

TUGAS AKHIR

**DESAIN STRUKTUR ATAS DAN METODE PELAKSANAAN
BANGUNAN RUKO “MEGA STYLE”
MEGAMAS MANADO**

Diajukan Sebagai Syarat untuk Menyelesaikan Studi
Program Studi Diplom – IV Konstruksi Bangunan Gedung
Pada Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

Vindy Prisilya Kiriw

NIM. 11 012 005



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

2015

TUGAS AKHIR

DESAIN STRUKTUR ATAS DAN METODE PELAKSANAAN BANGUNAN RUKO “MEGA STYLE” MEGAMAS MANADO

Diajukan Sebagai Syarat untuk Menyelesaikan Studi
Program Studi Diplom – IV Konstruksi Bangunan Gedung
Pada Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

Vindy Prisilya Kiriw

NIM. 11 012 005

Dosen Pembimbing

Mario M. L. Moningka, ST., MT
NIP.19680922 199303 1 001

Ir. Charles H. L. Sulangi, MMT
NIP.19581031 199403 1 001



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

2015

LEMBAR PENGESAHAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, Dosen Pembimbing, Koordinator Tugas Akhir dan Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado.

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa:

Nama : Vindy Prisilya Kiriw

NIM : 11 012 005

Telah menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul:

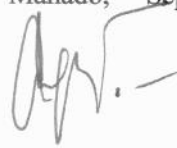
**DESAIN STRUKTUR ATAS DAN METODE PELAKSANAAN
BANGUNAN RUKO "MEGA STYLE"
MEGAMAS MANADO**

Selanjutnya telah diterima dan disetujui oleh Panitia Tugas Akhir.

Manado, September 2015

Dosen Pembimbing


Mario M. L. Moningka, ST., MT
NIP.19680922 199303 1 001


Ir. Charles H. L. Sulangi, MMT
NIP.19581031 199403 1 001

Disetujui

Kiirdinator Tugas Akhir


Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng.Sc
NIP. 19621115 199303 2 002

**Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil**


Ir. Donny R. Taju, MT
NIP. 19591003 198903 1 002

KEPUTUSAN
DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI MANADO
NOMOR : 2736/PL.12/AK/2015

Tentang

PENETAPAN PANITIA SEMINAR UJIAN TUGAS AKHIR MAHASISWA
PROGRAM STUDI D-IV KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI MANADO
TAHUN AKADEMIK 2014/2015

DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI MANADO

- Menimbang : a. Bahwa Vindy Prisilya Kiriw NIM : 11012005 adalah Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado telah memenuhi persyaratan menyelesaikan Tugas Akhir ;
- b. Bahwa sehubungan dengan hal tersebut di atas, perlu menetapkan Panitia Seminar Ujian Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado dan menetapkan Anggota Panitia/Penguji;
- c. Bahwa sehubungan dengan hal tersebut pada butir (a) dan (b) di atas perlu diterbitkan Keputusan Direktur;
- Mengingat : 1 Undang – Undang Nomor 20 Tahun 2003;
- 2 Undang – Undang Nomor 12 Tahun 2012;
- 3 Undang – Undang Nomor 5 Tahun 2014;
- 4 Kepmendiknas Nomor 139/0/2002;
- 5 Permendiknas Nomor 21 Tahun 2005;
- 6 Kepmendikbud Nomor 184/MPK.A4/KP/2012;

MEMUTUSKAN

- Menetapkan :
PERTAMA : Menetapkan personalia di bawah ini sbb :
- Pengarah** : Ir. Jemmy J. Rangan, MT
Ketua / Penguji : Ahmad Y. Abas, ST., MT
Anggota / Penguji : Ir. Ever N. Slat, MT
Anggota / Penguji : Ir. Enteng J. Saerang., MT
Anggota / Pembimbing : Mario Moningka, ST., MT
Anggota / Pembimbing : Ir. Charles H. Sulangi. MIT
- sebagai Panitia Seminar Ujian Tugas Akhir Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado Tahun Akademik 2014/2015.
- KEDUA : Nama-nama sebagaimana yang tersebut pada dictum pertama dalam keputusan ini bertugas melaksanakan pengujian atas Tugas Akhir kepada mahasiswa yang tersebut dibawah ini :
- N a m a** : Vindy Prisilya Kiriw
N I M : 11012005
Sesuai judul Tugas Akhir : Desain Struktur Atas Dan Metode Pelaksanaan Ruko Mega Style, Megamas Manado
- KETIGA : Melaporkan penyelenggaraan kegiatan yang terkait, kepada Direktur Politeknik Negeri Manado melalui Ketua Jurusan Teknik Sipil.
- KEEMPAT : Semua biaya yang dikeluarkan sebagai akibat dari Keputusan ini dibebankan pada anggaran yang tersedia untuk itu.
- KELIMA : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan akan diadakan perubahan seperlunya apabila ternyata dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Keputusan ini disampaikan kepada yang bersangkutan untuk diketahui dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di : Manado
Pada tanggal : 04 Agustus 2015

DIREKTUR,

JEMMY JULLES RANGAN
NIP. 19570604 198903 1 001

Tembusan:

1. Pembantu Direktur I, II, III & IV
2. Ketua Jurusan Teknik Sipil
3. Kepala - Kepala Bagian
4. Yang bersangkutan untuk diketahui dan dilaksanakan
5. Arsip

**KEPUTUSAN
DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI MANADO
NOMOR : 2721/PL12/AK/2014**

TENTANG

**PENETAPAN
DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR MAHASISWA
PROGRAM STUDI D-IV KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG, JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI MANADO
TAHUN AKADEMIK 2014/2015**

DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI MANADO

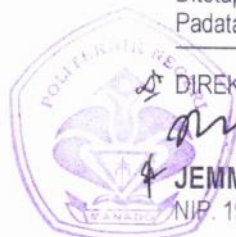
- Membaca : Surat Ketua Jurusan Teknik Sipil Nomor : 368/PL12.3/AK/2015 tanggal 11 Mei 2015 perihal Surat Penunjukan Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado Tahun Akademik 2014/2015;
- Menimbang : a. Bahwa untuk kelancaran pelaksanaan penyusunan Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado Tahun Akademik 2014/2015 perlu ditetapkan Dosen Pembimbing;
- b. Bahwa mereka yang nama-namanya tercantum dalam lampiran Keputusan ini dinilai memenuhi syarat sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado Tahun Akademik 2014/2015 ;
- c. Bahwa sehubungan dengan hal tersebut pada butir (a) dan (b) diatas perlu diterbitkan Keputusan Direktur ;
- Mengingat : 1 Undang – Undang Nomor 20 Tahun 2003;
- 2 Undang – Undang Nomor 12 Tahun 2012;
- 3 Undang – Undang Nomor 5 Tahun 2014;
- 4 Kepmendiknas Nomor 139/O/2002;
- 5 Permendiknas Nomor 21 Tahun 2005;
- 6 Kepmendikbud Nomor 184/MPK.A4/KP/2012;

MEMUTUSKAN

- Menetapkan :
Pertama : Nama-nama sebagaimana yang tercantum dalam lampiran Keputusan ini ditetapkan sebagai pembimbing Tugas Akhir bagi Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado Tahun Akademik 2014/2015.
- Kedua : Dosen Pembimbing bertugas :
1. Melaksanakan kegiatan pembimbingan kepada mahasiswa selama proses penyusunan Tugas Akhir berlangsung sampai dengan penyusunan laporan serta evaluasi;
2. Melakukan koordinasi dengan Panitia Pelaksana Tugas Akhir Mahasiswa
3. Melaporkan hasil pelaksanaan Tugas Akhir Mahasiswa kepada Ketua Jurusan Teknik Sipil.
- Ketiga : Semua biaya yang dikeluarkan sebagai akibat dari Keputusan ini dibebankan pada anggaran yang tersedia untuk itu.
- Keempat : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan akan diadakan perubahan seperlunya apabila ternyata dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Keputusan ini disampaikan kepada yang bersangkutan untuk diketahui dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di : Manado
Pada tanggal : 04 Agustus 2015



DIREKTUR,

JEMMY JULES RANGAN
NIP. 19570604 198903 1 001

Tembusan:

Keputusan Direktur Politeknik Negeri Manado

Nomor : 2721/PL12/AK/2015

Tanggal : 04 Agustus 2015

Tentang : Penetapan Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado Tahun Akademik 2014/2015

SEMESTER VIII A

NO.	NAMA MAHASISWA	NIM	DOSEN PEMBIMBING
1	Triwinata Maryadi	11012001	Noldie E. Kondo, ST., MT Joseph Sumajouw, ST., MT
2	Norina Gombo	11012003	Dr. Debby Willar, ST., M.Eng.Sc Mycele Wala, ST., MT
3	Vindy Prisilya Kiriw	11012005	Mario Moningka, ST., MT Ir. Charles Sulangi, MT
4	Christian Lakada	11012008	Ir. Jeanelly Rangkang, M.Eng.Sc Daisy D.G. Pangemanan, ST., MT, M.Si
5	Sulistyo Damopolii	11012009	Ir. Jemmy J. Rangan, MT Sudarno, ST., MT
6	Dewi S.Bolantinuhe	11012011	Ir. Ever N. Slat, MT Ir. Syuultje Dowa, MT
7	Ronald Hai Kareth	11012013	Ir. Franky R. Tombokan, M.Eng Ir. Dirk J. Ombuh, MT
8	Ferdo N. Makaudis	11012015	Ir. Syuultje Dowa, MT Ir. Jeanelly Rangkang, M.Eng.Sc
9	Stevi E. Makahanap	11012016	Ir. Donny R. Tajur, MT Mycele Wala, ST., MT
10	Jery Mamaghe	11012018	Estrelita V. Y. Waney, ST., M.Eng, Mgmt Helen G. Mantiri, SST., MT
11	Wibowo P.Mokodompit	11012020	Ir. Chris Hombokau, MT Dr. Tampanatu P. F. Sompie, ST., M.Eng Mgmt
12	Rio Christian David	11012024	Ir. Ever N. Slat, MT Olivia Moningka, ST., M.Ars
13	Charlie R.R. Derek	11012030	Joseph Sumajouw, ST., MT Ir. Charles Sulangi, MT
14	Richard Sinco Tenau	11012032	Sherley Runtunuwu, ST., MT Djoige Onibala, ST., MT
15	Justitia Pontolowokang	11012033	Rudolf E.G. Mait, ST., MT Syanne Pangemanan, ST., M.Eng
16	Andika Blongkot	11012037	Estrelita V. Y. Waney, ST., M.Eng, Mgmt Pendekar T. Lonan, ST., MT
17	Brian Valentino Ombuh	11012044	Ir. Julius E. Tenda, MT Helen G. Mantiri, SST., MT
18	Erham Bin Muhammad	11012052	Ir. Enteng J. Saerang, MT Geertje E. Kandyoh, ST., M.Eng
19	Christian D.Nimot	11012053	Ir. Enteng J. Saerang, MT Ir. Chris Hombokau, MT
20	Lucky Tamapedung	9012020	Dr. Rilya Rumbayan, ST., M.Eng Nixon S. Mantiri, ST., MT

SEMESTER VIII B

NO.	NAMA MAHASISWA	NIM	DOSEN PEMBIMBING
-----	----------------	-----	------------------

3	Priangga Pantow	11012006	Sherley Runtunuwu, ST., MT Noldie E. Kondo, ST., MT
4	Cicilia Mantiri	11012007	Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng, Sc Ir. Enteng J. Saerang, MT
5	Brenda Kandijoh	11012010	Seska Nicolaas, ST., MT Hendrie J. Palar, ST., MT
6	Syahreza Haruna	11012014	Ir. Dirk J. Ombuh, MT Deyke Mandang, ST
7	Alfian Arundaa	11012017	Ir. Syuultje Dowa, MT Syanne Pangemanan, ST., M.Eng
8	Iga Djenethe Mandagi	11012019	Rudolf E.G. Mait, ST., MT Dr. Tampanatu P. F. Sompie, ST., M.Eng, Mgmt
9	Marselius L. Aloo	11012021	Ir. Ever N. Slat, MT Daisy D.G. Pangemanan, ST., MT, M.Si
10	Kumiawan Adam	11012022	Geertje E. Kandiyoh, ST., M.Eng Ir. Dirk J. Ombuh, MT
11	Edward Z. Halibu	11012023	Sudarno, ST., MT Nixon S. Mantiri, ST., MT
12	Ardi Longdong	11012025	Dr. Rilya Rumbayan, ST., M.Eng Ahmad Y. Abas, ST., MT
13	Farly Reiner Naray	11012026	Mario Moningka, ST., MT Daisy D.G. Pangemanan, ST., MT, M.Si
14	Rio Rocki Botto	11012028	Ir. Enteng J. Saerang, MT Dr. Debby Willar, ST., M.Eng, Sc
15	Juli	11012034	Ir. Julius E. Tenda, MT Syanne Pangemanan, ST., M.Eng
16	Silvester O. Gedoan	11012036	Rudolf E.G. Mait, ST., MT Ir. Franky R. Tombokan, M.Eng
17	Rahmat H. Patingki	11012038	Sandry Sengkey, ST., MT Ir. Barakati K. Manginsihi, MT
18	Rendy S. Makalalag	11012040	Ir. Donny R. Taju, MT Estrelita V. Y. Waney, ST., M.Eng, Mgmt
19	Jendry I Budiman	11012043	Ir. Julius E. Tenda, MT Shirley Runtunuwu, ST., MT
20	Claudio B. Irot	11012045	Ir. Julius E. Tenda, MT Rudolf E.G. Mait, ST., MT
21	Hesly E. Linuh	11012046	Dr. Rilya Rumbayan, ST., M.Eng Ahmad Y. Abas, ST., MT
22	Maya Malina	11012048	Sudarno, ST., MT Ir. Barakati K. Manginsihi, MT
23	Febrian Bill Baureh	11012051	Mario Moningka, ST., MT Ir. Bambang P. Widodo, MT
24	Vain Podungge	11012054	Seska Nicolaas, ST., MT Ir. Charles Sulangi, MT
25	Briankly Tengku	11012054	Sandry Sengkey, ST., MT Ir. Chris Hombokau, MT

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV- KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Vindy Prisilya Kiriw
NIM : 11 012 005
Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV
Judul : **DESAIN STRUKTUR ATAS DAN METODE
PELAKSANAAN BANGUNAN RUKO**
"MEGA STYLE" MEGAMAS MANADO

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF
1.	19/05/2015	~ Perbaiki Bab I. - perjelas Masalah ✓ - perjelas tujuan ✓ - perjelas pembatasan masalah ✓	
2.		~ Analisa struktur gunakan program yang sudah untuk gaya-gaya dalam ✓ ~ Hitung tulangan plat, balok dan kolom secara konvensional ✓ Lanjutkan ! ✓	

Manado, 2015

Dosen Pembimbing;


Mario M. L. Moningka, ST., MT
NIP.19680922 199303 1 001


Ir. Charles H. L. Sulangi, MMT
NIP.19581031 199403 1 001

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV- KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Vindy Prisilya Kiriw
NIM : 11 012 005
Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV
Judul : **DESAIN STRUKTUR ATAS DAN METODE
PELAKSANAAN BANGUNAN RUKO
"MEGA STYLE" MEGAMAS MANADO**

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF
3	26/05/15	~ pnyuaan penurusan untuk mengawab masalah yang munculkan? ✓ ~ lengkapi dasar teori (Beton bertulang & Etas) ✓ ~ Lanjutkan Bab 3 ✓ ~ Konsultasi dengan Pembimbing lain. ✓	

Manado, 2015

Dosen Pembimbing;


Mario M. L. Moningka, ST., MT
NIP.19680922 199303 1 001


Ir. Charles H. L. Sulangi, MMT
NIP.19581031 199403 1 001

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV- KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Vindy Prisilya Kiriw
NIM : 11 012 005
Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV
Judul : **DESAIN STRUKTUR ATAS DAN METODE
PELAKSANAAN BANGUNAN RUKO
“MEGA STYLE” MEGAMAS MANADO**

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF
	22 / 06 '15	~ Lanjutkan Desain Pelatangan ✓ ~ Konsultasi lagi Minggu Depan ! ✓	

Manado, 2015

Dosen Pembimbing;


Mario M. L. Moningka, ST., MT
NIP.19680922 199303 1 001


Ir. Charles H. L. Sulangi, MMT
NIP.19581031 199403 1 001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV- KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

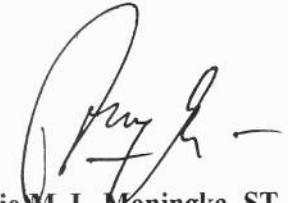
Nama : Vindy Prisilya Kiriw
NIM : 11 012 005
Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV
Judul : **DESAIN STRUKTUR ATAS BANGUNAN**

RUKO "MEGA STYLE" MEGAMAS MANADO

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF
1.	9-6-2015	- Perbaiki Matrik tuj, pembatasan Masalah - Pada dasar teori, lengkapi pengertian struktur-komponen struktur, pengertian plat - definisi plat - Untuk disain gunakan satu peraturan mis. SNI...	
2.	8-7-2015	- Nota perhitungan harus jelas & dilengkapi dengan satuan - Lanjutkan - Rencanakan dulu struktur plat, balok, kemudian kolom. dengan asumsi plat dipikul oleh balok, balok disalurkan ke kolom, kolom disalurkan ke pondasi.	

Manado, 2015

Dosen Pembimbing;


Mario M. L. Moningka, ST., MT
NIP.19680922 199303 1 001


Ir. Charles H. L. Sulangi, MMT
NIP.19581031 199403 1 001

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV- KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Vindy Prisilya Kiriw
NIM : 11 012 005
Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV
Judul : **DESAIN STRUKTUR ATAS DAN METODE
PELAKSANAAN BANGUNAN RUKO
“MEGA STYLE” MEGAMAS MANADO**

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF
3.	20-7-2015	- Perbaiki konversi Satuan $\text{MPa} \rightarrow \text{kg/cm}^2$ - Perbaiki perhitungan tulangan pada gambar tulangan lapangan bagian bawah > atas. - Garis pengotitan tepi bawah diperhatikan. - Gambar tulangan lapangan diperbaiki, gambar? lain atau perjelas.	

Manado, 2015

Dosen Pembimbing;


Mario M. L. Moningka, ST., MT
NIP.19680922 199303 1 001


Ir. Charles H. L. Sulangi, MMT
NIP.19581031 199403 1 001

KEMENTRIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV- KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Vindy Prisilya Kiriw
NIM : 11 012 005
Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV
Judul : **DESAIN STRUKTUR ATAS DAN METODE
PELAKSANAAN BANGUNAN RUKO**

"MEGA STYLE" MEGAMAS MANADO

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF
	14/07 '15	~ Lengkapi materi tlg Pelaksanaan	
		~ Kesimpulan hrs menggambar barkan Tujuan & sesuai dg. judul	
		~ Siapkan Power Point utk presentasi	
	23/07 '15	~ OK! Belajar & siap utk seminar	

Manado, 2015

Dosen Pembimbing;


Mario M. L. Moningka, ST., MT
NIP.19680922 199303 1 001


Ir. Charles H. L. Sulangi, MMT
NIP.19581031 199403 1 001

KEMENTRIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV- KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Vindy Prisilya Kiriw
NIM : 11 012 005
Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV
Judul : **DESAIN STRUKTUR ATAS DAN METODE
PELAKSANAAN BANGUNAN RUKO
“MEGA STYLE” MEGAMAS MANADO**

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF
4.	23-7-2015	A Gistensi Selesai Siap di Seminar	

Manado, 2015

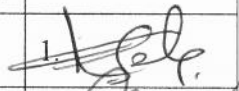
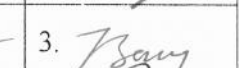
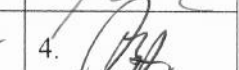
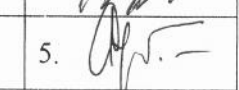
Dosen Pembimbing;


Mario M. L. Moningka, ST., MT
NIP.19680922 199303 1 001


Ir. Charles H. L. Sulangi, MMT
NIP.19581031 199403 1 001

BUKTI SELESAI KONSULTASI PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Nama : Vindy Pristya Kiru
NIM : 11 012 005
Program Studi : D-IV KONS. BANG KEDUNG
Judul : Desain Struktur Atas & Metode Pelaksanaan Bangunan
Ruko Mega Style Megamas Manado.

No	Nama	Jabatan	Tgl. Selesai Konsultasi	TandaTangan
1	Ahmad Yuni Abbas, ST, MT	Ketua/Penguji	25/08-2015	1. 
2	Ir. Ever N. Stat, MT	Anggota/Penguji	26/8/15	2. 
3	Ir. Enteng J. Saerang, MT	Anggota/Penguji	3/9/15	3. 
4	Mario Moninga, ST, MT	Anggota/Penguji/Pembimbing	3/9/15	4. 
5	Ir. Charles H. Sulangi, MT	Anggota/Penguji/Pembimbing	3/9 '15	5. 

