

TUGAS AKHIR

**TINJAUAN STRUKTUR ATAS DAN METODE PELAKSANAAN
GEDUNG (A) KANTOR OTORITAS
BANDARA SAMRATULANGI
MANADO**

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Studi
Program Studi Diploma IV Konstruksi Bangunan Gedung
Pada Jurusan Teknik Sipil**

Oleh :

MUHAMMAD NUR KHOLIS

11 012 002



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
TAHUN 2015**

TUGAS AKHIR

TINJAUAN STRUKTUR ATAS DAN METODE PELAKSANAAN GEDUNG (A) KANTOR OTORITAS BANDARA SAMRATULANGI MANADO

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Studi
Program Studi Diploma IV Konstruksi Bangunan Gedung
Pada Jurusan Teknik Sipil**

Oleh :

MUHAMMAD NUR KHOLIS

11 012 002

Dosen Pembimbing

Noldie E. Kondojo, ST., MT.

NIP : 19621112 199103 1 003

Pendekar Trio Lonan, ST., MT.

NIP : 19720901 199803 1 001



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN
TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
TAHUN 2015**

DAFTAR ISI

HalamanJudul	
LembarPengesahan	
SuratKeputusanDosenPembimbing	
LembarAsistensi	
BuktiSelesaiKonsultasiUntukPerbaikanTugasAkhir	
Kata Pengantar	i
Abstrak	iii
Daftar Isi	iv
DaftarGambar	vi
DaftarTabel.....	x
DaftarLampiran.....	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 LatarBelakang	1
1.2 MaksuddanTujuanPenulisan.....	2
1.3 PembatasanMasalah... ..	2
1.4 MetodePenelitian	2
1.5 SistematikaPenulisan	3

BAB II DASAR TEORI

2.1 Umum	4
2.2 Prinsipdasarkonseppemilihanstruktur.....	4
2.3 Peraturan-peraturan yang dipakai	5
2.4 Perencanaanstrukturgedungberaturan.....	12
2.5 Langkah-langkahperhitunganmenggunakanbantuan software ETABS v.9.6.0	30
2.6 Dasar – dasarmetodepelaksanaan.....	52

BAB III PEMBAHASAN

3.1 PerencanaanStruktur.....	67
3.2 Data – Data Proyek.....	67

3.3 PerhitunganPembebananPadaStruktur.....	68
3.4 Denahlantai	69
3.4.1 Perhitunganberat portal melintang.....	75
3.4.2 Perhitunganberat portal memanjang	79
3.5 DasarPerhitungan	82
3.5.1 Prosedurperhitungangayagayadalamdengan program ETABS v.9.6.0	83
3.5.2 Free body Gaya gayadalam	96
3.6 Perhitungangayagayaakibatgempa	101
3.7 PerhitunganPenulanganKolom	106
3.7.1 PenulanganKolom 400x600 mm	106
3.7.2 Penulangankolom 400x400 mm	108
3.8 PerhitunganPenulanganBalok.....	111
3.8.1 Perhitungantulanganlenturtumpuan.....	111
3.8.2 Perhitungantulanganlenturlapangan.....	119
3.8.3 Perhitungantulangangesertumpuan.....	127
3.8.4 Perhitungantulangangeserlapangan	131
3.9 Perhitungan plat lantai.....	139
3.9.1 Penulangan plat lantaiarah X.....	142
3.8.2 Penulangan Plat lantaiarah Y	145
3.8.3 Kontrolterhadaplendutan plat	149
3.10MetodePelaksanaanStrukturAtas.....	153

BAB IV PENUTUP

4.1 Kesimpulan	166
4.2 Saran	167

DAFTAR PUSTAKA.....	168
----------------------------	------------

DAFTAR NOTASI	170
----------------------------	------------

LAMPIRAN :

- Lokasi bangunan
- Gambar Proyek

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batu dasar dengan periode ulang tahun	500 9
Gambar 2.2. Respons Spektrum Gempa Rencana	10
Gambar 2.3. Penampang balok T dengan garis netral	21
Gambar 2.4. Arah sumbu local dan sumbu global pada plat	27
Gambar 2.5. Permulaan pembuatan model baru	31
Gambar 2.6. Input grid bangunan	32
Gambar 2.7. Pengaturan grid bangunan	32
Gambar 2.8. Data nama lantai struktur	33
Gambar 2.9. Windows pada layar ETABS	33
Gambar 2.10. Input data material	34
Gambar 2.11. Ukuran balok T	35
Gambar 2.12. Input data balok dan kolom	36
Gambar 2.13. Input data balok T	36
Gambar 2.14. Input data kolom	37
Gambar 2.15. Input data tulangan untuk balok	37
Gambar 2.16. Input data tulangan untuk kolom	38
Gambar 2.17. Input set modifier balok T dan kolom	39
Gambar 2.18. Input data plat	39
Gambar 2.19. Input property plat	40
Gambar 2.20. Input set modifier plat	40
Gambar 2.21. Pilihan jenis properti balok	41
Gambar 2.22. Pilihan jenis properti plat	41
Gambar 2.23. Menentukan jenis perletakan	43
Gambar 2.24. Menentukan beban plat lantai	44
Gambar 2.25. Menentukan beban balok	45
Gambar 2.26. Input faktor reduksi beban hidup untuk gempa	46
Gambar 2.27. Input faktor reduksi beban hidup untuk perencanaan kolom	48

Gambar 2.28. Input faktor reduksi beban hidup kumulatif	48
Gambar 2.29. Memilih semua plat dengan ukuran yang sama	49
Gambar 2.30. Menentukan diafragma lantai.....	49
Gambar 2.31. Diafragma lantai	50
Gambar 2.32. Pilihan untuk analisa program.....	50
Gambar 2.33. Pilihan output untuk mendapatkan berat bangunan.....	51
Gambar 2.34. Pengecoran beton	59
Gambar 2.35 Perawatan beton	60
Gambar 2.36. Luas Tarik efektif Beton	64
Gambar 2.36. Spasi antar tulangan longitudinal kolom	65
Gambar 3.1.Denahlantai 1.....	69
Gambar 3.2.Denahlantai 2	70
Gambar 3.3.Denahlantai 3.....	71
Gambar 3.4.Denahlantai 4.....	72
Gambar 3.5.DenahlantaiAtap	73
Gambar 3.6.PemodelanStruktur Portal Arah X	75
Gambar 3.7.Beban plat yang bekerjapada portal arah X.....	76
Gambar 3.8.PemodelanStruktur Portal ArahY	79
Gambar 3.9.Beban plat yang bekerjapada portal arah Y	79
Gambar 3.10.Permulaan pembuatan model baru	83
Gambar 3.11.Input grid bangunan	83
Gambar 3.12.Pengaturan grid bangunan	84
Gambar 3.13.Data nama lantai struktur	84
Gambar 3.14. Input data material	85
Gambar 3.15. Input data balok dan kolom	86
Gambar 3.16. Input data balok T	86
Gambar 3.17. Input data kolom	86
Gambar 3.18. Input data plat	87
Gambar 3.19. Input property plat.....	87
Gambar 3.20. Pilihan jenis properti balok dan kolom	88
Gambar 3.21. Pilihan jenis properti plat.....	88
Gambar 3.22. Menentukan jenis perletakan.....	88

Gambar 3.23. Menentukan beban Balok	89
Gambar 3.24. Menentukan beban plat lantai.....	89
Gambar 3.25. Input faktor reduksi beban hidup untuk gempa.....	90
Gambar 3.26. Input faktor reduksi beban hidup untuk perencanaan kolom	90
Gambar 3.27. Input faktor reduksi beban hidup kumulatif	91
Gambar 3.28. Menentukan Diafragma lantai	91
Gambar 3.29. Pilihan untuk analisa program.....	92
Gambar 3.30. Hasil akhir gambar struktur pada etabs	92
Gambar 3.31 Pilihan output untuk mendapatkan berat bangunan.....	95
Gambar 3.32 Penampang balok T dengan garis netral	105
Gambar 3.33.Kolom 40x40cmhasilperencanaan	107
Gambar 3.34.Kolom 40x40cmhasilperhitungan	107
Gambar 3.35.Kolom 40x60cmhasilperencanaan.....	109
Gambar 3.36.Kolom 40x60cmhasilperhitungan	109
Gambar 3.37.Denahkolom yang ditinjau	110
Gambar 3.38.TulanganLentur Daerah TumpuanHasilPerencanaan	114
Gambar 3.39.TulanganLentur Daerah TumpuanHasilPerhitungan	114
Gambar 3.40.PotonganbalokB2	114
Gambar 3.41.TulanganLentur Daerah LapanganHasilPerencanaan	122
Gambar 3.42.TulanganLentur Daerah LapanganHasilPerhitungan.....	122
Gambar 3.43Potonganbalok B2	122
Gambar 3.44.TulanganGeser Daerah TumpuanHasilPerencanaan.....	129
Gambar 3.45.TulanganGeser DaerahTumpuanHasilPerhitungan.....	129
Gambar 3.46Potongantulangangeserdaerahtumpuan	129
Gambar 3.47.TulanganGeser Daerah LapanganHasilPerencanaan.....	133
Gambar 3.48.TulanganGeser Daerah LapanganHasilPerhitungan.....	133
Gambar 3.49Potongantulangangeserdaerahlapangan	133
Gambar 3.50.PotonganbalokPortal B-2 perencanaan.....	135
Gambar 3.51.Detail PotonganbalokPortal B-2 perencanaan	135
Gambar 3.52.PotonganbalokPortal B-2 Bentang.....	136
Gambar 3.53.Detail PotonganbalokPortal B-2 perhitungan	136
Gambar3.54Panel plat lantai yang ditinjau	137

Gambar 3.55.Denahpenulangan plat lantai perencanaan.....	151
Gambar 3.56.Potongan plat arah X	151
Gambar 3.57.Potongan Plat arah Y	151
Gambar 3.58.Denahpenulangan plat lantai perhitungan	152
Gambar 3.59.Potongan plat arah X	152
Gambar 3.60.Potongan Plat arah Y	152
Gambar 3.61.Pengontrolan As kolom.....	154
Gambar 3.62.Perakitantulangankolom.....	156
Gambar 3.63.Pemasanganbekistingkolom.....	158
Gambar 3.64.Pemasanganbekistingbalokdan plat	161
Gambar 3.65 Pembesianbalokdan plat lantai	163
Gambar 3.66.Pengecoranbalokdan plat lantai	165
Gambar 3.67.Perawatanbeton	165

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Faktor keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan.....	6
Tabel 2.2. Parameter daktilitas struktur gedung	7
Tabel 2.3. Faktor daktilitas maksimum, faktor reduksi gempa maksimum, faktor tahanan lebih struktur dan faktor tahanan lebih beberapa jenis sistem dan subsistem struktur gedung	7
Tabel 2.4. Rasio tulangan Maksimal (ρ_{maks})	16
Tabel 2.5. Rasio tulangan Minimal (ρ_{min})	17
Tabel 2.6. Faktor momen pikul maksimal (K_{maks})	18
Tabel 2.7. Koefisien reduksi beban hidup kumulatif untuk perencanaan kolom	47
Tabel 2.8. Detail Kait Standar untuk Tulangan Utama	53
Tabel 2.9. Detail Kait Standar untuk Tulangan Sengkang dan Kait Pengikat ...	53
Tabel 2.10. Persyaratan Tebal Minimum Selimut Beton	55
Tabel 3.1. Rekapitulasi gaya-gaya dalam terbesar balok keseluruhan	94
Tabel 3.2. Berat bangunan per lantai	95
Tabel 3.3. Distribusi gaya geser dasar akibat gempa sepanjang tinggi gedung ...	101
Tabel 3.4. Eksentrisitas Pusat Massa Terhadap Pusat Rotasi Lantai Arah X	102
Tabel 3.5. Eksentrisitas Pusat Massa Terhadap Pusat Rotasi Lantai Arah Y	102
Tabel 3.6. T-rayleigh dalam arah x (T_x)	102
Tabel 3.7. T-rayleigh dalam arah y (T_y)	102
Tabel 3.8. Analisa ΔS akibat gempa arah x	103
Tabel 3.9. Analisa ΔS akibat gempa arah y	103
Tabel 3.10. Analisa Δ akibat gempa arah x	104
Tabel 3.11. Analisa Δ akibat gempa arah y	104
Tabel 3.12. Perbandingan pelaksanaan dengan hasil perhitungan kolom	110
Tabel 3.13. Perhitungan tumpuan balok lantai 2	115
Tabel 3.14. Perhitungan tumpuan balok lantai 3	116
Tabel 3.15. Perhitungan tumpuan balok lantai 4	117

Tabel3.16.Perhitungantulangan tumpuan balok lantai atap	118
Tabel3.17.Perhitungan Tulangan Lapangan balok lantai 2	123
Tabel3.18.Perhitungan Tulangan Lapangan balok lantai 3	124
Tabel3.19.Perhitungan Tulangan Lapangan balok lantai 4	125
Tabel3.20.Perhitungan Tulangan Lapangan balok lantai atap	126
Tabel3.21.Perhitungan Keseluruhan Tulangan Geser Daerah Tumpuan	130
Tabel3.22.Perhitungan Keseluruhan Tulangan Geser Daerah Lapangan	134
Tabel 3.23 Perbandingan jumlah tulangan balok setiap lantai	137
Tabel 3.24 penulangan plat arah X	145
Tabel 3.25 penulangan plat arah y	148

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi dan gambar gedung

Lampiran 2. Gambar kerjadan detail Struktur

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pesatnya perkembangan dunia teknik sipil menuntut bangsa Indonesia untuk dapat menghadapi segala kemajuan dan tantangan. Hal itu dapat terpenuhi apabila sumber daya yang dimiliki oleh bangsa Indonesia memiliki kualitas pendidikan yang tinggi, Karena pendidikan merupakan sarana utama bagi kita untuk semakin siap menghadapi perkembangan ini (Panji;2011).

Dalam hal ini bangsa Indonesia telah menyediakan berbagai sarana guna memenuhi sumber daya manusia yang berkualitas. Sehingga Politeknik Negeri Manado jurusan teknik sipil sebagai salah satu lembaga pendidikan dalam merealisasikan hal tersebut dengan memberikan Tugas Akhir sebuah perhitungan struktur gedung bertingkat dengan maksud agar dapat menghasilkan tenaga ahli dan bersumber daya yang mampu bersaing dalam dunia kerja.

Proyek Pembangunan Gedung Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VIII merupakan proyek yang berfungsi untuk pengendalian dan pengawasan bandara. Proyek ini bertempat di Bandara Sam Ratulangi Manado, Jl. A. A. Maramis, Kec. Mapanget, Manado.

Beton bertulang efektif digunakan pada konstruksi dengan bentang balok yang tidak begitu panjang sehingga untuk struktur beton bertulang menjadi pilihan yang tepat.

Untuk itulah gedung ini dalam perencanaannya mempergunakan konsep struktur beton bertulang.

Pada Perencanaannya struktur bangunan gedung meliputi banyak hal yang mencakup beberapa bidang ilmu rekayasa sipil, dengan harapan dalam merencanakan maupun meninjau suatu bangunan harus memahami terhadap berbagai hal bidang ilmu rekayasa sipil

tersebut. Dengan tujuan untuk menghasilkan suatu konstruksi bangunan gedung yang kuat, ekonomis dan mudah dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi.

1.2 MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dan tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk Meninjau kembali perhitungan struktur penampang kolom, balok, dan plat lantai yang telah direncanakan dan metode pelaksanaan pada pembangunan gedung kantor di Bandara Sam Ratulangi Manado.

Sedangkan tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah membandingkan hasil perencanaan dengan hasil perhitungan penampang balok, kolom, plat lantai dan metode pelaksanaan pekerjaan pada proyek pembangunan gedung kantor di Bandara Sam Ratulangi Manado tersebut.

1.3 PEMBATASAN MASALAH

Dalam proses desain struktur perlu kiranya dicari kedekatan antar sistem struktur dengan masalah-masalah seperti arsitektural, efisiensi, kemudahan pelaksanaan dan juga biaya yang diperlukan. Oleh sebab itu Pemilihan sistem struktur atas (upper structure) mempunyai hubungan yang erat dengan sistem fungsional gedung.

Dari sekian banyak aspek permasalahan tersebut penulis hanya membatasi pada permasalahan dari sudut pandang ilmu teknik sipil yaitu bagaimana meninjau hasil perhitungan struktur atas yang meliputi:

1. Permodelan dan analisa struktur menggunakan program Etabs V.9.6.0
2. Menghitung kembali Penulangan kolom, balok, dan plat lantai dengan ukuran dan data – data dari proyek,
3. Bagaimana metode pelaksanaan pekerjaan struktur atas.

1.4 METODE PENELITIAN

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis memakai beberapa metode dalam pengumpulan data – data proyek guna untuk melengkapi dan sebagai bahan dari

penulisan tugas akhir. Adapun metode penelitian yang digunakan untuk menulis tugas akhir ini adalah :

1. Observasi

Dengan cara mengumpulkan data- data yang dibutuhkan langsung dari lokasi proyek dengan memperhatikan pelaksanaan dan metode yang digunakan.

