L / 14508
		5	3.8692	0.4543	0.0000	L / 720
65	27.79	1	0.1383	-0.0415	0.0000	L / 20446
		2	0.0299	-0.0072	0.0000	L / 94598
		3	3.7491	0.6297	0.0000	L / 754
		4	0.2139	-0.0612	0.0000	L / 13227
		5	3.9450	0.5727	0.0000	L / 717
66	28.22	1	0.1410	-0.0462	0.0000	L / 20366

STORY	HEIGHT (METER)	LOAD	DRIFT (CM )		ECCENTRICITY (METER)	RATIO
			X	Z		
-----						
BASE=						
		2	0.0304	-0.0138	0.0000	L / 94438
		3	3.7890	0.6424	0.0000	L / 758
		4	0.2179	-0.0776	0.0000	L / 13181
		5	3.9886	0.5731	0.0000	L / 720
67	28.66	1	0.1438	-0.0567	0.0000	L / 20276
		2	0.0311	-0.0246	0.0000	L / 93845
		3	3.8217	0.6533	0.0000	L / 763
		4	0.2223	-0.1074	0.0000	L / 13118
		5	4.0254	0.5607	0.0000	L / 724
68	29.10	1	0.1487	-0.0584	0.0000	L / 19906
		2	0.0326	-0.0309	0.0000	L / 90911
		3	3.8527	0.6565	0.0000	L / 768
		4	0.2305	-0.1196	0.0000	L / 12840
		5	4.0637	0.5555	0.0000	L / 728
69	29.54	1	0.1504	-0.0812	0.0000	L / 19968
		2	0.0328	-0.0427	0.0000	L / 70403
		3	3.8841	0.6697	0.0000	L / 773
		4	0.2329	-0.1657	0.0000	L / 12895
		5	4.0974	0.5296	0.0000	L / 733
70	29.98	1	0.1537	-0.1171	0.0000	L / 19830
		2	0.0334	-0.0600	0.0000	L / 50751
		3	3.9322	0.6836	0.0000	L / 775
		4	0.2379	-0.2366	0.0000	L / 12812
		5	4.1500	0.4831	0.0000	L / 734
71	30.41	1	0.1566	-0.1502	0.0000	L / 19738
		2	0.0339	-0.0742	0.0000	L / 41646
		3	3.9866	0.6993	0.0000	L / 775
		4	0.2422	-0.2990	0.0000	L / 10340
		5	4.2085	0.4448	0.0000	L / 734
72	30.85	1	0.1399	-0.1126	0.0000	L / 22406
		2	0.0242	-0.0465	0.0000	L / 67434
		3	4.0513	0.7298	0.0000	L / 774
		4	0.2066	-0.2095	0.0000	L / 14967
		5	4.2434	0.5482	0.0000	L / 739
73	31.29	1	0.1621	-0.0501	0.0000	L / 19608
		2	0.0348	-0.0120	0.0000	L / 91359
		3	4.0878	0.7364	0.0000	L / 777
		4	0.2502	-0.0793	0.0000	L / 12704
		5	4.3172	0.6642	0.0000	L / 736
74	31.73	1	0.1650	-0.0560	0.0000	L / 19535
		2	0.0354	-0.0190	0.0000	L / 91119

STORY	HEIGHT (METER)	LOAD	DRIFT (CM )		ECCENTRICITY (METER)	RATIO
			X	Z		
BASE=						
		3	4.1244	0.7496	0.0000	L / 781
		4	0.2545	-0.0975	0.0000	L / 12660
		5	4.3577	0.6634	0.0000	L / 739
75	32.16	1	0.1679	-0.0674	0.0000	L / 19459
		2	0.0361	-0.0300	0.0000	L / 90553
		3	4.1546	0.7608	0.0000	L / 786
		4	0.2591	-0.1289	0.0000	L / 12604
		5	4.3921	0.6499	0.0000	L / 743
76	32.60	1	0.1732	-0.0694	0.0000	L / 19105
		2	0.0377	-0.0362	0.0000	L / 87701
		3	4.1857	0.7634	0.0000	L / 791
		4	0.2683	-0.1412	0.0000	L / 12337
		5	4.4313	0.6439	0.0000	L / 747
77	33.04	1	0.1743	-0.0920	0.0000	L / 19243
		2	0.0377	-0.0480	0.0000	L / 69922
		3	4.2102	0.7774	0.0000	L / 796
		4	0.2695	-0.1871	0.0000	L / 12443
		5	4.4571	0.6190	0.0000	L / 752
78	33.47	1	0.1774	-0.1270	0.0000	L / 19154
		2	0.0384	-0.0651	0.0000	L / 52167
		3	4.2518	0.7911	0.0000	L / 799
		4	0.2742	-0.2566	0.0000	L / 12390
		5	4.5030	0.5736	0.0000	L / 754
79	33.91	1	0.1802	-0.1591	0.0000	L / 19098
		2	0.0388	-0.0791	0.0000	L / 43517
		3	4.2989	0.8064	0.0000	L / 800
		4	0.2784	-0.3174	0.0000	L / 10841
		5	4.5540	0.5365	0.0000	L / 755
80	34.35	1	0.1632	-0.1213	0.0000	L / 21349
		2	0.0291	-0.0514	0.0000	L / 67856
		3	4.3542	0.8385	0.0000	L / 800
		4	0.2424	-0.2277	0.0000	L / 14378
		5	4.5791	0.6416	0.0000	L / 761
81	34.79	1	0.1858	-0.0592	0.0000	L / 18991
		2	0.0398	-0.0169	0.0000	L / 88714
		3	4.3879	0.8429	0.0000	L / 804
		4	0.2866	-0.0980	0.0000	L / 12312
		5	4.6506	0.7550	0.0000	L / 759
82	35.22	1	0.1888	-0.0662	0.0000	L / 18918
		2	0.0404	-0.0241	0.0000	L / 88415
		3	4.4209	0.8564	0.0000	L / 808



## Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)			
		4:KOMBINASI	-9.75E 3	50.969	-12.267	-0.134	-6.079	-572.883			
		5:KOMBINASI	-8.57E 3	271.329	86.008	2.336	463.442	3.52E 3			
13254	310	1:BEBAN MAT	6.88E 3	-4.100	9.090	-0.255	-22.576	292.125			
		2:BEBAN HIDL	802.216	-7.226	2.428	-0.116	-6.716	161.361			
		3:BEBAN GEV	663.346	224.891	96.335	2.339	170.208	3.31E 3			
		4:KOMBINASI	9.54E 3	-16.481	14.792	-0.492	-37.838	608.728			
		5:KOMBINASI	9.72E 3	212.745	109.671	1.917	136.400	3.82E 3			
	19495	1:BEBAN MAT	-7.06E 3	4.100	-9.090	0.255	-5.601	-304.836			
		2:BEBAN HIDL	-802.216	7.226	-2.428	0.116	-0.810	-183.760			
		3:BEBAN GEV	663.346	224.891	96.335	2.339	468.719	3.98E 3			
		4:KOMBINASI	-9.76E 3	16.481	-14.792	0.492	-8.018	-659.819			
		5:KOMBINASI	-8.61E 3	237.037	83.000	2.761	461.187	3.43E 3			
13255	650	1:BEBAN MAT	6.34E 3	-12.138	-13.274	-0.575	21.526	350.447			
		2:BEBAN HIDL	887.714	-6.863	-5.838	-0.209	10.443	192.676			
		3:BEBAN GEV	472.173	285.950	105.225	1.443	156.336	4.59E 3			
		4:KOMBINASI	9.03E 3	-25.546	-25.269	-1.024	42.540	728.818			
		5:KOMBINASI	8.97E 3	264.521	83.458	0.544	192.611	5.2E 3			
	19496	1:BEBAN MAT	-6.53E 3	12.138	13.274	0.575	19.623	-388.073			
		2:BEBAN HIDL	-887.714	6.863	5.838	0.209	7.653	-213.953			
		3:BEBAN GEV	472.173	285.950	105.225	1.443	482.401	5.44E 3			
		4:KOMBINASI	-9.25E 3	25.546	25.269	1.024	35.793	-808.012			
		5:KOMBINASI	-8.25E 3	307.378	126.991	2.342	513.602	4.76E 3			
13256	874	1:BEBAN MAT	6.4E 3	7.570	-20.337	-0.220	35.883	498.347			
		2:BEBAN HIDL	885.091	-0.062	-6.226	-0.087	10.911	235.516			
		3:BEBAN GEV	440.479	285.557	99.164	1.375	166.367	4.59E 3			
		4:KOMBINASI	9.09E 3	8.985	-34.366	-0.402	60.517	974.842			
		5:KOMBINASI	9E 3	294.579	68.534	1.025	220.337	5.42E 3			
	19497	1:BEBAN MAT	-6.58E 3	-7.570	20.337	0.220	27.162	-474.881			
		2:BEBAN HIDL	-885.091	0.062	6.226	0.087	8.389	-235.708			
		3:BEBAN GEV	440.479	285.557	99.164	1.375	473.652	5.44E 3			
		4:KOMBINASI	-9.31E 3	-8.985	34.366	0.402	46.016	-946.989			
		5:KOMBINASI	-8.34E 3	276.535	129.794	1.725	514.635	4.63E 3			
13257	53	1:BEBAN MAT	6.68E 3	24.290	5.441	-0.303	-8.750	261.573			
		2:BEBAN HIDL	766.558	11.289	2.267	-0.090	-4.828	155.281			
		3:BEBAN GEV	640.549	224.480	83.078	3.149	257.416	3.31E 3			
		4:KOMBINASI	9.24E 3	47.210	10.155	-0.508	-18.225	562.337			
		5:KOMBINASI	9.42E 3	264.917	91.874	2.695	242.088	3.78E 3			
	1747	1:BEBAN MAT	-6.38E 3	-24.290	-5.441	0.303	-18.453	-140.122			
		2:BEBAN HIDL	-766.558	-11.289	-2.267	0.090	-6.505	-98.838			
		3:BEBAN GEV	640.549	224.480	83.078	3.149	158.495	2.26E 3			
		4:KOMBINASI	-8.88E 3	-47.210	-10.155	0.508	-32.552	-326.288			
		5:KOMBINASI	-7.78E 3	184.044	74.283	3.602	129.846	1.99E 3			
13258	310	1:BEBAN MAT	6.68E 3	6.862	6.195	-0.173	-11.298	200.689			
		2:BEBAN HIDL	762.004	7.185	2.335	-0.075	-4.979	138.744			



Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)			
		3:BEBAN GEN	610.011	225.353	83.554	3.192	258.895	3.32E 3			
		4:KOMBINASI	9.23E 3	19.730	11.170	-0.328	-21.524	462.817			
		5:KOMBINASI	9.38E 3	240.772	93.323	2.910	240.358	3.7E 3			
	1982	1:BEBAN MAT	-6.38E 3	-6.862	-6.195	0.173	-19.677	-166.381			
		2:BEBAN HIDL	-762.004	-7.185	-2.335	0.075	-6.697	-102.818			
		3:BEBAN GEN	610.011	225.353	83.554	3.192	159.403	2.26E 3			
		4:KOMBINASI	-8.87E 3	-19.730	-11.170	0.328	-34.328	-364.165			
		5:KOMBINASI	-7.81E 3	209.934	73.784	3.475	129.093	1.95E 3			
13259	650	1:BEBAN MAT	6.16E 3	23.422	-12.830	0.003	31.593	481.935			
		2:BEBAN HIDL	833.272	12.257	-4.802	0.053	12.377	226.637			
		3:BEBAN GEN	431.658	282.169	79.931	1.944	248.503	4.6E 3			
		4:KOMBINASI	8.72E 3	47.718	-23.078	0.088	57.714	940.941			
		5:KOMBINASI	8.66E 3	322.533	59.734	2.000	298.791	5.41E 3			
	2263	1:BEBAN MAT	-5.86E 3	-23.422	12.830	-0.003	32.557	-364.823			
		2:BEBAN HIDL	-833.272	-12.257	4.802	-0.053	11.631	-165.351			
		3:BEBAN GEN	431.658	282.169	79.931	1.944	151.709	3.27E 3			
		4:KOMBINASI	-8.37E 3	-47.718	23.078	-0.088	57.678	-702.350			
		5:KOMBINASI	-7.44E 3	241.805	100.129	1.887	202.409	2.67E 3			
13260	874	1:BEBAN MAT	6.14E 3	9.551	-15.237	-0.063	40.243	380.210			
		2:BEBAN HIDL	830.536	6.764	-4.776	0.028	12.115	202.888			
		3:BEBAN GEN	403.173	281.372	82.124	1.929	255.403	4.6E 3			
		4:KOMBINASI	8.69E 3	22.283	-25.925	-0.032	67.676	780.872			
		5:KOMBINASI	8.6E 3	299.596	59.064	1.881	315.810	5.26E 3			
	2450	1:BEBAN MAT	-5.84E 3	-9.551	15.237	0.063	35.942	-332.455			
		2:BEBAN HIDL	-830.536	-6.764	4.776	-0.028	11.763	-169.069			
		3:BEBAN GEN	403.173	281.372	82.124	1.929	155.799	3.27E 3			
		4:KOMBINASI	-8.34E 3	-22.283	25.925	0.032	61.951	-669.456			
		5:KOMBINASI	-7.43E 3	263.147	105.184	1.977	210.692	2.71E 3			
13261	1747	1:BEBAN MAT	6.16E 3	20.751	13.198	-0.352	-21.102	167.043			
		2:BEBAN HIDL	717.721	9.604	4.810	-0.121	-8.319	104.844			
		3:BEBAN GEN	571.744	187.663	6.728	2.455	50.058	2.27E 3			
		4:KOMBINASI	8.54E 3	40.268	23.534	-0.616	-38.632	368.202			
		5:KOMBINASI	8.68E 3	222.168	27.376	1.911	16.417	2.58E 3			
	2690	1:BEBAN MAT	-5.95E 3	-20.751	-13.198	0.352	-25.091	-94.417			
		2:BEBAN HIDL	-717.721	-9.604	-4.810	0.121	-8.518	-71.228			
		3:BEBAN GEN	571.744	187.663	6.728	2.455	72.199	1.7E 3			
		4:KOMBINASI	-8.29E 3	-40.268	-23.534	0.616	-43.738	-227.265			
		5:KOMBINASI	-7.29E 3	153.158	-13.920	2.998	33.572	1.51E 3			
13262	1982	1:BEBAN MAT	6.16E 3	3.741	12.987	-0.251	-20.299	137.074			
		2:BEBAN HIDL	713.370	6.447	4.777	-0.096	-8.209	98.366			
		3:BEBAN GEN	542.152	188.797	6.081	2.542	50.531	2.28E 3			
		4:KOMBINASI	8.53E 3	14.805	23.227	-0.455	-37.494	321.875			
		5:KOMBINASI	8.65E 3	199.734	26.442	2.145	17.963	2.54E 3			
	2925	1:BEBAN MAT	-5.95E 3	-3.741	-12.987	0.251	-25.154	-123.980			



## Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)			
		2:BEBAN HIDL	-713.370	-6.447	-4.777	0.096	-8.510	-75.801			
		3:BEBAN GEM	542.152	188.797	6.081	2.542	70.557	1.69E 3			
		4:KOMBINASI	-8.28E 3	-14.805	-23.227	0.455	-43.801	-270.057			
		5:KOMBINASI	-7.31E 3	177.860	-14.280	2.939	31.862	1.47E 3			
13263	2263	1:BEBAN MAT	5.59E 3	17.894	-30.804	0.099	58.659	349.242			
		2:BEBAN HIDL	767.791	11.276	-8.820	0.063	15.994	172.459			
		3:BEBAN GEM	381.312	243.458	10.685	1.585	41.611	3.3E 3			
		4:KOMBINASI	7.94E 3	39.514	-51.077	0.220	95.982	695.025			
		5:KOMBINASI	7.86E 3	276.206	-35.100	1.767	127.997	3.89E 3			
	3205	1:BEBAN MAT	-5.38E 3	-17.894	30.804	-0.099	49.155	-286.614			
		2:BEBAN HIDL	-767.791	-11.276	8.820	-0.063	14.876	-132.993			
		3:BEBAN GEM	381.312	243.458	10.685	1.585	76.593	2.53E 3			
		4:KOMBINASI	-7.69E 3	-39.514	51.077	-0.220	82.788	-556.726			
		5:KOMBINASI	-6.85E 3	210.709	56.470	1.403	150.456	2.06E 3			
13264	2450	1:BEBAN MAT	5.57E 3	10.199	-29.162	-0.049	54.824	350.896			
		2:BEBAN HIDL	765.449	7.520	-8.825	0.003	16.141	164.077			
		3:BEBAN GEM	355.647	243.129	7.935	1.723	47.432	3.3E 3			
		4:KOMBINASI	7.91E 3	24.272	-49.114	-0.054	91.613	683.598			
		5:KOMBINASI	7.8E 3	262.889	-35.885	1.668	129.361	3.88E 3			
	3385	1:BEBAN MAT	-5.36E 3	-10.199	29.162	0.049	47.244	-315.199			
		2:BEBAN HIDL	-765.449	-7.520	8.825	-0.003	14.746	-137.755			
		3:BEBAN GEM	355.647	243.129	7.935	1.723	73.177	2.53E 3			
		4:KOMBINASI	-7.66E 3	-24.272	49.114	0.054	80.286	-598.647			
		5:KOMBINASI	-6.84E 3	223.370	51.754	1.779	144.616	2.02E 3			
13265	2690	1:BEBAN MAT	5.72E 3	18.936	15.353	-0.305	-24.701	126.500			
		2:BEBAN HIDL	667.050	8.630	5.281	-0.112	-8.843	77.560			
		3:BEBAN GEM	509.505	157.179	26.527	2.434	38.587	1.71E 3			
		4:KOMBINASI	7.94E 3	36.531	26.873	-0.545	-43.791	275.897			
		5:KOMBINASI	8.05E 3	188.532	50.231	1.957	0.102	1.94E 3			
	5019	1:BEBAN MAT	-5.52E 3	-18.936	-15.353	0.305	-29.033	-60.225			
		2:BEBAN HIDL	-667.050	-8.630	-5.281	0.112	-9.640	-47.356			
		3:BEBAN GEM	509.505	157.179	26.527	2.434	68.075	1.27E 3			
		4:KOMBINASI	-7.69E 3	-36.531	-26.873	0.545	-50.264	-148.039			
		5:KOMBINASI	-6.78E 3	125.826	2.823	2.912	23.596	1.15E 3			
13266	2925	1:BEBAN MAT	5.72E 3	1.364	15.900	-0.303	-25.786	94.805			
		2:BEBAN HIDL	662.970	5.421	5.332	-0.110	-8.958	71.420			
		3:BEBAN GEM	481.389	158.265	27.203	2.453	40.125	1.72E 3			
		4:KOMBINASI	7.93E 3	10.310	27.612	-0.539	-45.276	228.037			
		5:KOMBINASI	8.01E 3	165.322	51.616	1.980	0.224	1.9E 3			
	5238	1:BEBAN MAT	-5.52E 3	-1.364	-15.900	0.303	-29.865	-90.032			
		2:BEBAN HIDL	-662.970	-5.421	-5.332	0.110	-9.705	-52.446			
		3:BEBAN GEM	481.389	158.265	27.203	2.453	68.325	1.27E 3			
		4:KOMBINASI	-7.68E 3	-10.310	-27.612	0.539	-51.367	-191.951			
		5:KOMBINASI	-6.8E 3	151.207	2.791	2.926	22.781	1.11E 3			



## Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending		
			Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)				
13267	3205	1:BEBAN MAT	5.09E 3	18.349	-29.682	-0.219	51.285	308.918				
		2:BEBAN HIDL	701.112	10.454	-8.824	-0.064	15.230	141.348				
		3:BEBAN GEV	336.314	208.659	26.171	2.264	37.286	2.56E 3				
		4:KOMBINASI	7.23E 3	38.745	-49.736	-0.365	85.909	596.858				
		5:KOMBINASI	7.14E 3	241.132	-18.271	1.937	114.057	3.07E 3				
5504		1:BEBAN MAT	-4.88E 3	-18.349	29.682	0.219	52.602	-244.697				
		2:BEBAN HIDL	-701.112	-10.454	8.824	0.064	15.653	-104.758				
		3:BEBAN GEV	336.314	208.659	26.171	2.264	68.822	1.95E 3				
		4:KOMBINASI	-6.98E 3	-38.745	49.736	0.365	88.167	-461.250				
		5:KOMBINASI	-6.22E 3	176.187	70.613	2.591	147.598	1.55E 3				
13268	3385	1:BEBAN MAT	5.07E 3	8.481	-30.250	-0.210	53.164	298.485				
		2:BEBAN HIDL	699.110	6.283	-9.109	-0.068	15.910	132.885				
		3:BEBAN GEV	313.263	208.697	26.346	2.231	38.537	2.56E 3				
		4:KOMBINASI	7.2E 3	20.230	-50.874	-0.361	89.252	570.798				
		5:KOMBINASI	7.1E 3	225.157	-19.063	1.912	118.243	3.05E 3				
5679		1:BEBAN MAT	-4.86E 3	-8.481	30.250	0.210	52.710	-268.800				
		2:BEBAN HIDL	-699.110	-6.283	9.109	0.068	15.972	-110.895				
		3:BEBAN GEV	313.263	208.697	26.346	2.231	68.091	1.95E 3				
		4:KOMBINASI	-6.95E 3	-20.230	50.874	0.361	88.807	-499.992				
		5:KOMBINASI	-6.22E 3	192.236	71.755	2.551	147.315	1.51E 3				
13269	5019	1:BEBAN MAT	5.28E 3	16.789	18.247	-0.343	-30.453	91.899				
		2:BEBAN HIDL	614.648	7.437	5.900	-0.112	-9.998	53.838				
		3:BEBAN GEV	449.767	129.695	26.205	2.733	41.287	1.29E 3				
		4:KOMBINASI	7.32E 3	32.046	31.337	-0.590	-52.541	196.420				
		5:KOMBINASI	7.4E 3	157.279	54.002	2.210	-5.255	1.46E 3				
5908		1:BEBAN MAT	-5.07E 3	-16.789	-18.247	0.343	-33.413	-33.137				
		2:BEBAN HIDL	-614.648	-7.437	-5.900	0.112	-10.653	-27.810				
		3:BEBAN GEV	449.767	129.695	26.205	2.733	66.027	979.976				
		4:KOMBINASI	-7.07E 3	-32.046	-31.337	0.590	-57.139	-84.261				
		5:KOMBINASI	-6.25E 3	102.112	-1.592	3.256	15.280	912.402				
13270	5238	1:BEBAN MAT	5.28E 3	-0.465	18.646	-0.333	-31.011	61.714				
		2:BEBAN HIDL	610.868	4.319	5.957	-0.111	-10.084	48.233				
		3:BEBAN GEV	423.389	130.929	26.360	2.743	41.614	1.29E 3				
		4:KOMBINASI	7.31E 3	6.352	31.907	-0.578	-53.348	151.229				
		5:KOMBINASI	7.37E 3	134.690	54.693	2.232	-5.684	1.42E 3				
6127		1:BEBAN MAT	-5.07E 3	0.465	-18.646	0.333	-34.250	-63.342				
		2:BEBAN HIDL	-610.868	-4.319	-5.957	0.111	-10.765	-33.115				
		3:BEBAN GEV	423.389	130.929	26.360	2.743	66.175	976.396				
		4:KOMBINASI	-7.06E 3	-6.352	-31.907	0.578	-58.325	-128.995				
		5:KOMBINASI	-6.27E 3	127.168	-1.972	3.254	14.309	867.270				
13271	5504	1:BEBAN MAT	4.58E 3	16.898	-32.634	-0.369	57.077	268.020				
		2:BEBAN HIDL	633.298	9.093	-9.514	-0.128	16.604	113.845				
		3:BEBAN GEV	293.242	176.677	26.774	2.650	42.115	1.98E 3				
		4:KOMBINASI	6.51E 3	34.826	-54.383	-0.647	95.059	503.776				



## Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending		
			Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)				
		5:KOMBINASI	6.43E 3	206.048	-21.901	2.079	127.212	2.41E 3				
	6393	1:BEBAN MAT	-4.38E 3	-16.898	32.634	0.369	57.142	-208.878				
		2:BEBAN HIDL	-633.298	-9.093	9.514	0.128	16.693	-82.019				
		3:BEBAN GEM	293.242	176.677	26.774	2.650	66.837	1.5E 3				
		4:KOMBINASI	-6.26E 3	-34.826	54.383	0.647	95.280	-381.884				
		5:KOMBINASI	-5.59E 3	147.307	75.448	3.220	152.101	1.16E 3				
13272	5679	1:BEBAN MAT	4.57E 3	6.584	-32.704	-0.368	57.265	252.989				
		2:BEBAN HIDL	631.608	5.005	-9.763	-0.125	17.071	106.232				
		3:BEBAN GEM	272.753	176.832	26.231	2.620	41.812	1.98E 3				
		4:KOMBINASI	6.49E 3	15.910	-54.866	-0.642	96.032	473.558				
		5:KOMBINASI	6.38E 3	189.739	-22.777	2.053	127.602	2.39E 3				
	6568	1:BEBAN MAT	-4.36E 3	-6.584	32.704	0.368	57.199	-229.944				
		2:BEBAN HIDL	-631.608	-5.005	9.763	0.125	17.100	-88.713				
		3:BEBAN GEM	272.753	176.832	26.231	2.620	65.942	1.5E 3				
		4:KOMBINASI	-6.24E 3	-15.910	54.866	0.642	95.999	-417.873				
		5:KOMBINASI	-5.59E 3	163.926	75.239	3.187	151.681	1.13E 3				
13273	5908	1:BEBAN MAT	4.83E 3	14.984	20.696	-0.397	-34.984	64.388				
		2:BEBAN HIDL	560.695	6.402	6.471	-0.121	-11.052	34.391				
		3:BEBAN GEM	391.791	106.517	25.330	3.135	40.364	998.700				
		4:KOMBINASI	6.7E 3	28.224	35.190	-0.671	-59.664	132.291				
		5:KOMBINASI	6.75E 3	130.900	56.637	2.537	-12.669	1.11E 3				
	6797	1:BEBAN MAT	-4.63E 3	-14.984	-20.696	0.397	-37.452	-11.945				
		2:BEBAN HIDL	-560.695	-6.402	-6.471	0.121	-11.598	-11.982				
		3:BEBAN GEM	391.791	106.517	25.330	3.135	64.057	798.442				
		4:KOMBINASI	-6.45E 3	-28.224	-35.190	0.671	-63.499	-33.506				
		5:KOMBINASI	-5.72E 3	82.134	-5.976	3.733	7.517	772.126				
13274	6127	1:BEBAN MAT	4.83E 3	-1.646	21.142	-0.385	-35.652	35.695				
		2:BEBAN HIDL	557.242	3.320	6.527	-0.122	-11.116	28.996				
		3:BEBAN GEM	367.526	107.805	25.499	3.153	40.700	1E 3				
		4:KOMBINASI	6.69E 3	3.337	35.814	-0.657	-60.568	89.228				
		5:KOMBINASI	6.72E 3	109.149	57.397	2.570	-13.198	1.07E 3				
	7016	1:BEBAN MAT	-4.62E 3	1.646	-21.142	0.385	-38.346	-41.458				
		2:BEBAN HIDL	-557.242	-3.320	-6.527	0.122	-11.729	-17.375				
		3:BEBAN GEM	367.526	107.805	25.499	3.153	64.221	795.058				
		4:KOMBINASI	-6.44E 3	-3.337	-35.814	0.657	-64.782	-77.549				
		5:KOMBINASI	-5.74E 3	106.460	-6.399	3.737	6.477	727.933				
13275	6393	1:BEBAN MAT	4.07E 3	15.751	-34.875	-0.471	60.930	233.164				
		2:BEBAN HIDL	564.469	8.005	-10.039	-0.168	17.525	91.748				
		3:BEBAN GEM	251.537	148.402	25.827	2.912	41.019	1.53E 3				
		4:KOMBINASI	5.79E 3	31.710	-57.913	-0.834	101.155	426.593				
		5:KOMBINASI	5.7E 3	175.309	-26.062	2.178	131.659	1.9E 3				
	7282	1:BEBAN MAT	-3.87E 3	-15.751	34.875	0.471	61.134	-178.035				
		2:BEBAN HIDL	-564.469	-8.005	10.039	0.168	17.611	-63.730				
		3:BEBAN GEM	251.537	148.402	25.827	2.912	64.866	1.17E 3				





Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)			
		4:KOMBINASI	-5.54E 3	-31.710	57.913	0.834	101.539	-315.609			
		5:KOMBINASI	-4.95E 3	121.496	77.717	3.645	155.838	890.056			
13276	6568	1:BEBAN MAT	4.06E 3	5.153	-35.021	-0.467	61.304	214.762			
		2:BEBAN HIDL	563.070	3.905	-10.339	-0.160	18.079	84.180			
		3:BEBAN GEN	233.610	148.510	25.371	2.897	40.872	1.53E 3			
		4:KOMBINASI	5.77E 3	12.432	-58.567	-0.816	102.492	392.402			
		5:KOMBINASI	5.67E 3	158.599	-26.993	2.177	132.517	1.87E 3			
	7457	1:BEBAN MAT	-3.85E 3	-5.153	35.021	0.467	61.267	-196.726			
		2:BEBAN HIDL	-563.070	-3.905	10.339	0.160	18.108	-70.511			
		3:BEBAN GEN	233.610	148.510	25.371	2.897	63.983	1.17E 3			
		4:KOMBINASI	-5.52E 3	-12.432	58.567	0.816	102.494	-348.889			
		5:KOMBINASI	-4.95E 3	138.421	77.735	3.618	155.612	859.080			
13277	6797	1:BEBAN MAT	4.38E 3	13.222	22.908	-0.459	-38.996	42.674			
		2:BEBAN HIDL	505.349	5.590	6.975	-0.138	-11.970	18.614			
		3:BEBAN GEN	335.797	87.787	24.282	3.509	37.457	812.969			
		4:KOMBINASI	6.06E 3	24.811	38.649	-0.772	-65.947	80.991			
		5:KOMBINASI	6.09E 3	109.244	58.745	2.820	-21.308	882.791			
	10248	1:BEBAN MAT	-4.17E 3	-13.222	-22.908	0.459	-41.180	3.603			
		2:BEBAN HIDL	-505.349	-5.590	-6.975	0.138	-12.442	0.951			
		3:BEBAN GEN	335.797	87.787	24.282	3.509	62.521	697.210			
		4:KOMBINASI	-5.81E 3	-24.811	-38.649	0.772	-69.323	5.846			
		5:KOMBINASI	-5.17E 3	66.331	-10.182	4.198	0.662	702.485			
13278	7016	1:BEBAN MAT	4.37E 3	-2.151	23.335	-0.443	-39.642	14.445			
		2:BEBAN HIDL	502.239	2.502	7.032	-0.139	-12.032	13.310			
		3:BEBAN GEN	313.927	89.041	24.437	3.536	37.777	814.236			
		4:KOMBINASI	6.05E 3	1.423	39.253	-0.754	-66.822	38.630			
		5:KOMBINASI	6.07E 3	88.962	59.471	2.866	-21.826	844.880			
	10467	1:BEBAN MAT	-4.17E 3	2.151	-23.335	0.443	-42.029	-21.974			
		2:BEBAN HIDL	-502.239	-2.502	-7.032	0.139	-12.581	-4.552			
		3:BEBAN GEN	313.927	89.041	24.437	3.536	62.717	694.634			
		4:KOMBINASI	-5.8E 3	-1.423	-39.253	0.754	-70.564	-33.651			
		5:KOMBINASI	-5.19E 3	89.120	-10.596	4.207	-0.299	663.714			
13279	7282	1:BEBAN MAT	3.56E 3	14.710	-36.899	-0.548	64.423	203.095			
		2:BEBAN HIDL	494.741	7.178	-10.508	-0.196	18.351	73.986			
		3:BEBAN GEN	211.317	124.016	24.714	3.130	38.040	1.2E 3			
		4:KOMBINASI	5.06E 3	29.137	-61.091	-0.971	106.670	362.091			
		5:KOMBINASI	4.98E 3	148.846	-30.072	2.277	133.699	1.51E 3			
	10733	1:BEBAN MAT	-3.35E 3	-14.710	36.899	0.548	64.724	-151.609			
		2:BEBAN HIDL	-494.741	-7.178	10.508	0.196	18.426	-48.863			
		3:BEBAN GEN	211.317	124.016	24.714	3.130	63.268	936.269			
		4:KOMBINASI	-4.81E 3	-29.137	61.091	0.971	107.150	-260.111			
		5:KOMBINASI	-4.31E 3	99.185	79.501	3.984	159.363	705.476			
13280	7457	1:BEBAN MAT	3.55E 3	4.352	-37.074	-0.538	64.816	182.093			
		2:BEBAN HIDL	493.606	2.950	-10.848	-0.184	18.970	66.076			



Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)			
		3:BEBAN GEV	195.924	124.008	24.317	3.137	37.891	1.2E 3			
		4:KOMBINASI	5.04E 3	9.943	-61.845	-0.940	108.133	324.232			
		5:KOMBINASI	4.94E 3	132.181	-31.019	2.307	134.641	1.48E 3			
	10908	1:BEBAN MAT	-3.34E 3	-4.352	37.074	0.538	64.941	-166.859			
		2:BEBAN HIDL	-493.606	-2.950	10.848	0.184	18.997	-55.751			
		3:BEBAN GEV	195.924	124.008	24.317	3.137	62.480	934.083			
		4:KOMBINASI	-4.79E 3	-9.943	61.845	0.940	108.325	-289.433			
		5:KOMBINASI	-4.3E 3	115.836	79.654	3.967	159.407	678.101			
13281	10248	1:BEBAN MAT	3.92E 3	11.333	24.713	-0.507	-42.442	26.506			
		2:BEBAN HIDL	448.770	4.994	7.419	-0.158	-12.782	5.697			
		3:BEBAN GEV	282.171	72.887	22.985	3.772	33.548	705.518			
		4:KOMBINASI	5.42E 3	21.590	41.526	-0.861	-71.382	40.923			
		5:KOMBINASI	5.43E 3	91.480	60.060	3.005	-30.165	743.022			
	11137	1:BEBAN MAT	-3.71E 3	-11.333	-24.713	0.507	-44.052	13.159			
		2:BEBAN HIDL	-448.770	-4.994	-7.419	0.158	-13.185	11.781			
		3:BEBAN GEV	282.171	72.887	22.985	3.772	61.402	640.248			
		4:KOMBINASI	-5.17E 3	-21.590	-41.526	0.861	-73.959	34.641			
		5:KOMBINASI	-4.62E 3	54.294	-14.089	4.538	-4.646	667.821			
13282	10467	1:BEBAN MAT	3.91E 3	-1.787	25.134	-0.518	-43.090	-4.412			
		2:BEBAN HIDL	446.009	1.867	7.478	-0.158	-12.846	0.508			
		3:BEBAN GEV	262.898	74.049	23.116	3.805	33.876	706.527			
		4:KOMBINASI	5.41E 3	0.842	42.125	-0.875	-72.262	-4.481			
		5:KOMBINASI	5.4E 3	73.771	60.754	3.025	-30.678	701.740			
	11356	1:BEBAN MAT	-3.71E 3	1.787	-25.134	0.518	-44.878	-1.843			
		2:BEBAN HIDL	-446.009	-1.867	-7.478	0.158	-13.325	6.025			
		3:BEBAN GEV	262.898	74.049	23.116	3.805	61.588	638.651			
		4:KOMBINASI	-5.16E 3	-0.842	-42.125	0.875	-75.174	7.429			
		5:KOMBINASI	-4.63E 3	74.327	-14.522	4.585	-5.591	642.465			
13283	10733	1:BEBAN MAT	3.04E 3	13.786	-38.680	-0.619	67.406	177.301			
		2:BEBAN HIDL	424.228	6.663	-10.914	-0.219	19.065	59.552			
		3:BEBAN GEV	172.844	103.133	23.375	3.325	34.136	958.940			
		4:KOMBINASI	4.33E 3	27.204	-63.879	-1.093	111.391	308.045			
		5:KOMBINASI	4.25E 3	126.340	-33.956	2.363	134.088	1.23E 3			
	11622	1:BEBAN MAT	-2.83E 3	-13.786	38.680	0.619	67.975	-129.051			
		2:BEBAN HIDL	-424.228	-6.663	10.914	0.219	19.135	-36.230			
		3:BEBAN GEV	172.844	103.133	23.375	3.325	62.079	774.840			
		4:KOMBINASI	-4.08E 3	-27.204	63.879	1.093	112.187	-212.830			
		5:KOMBINASI	-3.65E 3	79.927	80.706	4.286	162.785	583.748			
13284	10908	1:BEBAN MAT	3.03E 3	4.027	-38.825	-0.589	67.766	152.690			
		2:BEBAN HIDL	423.330	2.063	-11.289	-0.205	19.744	51.383			
		3:BEBAN GEV	159.937	103.007	23.018	3.354	33.944	957.007			
		4:KOMBINASI	4.31E 3	8.134	-64.653	-1.034	112.909	265.441			
		5:KOMBINASI	4.22E 3	109.903	-34.861	2.443	135.007	1.19E 3			
	11797	1:BEBAN MAT	-2.82E 3	-4.027	38.825	0.589	68.124	-138.595			