Manado,

2015

Ketua Panitia Penguji Tugas Akhir,



Ahmad Yuni Abbas, ST, MT

NIP. 1965-10-29 199203 1002

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yesus Kristus atas segala hikmat serta anugerahNya sehingga Penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk dapat memperoleh gelar Sarjana Terapan (STr) di Departemen Teknik Sipil, khususnya program studi Konstruksi Bangunan Gedung D-IV, Fakultas Teknik, Universitas Politeknik Negeri Manado. Tugas Akhir ini berjudul **“Desain Struktur Atas dan Metode Pelaksanaan Bangunan Ruko *Mega Style*, Megamas Manado”**

Pada kesempatan ini, Penulis menyampaikan ungkapan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan kepada Penulis, yaitu:

1. Bapak Mario Moningka, ST., MT dan Ir. Charles Sulangi, MMT selaku dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2, yang telah membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua Penulis, Andreas Arsono dan Rita Iwisara, serta adik Penulis yang selalu mendoakan, memberi dukungan dan semangat luar biasa kepada Penulis.
3. Seluruh staf pengajar dan staf pegawai Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Politrknik Negeri Manado.
4. Teman-teman Penulis serta kakak-kakak dan adik-adik dalam komunitas Gereja Bethany Indonesia Manado yang telah banyak memberikan contoh yang baik serta nasehat yang tidak dapat diuangkan, bahkan mendoakan yang terbaik untuk masa depan Penulis.
5. Seluruh rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Teknik Sipil atas segala masukan serta bantuannya.
6. Kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu yang telah banyak membantu Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Sebagai manusia yang tidak luput dari kesalahan, Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan saran dan masukan yang sifatnya membangun

demi kesempurnaaaan penulisan di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi Penulis sendiri, dan pembaca lainnya.

Manado, September 2015

Penulis,
(Vindy Prisilya Kiriw)

Abstrak

Analisis desain struktur beton bertulang pada struktur bangunan Rumah Toko *Mega Style*, Megamas Manado yang terletak di kota Manado ini bertujuan untuk mengetahui: (1) Mengapa dipilihnya pondasi tiang pancang untuk struktur yang ada dibawahnya. (2) Hasil *output* nilai gaya-gaya dalam struktur berdasarkan bantuan *software* analisis struktur aplikasi ETABS. (3) Ukuran penampang dan dimensi tulangan plat, balok, dan kolom yang mampu menahan beban-beban yang bekerja pada struktur. (4) Metode pelaksanaan struktur atas yang meliputi kolom, balok, dan plat lantai.

Desain atau perencanaan struktur pada Tugas Akhir ini dianalisis menggunakan prinsip *Strong Column and Weak Beam* (kolom kuat dan balok lemah). Struktur yang direncanakan adalah gedung Rumah Toko 4 lantai dan terletak di wilayah gempa 5.

Perencanaan struktur gedung ini mengacu pada SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung dan SNI 1726-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung. Beban-beban yang ditinjau untuk perencanaan mengacu pada Pedoman Peraturan Pembebanan Indonesia (PPIUG, 1983). Perhitungan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur menggunakan bantuan aplikasi *software* ETABS.

Berdasarkan perhitungan dimensi desain struktur yang dilakukan, didapatkan dimensi tulangan pada plat dengan ukuran penulangan arah X dan arah Y $\varnothing 10$ -200 mm. Pada balok dengan ukuran penampang 300 mm x 500 mm lantai 1 sampai dengan lantai 4 didapatkan penulangan pada tumpuan atas 3D16 dan tumpuan bawah 2D16 mm sedangkan penulangan lapangan atas 2D16 mm dan lapangan bawah 3D16 mm. Dan pada kolom lantai 1 sampai dengan lantai 4 didapatkan dimensi tulangan 12D19 mm dengan ukuran penampang 500 mm x 500 mm, sedangkan untuk ukuran penampang 300 mm x 300 mm didapatkan dimensi tulangan 8D19.

Kata kunci: ***Beton Bertulang, Analisis Desain Struktur.***

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan	
Surat Keputusan Dosen Pembimbing	
Lembar Asistensi	
Bukti Selesai Konsultasi untuk Perbaikan Tugas Akhir	
Kata Pengantar.....	i
Abstrak.....	iii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Gambar.....	vi
Daftar Tabel.....	viii
Daftar Lampiran.....	ix
BAB I	PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Metode Penelitian.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II	DASAR TEORI
2.1 Pengertian Struktur.....	4
2.2 Perencanaan Struktur.....	4
2.3 Pengertian Konstruksi.....	5
2.4 Bahan Bangunan.....	5
2.5 Pembebanan.....	5
2.6 Beton dan Beton Bertulang.....	10
2.7 Elemen Struktur.....	11
2.8 Perencanaan Awal (<i>prelimenary design</i>) dan Proses Desain Dimensi Tulangan.....	12
2.9 Perencanaan Tulangan Geser pada Balok.....	19
2.10 Pemilihan Sistem Struktur Atas (<i>upper structure</i>).....	19

	2.11 Pemilihan Sistem Struktur Bawah (<i>sub structure</i>).....	20
	2.12 Langkah dan Persyaratan Struktur Beton Bertulang.....	21
	2.13 Software ETABS.....	22
	2.14 Metode Pelaksanaan Kolom, Balok, dan Plat.....	24
BAB III	PEMBAHASAN	
	3.1 Nama Bangunan.....	31
	3.2 Lokasi.....	31
	3.3 Penataan Area atau Halaman.....	32
	3.4 Konsep Desain.....	32
	3.5 Data-data Perencanaan.....	32
	3.6 Preliminary Design.....	38
	3.7 Pemodelan Struktur dengan Aplikasi <i>Software</i> ETABS.....	40
	3.8 Perencanaan Dimensi Plat.....	73
	3.9 Perencanaan Dimensi Balok.....	82
	3.10 Perencanaan Dimensi Kolom.....	105
	3.11 Metode Pelaksanaan.....	111
BAB IV	PENUTUP	
	4.1 Kesimpulan.....	120
	4.2 Saran.....	122
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pembagian Wilayah Gempa untuk Indonesia	7
Gambar 2.2	Grafik Interaksi Kolom.....	15
Gambar 2.3	Bentuk <i>Software</i> ETABS.....	23
Gambar 3.1	Provinsi Kota Manado.....	31
Gambar 3.2	Lokasi Pembangunan Ruko <i>Mega Style</i> Blok 1A2.....	31
Gambar 3.3	Denah Rencana Gedung.....	37
Gambar 3.4	Elevasi Rencana Gedung.....	38
Gambar 3.5	<i>Input Grid</i> Bangunan.....	41
Gambar 3.6	Data Nama Lantai Struktur.....	41
Gambar 3.7	Pengaturan <i>Grid</i> Bangunan.....	42
Gambar 3.8	Tampilan 2D Pemodelan <i>Grid Lines</i> Rencana Struktur.....	42
Gambar 3.9	Tampilan 3D Pemodelan <i>Grid Lines</i> Rencana Struktur.....	42
Gambar 3.10	<i>Input Data Material</i>	43
Gambar 3.11	<i>Define Frame Properties</i> Kolom.....	45
Gambar 3.12	<i>Input Data</i> Kolom.....	45
Gambar 3.13	<i>Analysis Property Modifications Factors</i> Kolom.....	45
Gambar 3.14	<i>Reinforcement Data</i> Kolom.....	46
Gambar 3.15	<i>Define Frame Setion</i> Balok.....	46
Gambar 3.16	<i>Tee Section</i>	47
Gambar 3.17	<i>Analysis Property Data Factors</i> Balok.....	47
Gambar 3.18	<i>Reinforcement Data</i> Balok.....	47
Gambar 3.19	<i>Wall/Slab Section</i> Plat.....	48
Gambar 3.20	<i>Analysis Stiffness Modification Factors</i>	48
Gambar 3.21	<i>Output</i> Penggambaran Kolom 2D.....	49
Gambar 3.22	<i>Output</i> Penggambaran Kolom 3D.....	49
Gambar 3.23	<i>Output</i> Penggambaran Balok 2D.....	50
Gambar 3.24	<i>Output</i> Penggambaran Balok 2D.....	50
Gambar 3.25	<i>Output</i> Penggambaran Plat 2D	51
Gambar 3.26	<i>Assign Restrain</i> Jepit.....	51
Gambar 3.27	<i>Select Frame</i> Balok.....	52
Gambar 3.28	<i>Frame Distribute Loads</i>	52

Gambar 3.29	<i>Uniform Surface Loads</i> Beban Mati.....	53
Gambar 3.30	<i>Uniform Surface Loads</i> Beban Hidup.....	53
Gambar 3.31	Pusat Bangunan.....	54
Gambar 3.32	<i>Analysis Options</i>	54
Gambar 3.33	<i>Input</i> Faktor Reduksi Beban Hidup untuk Gempa.....	55
Gambar 3.34	<i>Input</i> Faktor Reduksi Beban untuk Perencanaan Kolom.....	56
Gambar 3.35	Pilihan <i>Output</i> untuk Mendapatkan Berat Bangunan.....	57
Gambar 3.36	Penentuan Jenis Beban Statis.....	61
Gambar 3.37	Distribusi Gaya Geser Fx dan Fy pada Tiap Lantai.....	61
Gambar 3.38	Pilihan <i>Output</i> untuk Mendapatkan <i>Displacement</i> Bangunan.....	62
Gambar 3.39	Grafik Simpangan Struktur.....	65
Gambar 3.40	Jenis Kombinasi Pembebanan.....	68
Gambar 3.41	Faktor Reduksi Kekuatan.....	69
Gambar 3.42	Struktur Aman Tampak Atas.....	69
Gambar 3.43	Struktur Aman Tampak Elevasi.....	70
Gambar 3.44	Diagram Gaya-gaya Dalam Balok Tanpa Angka (<i>auto</i>).....	70
Gambar 3.45	Diagram Momen Balok dengan Angka yang Bekerja pada Struktur Portal (kN-m).....	71
Gambar 3.46	Denah Perencanaan Tinjauan Panel Plat Lantai.....	74
Gambar 3.47	Denah Penulangan Plat Lantai.....	81
Gambar 3.48	Potongan Arah Y.....	81
Gambar 3.49	Potongan Arah X.....	81
Gambar 3.50	Penulangan Balok pada Lantai 1 dan 2.....	99
Gambar 3.51	Penulangan Balok pada Lantai 3 dan 4.....	100
Gambar 3.52	Dimensi Tulangan Geser (senggang) pada Balok.....	104
Gambar 3.53	Dimensi Tulangan Kolom 500 mm x 500 mm pada Lantai 1 sampai Lantai 4.....	109
Gambar 3.54	Dimensi Tulangan Kolom 300 mm x 300 mm pada Lantai 1 sampai Lantai 4.....	111
Gambar 3.55	Proses Rangkaian Tulangan.....	113
Gambar 3.56	Proses Pengecoran Tiang Kolom.....	114
Gambar 3.57	Proses Pemasangan Girder	116
Gambar 3.58	Pengecoran Balok dan Plat Lantai.....	118

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Beban Mati pada Struktur.....	6
Tabel 2.2	Beban Hidup pada Struktur.....	6
Tabel 2.3	Faktor Keutamaan Struktur.....	8
Tabel 3.1	Jenis-jenis Tanah.....	33
Tabel 3.2	Dimensi Awal Kolom.....	39
Tabel 3.3	Dimensi Awal Balok.....	39
Tabel 3.4	Nilai <i>Supported</i> dan <i>Factors</i> yang Berlaku untuk Setiap Lantai....	56
Tabel 3.5	Berat Lantai Bangunan.....	58
Tabel 3.6	Distribusi Gaya Geser Dasar Akibat Gempa Sepanjang Tinggi Gedung.....	61
Tabel 3.7	Nilai <i>Displacement</i> Data <i>Input</i> ETABS.....	63
Tabel 3.8	<i>T-Rayleigh</i> dalam Arah X (T_x).....	63
Tabel 3.9	<i>T-Rayleigh</i> dalam Arah Y (T_y).....	64
Tabel 3.10	Analisa ΔS Akibat Gempa Arah X.....	65
Tabel 3.11	Analisa ΔS Akibat Gempa Arah Y.....	65
Tabel 3.12	Analisa ΔM Akibat Gempa Arah X.....	66
Tabel 3.13	Analisa ΔM Akibat Gempa Arah Y.....	66
Tabel 3.14	Nilai Geser Balok (data ETABS).....	101
Tabel 3.15	Nilai Gaya-gaya Dalam untuk Perencanaan Kolom (data ETABS).....	105

DAFTAR LAMPIRAN

1. Data Tanah *Boring Log* (*Boring-1*).
2. Data Tanah *Sondir* (*S-4*).
3. *Summary Report* (*Input ETABS*).
4. Nilai Gaya-gaya Dalam *Envelope* (P_u dan M_u).
Kolom 500 mm x 500 mm Lantai 1 sampai Lantai 4 (kN-m).
5. Kontrol Keseimbangan Momen (free body pada titik simpul bentang 10 m).
6. Denah Ruko *Mega Style*.
7. Potongan Ruko *Mega Style*.
8. Tampak Ruko *Mega Style*.

BAB I

PENDAHULUAN



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2015

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses merencanakan atau mendesain serta menganalisis suatu struktur bangunan gedung meliputi banyak hal yang mencakup beberapa bidang ilmu rekayasa sipil, sehingga dalam mendesain maupun menganalisa suatu bangunan diperlukan pemahaman terhadap berbagai hal bidang ilmu rekayasa sipil tersebut. Pemahaman rekayasa sipil tersebut tidak cukup hanya dengan mempelajari teori dan membaca berbagai macam literatur saja, tapi diperlukan juga suatu penerapan desain perencanaan serta analisa yang meninjau segala aspek yang berkaitan dengan proses tersebut termasuk perhitungannya.

Pada setiap bangunan konstruksi gedung, komponen semua strukturnya harus memiliki kekuatan untuk menahan beban yang dipikulnya. Selain unsur kekuatan yang harus dipenuhi oleh struktur tersebut, faktor keekonomisan juga menjadi faktor utama dari suatu konstruksi. Plat, balok dan kolom merupakan komponen struktur atas yang sangat penting dalam konstruksi bangunan. Asumsi perencanaan struktur atas tersebut adalah plat dipikul oleh balok, beban balok disalurkan ke kolom dan beban kolom diteruskan ke pondasi. Untuk itu ketiga komponen struktur tersebut harus didesain dan dihitung serta dianalisa berdasarkan kombinasi beban dan gaya terfaktor yang sesuai.

Ruko *Mega Style* yang terletak di Kawasan Megamas merupakan bangunan yang menggunakan konstruksi beton bertulang. Pemilihan konstruksi beton bertulang pada Ruko ini disesuaikan dengan konstruksi bangunan-bangunan yang telah berdiri disekitaran Ruko ini.

Aspek terpenting dari suatu struktur ialah ketahanan struktur gedung tersebut terhadap beban statis yang direncanakan ataupun ketahanan struktur terhadap potensi bencana seperti gempa maupun beban-beban yang bekerja lainnya. Untuk mengetahui hal tersebut, tentu saja diperlukan perencanaan dan perhitungan yang tepat. Suatu struktur bangunan gedung harus mampu menahan beban yang terjadi, baik beban dari dalam maupun beban dari luar. Oleh karena itu diperlukan suatu perhitungan atau analisis struktur yang tepat dan teliti agar dapat memenuhi kriteria

kekuatan (*strenght*), kenyamanan (*serviceability*), keselamatan (*safety*), dan umur rencana bangunan (*durability*).

Kesalahan dalam mendesain maupun menganalisis beban merupakan salah satu penyebab utama kegagalan struktur. Mengingat hal tersebut, sebelum melakukan desain struktur dan analisis, perlu adanya gambaran yang jelas mengenai perilaku dan besar beban yang bekerja pada struktur beserta karakteristiknya.

1.2 Maksud dan Tujuan Penulisan

Maksud penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk mendapatkan desain struktur atas yang terdiri dari struktur plat, balok, dan kolom berdasarkan data kondisi tanah setempat serta menganalisis kekuatan dari struktur bangunan yang direncanakan dan didapatkan hasil analisis struktur dengan dimensinya.

Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Mendeskripsikan tipe struktur bawah atau pondasi.
- b. Membuat pemodelan dan menganalisis struktur dengan bantuan aplikasi *software* ETABS.
- c. Mendesain struktur atas bangunan.
- d. Metode pelaksanaan struktur atas.

1.3 Pembatasan Masalah

Masalah yang akan penulis bahas pada penulisan Tugas Akhir ini meliputi:

- a. Mendeskripsikan tipe struktur bawah atau pondasi berdasarkan karakteristik data tanah setempat, tanpa melakukan proses perhitungan.
- b. Membuat pemodelan dan perhitungan gaya-gaya dalam struktur menggunakan program aplikasi *software* ETABS.
- c. Mendesain dimensi tulangan struktur atas bangunan yang meliputi plat, balok dan kolom dengan metode konvensional.
- d. Penggambaran desain dengan menggunakan program AutoCAD.
- e. Metode pelaksanaan kolom, balok dan plat.

1.4 Metode Penelitian

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini metode yang digunakan penulis adalah:

- a. Studi Pustaka

Mempelajari literatur yang membahas tentang desain struktur.

b. Observasi

1. Wawancara dengan pihak kontraktor pelaksana selama melaksanakan Praktek Kerja Lapangan.
2. Melihat langsung proses pengerjaan struktur atas kolom, balok dan plat lantai.

c. Analisis Data

1. Menghitung gaya-gaya dalam struktur dengan aplikasi program *software* ETABS dengan mempertimbangkan beban yang bekerja didalam struktur yaitu (beban hidup, beban mati, dan beban gempa).
2. Merencanakan dan menghitung dimensi tulangan struktur atas secara konvensional, sesuai dengan analisis hasil *output* gaya-gaya dalam program *software* ETABS.
3. Menggambar desain dengan aplikasi program *software* AutoCAD.
4. Hasil akhir diperoleh perhitungan struktur dengan dimensinya.

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, dibuat sistematika penulisan yang diharapkan dapat mempermudah pembaca memahami tulisan ini. Berikut ini adalah sistematika penulisan Tugas Akhir penulis:

Bab I : Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

1.2 Maksud dan Tujuan Penulisan

1.3 Pembatasan Masalah

1.4 Metode Penelitian

1.5 Sistematika Penulisan

Bab II : Dasar Teori

Bab III : Pembahasan

Bab IV : Penutup

Daftar Pustaka

Lampiran

BAB II

DASAR TEORI



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2015

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pengertian Struktur

Definisi struktur dalam konteks hubungannya dengan bangunan adalah sebagai sarana untuk menyalurkan beban-beban akibat penggunaannya dan kehadiran bangunan ke dalam tanah.

Struktur bangunan yang meliputi pondasi, kolom, balok dan plat lantai merupakan suatu komponen yang berhubungan erat dengan konstruksi dan sistem pembebanan gaya-gaya yang bekerja pada suatu bangunan sehingga bangunan dapat berdiri kokoh atau sebagai sarana untuk menyalurkan beban serta menjadi komponen utama pemikul beban yang ada di atasnya.

Menurut Erico Waturandang (2012), aspek struktur adalah aspek yang membahas kekuatan dan stabilitas bangunan. Struktur meliputi pemilihan jenis yang membahas kekuatan dan konfigurasinya, serta bagaimana sistem ini dapat membentuk ruang, karena didalam bangunan gedung struktur bertugas memadahi fungsi ruang. Seluruh bagian atau elemen dari berbagai sistem struktur akan mempunyai tanggung jawab utama sebagai pemikul beban bangunan.

2.2 Perencanaan Struktur

Perencanaan struktur harus menghasilkan suatu bangunan yang kuat, stabil, berdaya guna selama umur layan rencana bangunan, serta ekonomis. Apabila salah satu dari keempat kriteria tidak terpenuhi, maka bangunan yang direncanakan dapat dikatakan gagal.

Kekuatan struktur merupakan kriteria utama dalam perencanaan bangunan, karena kegagalan pemenuhan kriteria ini berakibat langsung terhadap runtuhnya bangunan. Kekuatan struktur adalah kemampuan struktur untuk menahan atau menerima beban-beban yang bekerja selama umur rencana bangunan. Suatu struktur dikatakan cukup kuat apabila kecil kemungkinan terjadinya kegagalan struktur secara sebagian atau keseluruhan selama masa layan yang direncanakan. Istilah dapat menahan atau menerima tersebut dapat dinyatakan secara matematik sebagai berikut:

$$\text{Kekuatan struktur } R > \text{Besarnya beban yang bekerja } (Q)$$

2.3 Pengertian Konstruksi

Konstruksi adalah bentuk rangkaian atau kedudukan baik dari antar atau inter elemen struktur. Konstruksi ini memperjelas perancangan bangunan. Wujud perancangan konstruksi dalam bangunan gedung adalah gambar-gambar detail yang menunjukkan secara teknis bagian-bagian dan kedudukannya serta keterangan-keterangannya. Karena bersifat menjelaskan dari solusi desain, maka rancangan konstruksi sebuah bangunan akan terikat dengan bangunan secara khusus dan tidak dapat disamakan dengan bangunan lain. Satu konstruksi dalam perancangan struktur akan menjelaskan bagaimana pertimbangan-pertimbangan terhadap aspek lain yang diperhatikan, misalnya penggunaan bahan, ukuran, kedudukan, cara pengerjaan, finising dan sebagainya. Tanpa gambar konstruksi yang jelas, bangunan tidak dapat didirikan dengan benar dari berbagai aspek.