2. Dokumentasi

Pengumpulandata melalui buku-buku yang sudah tersedia sebagai literatur baik berupa buku cetak, jurnal-jurnal, laporan-laporan, makalah, internet dan sebagainya.

3. Wawancara

Komunikasi secara langsung baik formal maupun non formal kepada pihak pelaksana proyek dan juga pekerja yang ada dilapangan.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Dalam penulisan tugas akhir ini, susunan penulisan dilakukan dengan mengikuti sistematika sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Memuat latar belakang dan penjelasan umum, maksud dan tujuan penulisan tugas akhir, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II : DASAR TEORI

Penjelasan mengenai dasar-dasar teori yang akan di jadikan sebagai acuan dalam penulisan mengenai pembahasan dalam perhitungan struktur yang akan ditinjau.

BAB III : PEMBAHASAN

Berisi tentang data-data proyek, hasil perhitungan yang ada dalam program ETABS v.9.6.0 dalam bentuk free body, perhitungan struktur atas dan metode pelaksanaan gedung kantor ot oritas bandar asam ratu langi.

BAB IV: PENUTUP

Memuat tentang kesimpulan dari hasil perhitungan struktur atas dan metode pelaksanaan serta rekomendasi untuk pelaksanaan pekerjaan selanjutnya.

BAB III

PEMBAHASAN

3.1 Perencanaan Struktur

Perhitungan struktur pada pembangunan gedung otoritas bandar udara di wilayah VIII, dihitung kekuatannya terhadap beban mati, beban hidup dan beban gempa. Untuk perhitungan struktur berdasarkan arah tinjauan yaitu dihitung berdasarkan tinjauan arah X dan arah Y. Untuk perhitungan beban dihitung berdasarkan tinjauan struktur selanjutnya dipecahkan beban mati seperti kolom, balok, plat, lantai dan tangga. Dalam perhitungan struktur ini menggunakan bantuan software yaitu ETABS V.9.6.

Dalam perencanaan portal terdiri dari perencanaan balok induk, dan perencanaan kolom. Portal yang direncanakan terdiri dari kolom yang diperkuat dengan balok-balok yang dicor secara monolit untuk menahan beban akibat gravitasi dan gempa. Balok-balok tersebut terdiri dari balok induk, balok anak, dan ring balk. Perencanaan portal ini terdiri dari dua bagian, yaitu perencanaan portal melintang dan perencanaan portal memanjang serta dibuat secara dua dimensi. Dalam perencanaan portal ini menggunakan mutu beton $f_c = 30 \text{ MPa}$ dan mutu tulangan $f_y = 240 \text{ MPa}$. Perhitungan portal ini meliputi perhitungan pembebanan beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa.

3.2 Data – Data Proyek

- Nama Proyek : Pembangunan Gedung Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VIII
- Nomor Kontrak : KU.003/29/KOBU.VIII/2013
- Pekerjaan : Pembangunan Gedung Kantor Otoritas Bandar Udara Wilayah VIII

- Lokasi Pekerjaan : Bandar Udara Sam Ratulangi, Jl. A. A. Maramis, Kel. Lapangan, Kec. Mapanget, Manado, Sulawesi Utara
- Nilai Kontrak : Rp. 22.733.800.000,-
- Jangka Waktu Pelaksanaan : 180 hari kalender
- Jangka Waktu Pemeliharaan : 180 hari kalender
- Jenis Konstruksi : Konstruksi Beton Bertulang
- Jenis Pondasi : Pondasi Sumuran
- Mutu Beton : K 300
- Jumlah Lantai : 4 lantai
- Pelaksana : PT. PHARMA KASIH SENTOSA
- Konsultan Perencana : PT. ARKONIN
- Konsultan Supervisi : PT. PARIGRAHA KONSULTAN

3.3 Perhitungan Pembebanan pada Struktur

Sesuai dengan tabel pembebanan pada peraturan muatan Indonesia Struktur bangunan gedung direncanakan terhadap beban-beban sebagai berikut:

1. Beban mati (w_D)

Beban yang bekerja pada tiap lantai :

- Berat dinding = 288 kg/m^2
 - Berat spesi (2 cm) = 42 kg/m^2
 - Berat Keramik (1 cm) = 24 kg/m^2
 - Berat Plafon + penggantung = 18 kg/m^2
- $w_D = 372 \text{ kg/m}^2$

2. Beban Hidup (w_L)

Berdasarkan PPIUG 83 Untuk Gedung yaitu :

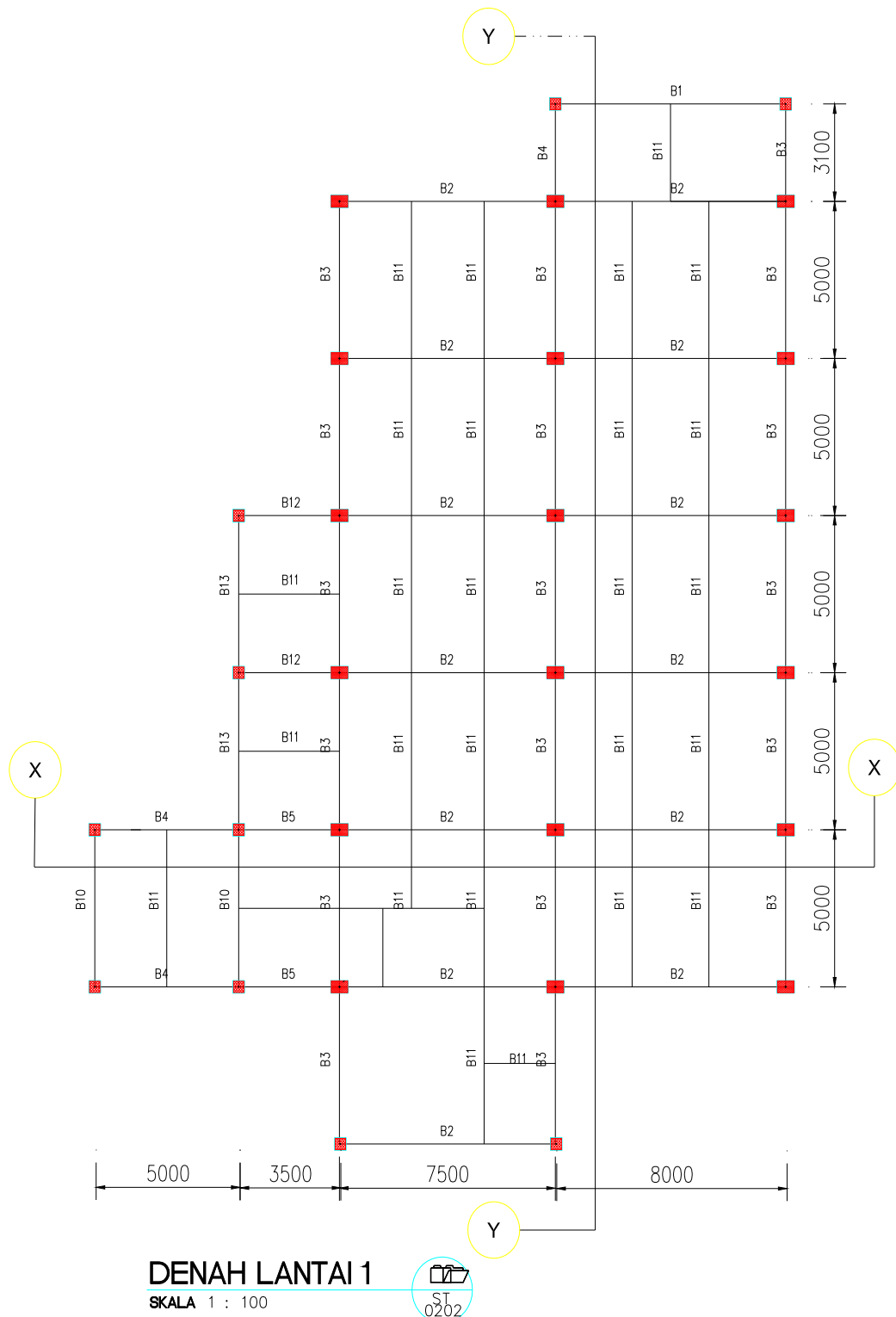
Beban hidup untuk gedung yang berfungsi sebagai perkantoran tiap 1 m adalah 250 Kg/m^2 .

3. Beban berfaktor

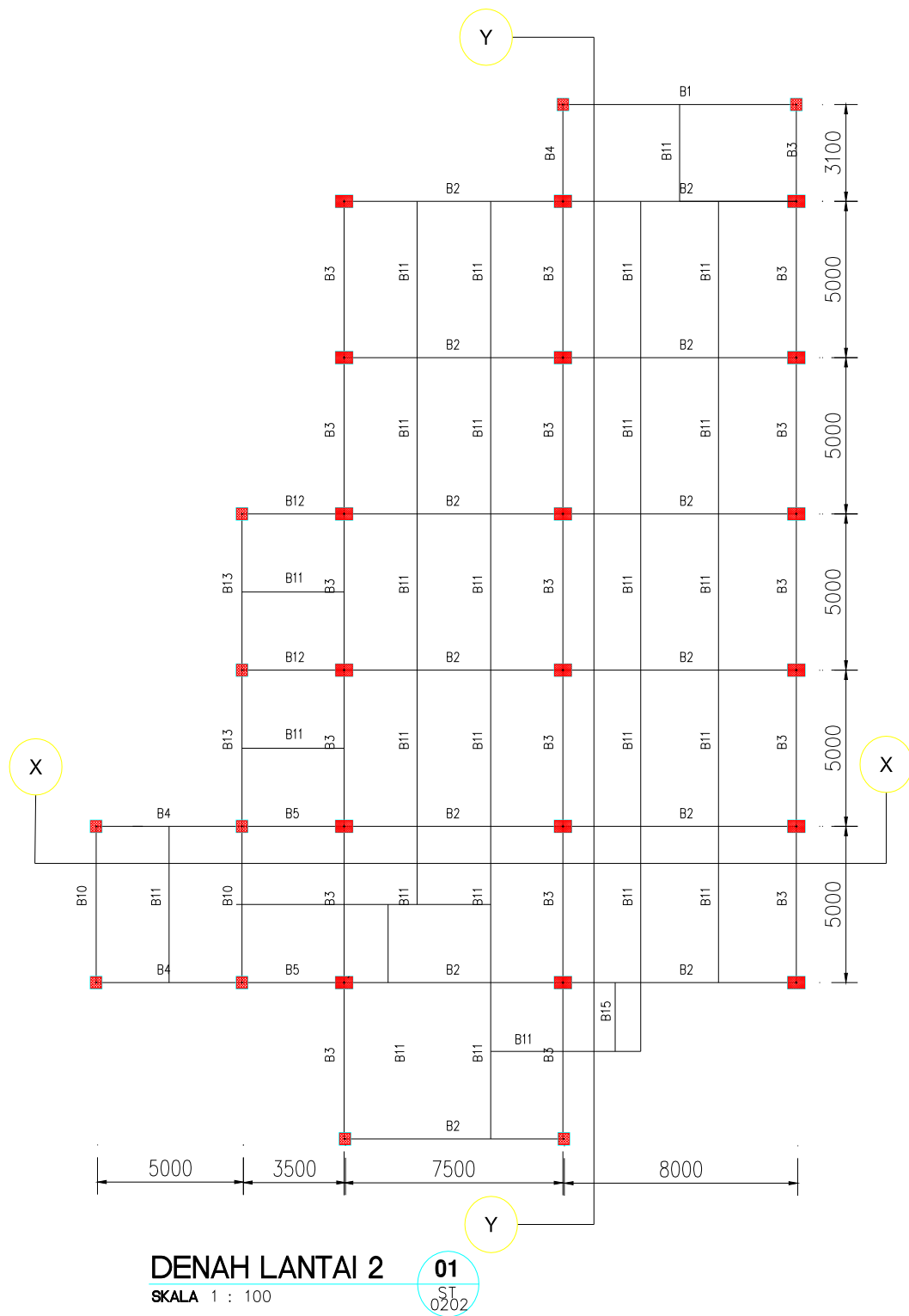
$$w_U = 1,2 * w_D + 1,6 * w_L$$

$$\begin{aligned}
 &= 1,2 * 372 + 1,6 * 250 \\
 &= 845,2 \text{ Kg/m} \\
 &= 8,45 \text{ KN/m}
 \end{aligned}$$