Software licensed to \*ITB-PERACS\*

Job Title SKRIPSI

### Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)			
		2:BEBAN HIDL	-423.330	-2.063	11.289	0.205	19.768	-44.162			
		3:BEBAN GEM	159.937	103.007	23.018	3.354	61.411	772.281			
		4:KOMBINASI	-4.06E 3	-8.134	64.653	1.034	113.377	-236.973			
		5:KOMBINASI	-3.65E 3	96.111	80.898	4.265	162.927	561.805			
13285	11137	1:BEBAN MAT	3.45E 3	8.295	26.446	-0.576	-45.904	16.437			
		2:BEBAN HIDL	391.114	4.594	7.806	-0.179	-13.490	-5.146			
		3:BEBAN GEM	231.411	60.925	21.434	3.867	29.505	642.037			
		4:KOMBINASI	4.77E 3	17.304	44.225	-0.978	-76.669	11.492			
		5:KOMBINASI	4.76E 3	75.473	60.975	2.997	-39.070	656.616			
	12026	1:BEBAN MAT	-3.24E 3	-8.295	-26.446	0.576	-46.656	12.594			
		2:BEBAN HIDL	-391.114	-4.594	-7.806	0.179	-13.831	21.225			
		3:BEBAN GEM	231.411	60.925	21.434	3.867	60.324	595.765			
		4:KOMBINASI	-4.52E 3	-17.304	-44.225	0.978	-78.117	49.073			
		5:KOMBINASI	-4.05E 3	46.378	-18.107	4.738	-9.494	632.102			
13286	11356	1:BEBAN MAT	3.45E 3	-0.237	26.822	-0.554	-46.449	-24.229			
		2:BEBAN HIDL	388.703	1.407	7.864	-0.177	-13.561	-10.075			
		3:BEBAN GEM	214.850	61.941	21.547	3.901	29.858	642.721			
		4:KOMBINASI	4.76E 3	1.967	44.769	-0.948	-77.436	-45.195			
		5:KOMBINASI	4.74E 3	63.064	61.598	3.059	-39.442	603.570			
	12245	1:BEBAN MAT	-3.24E 3	0.237	-26.822	0.554	-47.428	23.399			
		2:BEBAN HIDL	-388.703	-1.407	-7.864	0.177	-13.963	15.001			
		3:BEBAN GEM	214.850	61.941	21.547	3.901	60.471	594.857			
		4:KOMBINASI	-4.51E 3	-1.967	-44.769	0.948	-79.255	52.081			
		5:KOMBINASI	-4.06E 3	60.818	-18.503	4.743	-10.406	637.937			
13287	11622	1:BEBAN MAT	2.52E 3	13.218	-40.016	-0.676	69.813	155.263			
		2:BEBAN HIDL	353.043	6.547	-11.261	-0.238	19.667	47.271			
		3:BEBAN GEM	136.447	85.035	21.787	3.516	30.126	787.896			
		4:KOMBINASI	3.59E 3	26.336	-66.036	-1.192	115.243	261.950			
		5:KOMBINASI	3.52E 3	107.443	-37.493	2.467	133.569	1.02E 3			
	12511	1:BEBAN MAT	-2.31E 3	-13.218	40.016	0.676	70.242	-109.000			
		2:BEBAN HIDL	-353.043	-6.547	11.261	0.238	19.746	-24.358			
		3:BEBAN GEM	136.447	85.035	21.787	3.516	60.905	651.938			
		4:KOMBINASI	-3.34E 3	-26.336	66.036	1.192	115.883	-169.773			
		5:KOMBINASI	-2.99E 3	62.626	81.066	4.565	164.941	496.780			
13288	11797	1:BEBAN MAT	2.51E 3	4.261	-40.188	-0.649	70.226	124.724			
		2:BEBAN HIDL	352.355	1.134	-11.666	-0.226	20.403	39.837			
		3:BEBAN GEM	125.976	84.855	21.469	3.567	29.919	785.636			
		4:KOMBINASI	3.58E 3	6.927	-66.891	-1.141	116.916	213.407			
		5:KOMBINASI	3.49E 3	91.102	-38.423	2.562	134.593	975.141			
	12686	1:BEBAN MAT	-2.3E 3	-4.261	40.188	0.649	70.433	-109.809			
		2:BEBAN HIDL	-352.355	-1.134	11.666	0.226	20.427	-35.869			
		3:BEBAN GEM	125.976	84.855	21.469	3.567	60.376	648.907			
		4:KOMBINASI	-3.33E 3	-6.927	66.891	1.141	117.203	-189.162			
		5:KOMBINASI	-2.99E 3	78.608	81.361	4.572	165.323	481.267			



Job No	Sheet No <b>3021</b>	Rev
Part	Ref	
By Marito	Date 06-Mei -14	Chd Ir. Agus
Client	File SKRIPSI SIDNEY.std	Date/Time 25-Jul-2014 06:38

## Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial	Shear		Torsion	Bending	
			Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
13289	12026	1:BEBAN MAT	2.98E 3	5.111	27.896	-0.636	-48.395	-5.606
		2:BEBAN HIDL	332.537	4.373	8.128	-0.201	-14.092	-14.624
		3:BEBAN GEM	184.098	51.520	19.655	3.755	25.559	591.867
		4:KOMBINASI	4.11E 3	13.130	46.481	-1.085	-80.621	-30.125
		5:KOMBINASI	4.09E 3	62.026	61.259	2.790	-46.607	570.517
12915	12915	1:BEBAN MAT	-2.77E 3	-5.111	-27.896	0.636	-49.242	23.495
		2:BEBAN HIDL	-332.537	-4.373	-8.128	0.201	-14.357	29.929
		3:BEBAN GEM	184.098	51.520	19.655	3.755	58.918	541.035
		4:KOMBINASI	-3.86E 3	-13.130	-46.481	1.085	-82.062	76.080
		5:KOMBINASI	-3.48E 3	41.014	-21.948	4.720	-14.530	599.157
13290	12245	1:BEBAN MAT	2.98E 3	2.034	28.232	-0.577	-48.948	-20.369
		2:BEBAN HIDL	330.468	1.154	8.187	-0.194	-14.176	-19.080
		3:BEBAN GEM	170.265	52.318	19.748	3.787	25.913	592.030
		4:KOMBINASI	4.11E 3	4.287	46.977	-1.002	-81.419	-54.971
		5:KOMBINASI	4.08E 3	55.913	61.813	2.901	-47.001	548.506
13134	13134	1:BEBAN MAT	-2.77E 3	-2.034	-28.232	0.577	-49.864	27.489
		2:BEBAN HIDL	-330.468	-1.154	-8.187	0.194	-14.477	23.117
		3:BEBAN GEM	170.265	52.318	19.748	3.787	58.986	540.448
		4:KOMBINASI	-3.86E 3	-4.287	-46.977	1.002	-83.000	69.975
		5:KOMBINASI	-3.49E 3	48.723	-22.317	4.672	-15.328	596.553
13291	12511	1:BEBAN MAT	2E 3	13.628	-41.106	-0.700	71.485	119.548
		2:BEBAN HIDL	281.297	6.913	-11.541	-0.248	20.153	35.677
		3:BEBAN GEM	102.511	69.524	19.985	3.768	26.193	654.176
		4:KOMBINASI	2.85E 3	27.415	-67.792	-1.236	118.027	200.540
		5:KOMBINASI	2.78E 3	92.791	-40.883	2.680	132.129	833.311
13400	13400	1:BEBAN MAT	-1.79E 3	-13.628	41.106	0.700	72.387	-71.849
		2:BEBAN HIDL	-281.297	-6.913	11.541	0.248	20.239	-11.482
		3:BEBAN GEM	102.511	69.524	19.985	3.768	59.395	536.767
		4:KOMBINASI	-2.6E 3	-27.415	67.792	1.236	119.246	-104.590
		5:KOMBINASI	-2.33E 3	46.257	80.853	4.855	166.498	439.066
13292	12686	1:BEBAN MAT	1.99E 3	4.131	-41.261	-0.720	71.935	112.460
		2:BEBAN HIDL	280.792	0.049	-11.969	-0.256	20.942	31.568
		3:BEBAN GEM	94.419	69.411	19.692	3.844	26.027	651.607
		4:KOMBINASI	2.84E 3	5.036	-68.664	-1.273	119.828	185.461
		5:KOMBINASI	2.76E 3	74.417	-41.790	2.724	133.291	818.127
13575	13575	1:BEBAN MAT	-1.78E 3	-4.131	41.261	0.720	72.478	-98.002
		2:BEBAN HIDL	-280.792	-0.049	11.969	0.256	20.950	-31.396
		3:BEBAN GEM	94.419	69.411	19.692	3.844	58.976	533.377
		4:KOMBINASI	-2.59E 3	-5.036	68.664	1.273	120.494	-167.836
		5:KOMBINASI	-2.32E 3	64.405	81.174	4.964	166.899	384.378
13293	12915	1:BEBAN MAT	2.51E 3	2.803	28.722	-0.672	-50.476	-17.064
		2:BEBAN HIDL	273.189	4.352	8.367	-0.238	-14.616	-23.381
		3:BEBAN GEM	140.892	45.261	17.557	3.430	21.461	532.446
		4:KOMBINASI	3.45E 3	10.327	47.853	-1.186	-83.956	-57.887



## Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)			
		5:KOMBINASI	3.42E 3	52.976	60.390	2.386	-53.726	488.588			
	13804	1:BEBAN MAT	-2.3E 3	-2.803	-28.722	0.672	-50.050	26.875			
		2:BEBAN HIDL	-273.189	-4.352	-8.367	0.238	-14.667	38.613			
		3:BEBAN GEN	140.892	45.261	17.557	3.430	56.842	463.395			
		4:KOMBINASI	-3.2E 3	-10.327	-47.853	1.186	-83.528	94.031			
		5:KOMBINASI	-2.89E 3	37.545	-25.276	4.474	-17.885	534.258			
13294	13134	1:BEBAN MAT	2.51E 3	4.891	29.013	-0.624	-51.005	-24.217			
		2:BEBAN HIDL	271.446	1.255	8.440	-0.217	-14.718	-27.244			
		3:BEBAN GEN	129.714	45.743	17.671	3.464	21.791	532.005			
		4:KOMBINASI	3.45E 3	7.877	48.319	-1.097	-84.755	-72.651			
		5:KOMBINASI	3.41E 3	52.866	60.926	2.498	-54.132	475.700			
	14023	1:BEBAN MAT	-2.3E 3	-4.891	-29.013	0.624	-50.540	41.335			
		2:BEBAN HIDL	-271.446	-1.255	-8.440	0.217	-14.820	31.637			
		3:BEBAN GEN	129.714	45.743	17.671	3.464	56.896	463.017			
		4:KOMBINASI	-3.2E 3	-7.877	-48.319	1.097	-84.360	100.220			
		5:KOMBINASI	-2.9E 3	38.619	-25.584	4.431	-18.572	544.255			
13295	13400	1:BEBAN MAT	1.47E 3	15.411	-41.727	-0.641	73.185	82.713			
		2:BEBAN HIDL	209.106	7.738	-11.792	-0.232	20.538	23.007			
		3:BEBAN GEN	71.472	57.984	17.837	4.180	22.000	528.732			
		4:KOMBINASI	2.1E 3	30.874	-68.940	-1.140	120.683	136.067			
		5:KOMBINASI	2.05E 3	84.215	-44.027	3.179	130.360	650.994			
	14289	1:BEBAN MAT	-1.26E 3	-15.411	41.727	0.641	72.861	-28.775			
		2:BEBAN HIDL	-209.106	-7.738	11.792	0.232	20.734	4.075			
		3:BEBAN GEN	71.472	57.984	17.837	4.180	57.192	403.972			
		4:KOMBINASI	-1.85E 3	-30.874	68.940	1.140	120.607	-28.009			
		5:KOMBINASI	-1.65E 3	31.753	79.702	5.181	165.359	373.517			
13296	13575	1:BEBAN MAT	1.47E 3	3.059	-42.132	-0.795	73.665	100.789			
		2:BEBAN HIDL	208.757	-1.124	-12.235	-0.298	21.386	27.112			
		3:BEBAN GEN	65.686	57.953	17.631	4.297	21.986	525.967			
		4:KOMBINASI	2.09E 3	1.872	-70.134	-1.432	122.615	164.325			
		5:KOMBINASI	2.03E 3	60.499	-45.162	3.045	131.770	674.025			
	14464	1:BEBAN MAT	-1.26E 3	-3.059	42.132	0.795	73.796	-90.083			
		2:BEBAN HIDL	-208.757	1.124	12.235	0.298	21.436	-31.046			
		3:BEBAN GEN	65.686	57.953	17.631	4.297	56.964	401.079			
		4:KOMBINASI	-1.84E 3	-1.872	70.134	1.432	122.853	-157.774			
		5:KOMBINASI	-1.65E 3	55.407	80.424	5.550	166.955	261.933			
13297	13804	1:BEBAN MAT	2.03E 3	0.501	30.154	-0.732	-53.643	-21.278			
		2:BEBAN HIDL	213.212	4.458	8.642	-0.318	-15.177	-32.140			
		3:BEBAN GEN	102.494	41.720	14.799	3.000	17.590	450.720			
		4:KOMBINASI	2.78E 3	7.734	50.013	-1.387	-88.656	-76.958			
		5:KOMBINASI	2.75E 3	46.780	59.627	1.804	-61.959	393.046			
	14693	1:BEBAN MAT	-1.82E 3	-0.501	-30.154	0.732	-51.896	23.031			
		2:BEBAN HIDL	-213.212	-4.458	-8.642	0.318	-15.071	47.743			
		3:BEBAN GEN	102.494	41.720	14.799	3.000	52.958	363.512			



## Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)			
		4:KOMBINASI	-2.53E 3	-7.734	-50.013	1.387	-86.389	104.027			
		5:KOMBINASI	-2.3E 3	36.661	-30.028	4.197	-24.388	438.893			
13298	14023	1:BEBAN MAT	2.04E 3	9.014	30.500	-0.700	-54.161	-37.492			
		2:BEBAN HIDL	211.773	1.867	8.790	-0.272	-15.246	-35.835			
		3:BEBAN GEM	93.833	41.905	14.882	3.072	17.743	449.898			
		4:KOMBINASI	2.78E 3	13.804	50.664	-1.276	-89.388	-102.327			
		5:KOMBINASI	2.75E 3	54.589	60.272	1.959	-62.497	369.072			
	14912	1:BEBAN MAT	-1.83E 3	-9.014	-30.500	0.700	-52.587	69.043			
		2:BEBAN HIDL	-211.773	-1.867	-8.790	0.272	-15.520	42.368			
		3:BEBAN GEM	93.833	41.905	14.882	3.072	52.976	363.599			
		4:KOMBINASI	-2.53E 3	-13.804	-50.664	1.276	-87.937	150.640			
		5:KOMBINASI	-2.31E 3	29.221	-30.508	4.184	-25.649	488.819			
13299	14289	1:BEBAN MAT	942.382	17.242	-43.597	-0.326	75.791	39.877			
		2:BEBAN HIDL	136.562	8.625	-11.371	-0.132	20.713	7.610			
		3:BEBAN GEM	43.822	52.619	15.077	4.790	18.131	387.029			
		4:KOMBINASI	1.35E 3	34.492	-70.509	-0.602	124.090	60.028			
		5:KOMBINASI	1.31E 3	81.935	-48.610	4.267	129.794	442.491			
	15178	1:BEBAN MAT	-734.568	-17.242	43.597	0.326	76.797	20.472			
		2:BEBAN HIDL	-136.562	-8.625	11.371	0.132	19.085	22.579			
		3:BEBAN GEM	43.822	52.619	15.077	4.790	53.614	239.400			
		4:KOMBINASI	-1.1E 3	-34.492	70.509	0.602	122.693	60.693			
		5:KOMBINASI	-974.222	23.302	78.764	5.313	164.855	286.545			
13300	14464	1:BEBAN MAT	939.066	2.815	-42.938	-0.877	75.299	92.960			
		2:BEBAN HIDL	136.340	-1.496	-11.879	-0.346	21.652	26.748			
		3:BEBAN GEM	40.228	52.467	14.755	4.962	18.103	384.824			
		4:KOMBINASI	1.35E 3	0.984	-70.532	-1.606	125.002	154.348			
		5:KOMBINASI	1.3E 3	54.348	-48.650	3.563	130.114	523.124			
	15353	1:BEBAN MAT	-731.252	-2.815	42.938	0.877	74.985	-83.108			
		2:BEBAN HIDL	-136.340	1.496	11.879	0.346	19.923	-31.984			
		3:BEBAN GEM	40.228	52.467	14.755	4.962	53.126	238.082			
		4:KOMBINASI	-1.1E 3	-0.984	70.532	1.606	121.858	-150.904			
		5:KOMBINASI	-973.615	50.585	78.159	6.360	163.031	106.368			
13301	14693	1:BEBAN MAT	1.55E 3	-3.594	31.466	-0.833	-55.237	-17.755			
		2:BEBAN HIDL	152.722	2.763	9.070	-0.416	-15.473	-41.412			
		3:BEBAN GEM	69.412	36.799	5.959	2.793	14.882	346.904			
		4:KOMBINASI	2.1E 3	0.109	52.271	-1.666	-91.041	-87.565			
		5:KOMBINASI	2.08E 3	35.250	52.788	1.377	-66.875	284.187			
	16776	1:BEBAN MAT	-1.34E 3	3.594	-31.466	0.833	-54.892	5.176			
		2:BEBAN HIDL	-152.722	-2.763	-9.070	0.416	-16.272	51.084			
		3:BEBAN GEM	69.412	36.799	5.959	2.793	28.621	257.603			
		4:KOMBINASI	-1.85E 3	-0.109	-52.271	1.666	-91.906	87.945			
		5:KOMBINASI	-1.69E 3	38.348	-40.870	4.210	-53.522	314.898			
13302	14912	1:BEBAN MAT	1.56E 3	10.181	31.355	-0.732	-55.415	-65.142			
		2:BEBAN HIDL	151.602	1.123	8.893	-0.339	-15.188	-46.680			



Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial	Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)	
		3:BEBAN GEM	63.073	37.070	6.215	2.938	14.972	346.187	
		4:KOMBINASI	2.12E 3	14.014	51.855	-1.421	-90.798	-152.858	
		5:KOMBINASI	2.09E 3	50.410	52.735	1.720	-66.713	221.337	
	16995	1:BEBAN MAT	-1.35E 3	-10.181	-31.355	0.732	-54.329	100.775	
		2:BEBAN HIDL	-151.602	-1.123	-8.893	0.339	-15.938	50.611	
		3:BEBAN GEM	63.073	37.070	6.215	2.938	29.125	259.264	
		4:KOMBINASI	-1.87E 3	-14.014	-51.855	1.421	-90.695	201.908	
		5:KOMBINASI	-1.71E 3	23.730	-40.304	4.156	-52.008	430.805	
13303	15178	1:BEBAN MAT	412.815	21.662	-57.238	-0.087	73.939	-9.833	
		2:BEBAN HIDL	63.885	8.123	-17.992	0.021	22.894	-11.002	
		3:BEBAN GEM	19.822	55.777	10.550	5.047	16.675	214.402	
		4:KOMBINASI	597.594	38.992	-97.473	-0.070	125.358	-29.403	
		5:KOMBINASI	579.085	89.895	-76.128	4.964	128.297	191.600	
	17261	1:BEBAN MAT	-205.002	-21.662	57.238	0.087	126.392	85.651	
		2:BEBAN HIDL	-63.885	-8.123	17.992	-0.021	40.079	39.434	
		3:BEBAN GEM	19.822	55.777	10.550	5.047	38.003	40.920	
		4:KOMBINASI	-348.217	-38.992	97.473	0.070	215.798	165.875	
		5:KOMBINASI	-290.065	21.659	97.227	5.130	229.753	183.135	
13304	15353	1:BEBAN MAT	412.352	5.080	-58.410	-0.716	75.965	86.314	
		2:BEBAN HIDL	63.752	-1.157	-18.704	-0.262	23.777	27.854	
		3:BEBAN GEM	18.334	55.897	10.373	5.218	16.531	213.713	
		4:KOMBINASI	596.826	4.245	-100.019	-1.278	129.201	148.143	
		5:KOMBINASI	576.909	60.836	-78.424	4.097	131.465	345.144	
	17436	1:BEBAN MAT	-204.538	-5.080	58.410	0.716	128.472	-68.533	
		2:BEBAN HIDL	-63.752	1.157	18.704	0.262	41.687	-31.905	
		3:BEBAN GEM	18.334	55.897	10.373	5.218	37.760	41.068	
		4:KOMBINASI	-347.449	-4.245	100.019	1.278	220.865	-133.287	
		5:KOMBINASI	-290.864	50.958	99.169	6.339	233.613	-73.076	
13305	18532	1:BEBAN MAT	265.498	10.361	26.325	-0.739	-92.119	-7.086	
		2:BEBAN HIDL	31.637	6.102	7.403	-0.256	-22.593	-2.349	
		3:BEBAN GEM	16.867	24.418	0.731	2.644	21.939	24.676	
		4:KOMBINASI	369.218	22.196	43.435	-1.297	-146.692	-12.261	
		5:KOMBINASI	367.102	42.953	39.725	1.500	-111.197	13.824	
	17683	1:BEBAN MAT	-541.594	-10.361	-26.325	0.739	-30.294	55.265	
		2:BEBAN HIDL	-31.637	-6.102	-7.403	0.256	-11.830	30.722	
		3:BEBAN GEM	16.867	24.418	0.731	2.644	20.520	137.472	
		4:KOMBINASI	-700.533	-22.196	-43.435	1.297	-55.281	115.474	
		5:KOMBINASI	-664.684	5.883	-38.262	3.787	-27.663	234.513	
13306	18751	1:BEBAN MAT	263.980	5.975	26.203	-0.886	-91.657	6.856	
		2:BEBAN HIDL	31.100	7.795	7.217	-0.301	-22.472	1.567	
		3:BEBAN GEM	14.832	24.623	0.912	2.642	22.303	26.418	
		4:KOMBINASI	366.536	19.642	42.991	-1.545	-145.944	10.734	
		5:KOMBINASI	362.708	39.587	39.572	1.277	-110.158	36.212	
	17901	1:BEBAN MAT	-540.076	-5.975	-26.203	0.886	-30.187	20.926	



## Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial	Shear		Torsion	Bending	
			Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
		2:BEBAN HIDL	-31.100	-7.795	-7.217	0.301	-11.087	34.681
		3:BEBAN GEM	14.832	24.623	0.912	2.642	19.668	139.420
		4:KOMBINASI	-697.851	-19.642	-42.991	1.545	-53.963	80.601
		5:KOMBINASI	-664.359	9.658	-37.749	4.007	-27.643	199.212
13307	17683	1:BEBAN MAT	819.964	8.947	26.494	-0.624	-70.626	-51.496
		2:BEBAN HIDL	92.149	1.763	7.222	-0.259	-18.764	-36.754
		3:BEBAN GEM	40.496	25.617	14.225	3.086	51.644	161.666
		4:KOMBINASI	1.13E 3	13.557	43.348	-1.162	-114.772	-120.601
		5:KOMBINASI	1.12E 3	38.117	53.240	2.079	-51.871	63.117
	16776	1:BEBAN MAT	-1.1E 3	-8.947	-26.494	0.624	-52.572	93.101
		2:BEBAN HIDL	-92.149	-1.763	-7.222	0.259	-14.819	44.950
		3:BEBAN GEM	40.496	25.617	14.225	3.086	17.424	237.427
		4:KOMBINASI	-1.46E 3	-13.557	-43.348	1.162	-86.797	183.642
		5:KOMBINASI	-1.37E 3	13.118	-24.790	4.093	-60.481	394.099
13308	17901	1:BEBAN MAT	832.738	0.318	27.497	-0.764	-74.308	-9.099
		2:BEBAN HIDL	91.304	5.348	7.508	-0.298	-19.588	-30.095
		3:BEBAN GEM	36.369	25.958	14.068	3.060	51.058	165.050
		4:KOMBINASI	1.15E 3	8.938	45.009	-1.394	-120.511	-59.070
		5:KOMBINASI	1.13E 3	31.687	54.572	1.845	-57.699	124.037
	16995	1:BEBAN MAT	-1.11E 3	-0.318	-27.497	0.764	-53.555	10.577
		2:BEBAN HIDL	-91.304	-5.348	-7.508	0.298	-15.322	54.961
		3:BEBAN GEM	36.369	25.958	14.068	3.060	17.415	237.713
		4:KOMBINASI	-1.48E 3	-8.938	-45.009	1.394	-88.781	100.630
		5:KOMBINASI	-1.39E 3	20.228	-26.436	4.275	-62.173	305.367