2.4 Bahan Bangunan

Bahan bangunan merupakan aspek pokok berkaitan dengan pemakaiannya dalam struktur ataupun konstruksi serta sifat-sifat fisik yang akan diberikan pada bangunan. Pemakaian bahan tertentu akan mempengaruhi setiap aspek lain dalam perancangan. Karena pemakaian bahan tertentu akan mengakibatkan kriteria-kriteria lain pada bangunan (konstruksi, harga, tekstur, warna, kekuatan, keawetan dan sebagainya), maka pemakaian bahan bangunan juga dapat sangat menentukan desain bangunan secara luas.

2.5 Pembebanan

Pembebanan pada struktur bangunan merupakan salah satu hal terpenting dalam perencanaan sebuah gedung. Kesalahan dalam perencanaan beban atau penerapan beban pada perhitungan akan mengakibatkan kesalahan yang fatal pada hasil desain bangunan tersebut. Untuk itu dibutuhkan ketelitian dalam merencanakan pembebanan pada struktur agar bangunan yang didesain tersebut aman pada saat dibangun dan digunakan. Beban memiliki definisi utama yaitu sebagai sekelompok gaya yang bekerja pada suatu luasan struktur.

2.5.1 Jenis-jenis Beban

Jenis-jenis beban yang biasa diperhitungkan dalam perencanaan struktur bangunan gedung adalah sebagai berikut:

1. Beban Mati q_d (*Dead Load / DL*).

Beban mati merupakan berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari struktur itu. Yang termaksud beban mati adalah berat struktur sendiri dan juga semua benda yang tetap posisinya struktur berdiri.

Tabel 2.1 Beban Mati pada Struktur.

Beban Mati	Besar Beban
Batu alam	2600 kg/cm ³
Beton bertulang	2400 kg/cm ³
Dinding pasangan 1/2 bata	250 kg/cm ²
Langit-langit + penggantung	18 kg/cm ²
Lantai ubin	24 kg/cm ²
Spesi per cm tebal	21 kg/cm ²

Sumber: PPIUG (1983)

2. Beban Hidup q_l (*Life Load / LL*).

Beban hidup merupakan beban yang bisa ada atau tidak ada pada struktur untuk suatu waktu yang diberikan. Meski dapat berpindah-pindah, beban hidup masih dapat dikatakan bekerja perlahan-lahan pada struktur. Untuk menentukan secara pasti beban hidup yang bekerja pada suatu lantai bangunan sangatlah sulit, dikarenakan fluktuasi beban hidup bervariasi, tergantung oleh banyak faktor. Oleh karena itu faktor beban-beban hidup lebih besar dibandingkan dengan beban mati.

Tabel 2.2 Beban Hidup pada Struktur.

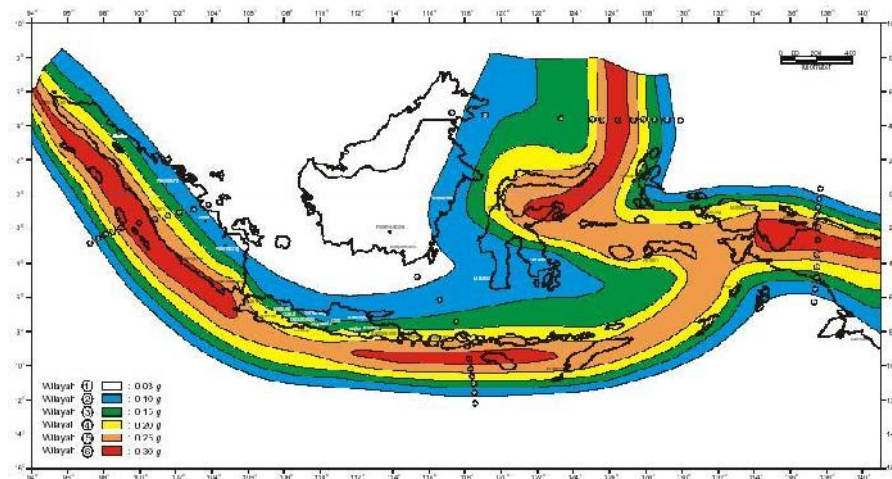
Beban Hidup	Besar Beban
Beban hidup pada lantai	400 kg/m ²
Tangga dan borders	500 kg/m ²
Beban pekerja	100 kg/m ²

Sumber: PPIUG (1983)

3. Beban Gempa (*Earthquake Load / EL*).

Beban gempa ialah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa. dalam hal pengaruh gempa terhadap struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa disini adalah gaya-gaya didalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

Indonesia dibagi dalam 6 zona wilayah gempa. Sulawesi Utara merupakan salah satu daerah di Indonesia yang rawan terhadap gempa dengan zona gempa wilayah 5 yakni resiko gempa tinggi.



Sumber: SNI 1726-2002

Gambar 2.1 Pembagian Wilayah Gempa untuk Indonesia.

Besarnya Beban Gempa Dasar Nominal horizontal akibat gempa menurut Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Rumah dan Gedung (SNI-1726-2002), dinyatakan sebagai berikut:

$$V = \frac{CI}{R} W_t \quad (1)$$

dimana :

V = beban gempa dasar nominal (beban gempa rencana).

W_t = kombinasi dari beban mati dan beban hidup vertikal yang direduksi.

- C = spektrum respon nominal gempa rencana, yang besarnya tergantung dari jenis tanah dasar dan waktu getar struktur.
- I = faktor keutamaan struktur.
- R = faktor Reduksi Gempa.

Pemakaian faktor keutamaan struktur (I) pada analisa perhitungan beban tahan gempa dimaksudkan untuk memperpanjang waktu ulang dari kerusakan struktur gedung akibat gempa dimana nilainya lebih besar dari 1,0. Faktor keutamaan struktur (I) penentuannya didasarkan pada fungsi bangunan yang dapat dilihat lebih lengkapnya pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.3 Faktor Keutamaan Struktur

Kategori Gedung	Faktor Keutamaan		
	I ₁	I ₂	I
Hunian, perniagaan, dan perkantoran.	1.0	1.0	1.0
Monumen dan Bangunan Monumental.	1.0	1.6	1.6
Gedung penting pasca gempa seperti rumah sakit, instalasi air bersih, pembangkit tenaga listrik, pusat penyelamat dalam keadaan darurat, fasilitas radio dan televisi.	1.4	1.0	1.4
Gedung untuk menyimpan bahan berbahaya seperti gas, produk minyak bumi, asam, bahan beracun.	1.6	1.0	1.6
Cerobong, tangki diatas menara.	1.5	1.0	1.5

Sumber: SNI 1726-2002

4. Beban Angin W (*Wind Load* / WL).

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

Dalam mendesain struktur pada Tugas Akhir ini, beban-beban yang diperhitungkan hanyalah beban mati, beban hidup dan beban gempa. Beban angin diabaikan karena dianggap beban angin kurang menentukan (tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu langsing).

2.5.2 Faktor Beban dan Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan SK SNI-03-2847-2002 dikatakan pada ketentuan umum pasal 11.1.1 bahwa struktur dan komponen struktur harus direncanakan hingga semua penampang mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu yang dihitung berdasarkan kombinasi beban dan gaya terfaktor yang sesuai dengan ketentuan tata cara ini. Pasal 11.1.2 mengatakan bahwa komponen struktur juga harus memenuhi ketentuan lain yang tercantum dalam tata cara ini untuk menjamin tercapainya perilaku struktur yang cukup baik pada tingkat beban kerja.

beban yang bekerja pada struktur harus dikalikan dengan beberapa faktor beban sebagai berikut:

1. Kuat perlu (SK SNI-03-2847-2002, *hal.* 59 pasal 11.2.1).

Kuat perlu U untuk menahan beban mati D paling tidak harus sama dengan:

$$U = 1,4 D \quad (2)$$

Kuat perlu U untuk menahan beban mati D , beban hidup L dan juga beban atap A atau beban hujan R , paling tidak harus sama dengan:

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A \text{ atau } R) \quad (3)$$

2. (SK SNI-03-2847-2002, *hal.* 59 pasal 11.2.2) bila ketahanan struktur terhadap beban angin W harus diperhitungkan dalam perencanaan, maka pengaruh kombinasi beban D , L dan W berikut harus ditinjau untuk menentukan nilai U yang terbesar, yaitu:

$$U = 1,2 D + 1,0 L \pm 1,6 W + 0,5 (A \text{ atau } R) \quad (4)$$

Kombinasi beban juga harus memperhitungkan kemungkinan beban hidup L yang penuh dan kosong untuk mendapatkan kondisi yang paling berbahaya, yaitu:

$$U = 0,9 D \pm 1,6 W \quad (5)$$

3. Kombinasi pembebanan sementara akibat gempa.

$$U = 1,2 D + 0,5 L \pm 1,0 (I/R) E \quad (6)$$

dimana :

D	= Beban Mati
L	= Beban Hidup
E	= Beban Gempa
I	= Faktor Keutamaan Struktur

2.5.3 Faktor Reduksi Kekuatan (ϕ)

Ketidakpastian kekuatan bahan terhadap pembebanan pada komponen struktur dianggap sebagai faktor reduksi kekuatan ϕ yang nilainya ditentukan menurut pasal 11.3 (SK SNI-03-2847-2002). Nilai ketentuan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Struktur lentur tanpa beban aksial (misalnya: balok), $\phi = 0,80$.
2. Beban aksial dan beban aksial dengan lentur:
 - a. Aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur, $\phi = 0,80$.
 - b. Aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur:
 - Komponen struktur dengan tulangan spiral atau sengkang ikat, $\phi = 0,70$.
 - Komponen struktur dengan tulangan sengkang biasa, $\phi = 0,60$.
 - c. Geser dan torsi, $\phi = 0,75$.
 - d. Tumpuan pada beton, $\phi = 0,65$.

2.6 Beton dan Beton Bertulang

Beton merupakan suatu campuran yang terdiri dari pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat-agregat lain yang dicampur menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu masa mirip bantuan. Terkadang satu atau lebih bahan aditif ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), *durabilitas*, dan waktu pengerasan. Seperti substansi-substansi mirip batuan lainnya, beton memiliki kuat tekan yang tinggi dan kuat tarik yang rendah. Beton bertulang adalah suatu kombinasi antara beton dan baja dimana tulangan baja berfungsi menyediakan kuat tarik yang dimiliki beton.

2.7 Elemen Struktur

2.7.1 Pondasi

Pondasi merupakan struktur bagian bawah yang terletak dibawah permukaan tanah yang berfungsi untuk meneruskan gaya yang diterimanya ke lapisan tanah pendukung. Pondasi bangunan adalah konstruksi yang paling terpenting pada suatu bangunan.

2.7.2 Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total seluruh struktur.

Kolom berfungsi sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Bila diumpamakan, kolom seperti rangka tubuh manusia yang memastikan sebuah bangunan berdiri. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan beban bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang-barang), serta beban hembusan angin.

2.7.3 Balok

Menurut Nawy (1990), balok adalah elemen struktur yang menyalurkan beban-beban dari plat lantai ke penyangga yang vertikal. Balok merupakan elemen struktur yang didesain untuk menahan gaya-gaya yang bekerja secara transversal terhadap sumbunya sehingga mengakibatkan terjadinya momen lentur dan gaya geser sepanjang bentangnya.

Balok merupakan bagian struktur bangunan yang penting dan bertujuan untuk memikul beban transversal yang dapat berupa beban lentur, geser, maupun torsi. Oleh karena itu perencanaan balok yang efisien, ekonomis dan aman sangat penting untuk suatu struktur bangunan terutama struktur bertingkat tinggi atau struktur berskala besar.

Balok berfungsi sebagai pendukung beban vertikal dan horizontal. Beban vertikal berupa beban mati dan beban hidup yang diterima plat lantai, berat sendiri balok dan berat dinding penyekat yang diatasnya. Sedangkan beban horizontal

berupa beban angin dan gempa.

2.7.4 Plat

Plat adalah komponen struktur yang merupakan sebuah bidang datar yang lebar dengan permukaan atas dan bawahnya sejajar dan merupakan panel-panel beton bertulang yang mungkin bertulangan dua atau satu arah saja tergantung sistem strukturnya. Apabila pada struktur pelat perbandingan bentang panjang terhadap lebar kurang, maka akan mengalami lendutan pada kedua arah sumbu. Beban plat dipikul pada kedua arah oleh empat balok pendukung sekeliling panel plat, dengan demikian plat menjadi satu plat yang melentur pada kedua arah. Dengan sendirinya pula penulangan untuk plat tersebut harus menyesuaikan.

Plat lantai berfungsi untuk menahan beban mati (berat sendiri plat, beban tegel, beban spesi, beban penggantung, dan beban plafond), serta beban hidup yang bekerja diatasnya, kemudian menyalurkan beban-beban tersebut ke balok dibawahnya.

2.8 Perencanaan Awal (*preliminary design*) dan Proses Desain Dimensi Tulangan

Perencanaan awal elemen struktur direncanakan dengan asumsi berdasarkan kriteria minimum pada SK SNI-03-2847-2002, yang merupakan suatu perencanaan pendahuluan untuk menaksir atau memperkirakan dimensi dari struktur (balok, kolom, plat) sehingga didapat suatu dimensi yang optimal, tidak terlalu kuat juga tidak terlalu lemah (*over design and under design*).

Ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam perkiraan awal ini, yaitu:

1. Beban yang bekerja.

Setiap struktur akan mengalami deformasi (perubahan bentuk) akibat beban yang bekerja (momen, lintang, dan gaya normal). Gaya-gaya tersebut harus diperhitungkan mana yang paling besar pengaruhnya pada perubahan bentuk.

2. Kondisi struktur.

Kondisi struktur merupakan asumsi-asumsi dalam mempertimbangkan hubungan antara balok, dengan plat, apakah pada tepi-tepi plat dapat terletak bebas, terjepit penuh atau terjepit elastis dan panjang bentang juga dipertimbangkan kemungkinan adanya pergerakan pada tumpuan.

3. Peraturan yang diperlukan.

Peraturan yang digunakan dalam perencanaan struktur mengacu kepada peraturan yang berlaku di Indonesia sebagai berikut:

a. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI-03-2847-2002).*

b. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI-1726-2002).*

c. *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1983).*

4. Material yang digunakan mempunyai karakteristik:

a. Modulus elastisitas, $E_c = 4700 \times \sqrt{f'_c} = 25742,96 \text{ MPa}$

b. Mutu Beton, $f'_c = 30 \text{ MPa} = 300 \text{ kg/cm}^2$

c. Mutu Baja, $f_y = 400 \text{ MPa} = 4000 \text{ kg/cm}^2$

2.8.1 Pondasi

Pondasi berfungsi sebagai penahan seluruh beban (hidup dan mati). Oleh karena itu, sebelum perencanaan struktur bawah (pondasi) yang diikuti dengan struktur atas bangunan (kolom, balok, plat) terlebih dahulu perlu diketahui perilaku tanah baik sifat fisik maupun mekanis tanah. Dimana sifat fisik dan mekanisnya dapat diketahui dengan melakukan penyelidikan tanah sehingga dapat dipergunakan sebagai dasar dalam merekomendasikan sistem pondasi atau jenis pondasi yang akan digunakan. Dengan diketahuinya perilaku atau karakteristik dari tanah, maka perencanaan suatu struktur akan lebih aman dan untuk selanjutnya dalam perencanaan struktur yang ada di atasnya, pemilihan serta dimensi yang digunakan harus disesuaikan dengan karakteristik struktur tanah yang ada dibawahnya, karena untuk membuat suatu perencanaan struktur atas, terlebih dahulu kita harus mengetahui karakteristik struktur tanah yang ada dibawahnya.

2.8.2 Kolom

Semua definisi kolom berbentuk bujur sangkar dengan lebar minimal sama dengan lebar balok yang ditumpuhnya, dan harus memenuhi ketentuan pada “*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*” Pasal 3.14.4 Ayat 1.

$b_{\min} = 300 \text{ mm}$, dimana:

$$\frac{b}{h} \geq 0.4, \text{ dan } \frac{L}{b} \leq 16 \quad (7)$$

dimana:

b = dimensi penampang terpendek (mm)

h = dimensi penampang yang tegak lurus penampang terpendek (mm)

L = tinggi kolom (mm)

Langkah selanjutnya adalah menentukan rencana tulangan kolom dengan menggunakan kurva diagram interaksi, sebagai berikut:

- Menentukan luas penampang bruto kolom (Agr).

$$Agr = b \times h \quad (8)$$

- Menentukan nilai sumbu vertikal.

$$\frac{P_u}{\phi \times Agr \times 0,85 \times f'_c} \quad (9)$$

dimana: P_u adalah beban aksial kolom

- Menentukan nilai sumbu horisontal.

$$\frac{P_u}{\phi \times Agr \times 0,85 \times f'_c} \times \frac{e_t}{h} \quad (10)$$

- Menentukan nilai d'/h (11)

- Plot nilai sumbu vertikal dan sumbu horizontal sehingga didapatkan nilai r.

- Tentukan nilai presentase tulangan (ρ) dengan $\rho = r \times \beta$ (nilai β tergantung dari mutu beton f'_c . Untuk f'_c 30 MPa $\beta = 1,2$). (12)

- Pembatasan rasio tulangan, dimana:

$$\rho_{maks} = 0,06 Agr \quad (13)$$

$$\rho_{min} = 0,01 Agr \quad (14)$$

- Menentukan luas tulangan (As).

$$As = \rho_{desain} \times Agr \quad (15)$$

$$b_{\min} = 250 \text{ mm dan } \frac{b}{h} \geq 0.3 \quad (18)$$

dimana :

b = lebar penampang balok (mm)

h = tinggi penampang balok (mm)

L = panjang bentang balok, diukur dari pusat ke pusat (mm)

Setelah proses *preliminary design* balok selesai, langkah selanjutnya adalah menentukan nilai-nilai dibawah ini berdasarkan hasil Mu (momen negatif max. di tumpuan) hasil *output* gaya-gaya dalam ETABS, yang kemudian akan menghasilkan dimensi tulangan pada balok di tumpuan dan lapangan. Berdasarkan SNI 03-2847-2002, nilai-nilai yang harus ditentukan untuk mendapatkan dimensi tulangan tersebut adalah sebagai berikut:

- Menentukan Mu (momen negatif max. di tumpuan)

- Menentukan ρ_{balance}

$$\rho_{\text{balance}} (\rho_b) = \beta_1 \frac{0,85 \times f'_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \quad (19)$$

- Menentukan $\rho_{\min}$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \quad (20)$$

- Menentukan $\rho_{\max}$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b \quad (21)$$

- Menentukan nilai Mn perlu

$$Mn \text{ perlu} = \frac{Mu}{\phi} \quad (22)$$

- Menentukan Rn

$$Rn = \frac{Mn \text{ perlu}}{b \times d^2} \quad (23)$$

- Menentukan m

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f'_c} \quad (24)$$

- Menentukan ρ_{perlu}

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \quad (25)$$

- Menentukan A_s perlu

$$A_s = \rho \times b \times d \quad (26)$$

- Menentukan jumlah tulangan n

$$n = \frac{A_s}{\frac{1}{4\pi} \times D_{\text{tul}}^2} \quad (27)$$

- Menentukan A_s ada

$$A_s \text{ ada} = 4 \times \frac{1}{4\pi} \times D_{\text{tul}}^2 \quad (28)$$

- Menentukan nilai a

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times B} \quad (29)$$

- Menentukan M_n ada

$$M_n \text{ ada} = A_s \text{ ada} \times f_y \times (d - a/2) \quad (30)$$

Catatan: syarat $M_n \text{ ada} > M_n \longrightarrow \text{OK !!!}$

2.8.4 Plat

Tebal plat dengan balok yang menghubungkan tumpuan pada semua sisinya harus memenuhi ketentuan pada “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung” Pasal 3.2.5 Ayat 3, yaitu:

Menentukan l_{n1} , l_{n2} , β , h_{maks} , h_{min} .

dimana:

l_{n1} = bentang bersih terpanjang, diukur dari muka kolom dan atau balok.

l_{n2} = bentang bersih terpendek, diukur dari muka kolom dan atau balok.

$$\beta = \frac{l_{n1}}{l_{n2}} \quad (31)$$

$$h_{maks} = l_{n1} \frac{\left(0.8 + \frac{F_y}{1500}\right)}{36} \quad (32)$$

$$h_{min} = l_{n1} \frac{\left(0.8 + \frac{F_y}{1500}\right)}{36 + 9\beta} \quad (33)$$

dimana :

β = rasio panjang bentang terpanjang dengan panjang bentang terpendek

F_y = tegangan leleh baja (MPa)

H = tebal plat (mm)

Langkah selanjutnya adalah menyelesaikan perhitungan penulangan plat lantai dengan metode koefisien momen. Langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Menentukan panel yang akan ditinjau.
- Menentukan tebal plat.
- Menentukan beban-beban yang bekerja.
- Menghitung momen-momen pada panel berdasarkan tinjauan panel dengan rumus: $M = (0,01 \times q \times Lx^2 \times X)$. (34)
- Kontrol perbandingan L_y dan L_x dari masing-masing panel.
- Menentukan momen maksimum yang bekerja dari setiap panel yang ditinjau.
- Desain tulangan plat.
- Menggambar tulangan.