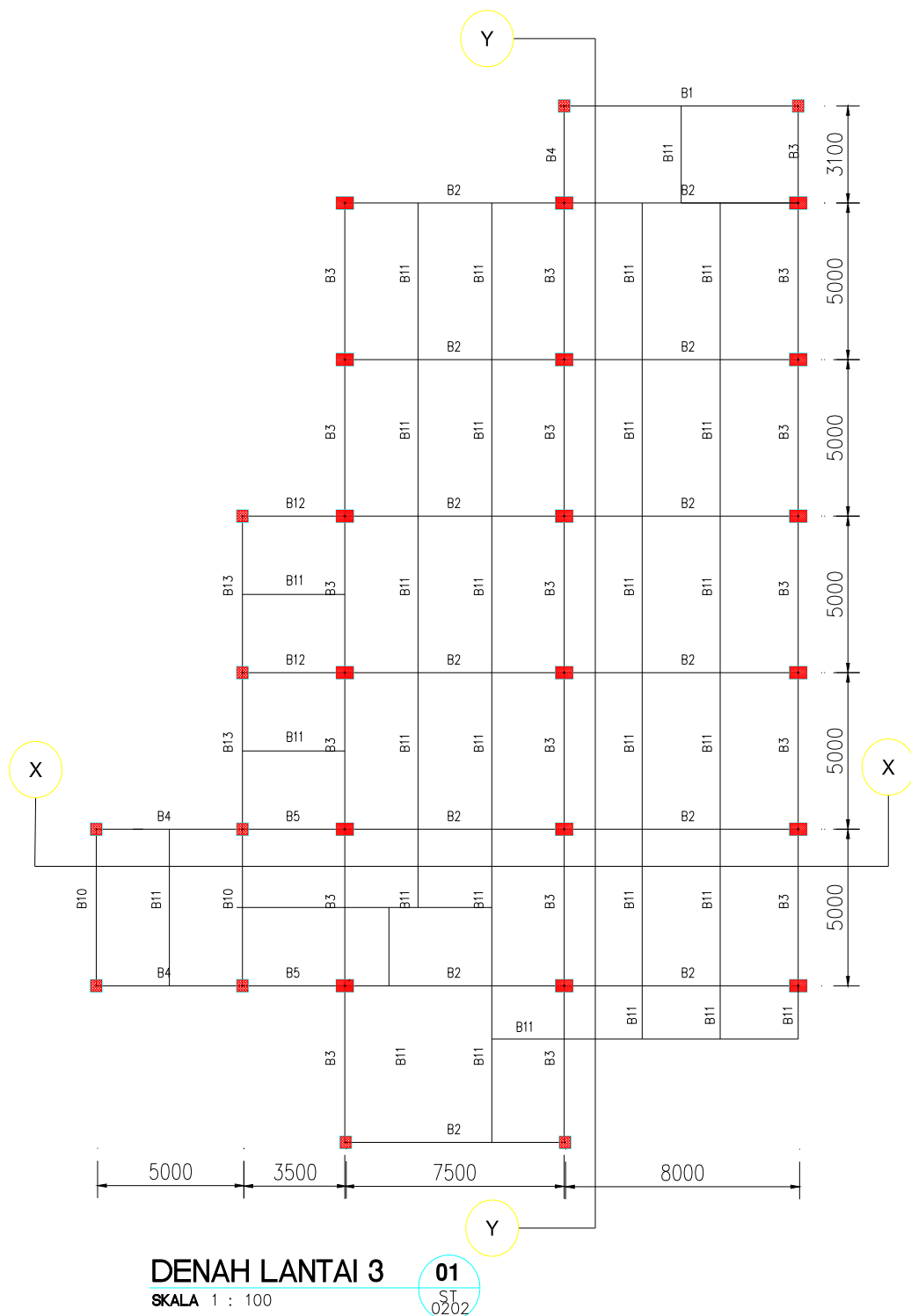
3.4 Denah lantai



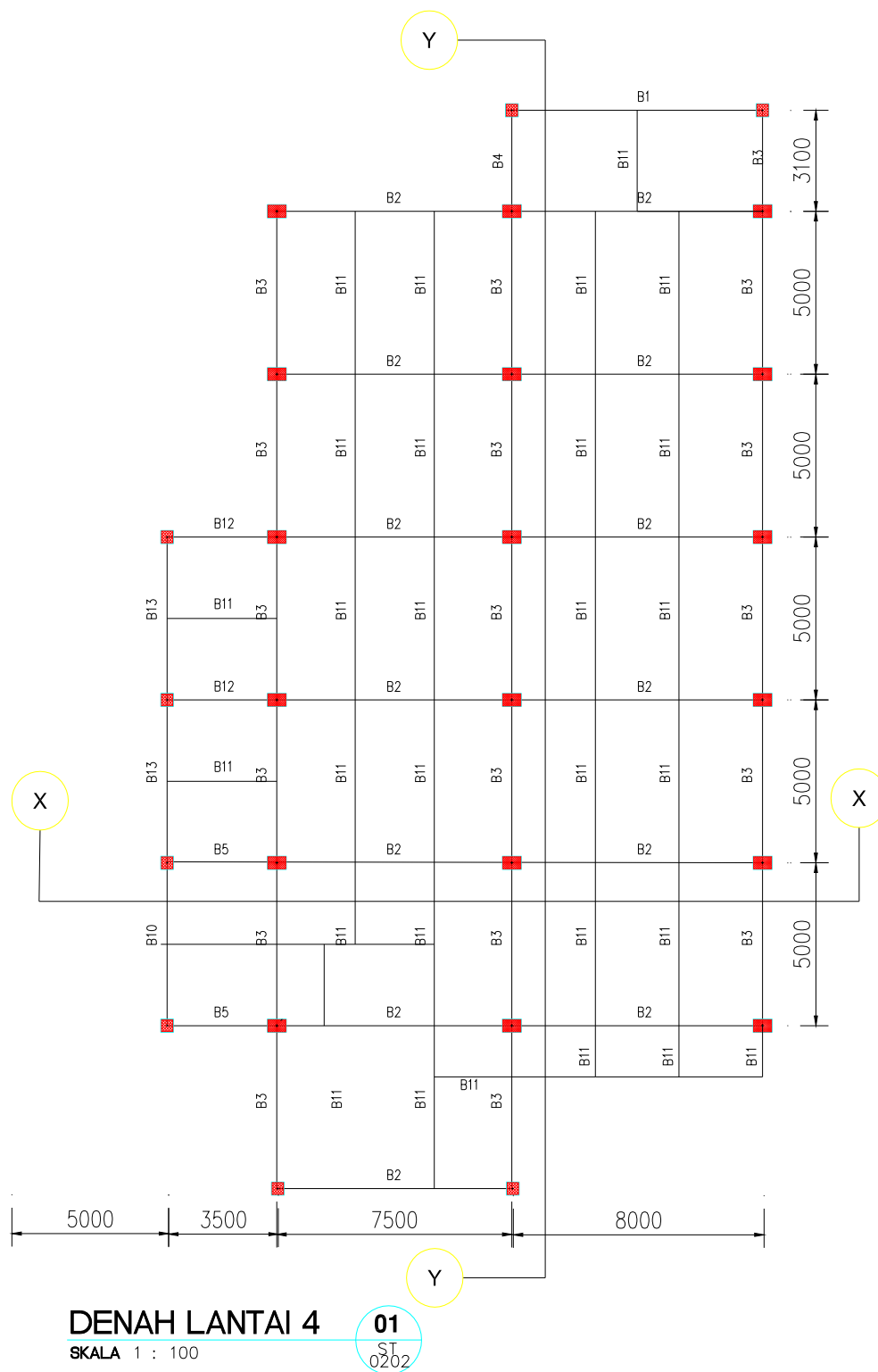
Gambar 3.1 Denahantai 1



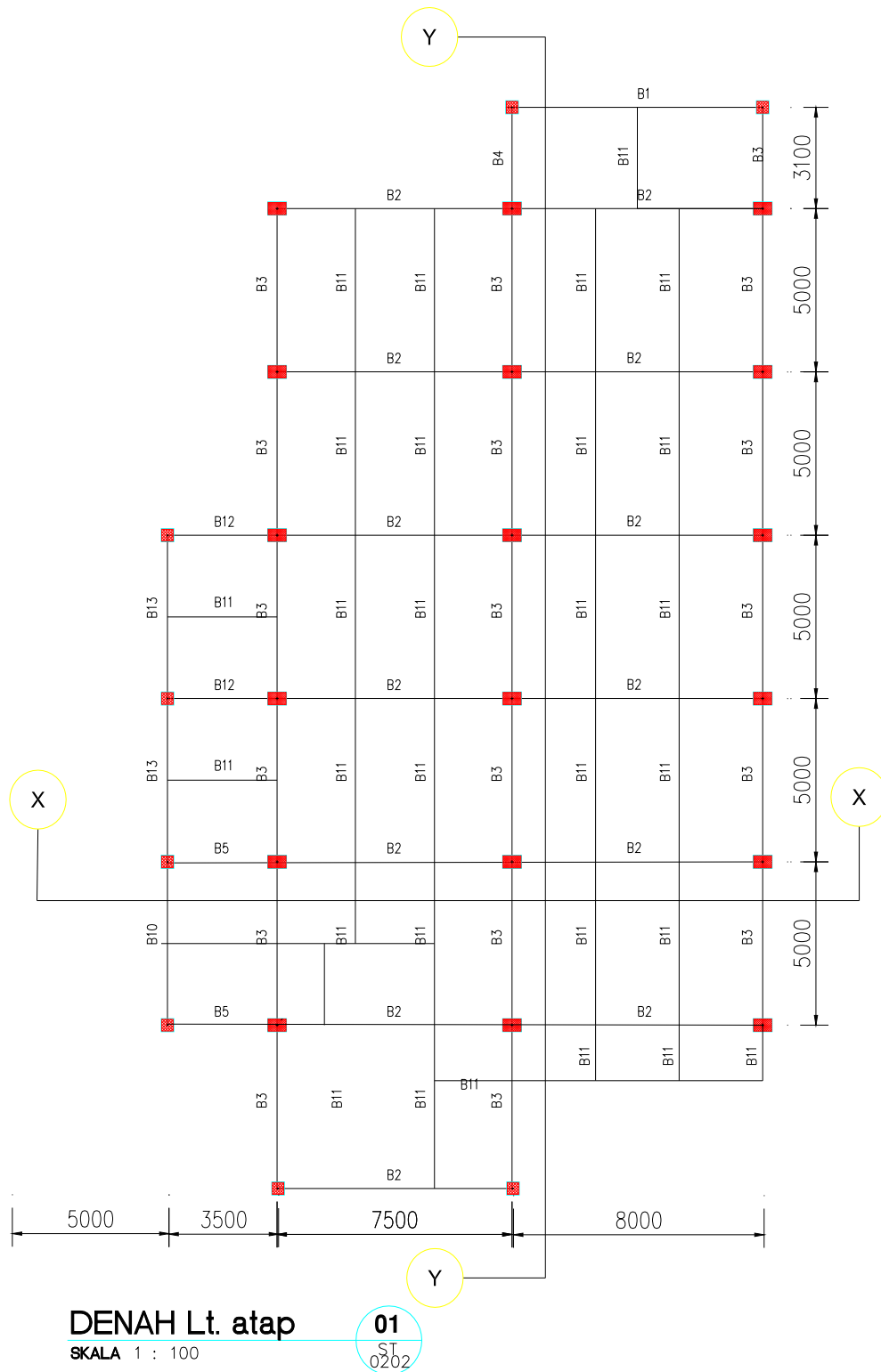
Gambar 3.2 Denah lantai 2



Gambar 3.3.Denahlantai 3



Gambar 3.4. Denah lantai 4



Gambar 3.5 Denah lantai Atap

Denah struktur bangunan gedung dengan bentuk yang beraturan seperti di atas dengan sistem struktur yang terbentuk oleh sistem-subsistem penahan beban lateral arahnya saling tegak lurus dan sejajar dengan sumbu-sumbu utama orthogonal denah tersebut akan menentukan metode perhitungan gempa.

Berhubung struktur bangunan gedung dengan bentuk beraturan pada arah masing-masing sumbu utama yang akan berperilaku sebagai struktur 2D, maka waktu getar dalam fundamentalnya pada arah masing-masing sumbu utama yang dapat dihitung dengan rumus *Rayleigh* yang berlaku untuk struktur 2D.

Berdasarkan SNI Gempa 2002, struktur bangunan gedung beraturan harus memenuhi beberapa persyaratan sbb. :

- Tinggi struktur gedung diukur dari taraf penjepitan lateral tidak lebih dari 10 tingkat atau 40 m.
- Denah struktur gedung adalah persegi panjang atau patokan jolanda dan kalau pun mempunyai tonjolan, panjang tonjolan tersebut tidak lebih dari 25% dari ukuran terbesarnya denah struktur gedung pada arah tonjolan tersebut.
- Denah struktur gedung tidak menunjukkan coakan sudut dan kalau pun mempunyai coakan sudut, panjang sisi coakan tidak lebih dari 15% dari ukuran terbesarnya denah struktur gedung pada arah sisi coakan tersebut.
- Sistem struktur gedung tidak menunjukkan loncatan bidang muka dan kalau pun mempunyai loncatan bidang muka, ukuran dari denah struktur bagian gedung yang menjulang pada masing-masing arah, tidak kurang dari 75% dari ukuran terbesarnya denah struktur bagian gedung sebelah bawahnya.
- Sistem struktur gedung memiliki kekakuan lateral yang beraturan, tanpa adanya tingkat lunak. Yang dimaksud dengan tingkat lunak suatu tingkat, dimana kekuatan lateralnya adalah kurang dari 70% kekuatan lateral tingkat

di atasnya atau kurang dari 80% kekuatan lateral rata-rata 3 tingkat di atasnya. Dalam hal ini, yang dimaksud dengan kekakuan lateral suatu tingkat adalah gaya geser yang bila bekerja di tingkat itu menyebabkan satu simpangan antartingkat.

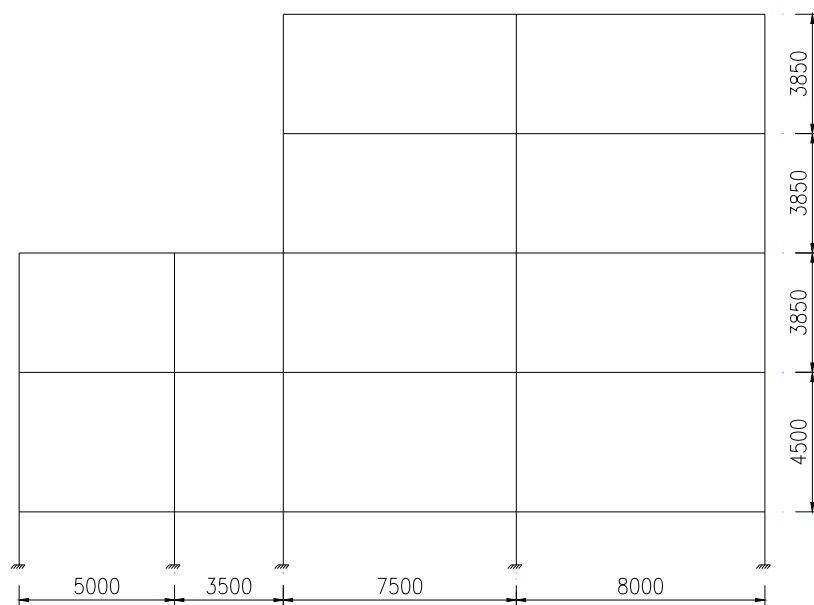
- f. Sistem struktur gedung memiliki berat lantai tingkat yang beraturan, artinya setiap lantai tingkat memiliki berat yang tidak lebih dari 150% dari berat lantai tingkat di atasnya atau di bawahnya.
- g. Sistem struktur gedung memiliki unsur-unsur vertikal dari sistem penahan beban lateral yang menerus, tanpa perpindahan titik beratnya, kecuali bila perpindahan tersebut tidak lebih dari setengah ukuran unsur dalam arah perpindahan tersebut.
- h. Sistem struktur gedung memiliki lantai tingkat yang menerus, tanpa lubang atau bukaan yang luasnya lebih dari 50% luas seluruh lantai tingkat.

Kalaupun ada lantai tingkat dengan lubang atau bukaan seperti itu, jumlahnya tidak boleh melebihi 20% dari jumlah lantai tingkat seluruhnya.

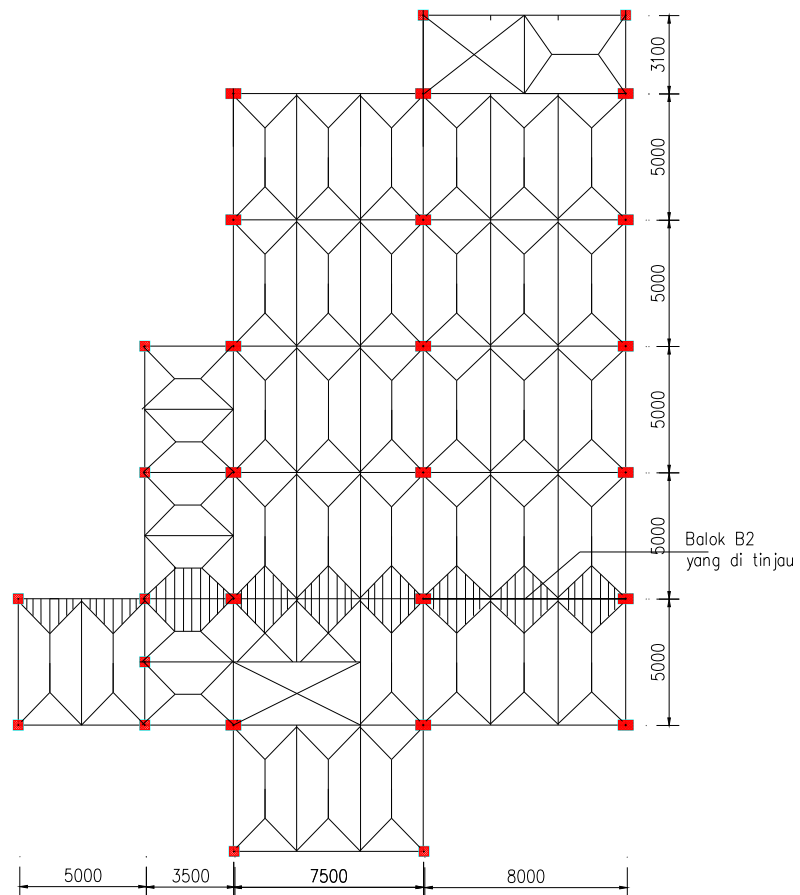
Dengan demikian, pengaruh gempa pada bangunan ini dapat ditinjau sebagai pengaruh beban gempa statik ekuivalen, dan analisisnya dapat dilakukan dengan metode analisis statik.

3.4.1 Perhitungan Berat portal melintang

Portal yang tinjau arah X adalah portal yang memiliki beban paling besar dengan bentang balok yang paling panjang.



Gambar 3.6 Pemodelan Struktur Portal Arah X



Gambar 3.7 beban plat pada portal arah X

Beratuntuk Portal arah X (Lantai 1)» **BebanMati (W_{DL})**

Lantai 1	b	h	t	p/n	BJ	Jumlah	
Kolom K3	0,4	0,4	4,5	2	2400	3456	Kg
kolom K1	0,4	0,6	4,5	3	2400	7776	Kg
Balok B2	0,3	0,6	-	25,5	2400	11016	Kg
Balok B4	0,3	0,5	-	10	2400	3600	Kg
Balok B5	0,3	0,5	-	16	2400	5760	Kg
Balok B11	0,2	0,5	-	4,3	2400	1032	Kg
PelatLantai	5	-	0,12	40	2400	57600	Kg
Keramik	5	-	-	40	24	4800	Kg
Dinding	5	-	-	55,8	250	69750	Kg
Plafond	5	-	-	40	18	3600	Kg
Total						168390	Kg
						1683,9	kN

» **BebanHidup (W_{LL})**

$$\begin{aligned}
 q &= 200 \quad \times \quad 250 \\
 &= 50000 \quad \text{Kg} \\
 &= 500 \quad \text{kN}
 \end{aligned}$$

Jadi W total X_1

$$\begin{aligned}
 &= W_{DL} \quad + \quad W_{LL} \\
 &= 1683,9 \quad + \quad 500 \\
 &= 2183,9 \quad \text{kN}
 \end{aligned}$$

Beratuntuk Portal arah X (Lantai 2)» **BebanMati (W_{DL})**

Lantai 1	b	h	t	p/n	BJ	Jumlah	
Kolom K3	0,4	0,4	3,85	2	2400	2956,8	Kg
kolom K1	0,4	0,6	3,85	3	2400	6652,8	Kg
Balok B2	0,3	0,6	-	25,5	2400	11016	Kg
Balok B4	0,3	0,5	-	10	2400	3600	Kg
Balok B5	0,3	0,5	-	16	2400	5760	Kg
Balok B11	0,2	0,5	-	4,3	2400	1032	Kg
PelatLantai	5	-	0,12	40	2400	57600	Kg
Keramik	5	-	-	40	24	4800	Kg
Dinding	5	-	-	55,8	250	69750	Kg
Plafond	5	-	-	40	18	3600	Kg
Total						166767,6	Kg
						1667,676	kN

» **BebanHidup (W_{LL})**

$$\begin{aligned}
 q &= 200 \times 250 \\
 &= 50000 \text{ Kg} \\
 &= 500 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi } W_{\text{total}} X_1 &= W_{\text{DL}} + W_{\text{LL}} \\
 &= 1667,68 + 500 \\
 &= 2167,68 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Beratuntuk Portal arah X (Lantai 3)

» BebanMati (W_{DL})

Lantai 1	b	h	t	p/n	BJ	Jumlah	
Kolom K3	0,4	0,4	3,85	1	2400	1478,4	Kg
kolom K1	0,4	0,6	3,85	3	2400	6652,8	Kg
Balok B2	0,3	0,6	-	25,5	2400	11016	Kg
Balok B7	0,3	0,5	-	11	2400	3960	Kg
Balok B8	0,3	0,5	-	5,8	2400	2088	Kg
PelatLantai	5	-	0,12	20	2400	28800	Kg
Keramik	5	-	-	20	24	2400	Kg
Dinding	5	-	-	42,3	250	52875	Kg
Plafond	5	-	-	20	18	1800	Kg
Total						111070,2	Kg
						1110,702	kN