2.9 Perencanaan Tulangan Geser pada Balok

Perhitungan untuk tulangan geser yang berada pada wilayah gempa 5 harus memenuhi persyaratan pada SNI-03-2847-2002 pasal 13 dan 23.10 sebagai berikut:

Perencanaan penampang untuk menahan geser:

$$\Phi V_n \geq V_u \quad (35)$$

$$V_n = V_c + V_s \quad (36)$$

$$\Phi (V_c + V_s) \geq V_u \quad (37)$$

Dimana:

Φ = faktor reduksi kuat geser senilai 0,75

V_u = kuat geser terfaktor

V_n = kuat geser nominal

V_c = kuat geser nominal yang disumbangkan beton

V_s = kuat geser nominal yang disumbangkan tulangan geser

B_w = lebar badan balok

d = tinggi efektif balok

f'_c = kuat tekan beton yang disyaratkan

s = jarak sengkang

2.10 Pemilihan Sistem Struktur Atas (*upper structure*)

Pemilihan sistem struktur atas (*upper structure*) mempunyai hubungan yang erat dengan sistem fungsional gedung. Desain struktural akan mempengaruhi desain gedung secara keseluruhan. Dalam proses desain struktur perlu kiranya dicari kedekatan antara sistem struktur dengan masalah-masalah seperti arsitektural, efisiensi, kenyamanan, kemudahan pelaksanaan dan juga biaya yang diperlukan. Adapun faktor-faktor yang menentukan dalam pemilihan sistem struktur adalah sebagai berikut:

1. Aspek arsitektural.

Aspek ini dipertimbangkan berdasarkan kebutuhan jiwa manusia akan sesuatu yang indah. Bentuk-bentuk struktur yang direncanakan sudah semestinya mengacu pada pemenuhan kebutuhan yang dimaksud.

2. Aspek fungsional.

Perencanaan struktur yang baik sangat memperhatikan fungsi daripada bangunan tersebut. Dalam kaitannya dengan penggunaan ruang, aspek fungsional sangat mempengaruhi besarnya dimensi bangunan yang direncanakan.

3. Aspek kekuatan dan stabilitas struktur.

Aspek ini berkaitan dengan kemampuan struktur dalam menerima beban-beban yang bekerja baik beban vertikal maupun beban lateral yang disebabkan oleh gempa serta kestabilan struktur dalam kedua arah tersebut.

4. Aspek ekonomi dan kemudahan pelaksanaan.

Biasanya pada suatu gedung dapat digunakan beberapa macam sistem struktur. Oleh sebab itu faktor ekonomi dan kemudahan pelaksanaan pengerjaan merupakan faktor yang mempengaruhi sistem struktur yang akan dipilih.

5. Faktor kemampuan struktur dalam mengakomodasi sistem layanan gedung.

Pemilihan sistem struktur juga harus mempertimbangkan kemampuan struktur dalam mengakomodasi sistem pelayanan yang ada, yakni menyangkut pekerjaan *mechanical* dan *electrical*.

2.11 Pemilihan Sistem Struktur Bawah (*sub structure*)

Pemilihan sistem struktur bawah (*sub structure*) yaitu pondasi, menurut *Suyono (1984)*, harus mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1. Keadaan tanah pondasi.

Keadaan tanah pondasi memiliki kaitan dalam pemilihan tipe pondasi yang sesuai. Hal tersebut meliputi jenis tanah, daya dukung tanah, kedalaman lapisan tanah keras dan sebagainya.

2. Batasan-batasan akibat struktur diatasnya.

Keadaan struktur atas akan sangat mempengaruhi tipe pondasi. Hal ini meliputi kondisi beban (besar beban, arah beban dan penyebaran beban) dan sifat dinamis bangunan diatasnya (statis tertentu atau tak tentu, kekakuannya, dll).

3. Batasan-batasan keadaan lingkungan disekitarnya.

Yang termasuk dalam batasan ini adalah kondisi lokasi proyek, dimana perlu diingat bahwa pekerjaan pondasi tidak boleh mengganggu ataupun membahayakan bangunan dan lingkungan yang telah ada disekitarnya.

4. Biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan.

Sebuah proyek pembangunan akan sangat memperhatikan aspek waktu dan biaya pelaksanaan pekerjaan, karena hal ini sangat erat hubungannya dengan tujuan pencapaian kondisi yang ekonomis dalam pembangunan.

2.12 Langkah dan Persyaratan Perencanaan Struktur Beton Bertulang

2.12.1 Langkah Awal

Sebagai langkah awal dalam setiap perencanaan struktur perlu dilakukan pengumpulan informasi perencanaan selengkapnyanya.

Umumnya suatu proses perencanaan meliputi:

1. Deskripsi umum bangunan.
2. Denah dan sistem struktur bangunan.
3. Wilayah gempa dimana bangunan berada.
4. Data pembebanan.
5. Data tanah berdasarkan hasil penyelidikan.
6. Mutu bahan yang digunakan.
7. Metode analisa dan desain struktur.
8. Standar dan referensi yang dipakai dalam perencanaan.

Pada langkah awal ini, perencanaan struktur harus melakukan idealisasi struktur dan estimasi dimensi komponen-komponen struktur sesuai dengan kebutuhan dan ketentuan dalam SK SNI-03-2847-2002. Setelah idealisasi struktur dan dimensi komponen-komponen struktur serta beban-beban ditetapkan, maka dapat dilakukan analisis struktur dengan metode perhitungan konvensional ataupun bantuan komputer guna mendapatkan besar dan arah-arah dalam yang bekerja pada setiap komponen struktur.

2.12.2 Sistem Bekerjanya Beban

Bekerjanya beban untuk bangunan bertingkat berlaku sistem gravitasi, yaitu elemen struktur yang berada diatas akan membebani elemen struktur dibawahnya,

dengan kata lain elemen struktur yang mempunyai kekuatan lebih besar akan menahan atau memikul elemen struktur yang mempunyai kekuatan yang lebih kecil. Dengan demikian sistem bekerjanya beban untuk elemen-elemen struktur gedung bertingkat secara umum dapat dinyatakan sebagai berikut: beban plat lantai didistribusikan terhadap balok anak dan balok portal. Beban balok portal didistribusikan ke kolom dan beban kolom kemudian diteruskan ke tanah dasar melalui pondasi.

2.13 Software ETABS

2.13.1 Sejarah Singkat Program Etabs

Program ETABS (*Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems*) merupakan suatu program yang digunakan untuk melakukan analisis dan desain pada struktur bangunan dengan cepat dan tepat yang dikembangkan oleh perusahaan *Computers and Structures, Incorporated* (CSI) yang berlokasi di Barkeley, California, Amerika Serikat. Berawal dari penelitian dan pengembangan riset oleh Dr. Edward L. Wilson pada tahun 1970 di University of California, Barkeley Amerika Serikat, maka pada tahun 1975 didirikan perusahaan CSI oleh Ashraf Habibullah.

Selain program analisis struktur ETABS, ada beberapa program yang dikembangkan oleh CSI diantaranya program SAP, dan program SAFE. Ketiga program ini sudah dipakai dan diaplikasikan (teruji) di lapangan oleh konstruksi-konstruksi di lebih dari 100 negara di dunia.

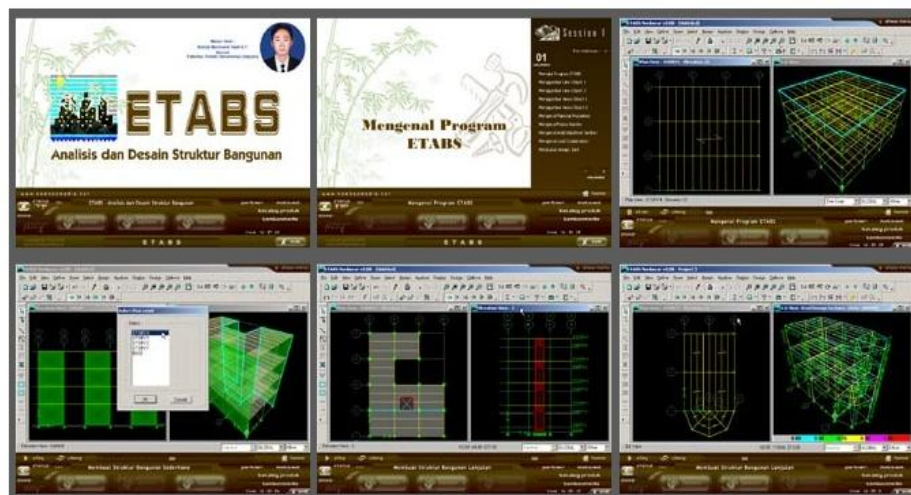
Program ETABS digunakan secara spesialis untuk analisis struktur *high rise building* seperti bangunan perkantoran, apartemen, rumah sakit, dan lain sebagainya. Dengan tampilan yang menarik dan aplikasi yang mudah digunakan, program ETABS akan sangat membantu dalam merencanakan serta menganalisis suatu struktur bangunan gedung berlantai banyak.

Program ETABS sendiri telah teruji aplikasinya di lapangan. Di Indonesia sendiri, konsultan-konsultan perencana struktur ternama telah menggunakan program ini untuk analisis struktur dan banyak gedung yang telah dibangun dari hasil perencanaan tersebut.

2.13.2 Kelebihan dan Kekurangan *Software* Etabs

Kelebihan *Software* ETABS adalah memiliki ketepatan mendesain dan menganalisis gedung bertingkat banyak karena bisa menghitung joint yang lebih banyak daripada aplikasi *software* lainnya, sebut saja *software* SAP2000 yang unggul pada pendesainan jembatan. *Software* ETABS disarankan dalam mendesain atau menganalisis kekuatan struktur bangunan berlantai banyak yang simetris, karena hasil *output* lebih efisien, ekonomis, dan teruji.

Kekurangan *software* ETABS adalah hanya lebih akurat digunakan pada proses desain dan analisis bangunan gedung saja, tetapi untuk ketepatan dan keunggulan dalam pendesaian jembatan dan bentuk struktur yang tidak simetris, *software* SAP jauh lebih unggul dan disarankan untuk dipakai daripada *software* ETABS.



Sumber: <http://www.bamboomedia.net/cd-tutorial/85/belajar-etabs-civil-software.html>, akses 26 Mei 2015

Gambar 2.3 Bentuk *Software* ETABS

Adapun sistem struktur yang di desain dalam Tugas Akhir ini berbentuk simetris, sehingga untuk perencanaan maupun analisis struktur ini, penulis memilih aplikasi *software* ETABS, untuk menganalisis gaya-gaya dalam struktur yang kemudian berdasarkan gaya-gaya dalam tersebut akan direncanakan dimensi tulangan dari struktur yang dibahas.

Dipilihnya *software* ini karena ketepatan dari perencanaan serta analisis struktur telah terbukti lebih baik dibandingkan dengan aplikasi *software* lainnya

ditinjau dari kekuatan sampai hasil akhir dimensi penulangan yang keluar terbukti lebih efisien dan ekonomis.

2.14 Metode Pelaksanaan Kolom, Balok dan Plat.

2.14.1 Metode Pelaksanaan Kolom

1. Menentukan As kolom pada bangunan, titik-titik dari as kolom di peroleh dari hasil pengukuran dan pematokan. Hal ini disesuaikan dengan gambar yang telah direncanakan. Cara menentukan as membutuhkan alat-alat seperti *theodolit*, meteran, tinta, sipatan, dan lain-lain. Adapun proses pelaksanaannya antara lain sebagai berikut:
 - a. Menentukan as kolom dengan theodolit dan *waterpass* berdasarkan shop drawing dengan menggunakan acuan yang telah di tentukan.
 - b. Buat as kolom dari garis pinjaman.
 - c. Pemasangan patok as bangunan atau kolom (tanda berupa garis dari sipatan).
2. Pembuatan tanda untuk sepatu kolom sesuai dengan ukuran kolom yang direncanakan dengan menarik benang yang dibasahi dengan cat dan kemudian ditarik dari ujung-ujung kolom. dilakukan pengontrolan kelurusan atas posisi kolom-kolom ini.
3. Pemasangan sepatu kolom.
4. Pemasangan pembesian pada kolom.
 - a. Pembesian atau perakitan tulangan sengkang kolom di kerjakan di tempat yang lain yang lebih aman.
 - b. Perakitan tulangan kolom harus sesuai dengan gambar kerja
 - c. Selanjutnya adalah pemasangan tulangan utama. Sebelum pemasangan sengkang, terlebih dahulu di buat tanda pada pada tulangan utama dengan kapur.
 - d. Selanjutnya adalah pemasangan sengkang, setiap pertemuan antara tulangan utama dan sengkang di ikat dengan kawat dengan sistem silang.
5. Pemasangan bekisting kolom.

Pemasangan bekisting kolom dilaksanakan apabila pelaksanaan pembesian tulangan telah selesai di lakukan. Berikut merupakan uraian singkat mengenai proses pembuatan bekisting kolom:

- a. Bersihkan area kolom dan marking posisi bekisting kolom.
- b. Membuat garis pinjaman dengan menggunakan sipatan dari as kolom sebelumnya sampai dengan kolom berikutnya dengan berjarak 100 cm dari masing- masing as kolom.
- c. Setelah mendapat garis pinjaman, lalu buat tanda kolom pada lantai sesuai dengan dimensi kolom yang akan di buat, tanda ini berfungsi sebagai acuan dalam penempatan bekisting kolom.
- d. Marking sepatu kolom sebagai tempat bekisting
- e. Pasang sepatu kolom pada tulangan utama atau tulangan sengkang.
- f. Atur kelurusan bekisting kolom
- g. Setelah tahapan di atas telah di kerjakan, maka kolom tersebut siap di cor.

6. Pengecoran kolom.

Langkah kerja pengecoran kolom adalah sebagai berikut:

- a. Persiapan pengecoran.

Sebelum di laksanakan pengecoran, kolom yang akan di cor harus benar-benar bersih dari kotoran agar tidak membahayakan konstruksi dan menghindari kerusakan beton.

- b. Pelaksanaan pengecoran.

Proses penuangan campuran semen dilakukan secara bertahap, hal ini di lakukan untuk menghindari terjadinya segregasi yaitu pemisahan agregat yang dapat mengurangi mutu beton. Selama proses pengecoran berlangsung, pemadatan beton menggunakan vibrator. Hal tersebut di lakukan untuk menghilangkan rongga-rongga udara serta untuk mencapai pemadatan yang maksimal.

7. Pembongkaran bekisting kolom.

Setelah pengecoran selesai, maka dapat di lakukan pembongkaran bekisting proses pembongkarannya adalah sebagai berikut :

- a. Setelah sudah cukup umur, maka bekisting kolom sudah dapat di bongkar.
- b. Pertama-tama, plywood dipukul-pukul dengan menggunakan palu agar lekatan beton pada plywood dapat terlepas.
- c. Kendorkan push pull (penyangga bekisting), lalu lepas push pull.
- d. Kendorkan baut-baut yang ada pada kolom sehingga rangkaian atau panel bekisting terlepas.

- e. Panel bekisting yang telah terlepas, atau setelah dibongkar segera di angkat ke lokasi pabrikasi awal.

2.14.2 Metode Pelaksanaan Plat lantai dan Balok

Pekerjaan balok baru dapat di laksanakan setelah pekerjaan kolom telah selesai di kerjakan. Semua pekerjaan balok dan plat dilakukan langsung di lokasi yang di rencanakan mulai dari pembesian, pemasangan bekisting, pengecoran, sampai pada perawatan.

1. Tahap Persiapan.

- a. Pekerjaan pengukuran.

Pengukuran ini bertujuan untuk mengatur atau memastikan kerataan ketinggian balok dan plat.

- b. Pembuatan bekisting.

- c. Pekerjaan bekisting balok dan pelat merupakan satu kesatuan pekerjaan, kerena 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 di buat. Pekerjaan dilakukan langsung di lokasi dengan mempersiapkan material utama antara lain : kaso 5/7, balok kayu 6/12 dan papan *plywood*.

2. Tahap pekerjaan balok dan plat.

Pekerjaan balok dan plat di lakukan secara bersamaan, sebagai berikut:

- a. Pembekistingan balok.

Tahap pembekistingan balok adalah sebagai berikut:

- *Scaffolding* dengan masing-masing jarak 100 cm disusun berjajar sesuai dengan kebutuhan di lapangan, baik untk bekisting balok maupun pelat.
- Memperhitungkan ketinggian *scaffolding* dengan mengatur *base jack* atau *u-head jack* nya.
- Pada *u-head* dipasang balok kayu (girder) 6/12 sejajar dengan arah *cross brace* dan di atas girder di pasang balok suri tiap jarak 50 cm (kayu 5/7) dengan arah melintang.kemudian di pasang pasangan *plywood* sebagai alas balok.

- Setelah itu, di pasang dinding bekisting balok dan di kunci dengan siku yang di pasang di atas suri-suri.

b. Pembekistingan plat.

Tahap pembekistingan plat adalah sebagai berikut:

- *Scaffolding* disusun berjajar bersamaan dengan *scaffolding* untuk balok. Karena posisi pelat lebih tinggi dari pada balok maka *scaffolding* untuk plat harus lebih tinggi dari pada balok dan di perlukan *main frame* tambahan dengan menggunakan *joint pin*. perhitungan ketinggian *scaffolding* pelat dengan mengatur *base jack* dan *u-head jack* nya.
- Pada *u-head* di pasang balok kayu (girder) 6/12 sejajar dengan arah *cross brace* dan di atas girder di pasang suri-suri dengan arah melintang.
- Selanjutnya di pasang plywood sebagai alas pelat. Pasang juga dinding untuk tepi pada pelat dan di jepit menggunakan siku. *Plywood* di pasang serapat mungkin, sehingga tidak terdapat rongga yang dapat menyebabkan kebocoran pada saat pengecoran.
- Semua bekisting rapat di pasang, sebaiknya diolesi dengan solar sebagai pelumas agar beton tidak menempel pada bekisting, sehingga dapat mempermudah dalam pekerjaan pembongkaran dan bekisting masih dalam kondisi layak paka untuk pekerjaan berikutnya.

c. Pengecekan.

Setelah pemasangan bekisting balok dan pelat dianggap selesai selanjutnya pengecekan tingi 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:

- Untuk pembesian balok pada awalnya dilakukan pabriksi di los besi kemudian di angkat ke lokasi yang akan di pasang.
- Besi tulangan balok yang sudah di angkat lalu diletakkan di atas bekisting balok dan ujung dan ujung besi balok dimasukkan ke kolom.
- Pasang beton *decking* untuk jarak selimut beton pada alas dan samping balok lalu diikat.

e. Pembesian plat.

Setelah tulangan balok terpasang. Selanjutnya adalah tahap pembesian plat, antara lain sebagai berikut:

- Pembesian plat di lakukan langsung di atas bekisting pelat yang sudah siap.
- Rakit pembesian dengan tulangan bawah terlebih dahulu, kemudian pasang tulangan.
- Selanjutnya secara menyilang di ikat dengan menggunakan kawat.
- Letakan beton deking antara tulangan bawah plat dan bekisting alas plat. Pasang pula tulangan kaki ayam antara untuk tulangan atas dan bawah plat.

f. Pengecekan.

Setelah pembesian balok dan plat di anggap selesai, lalu di adakan *cheklist* atau pemeriksaan untuk tulangan. Adapun yang di periksa untuk pembesian balok adalah diameter dan jumlah tulangan utama, diameter, jarak, dan jumlah sengkang, ikatan kawat dan beton deking. Untuk pembesian plat lantai yang di periksa adalah penyaluran pembesian pelat terhadap balok, jumlah dan jarak tulangan ekstra, perkuatan (*sparing*) pada lubang-lubang di plat lantai, beton deking, kaki ayam, dan kebersihannya.

g. Tahap pengecoran plat dan balok.

- 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 di ajukan dalam surat cor.
 4. Setelah oke, konsultan pengawas menandatangani surat izin cor tersebut.
 5. Surat izin cor dikembalikan kepada *engineer* dan pengecoran boleh di laksanakan.

- Proses pengecoran plat lantai dan balok.

Pengecoran plat dilaksanakan bersamaan dengan pengecoran balok. Peralatan pendukung untuk pekerjaan pengecoran balok diantaranya yaitu *bucket*, *truck*, *vibrator*, lampu kerja dan papan perata. Adapun proses pengecoran plat sebagai contoh pengamatan yaitu adalah sebagai berikut:

1. Setelah mendapatkan ijin pengecoran disetujui, *engineer* menghubungi pihak *beaching plan* untuk mengecor sesuai dengan mutu dan volume yang dibutuhkan di lapangan.
2. Pembersihan ulang area yang akan di cor dengan menggunakan *air compressor* sampai benar-benar bersih.
3. *Bucket* di persiapkan sebelumnya kemudian di siram air untuk membersihkan bucket dari debu-debu atau sisa pengecoran sebelumnya. Selanjutnya mempersiapkan satu keranjang dorong untuk mengambil sampel dan tes *slump* yang di awasi oleh *engineer* dan pihak pengawas.
4. Sampel benda uji di ambil bersamaan selama pengecoran berlangsung. Di ambil beton yang keluar dari truk kemudian di tuang ke bucket lalu bucket di angkut dengan TC.
5. Setelah *bucket* sampai pada tempat yang akan di cor, petugas *bucket* membuka katup *bucket* untuk mengeluarkan beton segar ke area pengecoran.
6. Kemudian pekerja cor meratakan beton segar tersebut ke bagian balok terlebih dahulu selanjutnya untuk plat di ratakan dengan *scrub* secara manual lalu cek *level* dengan menggunakan *waterpass*. Salah satu pekerja memasukan *vibrator* kedalam campuran semen kurang lebih 5-10 menit di setiap bagian yang di cor. Pemadatan tersebut bertujuan untuk mencegah terjadinya rongga udara pada beton yang akan mengurangi kualitas beton.
7. Setelah di pastikan balok dan plat telah terisi beton semua, maka permukaan beton segar tersebut diratakan dengan menggunakan balok kayu yang panjang dengan memperhatikan batas ketebalan pelat yang telah ditentukan sebelumnya.

8. Pekerjaan ini dilakukan berulang sampai beton memenuhi area cor yang telah di tentukan, idealnya waktu pengecoran di lakukan 6 sampai 8 jam.

- Pembongkaran bekisting.

Untuk pembongkaran bekisting dapat di lakukan setelah 4 hari setelah dilaksanakannya pengecoran, sedangkan untuk pembongkaran bekisting balok dapat dilakukan 7 hari setelah pengecoran di lakukan.

- Perawatan (*curing*).

Setelah pengecoran selesai dilakukan maka untuk menjaga agar mutu beton tetap terjaga dilakukan perawatan beton. Perawatan beton yang di lakukan adalah dengan menyiram atau membasahi beton dua kali sehari.

BAB III

PEMBAHASAN



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2015

BAB III

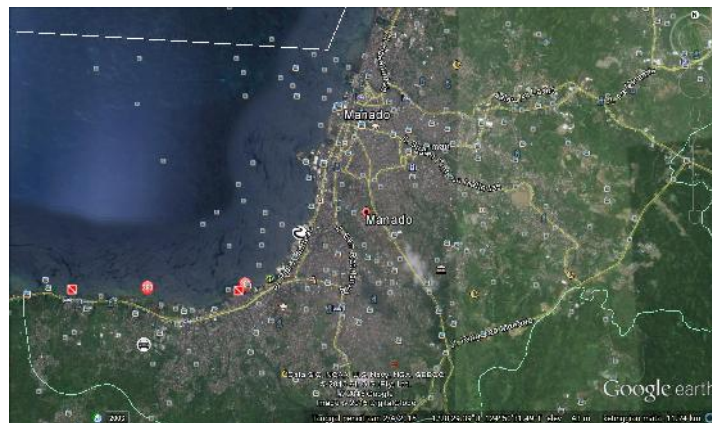
PEMBAHASAN

3.1 Nama Bangunan

Nama bangunan ini adalah Rumah Toko *Mega Style* atau biasa disingkat Ruko Mega Style Megamas Manado, dengan harapan bahwa bangunan Ruko ini akan berdiri kokoh dan tetap bertahan, juga bisa memberikan kenyamanan serta inspirasi kepada penghuni yang menempati bangunan ini, serta kepada semua orang yang melihat bangunan Ruko ini.

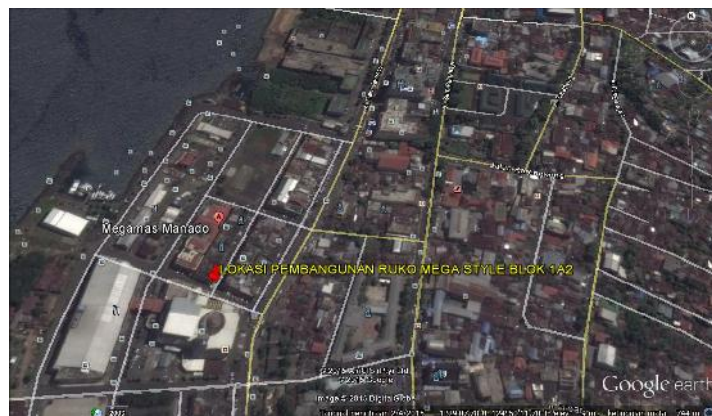
3.2 Lokasi

Ruko Mega Style berada di kota Manado, Sulawesi Utara dan Ruko ini berada didalam kawasan Megamas Manado.



Sumber: www. Google earth, 2015

Gambar 3.1 Provinsi Kota Manado



Sumber: www. Google earth, 2015

Gambar 3.2 Lokasi Pembangunan Ruko Mega Style Blok 1A2

3.3 Penataan Area atau Halaman

Bangunan ini terletak didalam kawasan Megamas Manado. Bangunan bagian depan dan samping kanan terdapat jalan raya sebagai tempat lalu lintas transportasi, bagian belakang dan samping kiri terdapat sambungan Ruko lain dengan sistem delatasi.

3.4 Konsep Desain

Ruko *Mega Style* mempunyai konsep dengan bentuk bangunan persegi panjang dan mempunyai struktur simetris atau mempunyai bentuk yang seimbang.

3.5 Data-data Perencanaan

3.5.1 Perencanaan Struktur Bawah

Struktur bawah (*sub structure*) yang berupa pondasi, merupakan elemen bangunan yang berfungsi untuk menyalurkan semua beban yang bekerja pada struktur tersebut ke dalam tanah, sampai kedalaman tertentu yaitu sampai lapisan tanah keras.

Berdasarkan data karakteristik tanah setempat, diperoleh data-data tanah sebagai berikut:

1. Boring Log 1.

Berdasarkan data *Boring log 1*, didapatkan hasil deskripsi tanah dalam satuan kedalaman (m) pada kedalaman sebagai berikut:

- 0,00-0,50 m dengan deskripsi tanahnya adalah lanau, kepasiran dan coklat (SPT = 18),
- 0,50-3,50 m dengan deskripsi tanahnya adalah pasir kelanauan dan coklat muda (SPT = 6),
- 3,50-6,00 m dengan deskripsi tanahnya adalah pasir kelanauan dan abu-abu (SPT = 6),
- 6,00-6,20 m dengan deskripsi tanahnya adalah pasir halus, kelanauan dan hitam (SPT = 10),
- 6,20-10,0 m dengan deskripsi tanahnya adalah pasir kelanauan dan abu-abu (SPT = 34).

Tabel 3.1 Jenis-jenis Tanah

Jenis tanah	Kecepatan rambat gelombang geser rata-rata, $\bar{v}_s$ (m/det)	Nilai hasil Test Penetrasi Standar rata-rata $\bar{N}$	Kuat geser niralin rata-rata $\bar{S}_u$ (kPa)
Tanah Keras	$\bar{v}_s \geq 350$	$\bar{N} \geq 50$	$\bar{S}_u \geq 100$
Tanah Sedang	$175 \leq \bar{v}_s < 350$	$15 \leq \bar{N} < 50$	$50 \leq \bar{S}_u < 100$
Tanah Lunak	$\bar{v}_s < 175$	$\bar{N} < 15$	$\bar{S}_u < 50$
	atau, setiap profil dengan tanah lunak yang tebal total lebih dari 3 m dengan $PI > 20$, $w_L \geq 40\%$ dan $S_u < 25$ kPa		
Tanah Khusus	Diperlukan evaluasi khusus di setiap lokasi		

Sumber: SNI 1726-2002

Berdasarkan data tersebut diatas tes *boring* berhenti pada kedalaman 10,0 m dan tidak ditemukan tanah padat atau nilai SPT < 15 (dideskripsikan sebagai tanah lunak).

2. Sondir (S-4)

Berdasarkan data *sondir*-4 didapatkan hasil qc (hambatan konus) terhenti pada kedalaman 11,60 m dan terdapat tanah lunak sampai sedang dan pada kedalaman > 10,6 m – 18,60 m terdapat tanah sedang sampai padat.

Salah satu pertimbangan pemilihan sistem struktur bawah (*sub structure*) atau pondasi adalah harus mempertimbangkan keadaan tanah yang akan dijadikan pondasi agar mampu menahan kekuatan struktur yang ada diatasnya. Pertimbangan-pertimbangan tersebut diantaranya meliputi jenis tanah, daya dukung tanah, kedalaman lapisan tanah keras dan sebagainya.

Selain itu, Nakazawa (2000), telah menguraikan jenis-jenis pondasi yang sesuai dengan keadaan tanah pondasi bersangkutan, yaitu sebagai berikut:

- Bila tanah pendukung pondasi terletak pada permukaan tanah atau 2-3 m dibawah permukaan tanah, maka pondasi yang dapat digunakan adalah pondasi telapak (*spread foundation*),
- Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 10 m dibawah permukaan tanah, maka pondasi yang dapat digunakan adalah pondasi tiang

apung (*floating pile foundation*) untuk memperbaiki tanah pondasi. Apabila memakai tiang, maka tiang baja atau tiang beton cor ditempat (*cast in place*) kurang ekonomis, karena tiang-tiang tersebut kurang panjang,

- c. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 20 m di bawah permukaan tanah, maka pemilihan pondasinya tergantung penurunan (*settlement*) yang diizinkan. Apabila tidak boleh terjadi penurunan, biasanya digunakan pondasi tiang pancang (*pile driven foundation*),
- d. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman lebih dari 30 m di bawah permukaan tanah, maka dapat digunakan pondasi kaisan terbuka, tiang pancang beton, baja atau tiang cor ditempat,
- e. Bila tanah pondasi terletak pada kedalaman lebih dari 40 m dibawah permukaan tanah, maka jenis pondasi yang sesuai adalah tiang baja dan tiang beton cor ditempat.

Pemilihan pondasi tipe tiang pancang, untuk berbagai jenis keadaan tergantung pada banyak variabel. Walaupun demikian harus ada indikator yang jelas agar dapat menunjukkan kesesuaian beberapa tipe tiang pancang dengan kondisi-kondisi tertentu. Menurut Sardjono (1991), faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan tiang pancang antara lain:

- a. Tipe dari tanah dasar yang meliputi jenis tanah dasar dan ciri topografinya,
- b. Jenis bangunan yang akan dibuat,
- c. Alasan teknis pada waktu pelaksanaan pemancangan.

Berdasarkan hasil uji tanah pada lokasi pembangunan Ruko *Mega Style* Megamas Manado dengan mempertimbangkan faktor pertimbangan dalam pemilihan jenis pondasi tiang pancang tersebut diatas, didapatkan deskripsi sebagai berikut:

- a. Tipe tanah dasar dengan jenis topografi kondisi permukaan tanah merupakan jenis tanah lunak daerah perairan laut yang kemudian di lakukan reklamasi atau penimbunan pantai dengan menggunakan batu yang berdiameter 2-3 m kemudian dilapisi dengan tanah urugan dan biasanya akan mengalami konsolidasi setelah 2-3 tahun,
- b. Jenis bangunan yang akan dibangun merupakan bangunan Ruko beton bertulang dengan bentuk persegi panjang dan simetris,

- c. Karena merupakan tanah reklamasi atau timbunan, maka dalam tanah terdapat bebatuan yang besar sehingga pada saat melakukan pemancangan alasan teknis yang ditimbulkan adalah terdapat sedikit kesulitan karena mesin pemancangan bekerja lebih dari pada seharusnya dengan menerobos masuk batu-batu yang ada sampai pada kedalaman pemancangan yang ditentukan. Adapun alasan lain yang ditimbulkan adalah terjadi getaran tanah yang kuat akibat mesin pemancangan tanah yang bergetar, sehingga kemungkinan mengganggu bangunan-bangunan disekitar tempat pemancangan.

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah di lokasi perencanaan, telah ditemukan bahwa lapisan tanah keras terletak pada kedalaman $> 10,8$ meter. Sehingga dalam hal ini diputuskan untuk menggunakan pondasi tiang pancang. Alasan lainnya adalah dikarenakan jenis tanahnya merupakan tanah lunak reklamasi atau timbunan, sehingga untuk perencanaan struktur bawahnya disarankan menggunakan tipe pondasi tiang pancang. Pemancangan pondasi tiang pancang ini disarankan pada kedalaman $> 10,8$ m.

3.5.2 Perencanaan Struktur Atas

Struktur atas merupakan struktur portal. Struktur portal merupakan satu kesatuan antara kolom, balok dan plat. Perencanaan struktur portal dilakukan dengan prinsip *strong column weak beam*.

3.5.2.1 Data Teknis Perencanaan

Mutu bahan: beton

Mutu beton, $f'_c = 30 \text{ MPa} = 300 \text{ kg/cm}^2$

Modulus elastisitas, $E_c = 4700 \times \sqrt{f'_c} = 25742,96 \text{ MPa}$

Mutu baja, $f_y = 400 \text{ MPa} = 4000 \text{ kg/cm}^2$

Lokasi bangunan = Manado, Sulawesi Utara

Wilayah gempa = zona gempa 5

Jenis tanah = lunak

Kategori bangunan = ruko

Tinggi tiap lantai: 3,5 m

Beban hidup (LL):

- Lantai 1-3 (ruko) = 250 kg/m²
- Lantai 4 (atap) = 100 kg/m²

Jumlah lantai = 4 tingkat

Beban mati (DL): berat sendiri komponen struktur (DL) sudah dihitung secara otomatis oleh ETABS berdasarkan *input* data dimensi dan karakteristik material yang direncanakan.

- Beban mati tambahan (DL) antara lain asebagai berikut:
 1. Dinding bata = 250 kg/m²
 2. Keramik = 24 kg/m²
 3. Plester (2,5 cm) = 53 kg/m²
 4. Beban M/E = 25 kg/m²
 5. Beban plafond = 18 kg/m²
 6. *Water proofing* = 5 kg/m²

Sehingga beban-beban garavitasi tersebut dapat dirangkum untuk masing-masing lantai sebagai berikut:

Lantai 1-3:

Beban hidup = 250 kg/m²

Beban mati tambahan:

Plester (2,5 cm) = 53 kg/m²

Keramik = 24 kg/m²

M/E = 25 kg/m²

Plafond = 18 kg/m²
120 kg/m²

Lantai 4:

Beban hidup = 100 kg/m² (atap)

Beban mati tambahan:

Plester (2,5 cm) = 53 kg/m²

Water proofing	= 5 kg/m ²
M/E	= 25 kg/m ²
Plafond	= <u>18 kg/m²</u>
	100 kg/m ²

Denah perencanaan lantai *typical* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

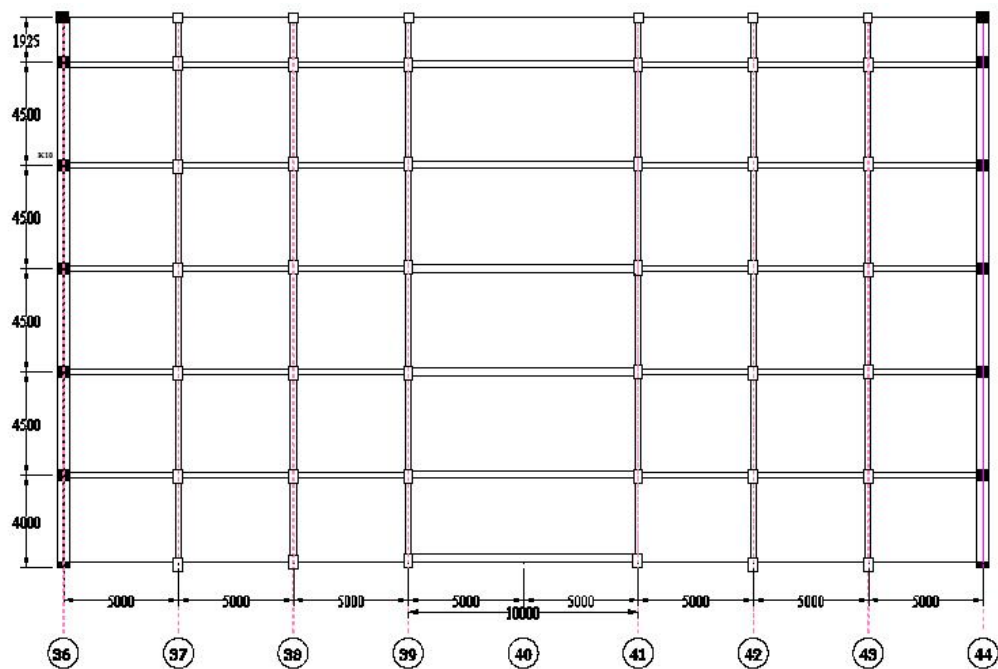
Dimensi:

Tebal plat lantai = 120 mm

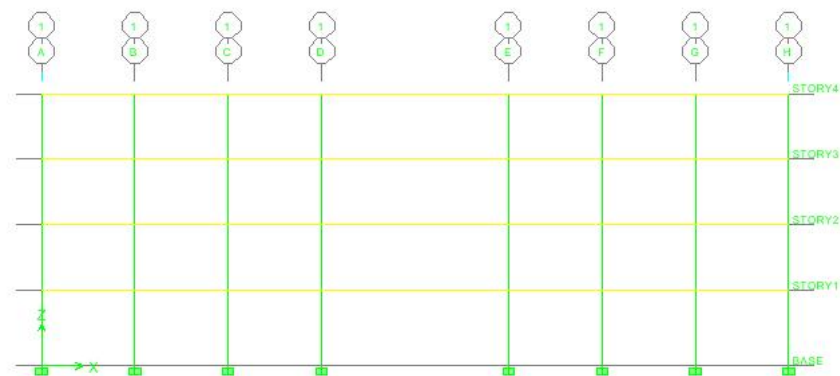
Balok utama = 300x500 mm (berdasarkan *preliminary design*)

Kolom = 500x500 mm (berdasarkan *preliminary design*)

Ada kolom ukuran 300x300 mm pada jarak 1,925 m



Gambar 3.3 Denah Rencana Gedung



Gambar 3.4 Elevasi Rencana Gedung

3.5.2.2 Spesifikasi Struktur

Bangunan Ruko Mega Style bertingkat 4 (empat) memiliki panjang bangunan sepanjang 23925 mm atau 23,925 m dan lebar bangunan selebar 40000 mm atau 40 m. Dengan demikian, Ruko ini mempunyai luas total lantai bangunan seluas 957 m². Keseluruhan konstruksi terdiri dari:

1. Struktur atas (atap plat lantai),
2. Struktur pendukung (tangga),
3. Struktur utama (portal 4 lantai), dan
4. Struktur bawah (pondasi)

3.6 Preliminary Design

3.6.1 Preliminary Design Kolom

Dimensi kolom tipikal setiap lantai berbentuk persegi panjang atau bujur sangkar dengan lebar diambil minimal sama dengan lebar balok yang ditumpunya dan harus memenuhi ketentuan SNI 03-2847-2002, pasal 3.14.4 sebagai berikut:

$B_{min} = 300$ mm, dimana:

$$\frac{b}{h} \geq 0,4 \quad \text{dan} \quad \frac{L}{b} \leq 16$$

Lantai 1-4 (K)

Untuk $b = 500$ mm $\longrightarrow h = b/0,4 = 500/0,4 = 1250$ mm

Cek $L = 3500$ mm $\longrightarrow L/b = 3500/1250 = 2,8$ mm

syarat: $L/b \leq 16 = 2,8 \text{ mm} \leq 16 \dots\dots\dots \text{OK !!!}$

syarat umum: $b \leq h$

Tabel 3.2 Dimensi Awal Kolom

Lantai	Tipe kolom	dimensi (cm)			Rasio	
		b	h	L	$b/h \geq 0,4$	$L/h \leq 16$
1-4	K	50	50	350	1,00	7,00

3.6.2 Preliminary Design Balok

Perencanaan balok berdasarkan SNI 03-2847-2002, tabel 8 hal. 63 dengan persyaratan tebal minimum h sebagai berikut:

$H_{min} = L/18,5$ untuk balok dengan satu ujung menerus.

$$b_{min} = 250 \text{ mm dan } \frac{b}{h} \geq 0.3$$

dik: $L_x = 10 \text{ m} = 1000 \text{ cm}$ (bentang terpanjang)

$L_y = 1,925 \text{ m} = 192,5 \text{ cm}$ (bentang terpendek)

Persyaratan minimum:

$H_{\min} = L/18,5 = 1000/18,5 = 54,05 \text{ cm} = 50 \text{ cm} = (\text{ direncanakan } 500 \text{ mm})$

$B = 2/3 H = 2/3 \times 500 \text{ mm} = 333,33 \text{ mm}$ (direncanakan 300 mm)

syarat: $B_{\min} = 250 \text{ mm} \longrightarrow b/h \geq 0,3$

$b/h \geq 0,3 \longrightarrow 300/500 \geq 0,3 \longrightarrow 0,6 \geq 0,3 \text{ OK !!!!}$

dicoba dimensi balok minimum sebagai berikut:

$b = 300 \text{ mm} = 30 \text{ cm}$

$h = 500 \text{ mm} = 50 \text{ cm}$

Tabel 3.3 Dimensi Awal Balok

Lantai	Tipe balok	Dimensi (cm)		Rasio
		b	h	$b/h \geq 0,3$
Atap	B1	30	50	0,60
1-3	B2	30	50	0,60

3.6.3 Preliminary Design Plat Lantai

Perencanaan plat lantai harus memenuhi ketentuan pada SNI 03-2847-2002, yaitu menentukan tebal plat lantai sebagai berikut:

Menentukan l_n1 , l_n2 , $h_{\max}$, $h_{\min}$:

Dik: $l_n1 = 5 \text{ m} = 5000 \text{ mm}$

$l_n2 = 1,925 \text{ m} = 1925 \text{ mm}$

Ketentuan:

$$\beta = \frac{l_n1}{l_n2}$$

$$h_{\max} = l_n1 \frac{\left(0,8 + \frac{F_y}{1500}\right)}{36}$$

$$h_{\min} = l_n1 \frac{\left(0,8 + \frac{F_y}{1500}\right)}{36 + 9\beta}$$

didapatkan *preliminary* sebagai berikut:

$$\beta = 5000 \text{ mm} / 1925 \text{ mm} = 2,60$$

$$h_{\max} = 5000 \frac{\left(0,8 + \frac{400}{1500}\right)}{36} = 148 \text{ mm}$$

$$h_{\min} = 5000 \frac{\left(0,8 + \frac{400}{1500}\right)}{36 + 9\beta} = 89,78 \text{ mm}$$

Berdasarkan ketentuan, tebal plat lantai yang akan direncanakan tidak boleh melebihi h_{maks} dan tidak boleh kurang dari h_{min} . Maka tebal plat diambil setebal 120 mm, selanjutnya data-data perencanaan tebal plat lantai menyesuaikan.