» BebanHidup (W_{LL})

$$\begin{aligned}
 q &= 100 \times 250 \\
 &= 25000 \text{ Kg} \\
 &= 250 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi } W_{\text{total}} X_1 &= W_{\text{DL}} + W_{\text{LL}} \\
 &= 1110,7 + 500 \\
 &= 1610,7 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Beratuntuk Portal arah X (Lantai 4)

» BebanMati (W_{DL})

Lantai 1	b	h	t	p/n	BJ	Jumlah	
Kolom K3	0,4	0,4	3,85	1	2400	1478,4	Kg
kolom K1	0,4	0,6	3,85	3	2400	6652,8	Kg
Balok B2	0,3	0,6	-	25,5	2400	11016	Kg
Balok B7	0,3	0,5	-	11	2400	3960	Kg
Balok B8	0,3	0,5	-	5,8	2400	2088	Kg

Pelat Lantai	5	-	0,12	20	2400	28800	Kg
Keramik	5	-	-	20	24	2400	Kg
Dinding	5	-	-	42,3	250	52875	Kg
Plafond	5	-	-	20	18	1800	Kg
Total						111070,2	Kg
						1110,702	kN

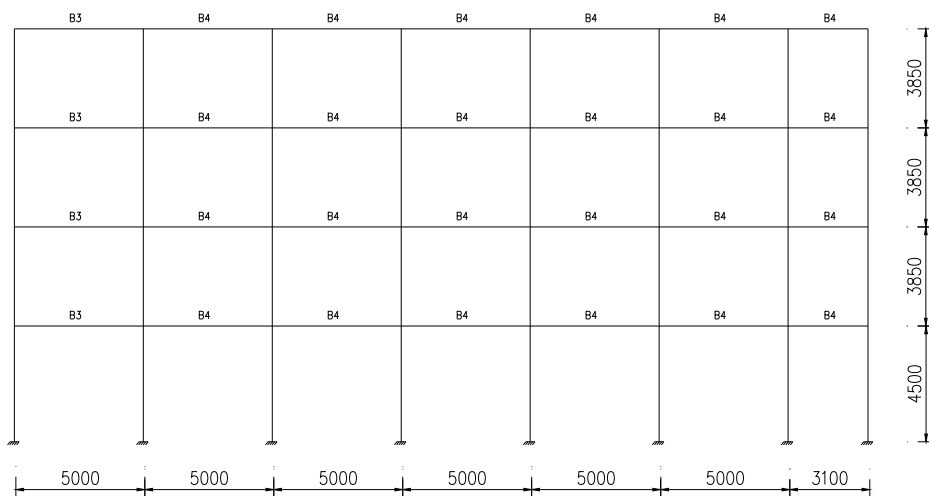
» Beban Hidup (W_{LL})

$$\begin{aligned}
 q &= 100 \times 250 \\
 &= 25000 \text{ Kg} \\
 &= 250 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

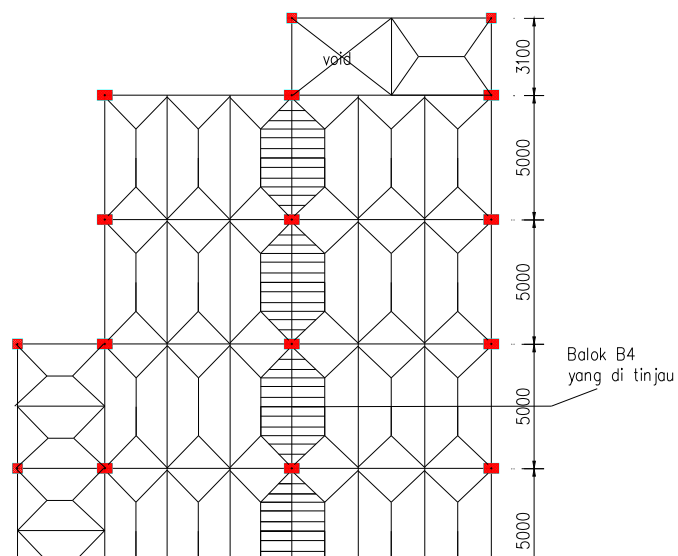
$$\begin{aligned}
 \text{Jadi } W_{\text{total}} &= W_{DL} + W_{LL} \\
 &= 1110,7 + 500 \\
 &= 1610,7 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

3.4.2. Perhitungan Berat portal memanjang

Portal yang tinjau arah Y adalah portal yang memiliki beban paling besar dengan bentang balok yang paling panjang yaitu pada portal tengah.



Gambar 3.8 Pemodelan Struktur Portal Arah Y



Gambar 3.9 Beban plat pada portal arah Y

Berat untuk Portal arah Y (Lantai 1)

» Beban Mati (W_{DL})

Lantai 1	b	h	t	p/n	BJ	Jumlah	
Kolom K1	0,4	0,6	4,5	2	2400	5184	Kg
Kolom K2	0,4	0,6	4,5	4	2400	10368	Kg
Kolom K3	0,4	0,4	4,5	2	2400	3456	Kg
Balok B3	0,3	0,5	-	10,5	2400	3780	Kg
Balok B4	0,3	0,5	-	17,5	2400	6300	Kg
Pelat Lantai	5	-	0,12	33	2400	47520	Kg
Keramik	5	-	-	33	24	3960	Kg
Dinding	5	-	-	28	250	35000	Kg
Plafond	5	-	-	33	18	2970	Kg
Total						113354	Kg
						1133,54	kN

» Beban Hidup (W_{LL})

$$\begin{aligned}
 q &= 165 \times 250 \\
 &= 41250 \text{ Kg} \\
 &= 412,5 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Jadi W total X_1

$$\begin{aligned}
 &= W_{DL} + W_{LL} \\
 &= 1133,54 + 412,5 \\
 &= 1546,04 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Berat untuk Portal arah Y (Lantai 2)

» Beban Mati (W_{DL})

Lantai 1	b	h	t	p/n	BJ	Jumlah	
Kolom K1	0,4	0,6	3,85	2	2400	4435,2	Kg

Kolom K2	0,4	0,6	3,85	4	2400	8870,4	Kg
Kolom K3	0,4	0,4	3,85	2	2400	2956,8	Kg
Balok B3	0,3	0,5	-	10,5	2400	3780	Kg
Balok B4	0,3	0,5	-	17,5	2400	6300	Kg
PelatLantai	5	-	0,12	33	2400	47520	Kg
Keramik	5	-	-	33	24	3960	Kg
Dinding	5	-	-	28	250	35000	Kg
Plafond	5	-	-	33	18	2970	Kg
Total						111357,2	Kg
						1113,572	kN

» BebanHidup (W_{LL})

$$\begin{aligned}
 q &= 165 \times 250 \\
 &= 41250 \text{ Kg} \\
 &= 412,5 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Jadi W total X_1

$$\begin{aligned}
 &= W_{DL} + W_{LL} \\
 &= 1113,57 + 412,5 \\
 &= 1526,07 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Beratuntuk Portal arah Y (Lantai 3)

» BebanMati (W_{DL})

Lantai 1	b	h	t	p/n	BJ	Jumlah	
Kolom K1	0,4	0,6	3,85	2	2400	4435,2	Kg
Kolom K2	0,4	0,6	3,85	4	2400	8870,4	Kg
Kolom K3	0,4	0,4	3,85	2	2400	2956,8	Kg
Balok B3	0,3	0,5	-	10,5	2400	3780	Kg
Balok B4	0,3	0,5	-	17,5	2400	6300	Kg
PelatLantai	5	-	0,12	33	2400	47520	Kg
Keramik	5	-	-	33	24	3960	Kg
Dinding	5	-	-	28	250	35000	Kg
Plafond	5	-	-	33	18	2970	Kg
Total						111357,2	Kg
						1113,572	kN

» BebanHidup (W_{LL})

$$\begin{aligned}
 q &= 165 \times 250 \\
 &= 41250 \text{ Kg} \\
 &= 412,5 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Jadi W total X_1

$$\begin{aligned}
 &= W_{DL} + W_{LL} \\
 &= 1113,57 + 412,5 \\
 &= 1526,07 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Berat untuk Portal arah Y (Lantai 4)

» Beban Mati (W_{DL})

Lantai 1	b	h	t	p/n	BJ	Jumlah	
Kolom K1	0,4	0,6	3,85	2	2400	4435,2	Kg
Kolom K2	0,4	0,6	3,85	4	2400	8870,4	Kg
Kolom K3	0,4	0,4	3,85	2	2400	2956,8	Kg
Balok B3	0,3	0,5	-	10,5	2400	3780	Kg
Balok B4	0,3	0,5	-	17,5	2400	6300	Kg
Pelat Lantai	5	-	0,12	33	2400	47520	Kg
Keramik	5	-	-	33	24	3960	Kg
Dinding	5	-	-	28	250	35000	Kg
Plafond	5	-	-	33	18	2970	Kg
Total						111357,2	Kg
						1113,572	kN

» Beban Hidup (W_{LL})

$$\begin{aligned}
 q &= 165 \times 250 \\
 &= 41250 \text{ Kg} \\
 &= 412,5 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Jadi W total X_1

$$\begin{aligned}
 &= W_{DL} + W_{LL} \\
 &= 1113,57 + 412,5 \\
 &= 1526,07 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

3.5 Dasar Perhitungan

Secara umum data yang

digunakan untuk perhitungan ini adalah sebagai berikut :

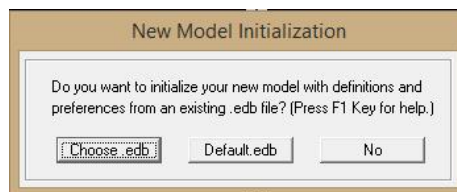
- Bentuk rangka portal : Seperti tergambar
- Model perhitungan : Etabs v.9.6 (3D)
- Perencanaan dimensi :
 - Dimensi Kolom : K1 (400 x 600 mm)
: K2 (400 x 600 mm)
: K3 (400 x 400 mm)
 - Dimensi Balok : B1 (300 x 500 mm)
: B2 (400 x 700 mm)
: B3 (300 x 500 mm)
: B4 (300 x 500 mm)

- : B5 (300 x 500 mm)
- : B10 (350 x 500 mm)
- : B11 (200 x 500 mm)
- : B12 (200 x 500 mm)
- : B13 (200 x 500 mm)
- : B14 (200 x 300 mm)
- : B15 (200 x 300 mm)

3.5.1 Prosedur perhitungan gaya-gaya dalam dengan program ETABS v.9.6.0

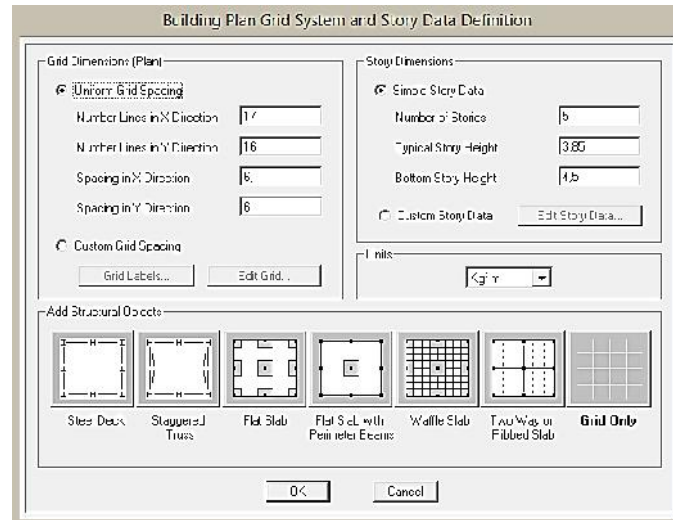
1. Pembuatan model

- a. Buka program ETABS dan pilih jenis satuan Kgf.m
- b. Pilih new model kemudian muncul *pop up* (*New Model Initialization*), pilih *option No* untuk membuat model baru tanpa mengambil dari *file* ETABS.



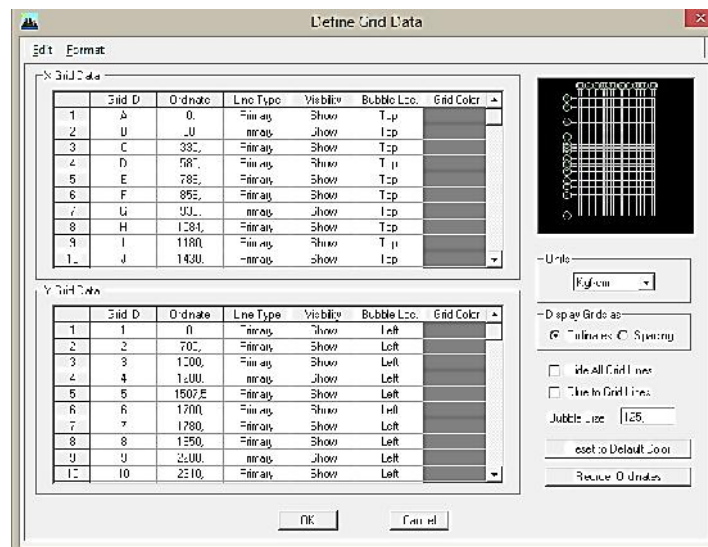
Gambar 3.10. Permulaan pembuatan model baru

- c. Akan muncul *form* seperti Gambar 2.9 dimana *form* tersebut adalah untuk menentukan denah awal, ukuran – ukuran as bangunan, jumlah bentang, tinggi tiap lantai dan lain – lain.



Gambar 3.11. Input grid bangunan

- d. Untuk mengatur as bangunan dan jarak bentang pilih *Custom Grid Spacing*, *Edit Grid*. Atur *Grid ID* dan *Ordinate* sesuai dengan denah struktur yang akan dihitung. Setelah pengaturan *grid* data selesai, tekan OK untuk kembali pada *Building Plan Grid System and Story Data Definition*. Kemudian tekan OK untuk menentukan data – data yang lainnya. Gambar 3.10 menunjukkan pengaturan *grid* bangunan dimaksud.



Gambar 3.12. Pengaturan grid bangunan

- e. Pada *Simple Story Data* isi jumlah lantai ketinggiannya. Pilih *Custom StoryData* untuk mengetahui elevasi lantai.. Tekan OK untuk menutup form.

Area	Height	Elevation	Master Log	Similar To	Splice From	Splice Height
5	5.000	11.00	11.00	N	N	N
4	5.000	11.00	11.00	N	N	N
3	5.000	11.00	11.00	N	N	N
2	5.000	11.00	11.00	N	N	N
1	11.00	11.00	11.00	N	N	N

Reset Selected Rows

Height: 385 Face: Face

Master Story: No Face: Face

Similar To: NONE Face: Face

Splice From: N Face: Face

Splice Height: 0 Face: Face

Joints

Change Joints Joints

OK Cancel

Gambar 3.13. Data nama lantai struktur

- f. Ada dua tampilan *window* pada layar monitor. Satu *window* menunjukkan *plan view* dan *window* yang lain adalah 3D view. Apabila akan menggambar balok, kolom dan plat pada *plan view* akan tampak pada 3D view.

2. Input material

- a. Menentukan material properties, Ganti satuan pada ujung kanan layar ETABS menjadi N.mm. Pilih menu *Define, Material Properties*. Untuk memasukkan data – data dari beton, pilih *CONC, Modify/Show Material*. Memasukkan data – data beton sesuai dengan desain. Untuk *mass per unit volume* dan *weight per unit volume* biasanya *default* sudah selesai. Kemudian isi berat yaitu percepatan gravitasi dikalikan dengan massa dan isi modulus elastisitas. Selanjutnya masukkan nilai f_y dan f_{ys} yang nilai tulangan lentur dan geser yang direncanakan. Kemudian tekan OK dua kali untuk keluar. Gambar 2.13 menunjukkan *input* data material dimaksud.

Gambar 3.14. Input data material

b. Input data dimensi balok dan kolom

1. Dimensi balok

Memasukkan data dimensi balok Caranya pilih menu *Define, Frame Section*. Untuk *input* balok T pada pilihan *Add I/Wide flange* pilih *Add tee* untuk memasukkan ukuran balok T.

Masukkan data ukuran balok T seperti pada Gambar 3.14 pada ETABS. *Outside stem* (t3) sebagai ukuran tinggi balok, *Outside flange* (t2) sebagai ukuran lebar efektif balok, *Flange thickness* (tf) sebagai ukuran tebal plat dan *Stem thickness* (tw) sebagai ukuran lebar balok

Gambar 3.15. Input data balok dan kolom

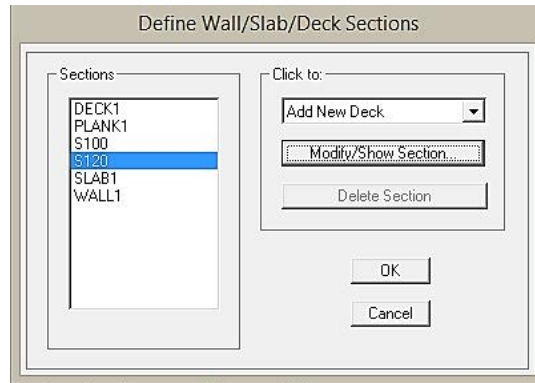
Gambar 3.16. Input data balok T

2. Dimensi kolom untuk *input* data kolom pada pilihan *Add I/Wide flange* pilih *Add rectangular* untuk memasukkan ukuran kolom. Gambar 2.15 menunjukkan *input* data balok dan kolom dimaksud.