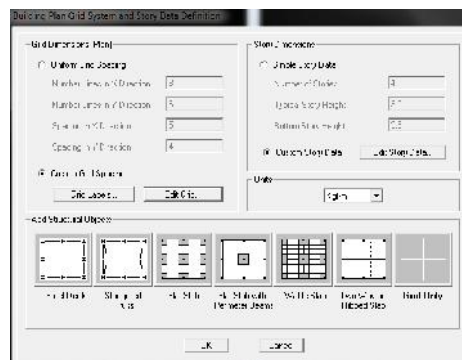
3.7 Pemodelan Struktur dengan Aplikasi Software ETABS V.9.0.7

Data-data desain untuk *input* program ETABS, telah direncanakan seperti pada sub bab 3.5.2.1.

3.7.1 Membuat *Grid Lines* pada Program ETABS

Sebelum memulai pemodelan struktur dengan *software* program ETABS, perlu diperhatikan satuan apa yang dipakai dalam penggambaran, agar pemodelan maupun penggambaran struktur menjadi tepat. Langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Pilih menu **file > new model > no** (dalam mendesain struktur bangunan ini, penulis memakai satuan kgf-m sebagai satuan awal pemodelan *grid lines*).
- Isi edit kotak sesuai data desain denah.

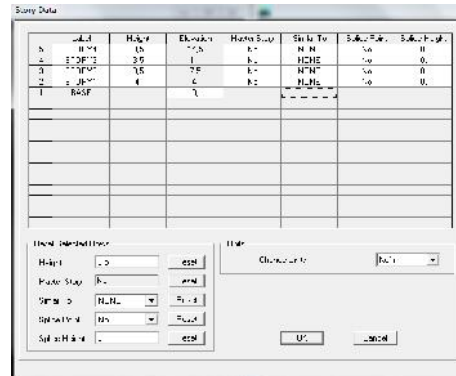


Gambar 3.5 Input Grid Bangunan

Keterangan:

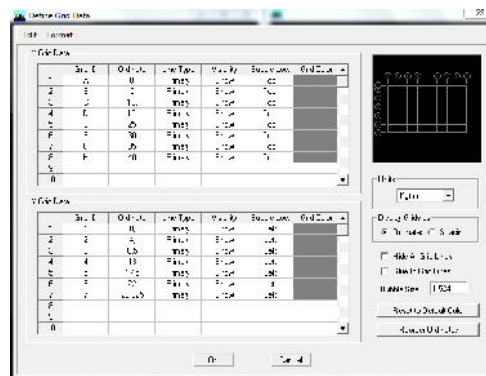
- | | | |
|------------------------------|------------------------------|---------|
| - Number line in X direction | = jumlah kolom arah X | = 8 m |
| - Number line in Y direction | = jumlah kolom arah Y | = 6 m |
| - Spacing in X direction | = jarak bentang X | = 5 m |
| - Spacing in Y direction | = jarak bentang Y | = 4 m |
| - Number of story | = banyaknya lt. (tingkat) | = 4 |
| - Typical story height | = tinggi bangunan lt. 2 dst. | = 3,5 m |
| - Bottom story height | = tinggi lt. Dasar | = 3,5 m |

- Centang *custom story data* > *edit story data*.
- Pada menu *master story*, *edit box* dipilih *No*.
- Pada menu *similar to*, *edit box* dipilih *none* > *ok*.



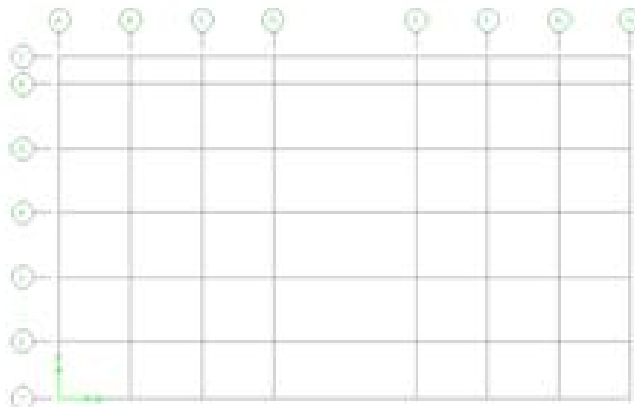
Gambar 3.6 Data Nama Lantai Struktur

Catatan: karena dalam perencanaan struktur ini memiliki jarak bentang yang berbeda, maka di sesuaikan lagi dengan jarak bentang yang direncanakan dan dilakukan pengeditan pada menu edit **grid** dengan cara mencentang menu *custom grid spacing* > *ok*.

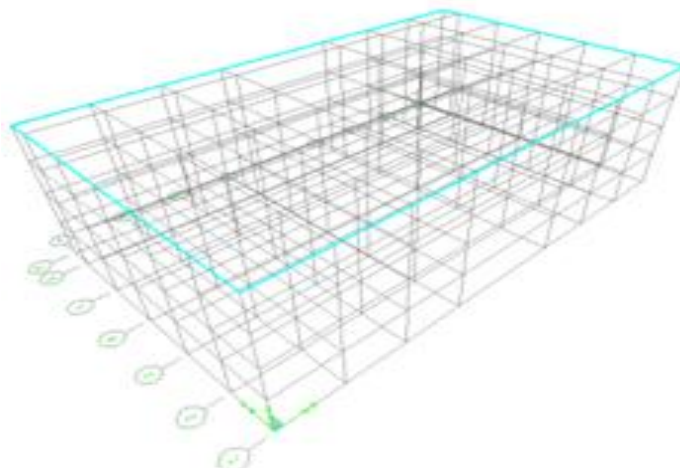


Gambar 3.7 Pengaturan Grid Bangunan

- Pilih *grid only* > *ok*.



Gambar 3.8 Tampilan 2D Pemodelan Grid lines Rencana Struktur



Gambar 3.9 Tampilan 3D Pemodelan *Grid Lines* Rencana Struktur

3.7.2 *Input Data Material*

Sebelum memasukkan definisi material, terlebih dahulu satuan diganti kedalam (N-mm) pada sudut kanan bawah *software* ETABS, karena mutu beton f'_c akan didefinisikan sehingga perlu dilakukan perubahan satuan. Langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Pilih menu ***define > material properties > conc.***
- ***Modify show materials.***
- *Material name* dipilih ***conc.***

Input material diisi sesuai angka-angka pada gambar dibawah ini kemudian klik **ok**.

Gambar 3.10 *Input Data Material*

Keterangan:

- Nilai f'_c (Modulus of Elasticity) = $4700 \times \sqrt{f'_c} = 4700 \times \sqrt{30} = 25742,96$

3.7.3 Mendefinisikan Kolom

Untuk menentukan dimensi kolom rencana, untuk kolom yang paling bawah (lantai 1), dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut:

$$\sigma = P/A$$

Dimana:

σ = tegangan beton

P = total beban ditanggung kolom paling bawah

A = luas penampang kolom rencana

σ diambil berdasarkan mutu beton $f_c' = 30/3$ sehingga nilainya 10 MPa.

Perkiraan total beban per m² dari berat plat, balok, beban mati tambahan dan beban hidup pada masing-masing lantai adalah:

Beban mati (DL)

- Pelat tebal 120 mm:

$$0,12 \times 2,4 = 0,288 \text{ t/m}^2$$

- Kolom 500 x 500 pada ketujuh sisi plat:

$$0,5 \times 0,5 \times 3,5 \times 2,4 \times 7/36 = 0,194 \text{ t/m}^2$$

- Balok 300x500 pada ketujuh sisi plat, panjang total 40 m:

$$0,3 \times 0,5 \times 24 \times 4/36 = 0,111 \text{ t/m}^2$$

- Finishing = 0,12 t/m²

$$\text{Total (DL)} = 0,288 + 0,194 + 0,111 + 0,12 = 0,713 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Beban hidup (LL)} = 0,25 \text{ t/m}^2$$

Kombinasi beban:

$$1,2(\text{DL}) + 1,6(\text{LL}) = 1,2 (0,713) + 1,6 (0,25) = 1,26 \text{ t/m}^2$$

$$P = 1,26 \text{ t/m}^2 \times 10 \text{ m} \times 1,925 \text{ m} \times 4 \text{ lantai} = 97,02 \text{ ton}$$

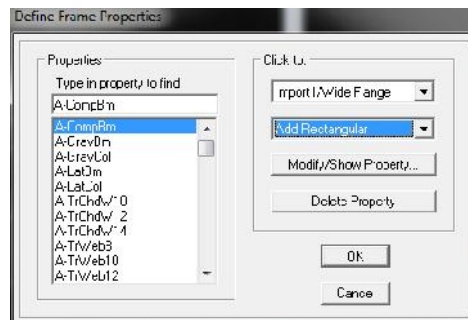
$$A = P/\sigma = (97,02 \times 1000) / (10/10) = 97020 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dimensi kolom yang dipakai} = \sqrt{97020} = 311,48 \times 311,48 \text{ mm}$$

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh struktur yang tidak aman pada analisis *software* ETABS. Untuk itu dimensi kolom yang digunakan berdasarkan pertimbangan dari *prelimenary design* kolom yaitu 500 mm x 500 mm.

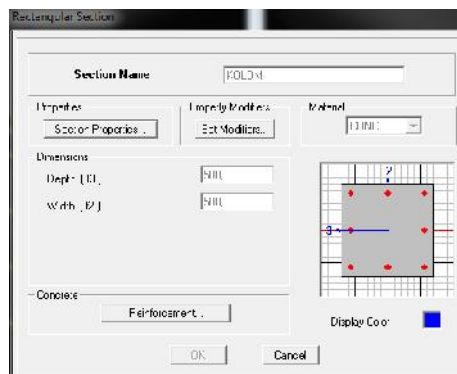
Langkah-langkah yang diperlukan untuk mendefinisikan kolom adalah sebagai berikut:

- Pilih menu **define > frame section**.
- Pada kotak **Add I/wide flange**, pilih **add rectangular**.



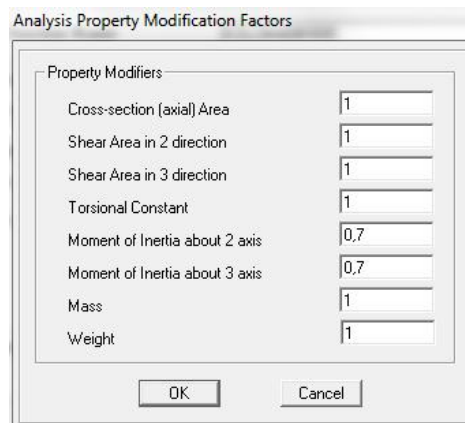
Gambar 3.11 Define Frame Properties Kolom

- Pada *section name*, ganti nama dengan penamaan yang sesuai perencanaan.
- Material yang dipilih adalah **conc**.



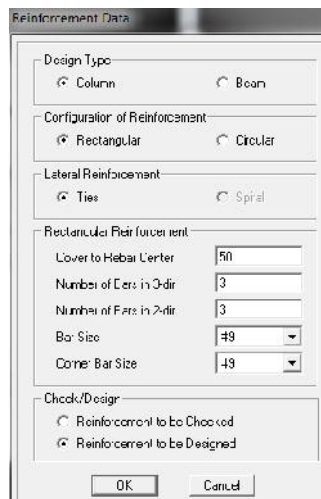
Gambar 3.12 Input Data Kolom

- Klik **set modify** pada **properties modies** kemudian pada *moment of inertia about 2 axis* dan *3 axis* diganti dengan angka **0,7** (aturan) > **ok**.



Gambar 3.13 Analysis Property Modification Factors Kolom

- Klik **reinforcement** kemudian ganti selimut beton (*cover to rebar center*) dengan tebal **50 mm** > **ok**.



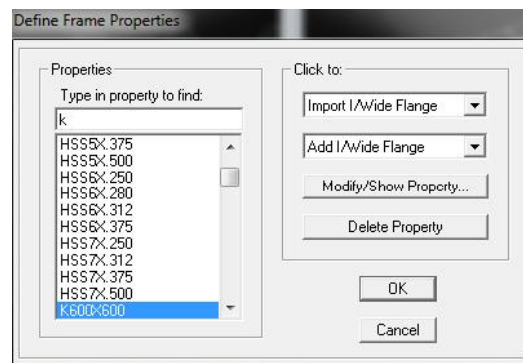
Gambar 3.14 Reinforcement Data Kolom

3.7.4 Mendefinisikan Balok

Berdasarkan *preliminary design* balok, didapatkan dimensi awal balok sebesar 300 mm x 500 mm. Dengan mempertimbangkan ketentuan bahwa dimensi balok tidak boleh > dimensi kolom, maka dimensi balok yang penulis rencanakan adalah berdasarkan hasil *preliminary design* balok tersebut yaitu sebesar 300 mm x 500 mm.

Adapun langkah-langkah yang diperlukan dalam mendefinisikan balok adalah sebagai berikut:

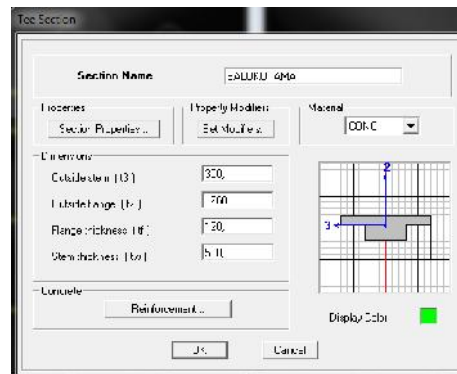
- Pilih menu **define > frame section**.
- Pada kotak **Add I/wide flange**, pilih **add tee**.



Gambar 3.15 Define Frame Section Balok

- Pada *section name*, ganti nama dengan penamaan yang sesuai perencanaan.
- Material yang dipilih adalah **conc**.

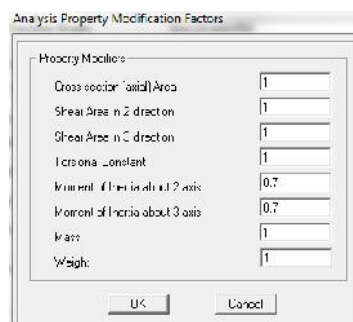
Data-data angka definisi balok dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3.16 Tee Section

Keterangan:

- $(t2) = (500-120) \times 2 + 300 = 1260$
- Klik **set modify** pada **properties modies** kemudian pada *moment of inertia about 2 axis* dan *3 axis* diganti dengan angka **0,7** (ketentuan) > **ok**.



Gambar 3.17 Analysis Property Data Factors Balok

- Klik **reinforcement** kemudian ganti selimut beton (**cover to rebar center top and bottom**) dengan tebal **50 mm** > **ok**.

Gambar 3.18 Reinforcement Data Balok

3.7.5 Mendefinisikan Plat

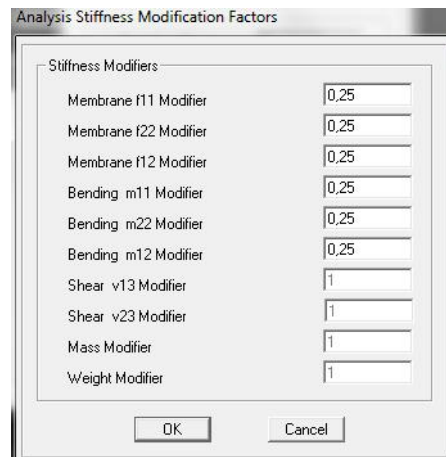
Langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Pilih menu **define** > **wall/slab/deck section**.
- Pilih **slab 1** > **modify/show section**.
- **Section name** diganti sesuai nama perencanaan (**plat 120** berdasarkan *preliminary design*).
- Angka pada **Membran** dan **bending** diisi dengan tebal **120 mm**.

Gambar 3.19 Wall/Slab Section Plat

- Klik **set modifiers** > **stiffness modify**.

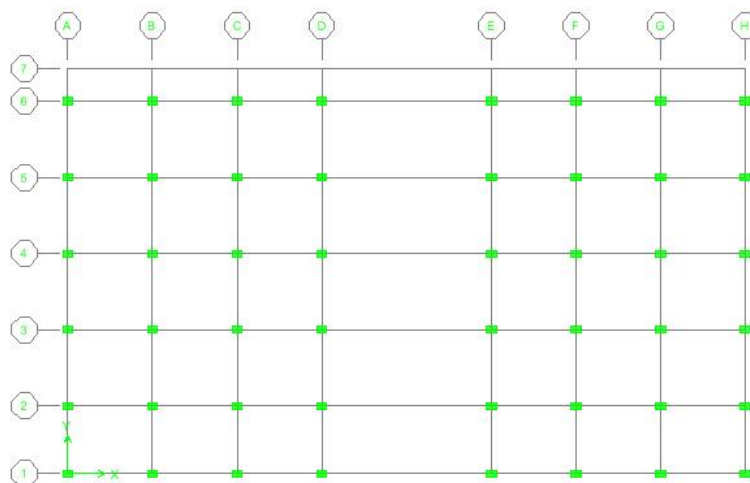
- Ganti angka *stiffness modifiers* pada *membrane f11 modifiers* sampai *membrane m12 modifiers* dengan angka **0,25 > ok**.



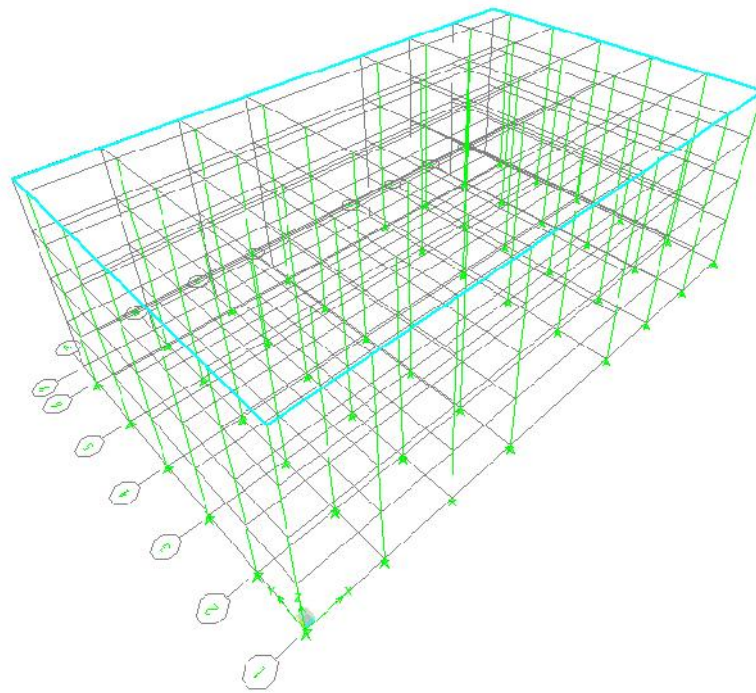
Gambar 3.20 Analysis Stiffness Modification Factors

3.7.6 Proses Penggambaran Kolom

- Untuk melakukan penggambaran elemen kolom, maka pilih menu **draw > draw line object > draw line (plan, elv, 3D)**
- Pada **properties of object** pilih **property** elemen kolom, dilakukan dari arah X-Z atau Y-Z, maka pilih menu **view > set elevation view**.
- Gambar elemen kolom tersebut sesuai tinggi yang telah ditentukan.