Gambar 3.17. Input data kolom

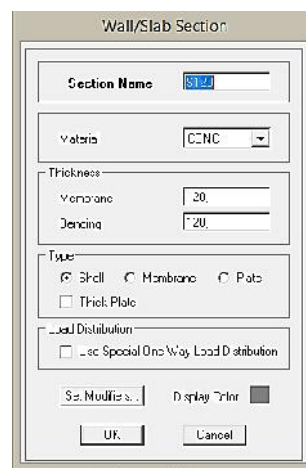
c. *Input data plat*

Untuk memasukkan ukuran plat pada ETABS pilih menu *Define, Wall/Slab/Deck Sections* akan muncul *form* seperti Gambar 2.21



Gambar 3.18. Input data plat

Pilih *Add New Slab* untuk *input* data plat yang baru.



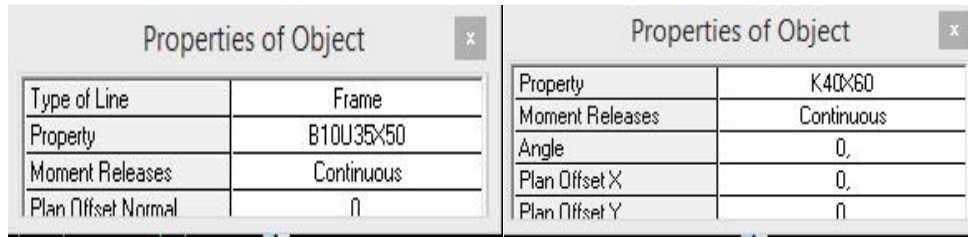
Gambar 3.19. Input property plat

3. Membuat denah balok, kolom dan plat

Setelah semua data material yang dipakai sudah didefinisikan, langkah selanjutnya adalah menggambarkan letak balok, kolom dan pelat sesuai dengan denah yang diberikan pada gambar yang ada.

a. Menggambar Kolom dan balok

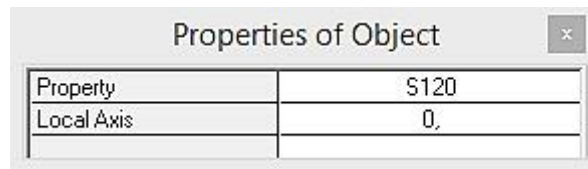
klik *toolbar*  untuk kolom dan  untuk balok yang berada pada layar ETABS. *Properties of Object* akan muncul seperti yang terlihat pada Gambar 3.18, untuk memberi pilihan ukuran *frame*. Pilih ukuran kolom yang akan digambar pada baris *Property*.



Gambar 3.20 Pilihan jenis properti balok dan kolom

b. Menggambar Plat

Menggunakan *toolbar*  *bar* ini lebih mudah lagi penggunaannya daripada *toolbar* yang pertama dan kedua. Cara pemakaiannya tinggal klik satu kali pada tengah lokasi plat yang akan digambar dan bisa langsung pindah ke lokasi plat yang lain.



Gambar 3.21 Pilihan jenis properti plat

c. Menentukan jenis perletakan / *restraint*

Pilih menu *Assign, Joint / Point, Restraint / Support* jenis *support* jepit. Klik OK untuk keluar. Gambar 3.20 akan menunjukkan jenis *support* yang akan digunakan adalah jepit. Setelah jenis *support* jepit dipilih akan menunjukkan bahwa struktur akan menahan rotasi dan translasi pada semua arah X, Y dan Z.



Gambar 3.22 Menentukan jenis perletakan

4. Input beban mati dan beban hidup

Pilih menu *Assign, Shell / Area Loads, Uniform*. Pilih *Load CaseName, Dead*, satuan diganti dengan kg.m. Isi uniform load dengan 120 (besar beban mati tambahan (DL) = 120 kg/m²). Pilih arah beban sesuai gaya gravitasi (ke bawah). Klik OK untuk keluar

Trapezoidal Load	
	1 2 3 4
Distance	[0, 0.25, 0.75, 1]
Load	[0, 826, 826, 0]

Gambar 3.23 Menentukan beban balok

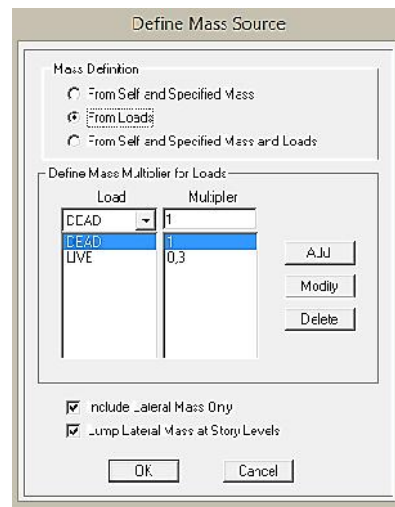
Untuk memasukkan beban hidup, pilih Live pada Load Case Name. Lakukan langkah yang sama untuk memasukkan beban hidup (250 kg/m²). Gambar 2.27 menunjukkan pop up untuk menentukan beban plat lantai dimaksud.

Gambar 3.24 Menentukan beban hidup pada plat

5. Reduksi beban hidup

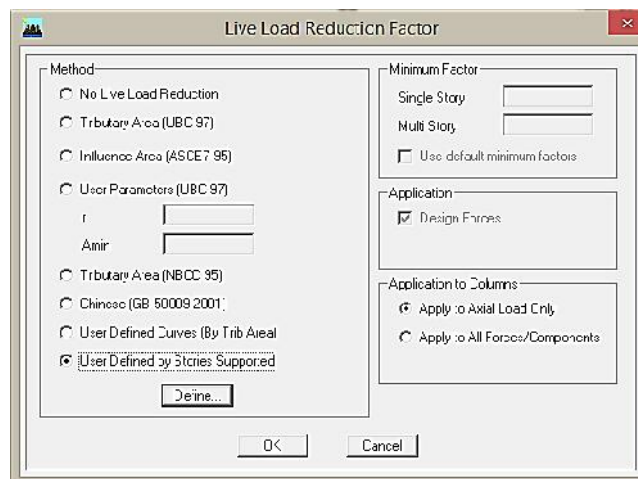
Pilih menu *Define, Mass Source*. Pada bagian *mass definition* pilih *from loads*. Pada bagian di bawah pilih beban *dead* dan isi nilai *multiplier* 1.

Sedangkan untuk beban *live* 0,3. Klik OK untuk keluar. Gambar 2.28 menunjukkan input faktor reduksi beban hidup untuk gempa.



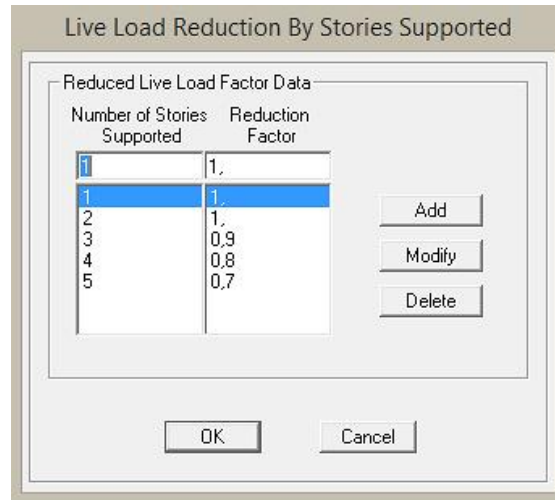
Gambar 3.25 Input faktor reduksi beban hidup untuk gempa

Untuk menentukan faktor reduksi beban hidup kumulatif, klik menu *Options, preferences, live load reduction*. Pada *form live load reduction factor* seperti pada Gambar 2.29, pilih *user defined by stories supported*. Klik *define* di bawahnya.



Gambar 3.26 Input faktor reduksi beban hidup untuk kolom

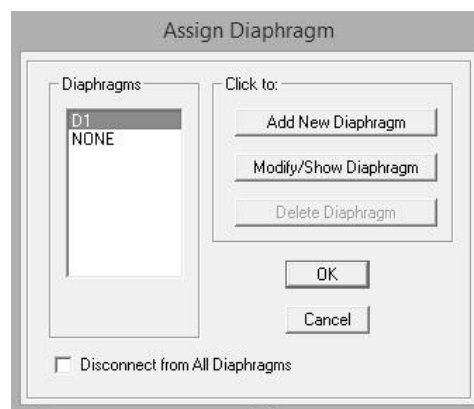
Masukkan koefisien reduksi dan jumlah lantai sesuai tabel 3.4 SNI 03-2847-2002. Klik OK untuk menutup. Gambar 2.31 menunjukkan *input* faktor reduksi beban hidup kumulatif.



Gambar 3.27 Input faktor reduksi beban hidup kumulatif

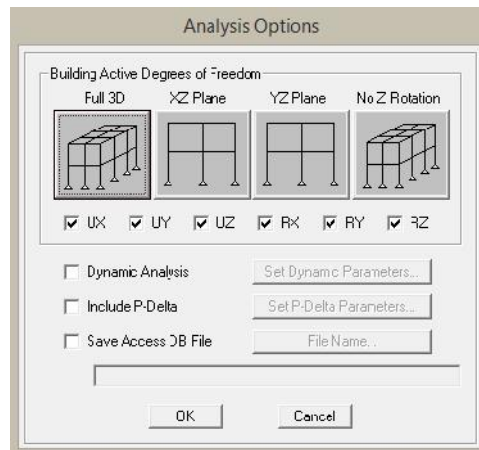
6. Berat bangunan

Pilih semua plat, pilih menu *assign, shell/area, rigid diaphragm*. Pilih D1 dan klik OK.



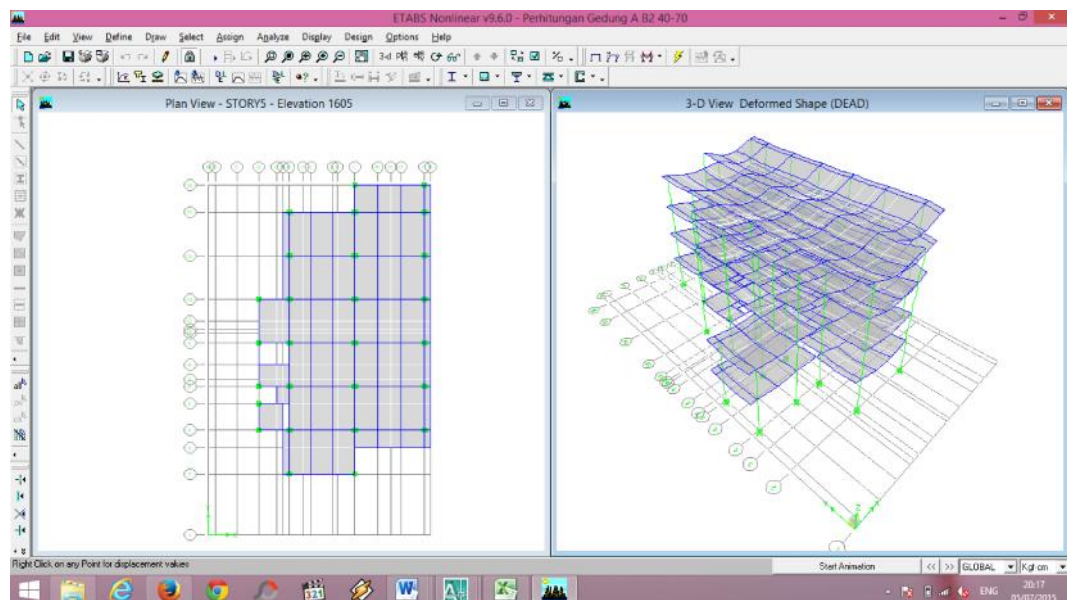
Gambar 3.28 Menentukan diafragma lantai

Selanjutnya jalankan ETABS, pilih menu *analyze, set analysis options*. Maka akan muncul *pop up* seperti pada Gambar 3.27. Klik gambar di bawah tulisan *full 3D*. Kosongkan semua pilihan *dynamic analysis, include P-delta, save access DB file*. Klik OK. Gambar 2.34 menunjukkan pilihan untuk analisa program dimaksud.



Gambar 3.29 Pilihan untuk analisa program

Pilih lagi menu *analyze, run analysis*



Gambar 3.30 Hasil akhir struktur pada Etabs.

7. Hasil perhitungan gaya gaya dalam

Pada output gaya gaya dalam pada balok B2 yang berdimensi paling besar dengan bentang paling panjang akan ditampilkan dalam *pop up* envelope sebagai berikut :

a. Momen dan geser daerah Lapangan balok B2

ACI 318-05/IBC 2003 BEAM SECTION DESIGN				Type:Sway Special	Units: Kgf-m (Envelope)		
Level :	STORY4	L=2,660					
Element :	B280	D=0,700		B=0,450	bf=0,450		
Section ID :	BG140X60	ds=0,000		dct=0,050	dcb=0,050		
		E=2,396E+09		fc=2549290,481	Lt.Wt. Fac.=1,000		
		fy=40788647,7		fys=24473188,6			
Phi(Bending):	0,900						
Phi(Shear):	0,750						
Phi(Seis Shear):	0,600						
Phi(Torsion):	0,750						
Flexural Reinforcement for Major Axis Moment							
----- End-I -----		----- Middle -----		----- End-J -----			
Rebar Area	Rebar %	Rebar Area	Rebar %	Rebar Area	Rebar %		
0,001	0,345	5,622E-04	0,178	3,531E-04	0,112	Top (+2 Axis)	
7,124E-04	0,226	3,531E-04	0,112	8,023E-04	0,255	Bot (-2 Axis)	
Design Mu	Station Loc	Design Mu	Station Loc	Design Mu	Station Loc		
-25058,552	0,325	-9923,975	1,259	-6264,638	2,193	Top (+2 Axis)	
12529,276	0,325	6264,638	1,726	14080,733	2,660	Bot (-2 Axis)	
Shear Reinforcement for Major Shear (V2)							
----- End-I -----		----- Middle -----		----- End-J -----			
Rebar Av/s		Rebar Av/s		Rebar Av/s			
9,452E-04		9,019E-04		8,151E-04			
Design Vu	Station Loc	Design Vu	Station Loc	Design Vu	Station Loc		
110,591	0,000	105,517	0,488	95,369	1,465		
Controlling Combo		Controlling Combo		Controlling Combo			
DCON16		DCON16		DCON16			

b. Momen dan geser daerah tumpuan balok B2

ACI 318-05/IBC 2003 BEAM SECTION DESIGN				Type:Sway Special	Units: Kgf-m (Envelope)		
Level :	STORY4	L=2,660					
Element :	B255	D=0,700		B=0,450	bf=0,450		
Section ID :	BG140X60	ds=0,000		dct=0,050	dcb=0,050		
		E=2,396E+09		fc=2549290,481	Lt.Wt. Fac.=1,000		
		fy=40788647,7		fys=24473188,6			
Phi(Bending):	0,900						
Phi(Shear):	0,750						
Phi(Seis Shear):	0,600						
Phi(Torsion):	0,750						
Flexural Reinforcement for Major Axis Moment							
----- End-I -----		----- Middle -----		----- End-J -----			
Rebar Area	Rebar %	Rebar Area	Rebar %	Rebar Area	Rebar %		
0,001	0,383	6,846E-04	0,217	3,902E-04	0,124	Top (+2 Axis)	
7,881E-04	0,250	3,902E-04	0,124	8,526E-04	0,271	Bot (-2 Axis)	
Design Mu	Station Loc	Design Mu	Station Loc	Design Mu	Station Loc		
-27670,649	0,325	-12048,865	1,259	-6917,662	2,193	Top (+2 Axis)	
13835,324	0,325	6917,662	1,726	14943,680	2,660	Bot (-2 Axis)	
Shear Reinforcement for Major Shear (V2)							
----- End-I -----		----- Middle -----		----- End-J -----			
Rebar Av/s		Rebar Av/s		Rebar Av/s			
7,190E-04		6,464E-04		6,850E-04			
Design Vu	Station Loc	Design Vu	Station Loc	Design Vu	Station Loc		
84,121	0,000	69,282	1,500	80,140	2,500		
Controlling Combo		Controlling Combo		Controlling Combo			
DCON16		DCON18		DCON10			

c. Pu pada kolom 40/60

ACI 318-05/IBC 2003 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: KN-m (Summary)						
Level	:	STORY2		L=4,500		
Element	:	C20		B=0,500	D=0,650	dc=0,050
Section ID	:	K40X60		E=23500000,00	fc=25000,000	Lt.Wt. Fac.=1,000
Combo ID	:	DCON18		fy=400000,000	fys=240000,000	
Station Loc	:	3,800		RLLF=0,400		
Phi(Compression-Spiral): 0,700 Overstrength Factor: 1,25						
Phi(Compression-Tied): 0,650						
Phi(Tension Controlled): 0,900						
Phi(Shear): 0,750						
Phi(Seismic Shear): 0,600						
Phi(Joint Shear): 0,850						
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN FOR PU, M2, M3						
	Rebar	Design	Design	Design	Minimum	Minimum
	Area	Pu	M2	M3	M2	M3
	0,003	737,662	0,706	-25,626	22,307	25,626

d. Pu pada kolom 40/40

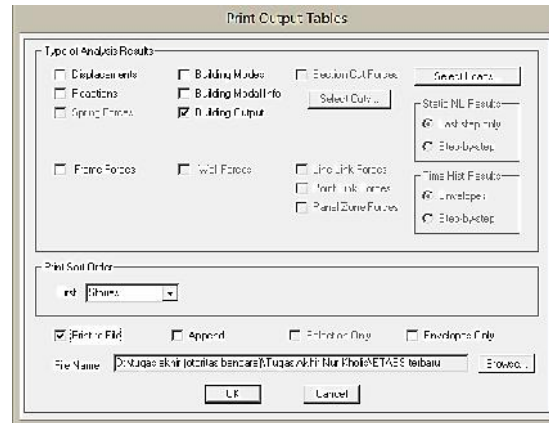
ACI 318-05/IBC 2003 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: KN-m (Summary)						
Level	:	STORY4		L=3,850		
Element	:	C18		B=0,500	D=0,650	dc=0,050
Section ID	:	K40X60		E=23500000,00	fc=25000,000	Lt.Wt. Fac.=1,000
Combo ID	:	DCON18		fy=400000,000	fys=240000,000	
Station Loc	:	3,150		RLLF=0,681		
Phi(Compression-Spiral): 0,700 Overstrength Factor: 1,25						
Phi(Compression-Tied): 0,650						
Phi(Tension Controlled): 0,900						
Phi(Shear): 0,750						
Phi(Seismic Shear): 0,600						
Phi(Joint Shear): 0,850						
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN FOR PU, M2, M3						
	Rebar	Design	Design	Design	Minimum	Minimum
	Area	Pu	M2	M3	M2	M3
	0,003	273,509	-2,253	19,194	8,271	9,502