Gambar 3.21 Output Penggambaran Kolom 2D

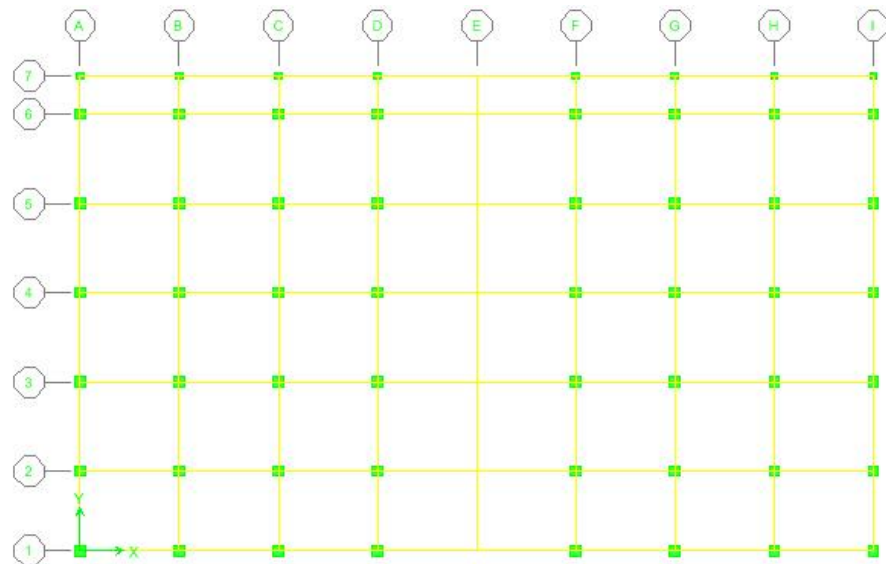


Gambar 3.22 Output Penggambaran Kolom 3D

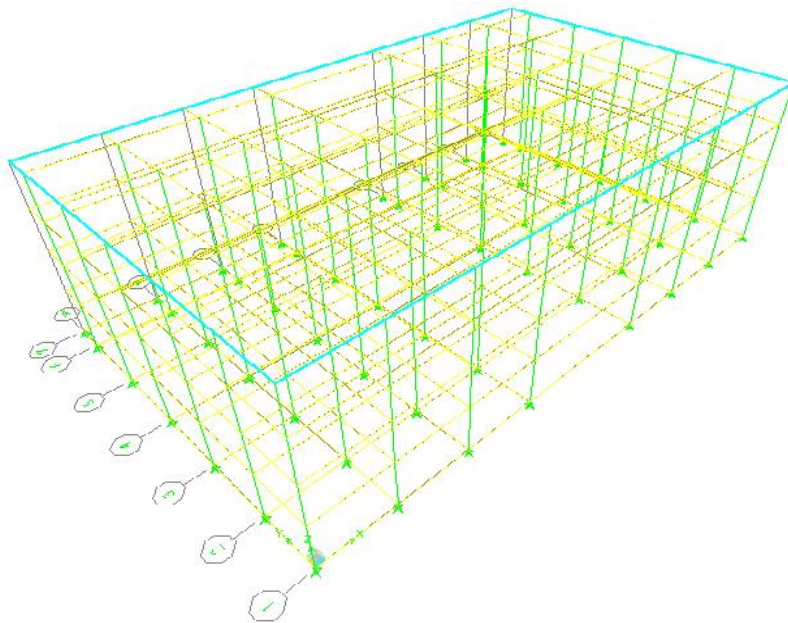
3.7.7 Proses Penggambaran Balok

Untuk penggambaran elemen balok, perhatikan langkah-langkah sebagai berikut:

- Pada program ETABS terdapat *option*: **one story/all story/similar story** dipojok kanan bawah bila menggambar dari X-Y view (*plan level*), yang tidak dimiliki oleh SAP 2000. Hal ini mempermudah kita untuk melakukan penggambaran secara tipikal ke setiap lantai gedung.
- Untuk melakukan penggambaran, pilih menu **draw line object > draw line (plan elv, 3D)**.
- Pada **properties of object** pilih **property** elemen balok yang sudah dibuat.
- Untuk dapat menggambar dari arah X-Y (atas), pilih menu **view > set plan view > base**.
- Gambar elemen balok tersebut sesuai bentang yang sudah ditentukan. Baik ke arah X maupun Y.



Gambar 3.23 Output Penggambaran Balok 2D

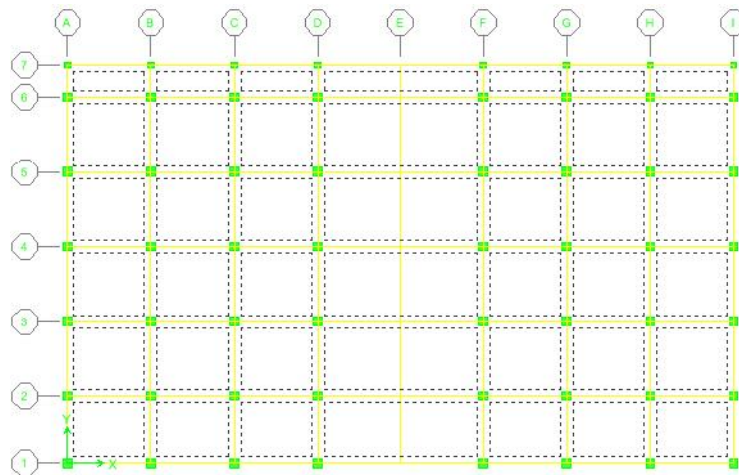


Gambar 3.24 Output Penggambaran Balok 3D

3.7.8 Proses penggambaran Plat

Langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Pada menu **draw line**, pilih **icon** plat.
- Pada **properti name**, ganti nama dengan **plat 120**.
- Klik **line draw model** pada plat atau klik semua plat yang direncanakan.

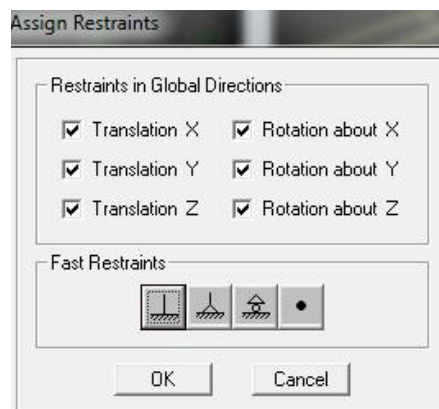


Gambar 3.25 Output Penggambaran Plat 2D

3.7.9 Membuat Perletakan atau Jenis *Restraint Support*

Langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Pada arah tanda panah *software* ETABS, klik dan pindah di lantai 1 (perletakan).
- Blok semua area ***draw*** kemudian ***delete***.
- Pindah ***one story*** (sudut kanan bawah).
- Blok semua kolom.
- Pilih menu ***assign > joint/point > restraint (supports) > klik jepit > ok***.

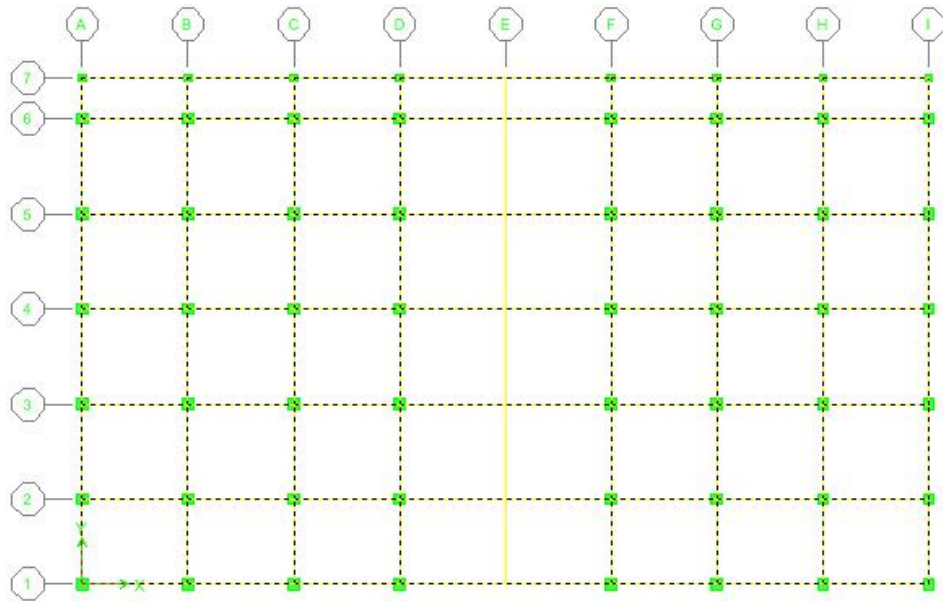


Gambar 3.26 Assign Restraint Jepit

3.7.10 *Input Beban* pada Balok

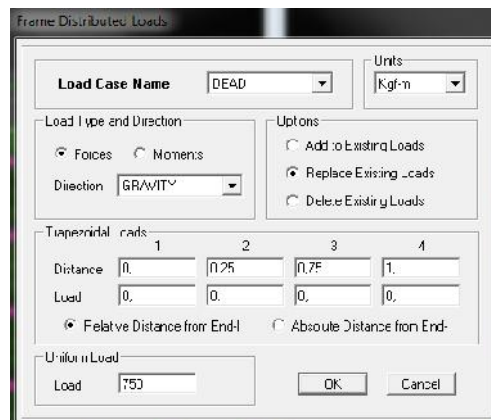
Langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Pada arah tanda panah *software* ETABS, klik dan pindah di lantai 2 (story 2).
- Rubah ***all story***.
- ***Select frame*** balok.



Gambar 3.27 Select Frame Balok

- Pilih menu **assign > frame/line loads > distributed**.
- Pada **load case name**, ganti dengan beban mati (*dead*), satuan unit kgf-m.
- **Uniform load** diisi dengan nilai 750 kg/m.



Gambar 3.28 Frame Distributr Loads

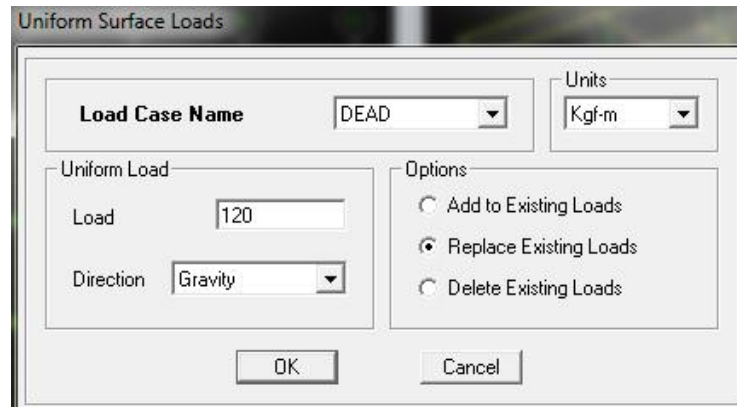
Keterangan:

- *Uniform load* didapat dari tinggi lantai dikurangi ukuran penampang tinggi balok dan dikalikan dengan angka 250 sesuai ketentuan SNI mengenai berat dinding.

3.7.11 Input Beban pada Plat

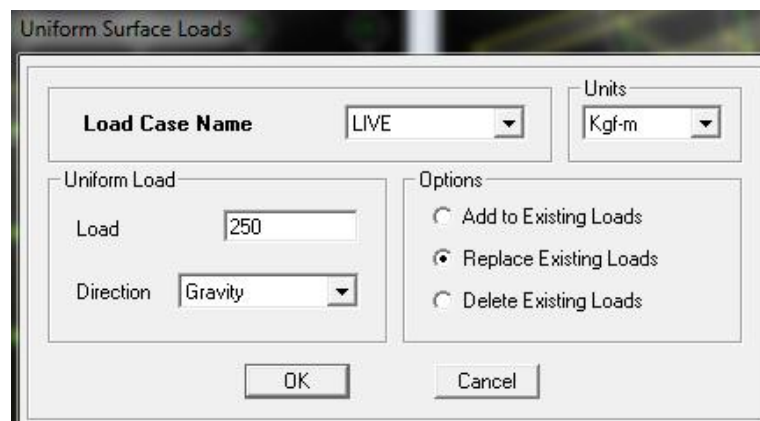
- Pilih menu **select > by wall/slab/deck sections > plat 120 > ok**.
- **Assign > shell/area loads > uniform**.
- Pada pilihan **load case name** dipilih **dead** (satuan kgf-m).

- **Uniform load** diisi dengan angka 120.



Gambar 3.29 Uniform Surface Loads Beban Mati

- Aktifkan kembali *icon* plat (seperti cara diatas).
- **Assign > shell/area loads > uniform.**
- Pada pilihan **load case name** dipilih **live** (satuan kgf-m).
- **Uniform load** diisi dengan angka 250.

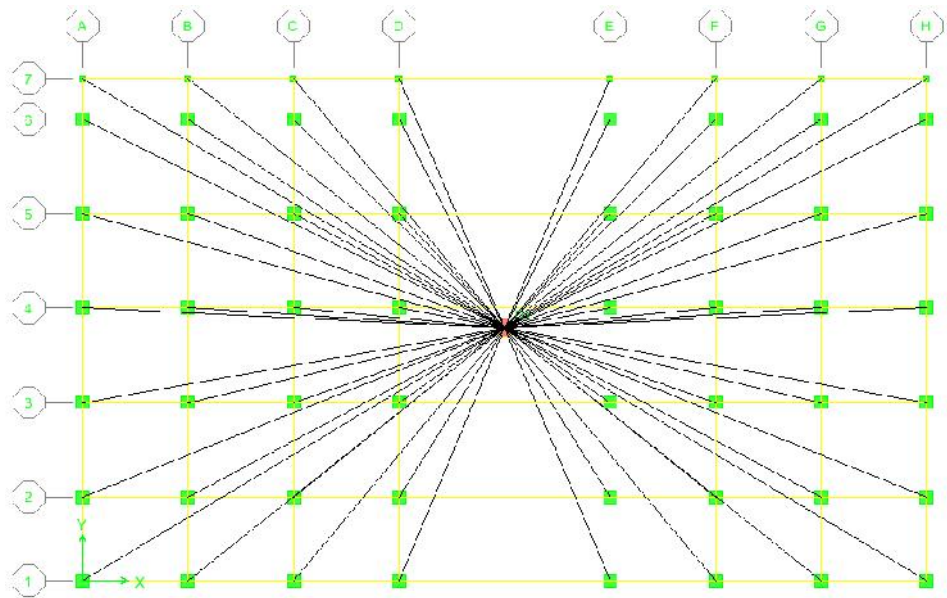


Gambar 3.30 Uniform Surface Loads Beban Hidup

3.7.12 Pusat Beban Bangunan (*diaphragms*)

Langkah-langkah yang diperlukan untuk melihat pusat beban bangunan berada di tengah struktur adalah sebagai berikut:

- Pilih menu **select > by wall/slab/deck sections > plat 120.**
- **Assign > shell/area > diaphragms > D1 > ok.**

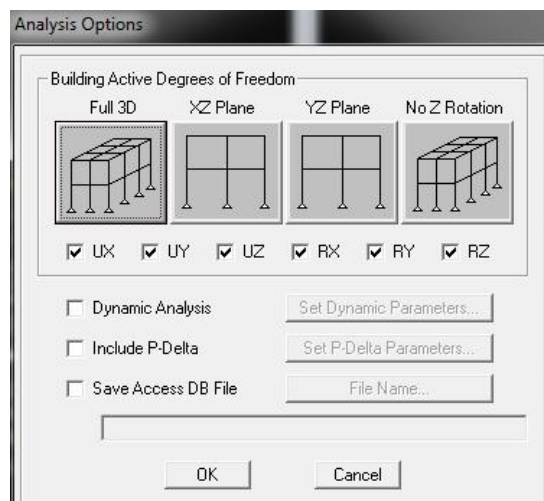


Gambar 3.31 Pusat Bangunan

3.7.13 Proses *Run Analyse (Start Animation)* untuk Melihat Pergerakan Struktur

Langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Pilih menu ***analyse > set analyse option.***
- Hilangkan centang ***dynamic analyse.***
- Pilih ***full 3D > ok > run (F5).***
- ***Start animation*** (sudut kanan bawah penggambaran *software* ETABS).



Gambar 3.32 Analysis Options

3.7.14 Input Beban Gempa Rencana

Hasil akhir dari pemodelan gempa rencana ini adalah gedung didesain secara ekonomis namun akan tetap berdiri ketika gempa kuat terjadi. Untuk menentukan beban gempa rencana, maka langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

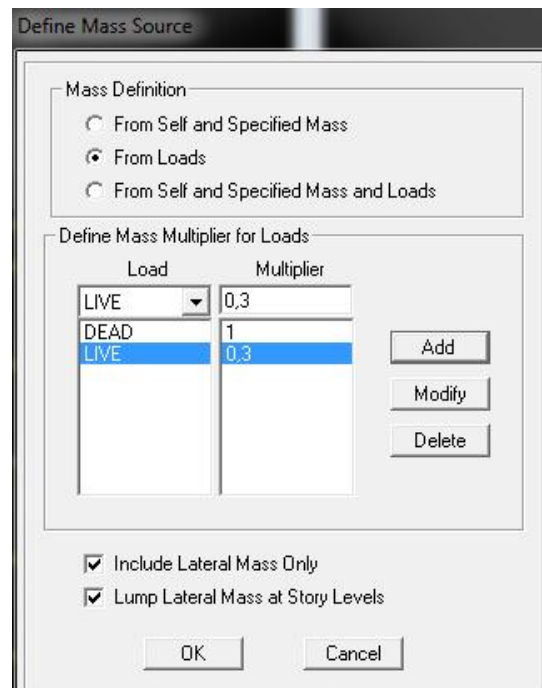
3.7.14.1 Reduksi Beban Hidup

Peluang untuk tercapainya suatu prosentase tertentu dari beban hidup yang membebani struktur pemikul suatu gedung selama umur gedung tersebut bergantung pada bagian atau unsur struktur yang ditinjau dan bergantung pula pada penggunaan gedung itu dan untuk apa beban tersebut ditinjau.

Berdasarkan SNI tabel 3.3 ditentukan koefisien reduksi beban hidup untuk peninjauan gempa, dimana fungsi gedung adalah untuk ruko yaitu sebesar 0,30.

Langkah-langkah yang diperlukan untuk memasukkan faktor 0,30 tersebut adalah sebagai berikut:

- Pilih menu **define > mass source**.
- Centang **from loads** dan pada bagian **dead**, isikan dengan nilai **multiplier 1** dan beban **live 0,3**.



Gambar 3.33 Input Faktor Reduksi Beban Hidup untuk Gempa

3.7.14.2 Input Faktor Reduksi Beban Hidup untuk Perencanaan Kolom

Pada perencanaan kolom dengan beban hidup penuh tanpa dikalikan dengan koefisien reduksi harus tetap ditinjau pada lantai dengan ruang yang memikul beban berat. Karena fungsi gedung yang direncanakan adalah ruko, maka reduksi beban hidup untuk perencanaan kolom harus tetap diperhitungkan.

Koefisien reduksi untuk perencanaan kolom harus sesuai dengan tabel dibawah ini.

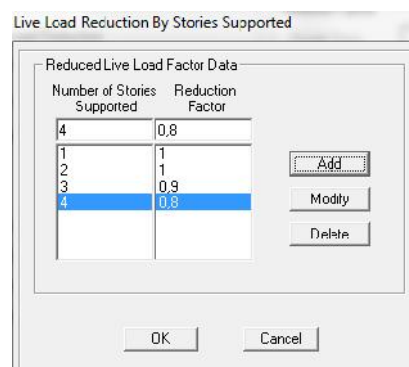
Tabel 3.4 Nilai *Supported* dan *Factor* yang Berlaku untuk Setiap Lantai

No	Supported	Factor
1	1	1
2	2	1
3	3	0,9
4	4	0,8
5	5	0,7
6	6	0,6
7	7	0,5
8	8	0,4
9	9	0,4
10	10	0,4
11	11	0,4
12	dan seterusnya	0,4

Langkah-langkah yang diperlukan untuk memasukkan faktor reduksi beban hidup kumulatif diatas adalah sebagai berikut:

- Pilih menu ***option > preferences > live load reduction.***
- Centang ***user defined by stories supported.***
- Kemudian isi pada kotak ***define (supported dan factor)*** dengan angka seperti pada tabel.

Catatan: karena dalam Tugas Akhir ini, jumlah lantai yang di rencanakan adalah berjumlah 4 lantai, untuk itu nilai ***supported*** dan ***factor*** berhenti pada tabel nomor 4.