Tabel 3.1 Rekapitulasi Gaya gaya dalam terbesar balok keseluruhan

Nama Balok	Penampang		Mu (Kgm)	Vu (kN)	Mu (Kgm)	Vu (kN)
	b	h	Tumpuan	Tumpuan	Lapangan	Lapangan
B1	300	500	20680	86,54	17996	45,77
B2	400	700	27671	105,00	23685	69,80
B3	300	500	21652	80,31	12990	43,21
B4	300	500	21040	73,55	16800	46,01
B5	300	500	19983	71,99	17889	44,43
B10	350	500	20080	72,33	19905	45,55
B11	200	500	17890	46,67	16223	27,78
B12	200	500	16080	45,66	15098	26,66
B13	200	500	18950	47,57	18004	28,22
B14	200	300	8510	31,55	7850	16,07
B15	200	300	5240	24,11	4905	10,45
B16	200	300	16770	45,98	15992	26,99

8. Perhitungan berat bangunan

Untuk dapat melihat berat total bangunan. Langkah selanjutnya adalah mengubah unit satuan menjadi kg.m. Pilih menu *file, print tables, analysis output*.



Gambar 3.31 Pilihan output untuk mendapatkan berat bangunan

Pada output Centres of Cumulative Mass and Centres of Rigidity, bagian kolom MASS terdapat nilai massa bangunan. Untuk mencari berat, adalah dengan mengalikan massa lantai dengan satu gravitasi yaitu 9.81 m/det^2

ETABS v9.6.0 File:FIX TAHAP 1 (A) Units:Kgf-m July 30, 2015 PAGE 1

CENTERS OF CUMULATIVE MASS& CENTERS OF RIGIDITY

STORY DIAPHRAGM /-----CENTER OF MASS-----//--CENTER OF RIGIDITY--/
LEVEL NAME MASS ORDINATE-X ORDINATE-Y ORDINATE-X ORDINATE-Y

STORY5	D1	4,758E+04	16.477	23.209	16.715	22.375
STORY4	D1	9,837E+04	16.488	23.259	17.205	22.075
STORY3	D1	1,664E+05	17.615	22.711	18.174	21.717
STORY2	D1	2,399E+05	18.049	22.465	18.455	21.931

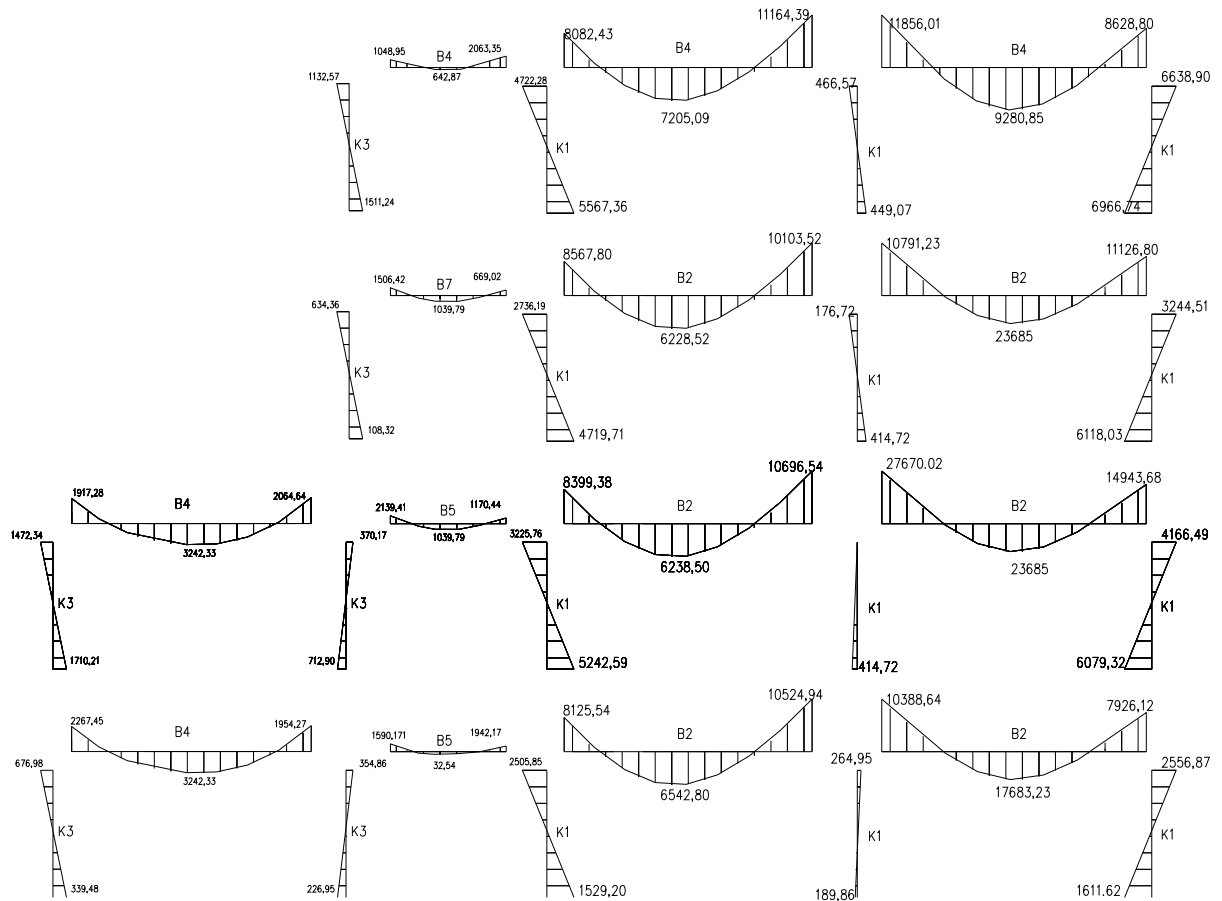
Tabel 3.2. Berat bangunan per lantai

Lantai	Zi (m)	Massa (Kg)	selisih	g (Gravitasi)	Berat (Kg)
Lantai 4	16,05	47580	47.580	9,81	466.760
Lantai 3	12,2	98370	50.790	9,81	498.250
Lantai 2	8,35	164400	66.030	9,81	647.754
Lantai 1	4,5	239900	75.500	9,81	740.655
Total Berat Bangunan					2.353.419

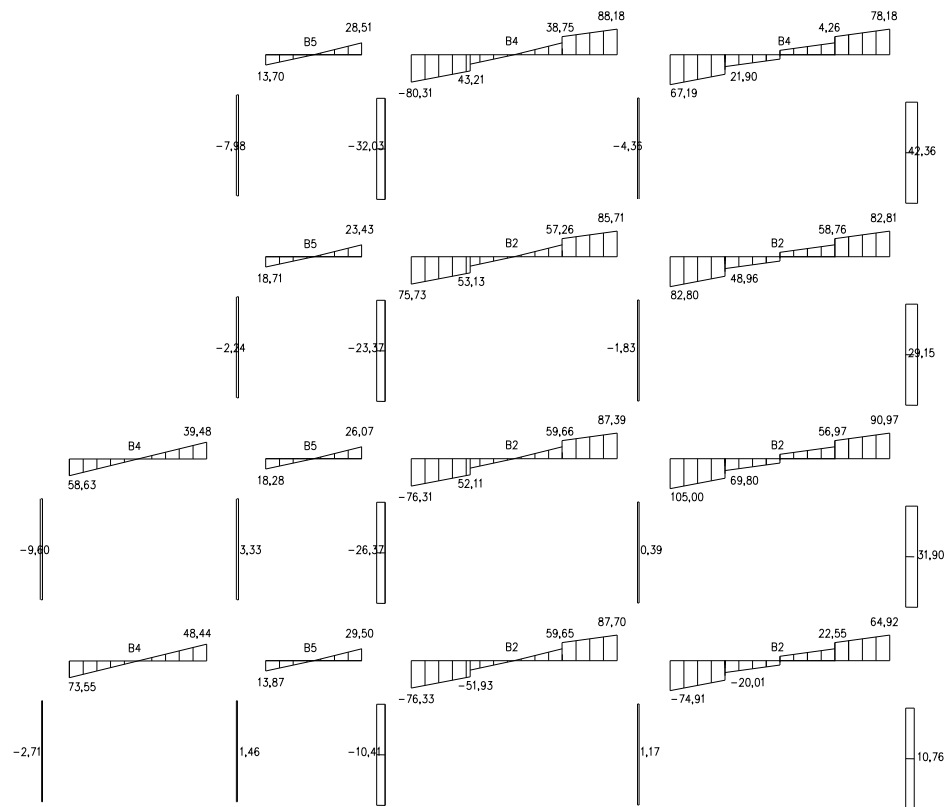
3.5.2 Free Body Gaya gaya dalam

Dari hasil perhitungan ETABS v.9.6.0 diperoleh gaya gaya dalam pada setiap elemen strutur yang disajikan dalam bentuk free body sebagai berikut ini :

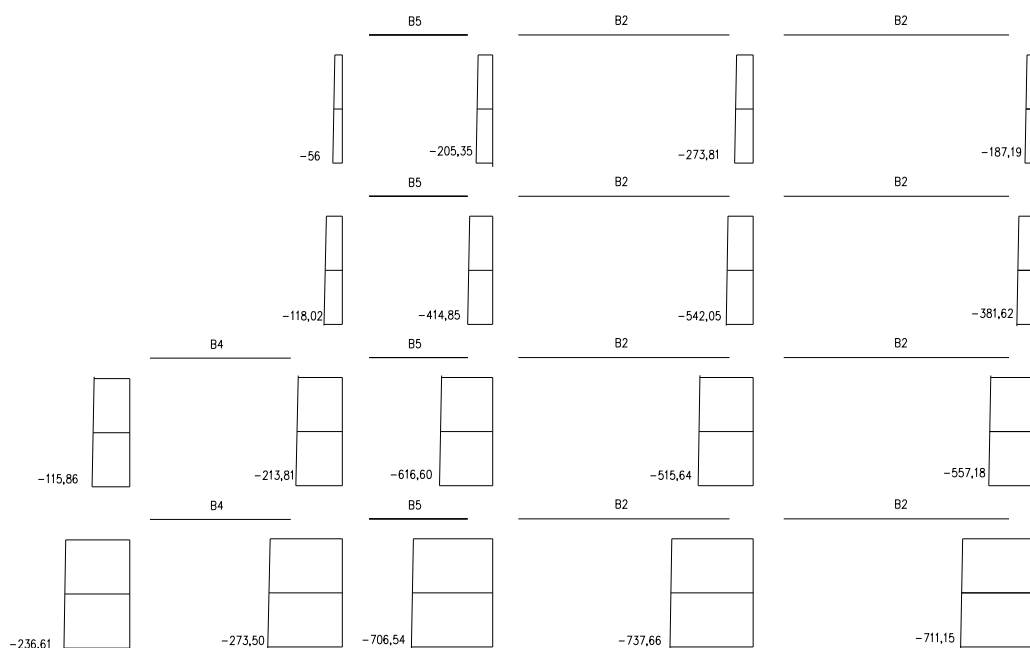
a. Momen 3-3 Diagram portal X



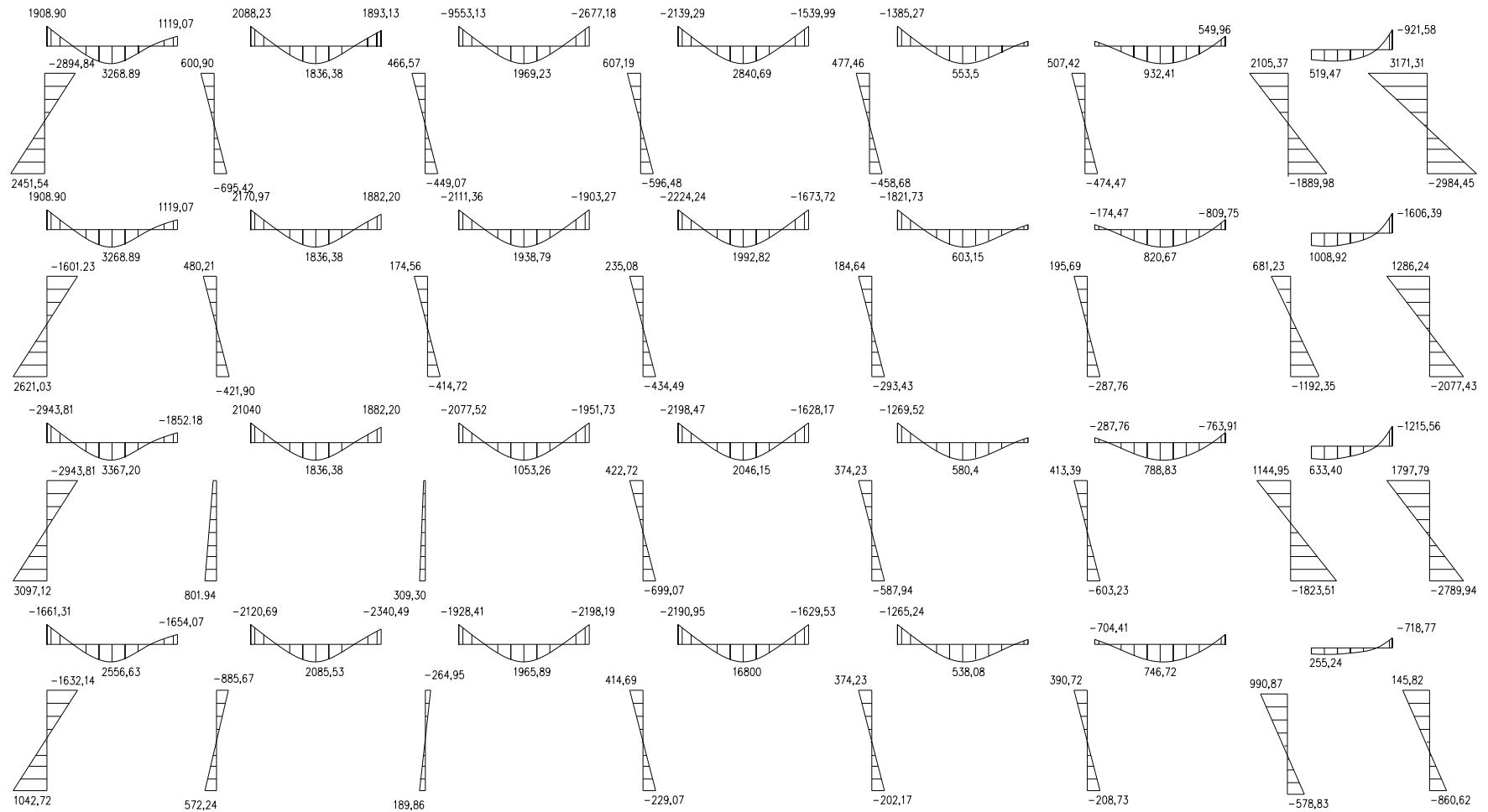
b. Shear Force 2-2 Diagram portal X



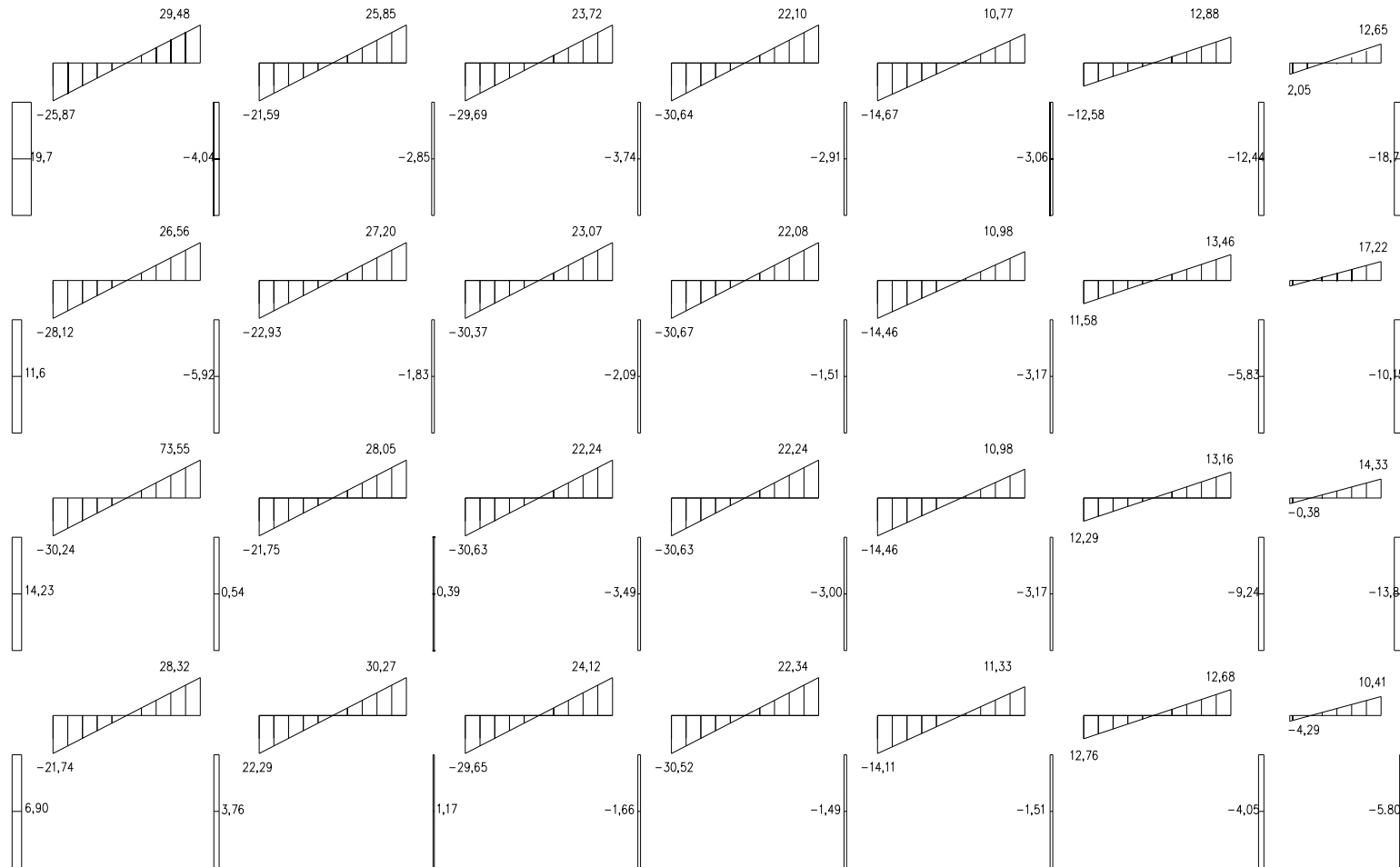
c. Axial Force Diagram portal X



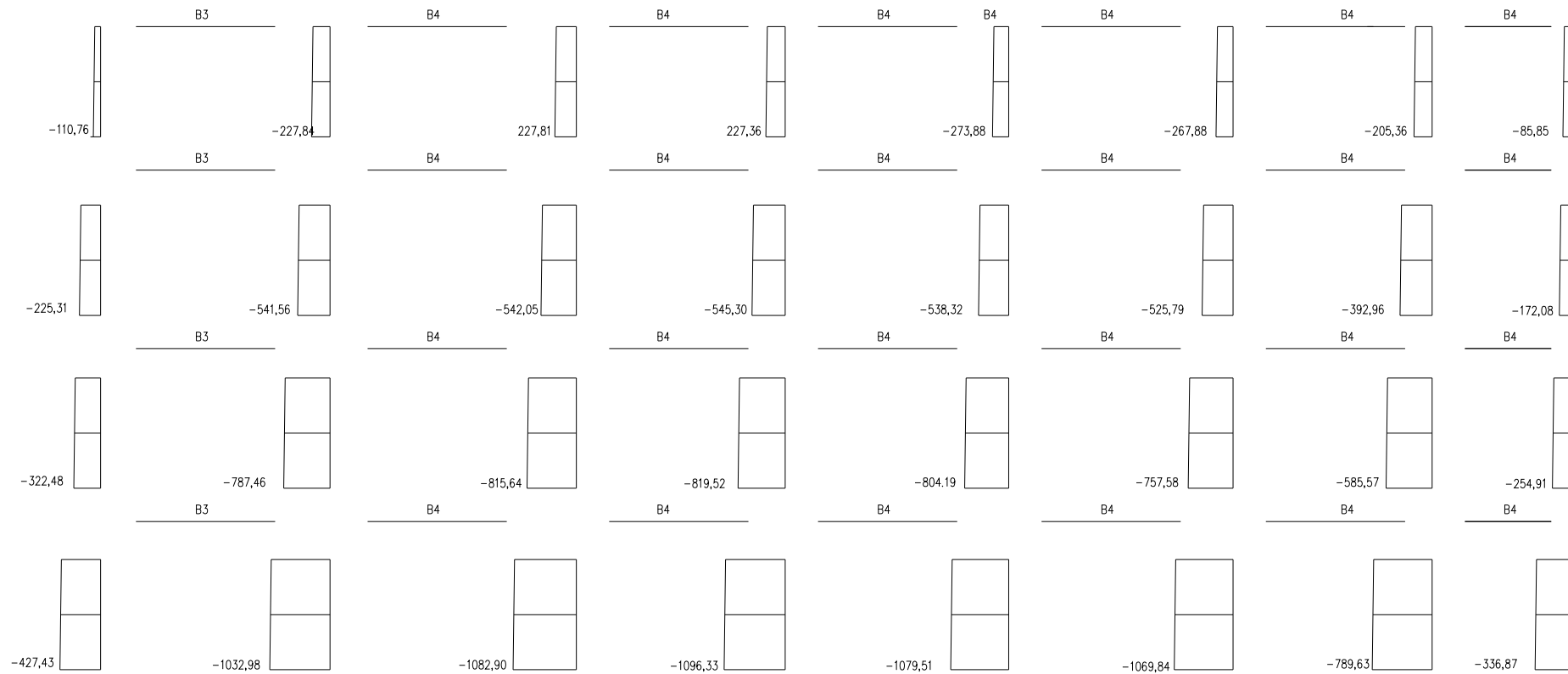
d. Momen 3-3 Diagram portal Y



e. Shear Force 2-2 Diagram portal Y



f. Axial Force Diagram portal Y



3.10 Metode Pelaksanaan Struktur Atas

Struktur atas (*upper structure*) adalah bagian dari struktur yang berfungsi menerima beban mati, beban hidup, berat sendiri struktur dan beban-beban lainnya yang direncanakan. Selain itu struktur bangunan atas harus mampu mewujudkan perencanaan arsitektur sekaligus harus mampu menjamin segi keamanan dan kenyamanan serta ekonomis.

Pekerjaan struktur atas melibatkan beberapa kegiatan antara lain adalah pengukuran, pekerjaan penulangan, bekisting, pengecoran, pembongkaran bekisting, dan perawatan beton.

3.10.1 Pekerjaan Kolom

Kolom adalah bagian konstruksi gedung yang memikul semua beban di atasnya seperti atap, balok, plat, beban angin, beban hidup, beban mati, dan beban gempa. Kolom dalam bangunan gedung bertingkat sangat penting untuk diperhatikan, terutama kolom pada lantai dasar, baik dari segi perencanaan maupun dari segi pelaksanaan. Perencanaan kolom harus betul-betul diperhitungkan secara matang, sebab apabila terjadi kesalahan, maka akan terjadi keruntuhan bangunan. Pelaksanaan pekerjaan kolom tersebut hasilnya harus betul-betul sesuai dengan perencanaan. Pekerjaan kolom melibatkan beberapa kegiatan sebagai berikut :

1. Penentuan As kolom
2. Penulangan kolom
3. Pembuatan bekisting kolom
4. Pemasangan bekisting kolom
5. Pengecoran
6. Pembongkaran bekisting kolom
7. Perawatan beton

1. Penentuan As Kolom

Titik–titik as kolom diperoleh dari hasil pekerjaan pengukuran dan pematokan, yaitu marking berupa titik – titik atau garis yang digunakan sebagai dasar penentuan letak kolom. Cara penentuan as-as kolom adalah dengan menggunakan alat *Theodolith*, yaitu dengan menentukan letak as awal atau yang disebut *Benchmark* (BM) yang didapat dari pengukuran terhadap acuan BM yang telah ada. Dari BM turunan tersebut dibuat as-as yang lain dengan mengikuti jarak yang telah disyaratkan dalam perencanaan awal. Letak as-as ini harus selalu dikontrol karena bukan tidak mungkin karena satu dan lain hal, as-as tersebut berubah dari yang telah dibuat.

Cara penentuan posisi as menggunakan Theodolith adalah :

Tentukan kolom-kolom yang akan menjadi acuan pembuatan as kolom

- 1) Theodolit diletakkan segaris dengan posisi as-as kolom yang telah terkonstruksi dan dibuat garis yang mewakili as-as kolom tersebut (garis 1)
- 2) Kemudian theodolit digeser ke arah tegak lurus menurut letak kolom yang telah dijadikan acuan kolom segaris (garis 2)
- 3) Garis 1 dan garis 2 bila disatukan akan membentuk perpotongan garis tegak lurus yang melewati as kolom yang akan dibuat
- 4) Titik perpotongan tersebut kemudian dijadikan acuan as kolom dan sudah bisa dipakai untuk mendimensi kolom. Untuk ukuran kolom 40 x 60, maka dari as kolom diukur 30 cm ke atas, kanan, bawah, dan kiri.



Gambar 3.61 Pengontrolan As Kolom

2. Penulangan Kolom

Pada kolom, penulangan dilakukan sebelum pemasangan bekisting. Hal ini berkaitan dengan kemudahan metode pelaksanaan. Penulangan pada kolom terdiri dari dua tulangan yaitu tulangan pokok dan sengkang. Tulangan pokok berfungsi menahan kombinasi beban aksial dan momen lentur, sedangkan sengkang berfungsi untuk menahan gaya geser yang mengakibatkan tekuk. Pada proyek ini untuk tulangan utama, diameter yang dipakai adalah D19, sedang untuk tulangan sengkang menggunakan $\varnothing 10$. Tinggi tulangan yang dipasang rata-rata mencapai ketinggian 2-4 meter.

Dalam penulangan kolom perlu diperhatikan hal-hal antara lain:

- a) Tipe besi yang digunakan
- b) Jumlah besi pada kolom
- c) Jarak antar beugel

Tahap-tahap penulangan kolom :

Bahan terdiri dari:

- Besi tulangan sesuai gambar *shop drawing / for construction*)
- Kawat bendrat

Tenaga kerja:

- Tukang besi terampil yang mengerti lingkup pekerjaan penulangan.
- Mandor dan pelaksana yang dapat membaca *shop drawing/for construction* dengan baik.

Alat berupa:

- Kunci besi → alat yang digunakan untuk pembengkokkan besi tulangan.
- Bar cutter → alat yang digunakan untuk pemotongan besi tulangan.
- Tang besi

Metode kerja kolom beton bertulang:

- 1) Besi tulangan berbagai diameter dipotong sesuai dengan ukuran dalam gambar kerja dengan *bar cutter* sedangkan pembengkokan tulangan dilakukan dengan menggunakan *Kunci besi*.
- 2) Pemotongan tulangan utama dilakukan sepanjang tinggi kolom pada lantai ditambah dengan panjang penyaluran tulangan untuk pekerjaan penyambungan tulangan, yaitu sebesar 40 D (dimana D adalah diameter tulangan ulir).
- 3) Panjang pembengkokan tulangan sengkang dilakukan sesuai dengan ketentuan
- 4) Tulangan kolom langsung dirakit pada posisinya, yang terlebih dahulu dibuat adalah sisi-sisi dari kolom dan langsung di ikat dengan begel agar mempermudah pengerjaan.
- 5) Pemasangan tulangan kolom dilakukan dengan cara mengikatkan kawat bendrat pada tulangan utama dengan stek penyaluran yang telah terpasang pada kolom lantai sebelumnya. Syarat penjangkaran $\frac{1}{4}$ H. Perhatikan sambungan pada penulangan kolom.
- 6) Setelah tulangan kolom terpasang maka pada tulangan kolom tersebut diberi penyangga sementara berupa besi tulangan agar posisinya tetap tegak.

Proses pabrikasi, perakitan dan penyambungan Tulangan Kolom dapat dilihat pada Gambar sebagai berikut :



Gambar 3.62 Perakitan tulangan kolom

3. Pembuatan *Bekisting* Kolom

Bekisting merupakan alat yang penting dalam membentuk dan menempatkan beton pada posisi yang diinginkan. *Bekisting* tersebut juga merupakan struktur sementara yang mendukung berat sendirinya, beton segar, dan beban hidup konstruksi selama masa pelaksanaan yang meliputi bahan, peralatan, pekerja.

Bekisting yang digunakan adalah *bekistingplywood film* 18 mm. Pada bagian dalam dari *bekisting* diolesi minyak agar mudah saat dilepas, sedangkan pada bagian luar dilengkapi dengan panel-panel dan pengaku. Panel *bekisting* kolom diukur sesuai dengan jenis kolom, dimensi kolom.

4. Pemasangan *Bekisting* Kolom

Pada prinsipnya pekerjaan pemasangan *bekisting* pada tiap-tiap kolom adalah sama. Untuk menjaga posisi *bekisting* kolom tetap tegak maka selama pengerjaan pengecoran, *bekisting* kolom diberi pengaku. Untuk mempermudah pemasangan, maka diberi bantuan *marking* garis. Hal-hal yang diperhatikan sebelum mengadakan pemasangan cetakan / *bekisting* adalah :

- a) Mengolesi permukaan *bekisting* sebelah dalam dengan oli agar dapat memudahkan dalam penglepasan.
- b) Diberi beton *decking* untuk menjaga jarak antara sisi *bekisting* dengan baja tulangan sehingga terbentuk ruang untuk selimut beton.

Langkah-langkah pemasangan *bekisting* adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan pengecekan as kolom sesuai *shop drawing*.
- b. Pemindahan panel *bekisting* ke lokasi yang telah disiapkan,
- c. Pemasangan panel *bekisting* kolom, sebelumnya dilakukan pembersihan panel dan pemberian minyak *bekisting*.
- d. Setelah kolom berdiri, dilakukan pemasangan unting-unting di kedua sisi kolom, untuk menjaga sudut tetap tegak lurus terhadap lantai.
- e. Cek posisi vertikal *bekisting* terhadap as kolom, agar sewaktu pengecoran tidak terjadi pergeseran.

- f. Pemberian bahan perekat dibawah dasar kolom untuk melekatkan campuran beton dengan plat dibawahnya
- g. Maka, bekisting kolom sudah siap untuk dilakukan pengecoran.



Gambar 3.63 pemasangan bekisting kolom

5. Pengecoran Kolom

Setelah *bekisting* selesai dipasang, maka diadakan pengecekan posisi kolom oleh surveyor. Hal ini untuk menjaga kelurusan bangunan dan ketepatan pemasangan kolom. Sebelum melakukan pengecoran, persiapan yang dilakukan antara lain:

- a. Tenaga kerja disiapkan.
- b. Koordinasi dengan perusahaan beton dilakukan minimal sehari sebelumnya, sehingga pada saat pengiriman beton *ready mix* tidak terlambat untuk pengecoran kolom.
- c. Peralatan disiapkan seperti, *vibrator* dan sebagainya.
- d. Jika pengecoran diperkirakan dilakukan sampai malam hari, penerangan harus sudah siap sebelumnya.

Langkah-langkah pengecoran yaitu:

- a. *Readymix* dari truk *mixer* ditumpahkan ke kolom dengan bantuan *concretepump*.
- b. Di lokasi pengecoran posisi lengan *concretepump* diatur sedemikian rupa sehingga tepat di atas kolom dan selang tersebut dimasukkan ke bekisting.
- c. Pengecoran dilakukan secara bertahap/perlayer.
- d. Lakukan pemadatan adonan beton dengan menggunakan *vibrator*.

6. Pembongkaran *Bekisting* Kolom

Pembongkaran *bekisting* kolom dilakukan sehari setelah pengecoran. Kondisi paling ekstrim adalah 6 jam setelah pengecoran. Diasumsikan bahwa beton telah mengeras dan semen telah mencapai waktu ikat awal. Pembongkaran *bekisting* harus mendapat ijin terlebih dahulu dari pengawas proyek dan pada saat proses pelepasan dilakukan dengan hati – hati untuk menghindari kolom dari kerusakan. *Bekisting* yang telah dilepas tersebut diangkat dengan bantuan *tower crane* dan dibersihkan bagian permukaan dalamnya serta diolesi pelumas untuk kemudian dipasang pada kolom berikutnya.

7. Perawatan Beton Kolom

Pada masa pengikatan awal yaitu saat beton mulai mengeras, harus dilakukan perawatan (*curing*), yaitu dengan pemberian air pada permukaan beton. Perawatan beton dilakukan setelah hasil pengecoran tersebut permukaannya telah mengering, atau setelah *bekisting* di lepaskan. Perawatan beton dilakukan untuk menghindari :Kehilangan zat cair yang banyak pada proses awal pengerasan beton yang akan mempengaruhi proses pengikatan awal.Penguapan air dari beton pada saat pengerasan beton pada hari pertama.Perbedaan temperatur dalam beton, yang akan mengakibatkan retak-retak pada beton.

3.9.1 Pekerjaan Balok dan plat lantai

Pekerjaan balok dilaksanakan setelah pekerjaan kolom telah selesai dikerjakan. Pada proyek *perkantoran* ini sistem balok yang dipakai adalah konvensional. Balok yang digunakan memiliki tipe yang berbeda-beda. Balok terdiri dari 11 macam.

Semua pekerjaan balok dan pelat dilakukan langsung di lokasi yang direncanakan, mulai dari pembesian, pemasangan *bekisting*, pengecoran sampai perawatan.

1. Tahap Persiapan

a) Pekerjaan Pengukuran

Pengukuran ini bertujuan untuk mengatur/ memastikan kerataan ketinggian balok dan pelat. Pada pekerjaan ini digunakan pesawat ukur *theodolithe*.

b) Pembuatan Bekisting

Pekerjaan bekisting balok dan pelat merupakan satu kesatuan pekerjaan, kerana dilaksanakan secara bersamaan. Pembuatan panel bekisting balok harus sesuai dengan gambar kerja. Dalam pemotongan plywood harus cermat dan teliti sehingga hasil akhirnya sesuai dengan luasan pelat atau balok yang akan dibuat. Pekerjaan balok dilakukan langsung di lokasi dengan mempersiapkan material utama antara lain: kaso 5/7, balok kayu 6/12, papan plywood.

c) Pabrikasi besi

Untuk balok, pemotongan dan pembengkokan besi dilakukan sesuai kebutuhan dengan bar cutter dan bar bending. Pembesian balok ada dilakukan dengan sistem pabrikasi di los besi dan ada yang dirakit diatas bekisting yang sudah jadi. Sedangkan pembesian plat dilakukan dilakukan di atas bekisting yang sudah jadi.

2. Tahap Pekerjaan Balok dan Pelat

Pengerjaan balok dan pelat dilakukan secara bersamaan pada dasar.

a) Pembekistingan balok

Tahap pembekistingan balok adalah sebagai berikut :

1. *Scaffolding* dipasang dengan posisi melintang dari balok. Ujung *scaffolding* dipasang kayu dengan ukuran 8/12 untuk penyangga bekisting balok dan plat.
2. Rangka dari bekisting plat dan balok dipakai kayu 5/7 yang dipasang melintang terhadap balok 8/12 dan diikat dengan paku.
3. Sebagai penutup dari kayu tersebut maka digunakan *multipleks* yang telah diolesi oli.

4. Untuk bekisting plat lantai, pada setiap sambungan *multipleks* harus ditunjang oleh kayu 5/7 sehingga tidak bocor.

b) Pembekistingan pelat

Tahap pembekistingan pelat adalah sebagai berikut :

1. *Scaffolding* disusun berjajar bersamaan dengan *scaffolding* untuk balok. Karena posisi pelat lebih tinggi daripada balok maka *Scaffolding* untuk pelat lebih tinggi daripada balok dan diperlukan *main frame* tambahan dengan menggunakan *Joint pin*.
2. Pada *U-head* dipasang balok kayu (girder) 6/12 sejajar dengan arah *cross brace* dan diatas girder dipasang suri-suri dengan arah melintangnya.
3. Kemudian dipasang *plywood* sebagai alas pelat. Pasang juga dinding untuk tepi pada pelat dan dijepit menggunakan siku..Plywood dipasang serapat mungkin, sehingga tidak terdapat rongga yang dapat menyebabkan kebocoran pada saat pengecoran
4. Semua bekisting rapat terpasang, sebaiknya diolesi dengan solar sebagai pelumas agar beton tidak menempel pada bekisting, sehingga dapat mempermudah dalam pekerjaan pembongkaran dan bekisting masih dalam kondisi layak pakai untuk pekerjaan berikutnya.



Gambar 3.64 Pemasangan bekisting balok dan plat

c) Pengecekan

Setelah pemasangan bekisting balok dan pelat dianggap selesai selanjutnya pengecekan tinggi level pada bekisting balok dan pelat dengan waterpass, jika sudah selesai maka bekisting untuk balok dan pelat sudah siap.

d) Pembesian balok

Tahap pembesian balok adalah sebagai berikut :

1. Untuk Pembesian balok pada awalnya dilakukan pabrikan di los besi kemudian diangkat menggunakan tower crane ke lokasi yang akan dipasang.
2. Besi tulangan balok yang sudah diangkat lalu diletakkan diatas bekisting balok dan ujung besi balok dimasukkan ke kolom.
3. Pasang beton *decking* untuk jarak selimut beton pada alas dan samping balok lalu diikat.

Untuk pembesian balok dilakukan 3 kali perubahan dalam metode pemasangannya. Perubahan yang pertama yaitu semua besi tulangan dipabrikan seluruh bagian sampai balok jadi utuh, namun ada kendala pada saat pertemuan pembesian kolom sehingga dilakukan perubahan yang kedua yaitu dengan pembesian pabrikan sebagian, tulangan memanjang dan sengkang dipisah namun ada kendala pada saat pembersihannya dan perubahan yang terakhir semua bagian pembesian dilakukan ditempat yang akan dicor tidak dipabrikasikan lagi dan sampai kini metode ini yang paling baik untuk digunakan.

e) Pembesian pelat

Setelah tulangan balok terpasang. Selanjutnya adalah tahap pembesian pelat, antara lain :

- 1) Pembesian pelat dilakukan langsung di atas bekisting pelat yang sudah siap. Besi tulangan diangkat menggunakan *tower crane* dan dipasang diatas bekisting pelat.

- 2) Rakit pembesian dengan tulangan bawah terlebih dahulu. Kemudian pasang tulanganukuran tulangan D10-200.
- 3) selanjutnya secara menyilang dan diikat menggunakan kawat ikat.
- 4) Letakkan beton deking antara tulangan bawah pelat dan bekisting alas pelat. Pasang juga tulangan kaki ayam antara untuk tulangan atas dan bawah pelat.



Gambar 3.65 Pembesian balok dan plat lantai

f) Pengecekan

Setelah pembesian balok dan pelat dianggap selesai, lalu diadakan checklist/ pemeriksaan untuk tulangan. Adapun yang diperiksa untuk pembesian balok adalah diameter dan jumlah tulangan utama, diameter, jarak, dan jumlah sengkang, ikatan kawat, dan beton *decking*. Untuk pembesian pelat lantai yang diperiksa adalah, penyaluran pembesian pelat terhadap balok, jumlah dan jarak tulangan ekstra, perkuatan (*sparing*) pada lubang-lubang di pelat lantai, beton *decking*, dan kebersihannya.

3. Tahap Pengecoran Pelat dan Balok

a) Administrasi pengecoran

1. Setelah bekisting dan pembesian siap *engineer* mengecek ke lokasi atau zona yang akan dicor
2. Setelah semua OK, *engineer* membuat izin cor dan mengajukan surat izin ke konsultan pengawas
3. Kemudian tim pengawas melakukan survey ke lokasi yang diajukan dalam surat cor.

4. Setelah OK konsultan pengawas menandatangani surat izin cor tersebut
5. Surat izin cor dikembalikan kepada engineer dan pengecoran boleh dilaksanakan.

b) Proses Pengecoran Pelat lantai dan Balok

Pengecoran balok dan plat menggunakan metode yang sama dengan pengecoran kolom. Sebelum diadakan pengecoran diadakan pemeriksaan terlebih dahulu, yaitu:

1. Perhitungan volume cor beton, agar diketahui kebutuhan pengecoran dan besar biaya.
2. Pemeriksaan bekisting. Termasuk didalamnya cek elevasi dengan menggunakan *waterpass* dan kerapatan antar bekisting. Selain itu juga diperhatikan kebersihan bekisting dari potongan bendrat dan serpihan – serpihan lain yang nantinya bisa mengganggu kualitas beton. Tebal selimut beton juga harus dicek kembali. Apabila ada beton decking yang pecah, maka diganti yang baru.
3. Pemeriksaan tulangan, termasuk didalamnya cek jumlah, jarak penempatan, panjang lewatan, penyaluran dan kaitan.

Pelaksanaan pengecoran dilakukan secara bersamaan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. *Readymix* dari truk *mixer* ditumpahkan ke lokasi balok dan plat yang siap dicor.
- b. Adukan dituang ke balok dan plat kemudian diratakan dengan menggunakan penggaruk dan dipadatkan dengan menggunakan *vibrator*.
- c. Setelah itu adukan diratakan dengan kayu perata sesuai dengan tinggi yang sudah ditentukan.
- d. Pada tempat penyambungan beton lama dengan beton baru, beton lama diberi *cairan perekat beton* dahulu supaya ada pengikatan antar beton lama dan beton baru.
- e. Kemudian pengecoran dilakukan ke bagian lain.

- f. Bila pada saat pengecoran terjadi hujan, lokasi pengecoran harus dilindungi dengan terpal dan proses pengecoran harus dihentikan karena bertambahnya jumlah air akan merusak mutu beton.



Gambar 3.66 Pengecoran balok dan plat lantai

4. Pembongkaran Bekisting

Pembongkaran *bekisting* balok dan plat lantai dilakukan setelah beton mencapai 80 % kekuatan maksimumnya. Pada proyek ini, pembongkaran bekisting dilakukan pada waktu beton berumur ± 7 hari. Untuk pembongkaran bekisting harus mendapat persetujuan dari pengawas.

5. Perawatan (*curing*)

Setelah dilaksanakan pengecoran, maka untuk menjaga agar mutu beton tetap terjaga dilakukan perawatan beton. Perawatan beton yang dilakukan adalah dengan menyiram/membasahi beton 2 kali sehari selama 1 minggu.



Gambar 3.67 Perawatan beton

BAB IV

PENUTUP

4.1. Kesimpulan

1. Setelah di hitung diperoleh hasil yang berbeda dengan hasil perencanaan di proyek, yaitu perubahan ukuran dimensi balok B2 yang ditinjau dari 300x600mm menjadi 400x700mm. dan analisis perhitungan dengan bantuan software ETABS v.9.6.0 diperoleh gaya-gaya dalam yaitu moment tumpuan 27671 Kgmdan momen lapangan 23685Kgm, V_u tumpuan 105,00 KN dan V_u lapangan 69,80KN.
2. Sesuai dengan syarat dan pertauran SNI 03-2847-2002 tentang tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung hasil akhir dalam perhitungan struktur ini adalah tulangan balok B2 dengan dimensi 400x700 yaitu 8 ϕ 22 tulangan tahanan 4 ϕ 22 tulangan tarik, sedangkan pelaksanaan di lapangan balok B2 dimensi 300x600 dengan tulangan 7 ϕ 22 tulangan tarik dan 4 ϕ 22 tulangan tahanan.
3. Tulangan kolom K2 10 ϕ 22, kolom K3 8 ϕ 22 untuk tulangan pokok dan D10-150mm untuk tulangan sengkang ujung kolom dan D10-200mm untuk sengkang bagian tengah kolom.
4. Untuk hasil perhitungan tulangan plat lantai arah Y diperoleh tulangan D10-225mm padat tumpuan dan D10-200mm padat lapangan. sedangkan pada pelaksanaan di lapangan plat lantai arah Y adalah D10-400mm padat tumpuan dan D10-200mm padat lapangan.
5. Analisis metode pelaksanaan di lapangan sudah sesuai teori yang ada tetapi didapatkan kekurangan diantaranya kurangnya ketersediaan alat, keterlambatan material, dan kurang disiplin waktu para pekerja.

4.2. Saran

Sehubungan dengan Tugas Akhir ini ada beberapa hal yang perlunya disampaikan dalam perhitungan strukturnya yaitu harus memperhitungkan gaya gempadengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Untuk perhitungan tulangan balok pastikan balok yang ditinjau adalah balok yang meikul beban paling berat dan bentangan terpanjangserta perhitungan gaya-gaya dalamnyadan ambil nilai gaya-gaya dalam terbesar baik gaya normal, lintang dan momen pada software yang digunakan.
2. Untuk perhitungan tulangan kolom yang ditinjau perhatikan bebantebesar yang dipikul kolom yang diperoleh dari bantuan perhitungan software biasanya kolom pada lantai dasar.
3. Perhitungan tulangan plat lantai disarankan untuk selalu memperhatikan posisi panel plat lantai yang ditinjau apakah jepit atau bebas untuk menentukan koefisien pengalip data tabel 13.3.1 PBI 1971. Pastikan plat tersebut diperhitungkan dengan cara perhitungan plat satu arah atau dua arah.
4. Untuk metode pelaksanaan pahami terlebih dahulu teori-teori yang diperoleh pada mata kuliah dan perhatikan pelaksanaan yang ada di lapangan, bandingkan antar ada teori dengan pelaksanaan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amien.Sajekti.,*MetodeKerjaBangunanSipil*; Grahailmu, 2009. Yogyakarta
- Daryanto. Drs., *PengetahuanTeknikbangunan* ;RinekaCipta. Juli 2009. Jakarta
- Gurki, Tambah Sembiring J., 2007. Beton bertulang edisi revisi., Rekayasa sains : Bandung.
- Pamungkas A, Harianti E. 2013. *Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa*. Dapur Buku. Jakarta
- Imran I, Hendrik F. 2010. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*.Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Kusuma G, Andriano T. 1994. *Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di DaerahRawan Gempa*. Erlangga. Jakarta.
- Kusuma G, Vis V.C. *Dasardasarperencanaanbetonbertulang*.,Erlangga : 1993, Jakarta.
- Purwono R. 2005. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*.ITS Press. Surabaya.
- PeraturanPembebanan Indonesia UntukGedung, PPIUG 1983
- PeraturanPembebananIndonesia,PBI 1971
- SNI-03-1726-2002. Tatacara Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung. BSN-Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI-03-2847-2002. Tatacara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung.BSN-Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Wesly, *Mekanikarekayasa*.,GrahaIlmu : 2010, Yogyakarta

Website :

www.google.com, <http://otakberita.blogspot.com/2012/07/desain-gedung-tahan-gempa.html>

<https://sites.google.com/site/rkymulie/Home/konstruksi-gedung-tahan-gempa>

[http://tekniksipilunp.blogspot.com/2011/06/metodepelaksanaan struktur atas.html](http://tekniksipilunp.blogspot.com/2011/06/metodepelaksanaan_struktur_atas.html)

<http://www.ilmusipil.com/pengecoran-balok-dan-pelat-lantai>

<https://karniadewi.wordpress.com/2013/03/11/manajemen-konstruksi/32476>

[http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/603/jbptunikompp-gdl-yogieaditi-30121-10 unikom_ti.pdf](http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/603/jbptunikompp-gdl-yogieaditi-30121-10_unikom_ti.pdf)

http://eprints.undip.ac.id/34126/5/1647_chapter_II.pdf

http://eprints.undip.ac.id/34379/4/2134_chapter_I.pdf

<http://ft.uns.ac.id/berita-kinerja-bangunan-akibat-gempa.html>

DAFTAR NOTASI

A_g	= Luas Penampang
$A_{s \text{ min}}$	= Luas Tulangan Minimum
M_u	= Momen Ultimate
n	= Banyaknya Tulangan
p	= Selimut Beton
R	= Faktor Reduksi Gempa
s	= Jarak Sengkang
V_u	= Kuat Geser Terfaktor pada penampang
V_s	= Kuat Geser Nominal
V	= Gaya Geser Dasar Ultimate
W	= Berat Total Gedung Termasuk Beban Hidup yang Bekerja
W_i	= Berat Lantai Tingkat ke-1 Termasuk Beban Hidup
Z_i	= Ketinggian Lantai Tingkat ke-1 Diukur Dari Taraf Penjepitan Lateral
ρ	= Rasio Tulangan
Φ	= Faktor Reduksi Kekuatan
B	= Rasio Bentang Bersih dalam Arah memanjang dan Arah memendek
B	= Lebar Balok
B_k	= Lebar Kolom
C	= Faktor Respon Gempa
d	= Tinggi Efektif Tulangan
F_i	= Gempa Nominal Statik Ekuivalen
F_c	= Mutu Beton
F_y	= Mutu Baja
H	= Tinggi balok
H_k	= Tinggi Kolom
I	= Faktor Keutamaan