Gambar 3.34 Input Faktor Reduksi Beban untuk Perencanaan Kolom

3.7.15 Run Analyse Structure

Perlu dilakukan kembali proses *run analyse* untuk mengetahui kekuatan struktur setelah dimasukkan beban mati dan beban hidup seperti pada sub bab diatas. Langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

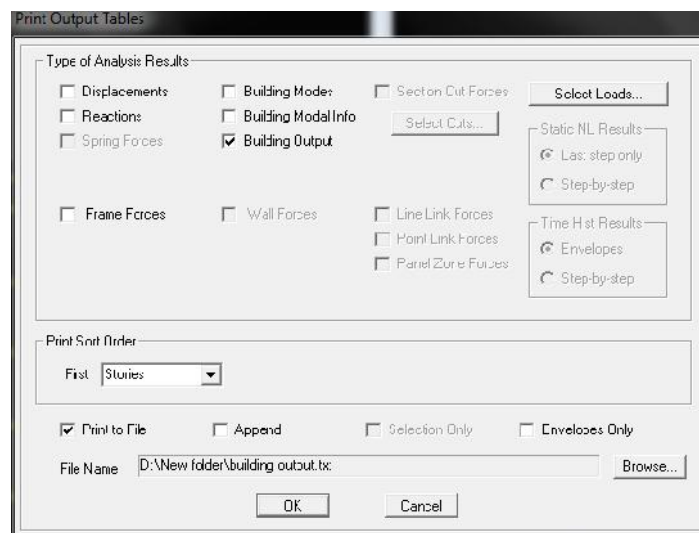
- Pilih menu ***analyse > set analyse option.***
- Hapus semua centang yang ada (hanya pilih ***full 3D.***)
- **Ok > run.**

3.7.16 Berat Bangunan (untuk Proses Analisis Gempa)

Sebelum menganalisis gempa, pada pemodelan struktur dengan ETABS terlebih dahulu satuan diganti dengan satuan kg-m (sudut kanan bawah aplikasi) untuk mengetahui berat dari bangunan yang direncanakan.

Untuk dapat melihat hasil yang diinginkan, yaitu berat total bangunan, maka langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Pilih menu ***file > print tables > analysis output***, maka akan muncul *pop up* seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.35 Pilihan Output untuk Mendapatkan Berat Bangunan

- Hanya centang ***building output > print to file.***
- Centang ***select loads*** untuk menentukan beban yang diinginkan.
- Pilih beban ***dead*** dan ***live***, artinya beban mati dan beban hidup struktur saja yang diperhitungkan.

- Untuk menyimpan **file output** dalam bentuk file.txt, klik tulisan **print to file**, kemudian klik **browse** untuk memberi nama dan lokasi **file output**.
- Kemudian pilih menu **file > display input/output text files**, maka file penyimpanan akan terbuka. Nilai *centers of cumulative mass and centers of rigidity (page 1)* kemudian di kopi pada program Ms. Excel dan mulai menganalisis gempa dengan bantuan *software* Ms. Excel.

CENTERS OF CUMULATIVE MASS & CENTERS OF RIGIDITY

STORY LEVEL	DIAPHRAGM NAME	/-----CENTER OF MASS-----//		--CENTER OF RIGIDITY--/	
		MASS	ORDINATE-X	ORDINATE-Y	ORDINATE-X ORDINATE-Y
STORY4	D1	1,153E+05	20,000	12,194	20,000
STORY3	D1	2,363E+05	20,000	12,185	20,000
STORY2	D1	3,572E+05	20,000	12,183	20,000
STORY1	D1	4,781E+05	20,000	12,181	20,000

Pada *output centers of cumulative mass and centers of rigidity*, bagian kolom *mass* terdapat nilai massa bangunan. Untuk mencari berat, adalah dengan mengkalikan massa lantai dengan satuan gravitasi yaitu 9,81 m/det².

Yang harus diingat nilai-nilai massa tersebut adalah nilai komulatif, sehingga untuk mencari berat tiap lantai adalah dengan cara mengurangi nilai massa lantai yang diinginkan dengan massa lantai diatasnya kemudian dikalikan dengan nilai 9,81.

Tabel 3.5 Berat Lantai Bangunan

LEVEL	MASS	Massa	Gravitasi	Berat (Kg)
Lantai 4	1,15E+05	115.300	9,81	1.131.093
Lantai 3	2,36E+05	121.000	9,81	1.187.010
Lantai 2	3,57E+05	120.900	9,81	1.186.029
Lantai 1	4,78E+05	120.900	9,81	1.186.029
Berat Total (Kg)				4.690.161

3.7.17 Waktu Getar Alami

Gedung harus dibatasi agar tidak terlalu fleksibel. Hal ini untuk mencegah kerusakan komponen struktur serta menyediakan kenyamanan bagi penggunaan gedung. Apabila suatu gedung menerima beban gempa besar, tapi tidak ada batasan waktu getar alami, maka penggunaan gedung dan seisinya bisa diibaratkan seperti dadu yang dikocok dalam suatu kotak.

Dengan rumus empiris method A dari UBC section, waktu getar alami gedung adalah:

$$\begin{aligned} T_{\text{empiris}} &= C_t \times h_n^{3/4} \\ T_{\text{empiris}} &= 0,0731 \times 14^{3/4} \\ &= 0,529 \text{ detik} \end{aligned}$$

dimana:

C_t = koefisien untuk bangunan beton bertulang (0,0731)

h_n = tinggi gedung dalam (m) ($3,5 \text{ m} \times 4 \text{ lt} = 14$)

menurut SNI 1726-2002 tabel 8, untuk wilayah gempa 5, pembatasan waktu getar alami adalah:

$$\begin{aligned} T &= \zeta \times n \\ &= 0,16 \times 4 \\ &= 0,640 \text{ detik} \end{aligned}$$

dimana:

ζ = koefisien yang tergantung wilayah gempa

N = jumlah tingkat gedung yang ditinjau

Sehingga $T_{\text{empiris}} = 0,529 \text{ detik} < 0,640 \text{ detik} \longrightarrow \text{OK !!!}$

3.7.18 Gaya Geser Dasar Nominal

Langkah selanjutnya adalah menentukan gaya geser dasar nominal yang terjadi pada tingkat dasar gedung, yang diperhitungkan akibat berat gedung, fungsi gedung, dan wilayah gempa dimana gedung tersebut akan dibangun.

Rumus:

Gaya Geser Dasar Nominal

$$V = (C_1 \times I \times W_t) / R$$

dimana:

C_1 = nilai faktor respon gempa tanah lunak (gambar 2 wil. Gempa 5 SNI 1726-2002)

I = faktor keutamaan gedung (SNI 1726-2002 tabel 1)

W_t = berat total bangunan

R = faktor reduksi gempa

Sehingga dapat dicari:

$C_1 = 0,90$ untuk wilayah gempa 5, tanah lunak dengan $T = 0,529$ detik

$I = 1$ untuk gedung umum (ruko)

$W_t = 4690161$ kg (tabel 3.5)

$R = 8,5$ untuk SRPMK

$$\begin{aligned} \text{Maka } V &= \frac{(0,90) (1) (4690161)}{8,5} \\ &= 496605 \text{ kg} \end{aligned}$$

3.7.19 Distribusi Gaya Geser Horizontal Gempa

Setelah mengetahui gaya geser dasar nominal yang akan terjadi didasar gedung ketika gempa berlangsung, selanjutnya dihitung gaya geser horizontal gempa sepanjang tinggi gedung dan beban gempa rencana yang akan ditanggung oleh keseluruhan komponen struktur gedung dapat mulai dimodelkan.

Prinsipnya seluruh gaya geser horizontal tersebut akan dibagi ke setiap lantai gedung dengan cara mendistribusikan gaya tersebut berdasarkan porsi berat lantai dan ketinggiannya. Beban-beban yang didistribusikan bekerja pada pusat massa lantai.

Rumus yang digunakan adalah:

$$F_i = \frac{w_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^n w_i \cdot z_i} V$$

dimana :

F_i = gaya geser horizontal akibat beban gempa pada lantai ke-i

Z_i = ketinggian lantai pada tingkat ke-i

W_i = berat lantai tingkat ke-i termasuk beban hidup

V = gaya geser dasar nominal

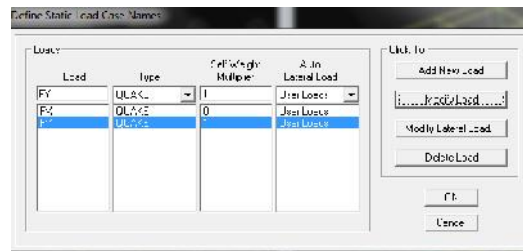
Tabel 3.6 Distribusi Gaya Geser Dasar Akibat Gempa Sepanjang Tinggi Gedung

LEVEL	z_i (m)	W_i (Kg)	$W_i \times z_i$	$F_{i,y}$ (Kg)
Lantai 4	14	1.131.093	15.835.302	192.969
Lantai 3	10,5	1.187.010	12.463.605	151.881
Lantai 2	7	1.186.029	8.302.203	101.170
Lantai 1	3,5	1.186.029	4.151.102	50.585
Σ		4.690.161	40.752.212	496.605

Fi adalah gaya horizontal akibat distribusi gaya geser dasar yang bekerja pada pusat massa tiap lantai gedung. Dengan fasilitas yang telah diberikan oleh ETABS, beban gempa dapat lebih mudah dimodelkan.

Langkah selanjutnya adalah:

- Pilih menu **define > static load case**.
- Akan muncul *pop up* seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.36 Penentuan Jenis Beban Statis

FX adalah beban gempa yang bekerja searah sumbu X sedangkan FY adalah beban gempa yang bekerja searah sumbu Y.

- Setelah itu pada masing-masing FX dan FY, klik **modify lateral load**. Maka akan muncul lagi *pop up* seperti gambar dibawah ini.
- Isikan nilai pada kolom FX dan FY yang telah didapat pada tabel 3.6.

Story	Diaphragm	FX	FY	MZ
STORY4	D1	192969,	0,	0,
STORY3	D1	151881,	0,	0,
STORY2	D1	101170,	0,	0,
STORY1	D1	50585,	0,	0,

Story	Diaphragm	FX	FY	MZ
STORY4	D1	0,	192969,	0,
STORY3	D1	0,	151881,	0,
STORY2	D1	0,	101170,	0,
STORY1	D1	0,	50585,	0,

Gambar 3.37 Distribusi Gaya Geser Fx dan Fy pada Tiap Lantai

- Setelah itu perhatikan *diaphragm* bangunan harus berada tepat pada tengah struktur (pusat).
- Untuk memastikan pada struktur telah ada beban gempa, langkah selanjutnya adalah lakukan **Run analysis** kemudian **start animation** (perhatikan struktur goyangan bangunan yang bergerak).

3.7.20 Analisis Waktu Getar Struktur dengan Cara *T-Rayleigh*

Tahap berikutnya adalah melakukan analisis waktu getar struktur dengan cara membandingkan waktu getar yang telah didapatkan dengan cara empiris dan waktu getar dengan cara *T-Rayleigh*.

Rumusnya adalah:

$$T = 6,3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i * d_i}{g \sum_{i=1}^n F_i * d_i}}$$

dimana :

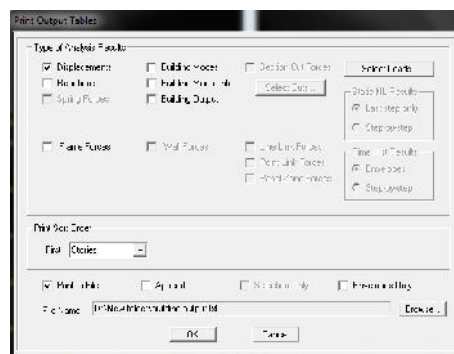
F_i = gaya geser horizontal akibat gempa pada lantai ke- i

W_i = berat lantai tingkat ke- i

d_i = simpangan horizontal lantai ke- i

untuk mendapatkan *output* simpangan, langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Pilih menu **file > print tables > analysis output**. Maka akan muncul *pop up* seperti gambar dibawah ini.
- Sebelumnya pilih dahulu satuan yang akan diinginkan (**kgf-cm**)
- Hilangkan semua pilihan kecuali **displacement**, tekan **select loads** dan pilih beban hanya **FX** dan **FY** saja. Pilih **Print to file > browse**.
- Isikan nama dengan nama yang sesuai.



Gambar 3.38 Pilihan Output untuk Mendapatkan *Displacement* Bangunan

- Kemudian buka file simpangan tersebut dengan cara pilih menu **file > display input/output text files > pilih file** simpangan struktur.
- *Output displacement* pada bagian *displacement at diaphragm center of mass (page 2)* seperti dibawah ini.
- Untuk melihat hasil *displacement*, langkah yang diperlukan adalah pilih menu **file > display input/output text file**.

- Buka *file* nama *displacement* lalu kopi nilainya pada perhitungan excel (lih. Tabel).

DISPLACEMENTS AT DIAPHRAGM CENTER OF MASS

STORY	DIAPHRAGM	LOAD	POINT	X	Y	UX	UY	RZ
STORY4	D1	FX	390	2000,000	1219,425	3,1798	0,0000	-0,00018
STORY4	D1	FY	390	2000,000	1219,425	-0,0092	2,8548	0,00023
STORY3	D1	FX	391	2000,000	1217,711	2,6655	0,0000	-0,00016
STORY3	D1	FY	391	2000,000	1217,711	-0,0078	2,3963	0,00020
STORY2	D1	FX	392	2000,000	1217,711	1,8058	0,0000	-0,00011
STORY2	D1	FY	392	2000,000	1217,711	-0,0058	1,6317	0,00013
STORY1	D1	FX	393	2000,000	1217,711	0,7508	0,0000	-0,00005
STORY1	D1	FY	393	2000,000	1217,711	-0,0030	0,6917	0,00006

Pada kolom UX dan UY itulah simpangan yang terjadi. Masukkan data tersebut kedalam rumus *T-Rayleigh* dalam arah X (Tx) dan *T-Rayleigh* dalam arah Y (Ty).

Tabel 3.7 Nilai Displacement Data Input ETABS

LEVEL	UX	UY
STORY4	3,1798	2,8548
STORY3	2,6655	2,3963
STORY2	1,8058	1,6317
STORY1	0,7508	0,6917

Tabel 3.8 T-Rayleigh dalam Arah X (Tx)

LEVEL	Wi (kg)	dix (cm)	dix ²	Fix (Kg)	Wi x dix ²	Fix x dix
STORY4	1.131.093	3,1798	10,11112804	192.969	11.436.626	613.601
STORY3	1.187.010	2,6655	7,10489025	151.881	8.433.576	404.839
STORY2	1.186.029	1,8058	3,26091364	101.170	3.867.538	182.694
STORY1	1.186.029	0,7508	0,56370064	50.585	668.565	37.979
Σ					24.406.305	1.239.113

T-Rayleigh arah x (Tx)

$$T = 6,3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i * d_i}{g \sum_{i=1}^n F_i * d_i}}$$

$$T = 6,3 \sqrt{\frac{24406305}{(981)(1239113)}}$$

$$T = 0,893$$

Tabel 3.9 T-Rayleigh dalam Arah Y (Ty)

LEVEL	Wi (kg)	diy (cm)	diy ²	Fiy (Kg)	Wi x diy ²	Fiy x diy
STORY4	1.131.093	2,8548	8,14988304	192.969	9.218.276	550.887
STORY3	1.187.010	2,3963	5,74225369	151.881	6.816.113	363.953
STORY2	1.186.029	1,6317	2,66244489	101.170	3.157.737	165.080
STORY1	1.186.029	0,6917	0,47844889	50.585	567.454	34.990
Σ					19.759.579	1.114.909

T-Rayleigh arah y (Ty)

$$T = 6,3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i * d_i}{g \sum_{i=1}^n F_i * d_i}}$$

$$T = 6,3 \sqrt{\frac{19759579}{(981)(1114909)}}$$

$$T = 0,847$$

Maka bila dihitung dengan rumus *T-Rayleigh* akan menghasilkan Tx-y = 0,893 dan 0,847.

T empiris = 0,529 detik < *T-Reyleigh* = 0,893 dan 0,847 detik → OK !!!

3.7.21 Kinerja Batas Layan (ΔS)

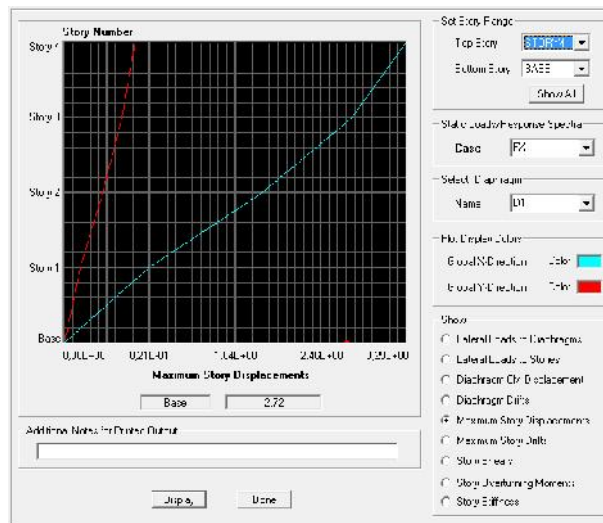
Kinerja batas layan (ΔS) struktur gedung, ditentukan oleh simpangan antar tingkat akibat pengaruh gempa rencana. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga kenyamanan, mencegah kerusakan, non struktur, membatasi terjadinya pelelehan baja dan retaknya beton yang berlebihan. Untuk memenuhi persyaratan (ΔS) simpangan antar tingkat tidak boleh lebih besar dari:

$$(\Delta S) = (0,03/8,5) * 3500 = 12,35 \text{ mm}$$

Jadi kinerja batas layan antar tingkat tidak boleh melebihi 12,35 mm.

Untuk menghitung kinerja batas layan antar tingkat, harus mendapatkan *output* simpangan struktur akibat beban gempa. Untuk mendapatkan simpangan struktur akibat beban gempa, langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Klik menu ***display > show story respons plots.***



Gambar 3.39 Grafik Simpangan Struktur

- klik pada **maximum story displacement** dan pilih jenis beban gempa (FX atau FY) dibawah **static loads/respons spectra**. Besar simpangan bisa dilihat pada grafik.

Tabel 3.10 Analisa ΔS Akibat Gempa Arah x

LEVEL	hi (m)	Δs (mm)	Drift Δs antar tingkat (mm)	Syarat Drift Δs (mm)	Keterangan
Lantai 4	3,5	34,240	5,560	12,35	OK
Lantai 3	3,5	28,680	9,170	12,35	OK
Lantai 2	3,5	19,510	11,220	12,35	OK
Lantai 1	3,5	8,290	8,290	12,35	OK

Tabel 3.11 Analisa ΔS Akibat Gempa Arah y

LEVEL	hi (m)	Δs (mm)	Drift Δs antar tingkat (mm)	Syarat Drift Δs (mm)	Keterangan
Lantai 4	3,5	33,05	5,15	12,35	OK
Lantai 3	3,5	27,90	8,84	12,35	OK
Lantai 2	3,5	19,06	10,94	12,35	OK
Lantai 1	3,5	8,12	8,12	12,35	OK

3.7.22 Kinerja Batas Ultimit (Δm)

Kinerja batas ultimit (Δm) ditentukan oleh simpangan dan simpangan antar tingkat struktur maksimum gedung akibat pengaruh gempa rencana dalam kondisi struktur gedung diambang keruntuhan. Dimaksudkan untuk membatasi kemungkinan

terjadinya keruntuhan struktur gedung yang dapat menimbulkan korban jiwa dan benturan antar gedung.

Sesuai syarat, simpangan dan simpangan antar tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung akibat pembebanan gempa nominal dikalikan dengan suatu faktor pengali ξ .

$$\Delta m = \xi * \Delta s$$

Besar faktor pengali untuk gedung beraturan:

$$\begin{aligned}\xi &= 0,7 * R \\ &= 0,7 * 8,5 \\ &= 5,95\end{aligned}$$

dimana:

R adalah faktor reduksi gempa dan jenis gedung beraturan.

Untuk memenuhi persyaratan, kinerja batas ultimit Δm tidak boleh melebihi:
 $(0,02 * h_i) = 0,02 * 3500 = 70 \text{ mm}$

Tabel 3.12 Analisa Δm Akibat Gempa Arah x

LEVEL	hi (m)	Drift Δs antar tingkat (mm)	Drift Δm antar tingkat (mm)	Syarat Drift Δs (mm)	Keterangan
Lantai 4	3,5	5,560	33,082	70	OK
Lantai 3	3,5	9,170	54,562	70	OK
Lantai 2	3,5	11,220	66,759	70	OK
Lantai 1	3,5	8,29	49,326	70	OK

Tabel 3.13 Analisa Δm Akibat Gempa Arah Y

LEVEL	hi (m)	Drift Δs antar tingkat (mm)	Drift Δm antar tingkat (mm)	Syarat Drift Δs (mm)	Keterangan
Lantai 4	3,5	5,15	30,64	70	OK
Lantai 3	3,5	8,84	52,60	70	OK
Lantai 2	3,5	10,94	65,09	70	OK
Lantai 1	3,5	8,12	48,31	70	OK

3.7.23 Kombinasi Beban

Kombinasi pembebanan untuk gedung sudah ditetapkan berdasarkan SNI pasal 11.2 dan dapat dirangkum sebagai berikut:

- 1,4 DL
- 1,2 DL + 1,6 LL
- 0,9 DL $\pm$ 1,0 E
- 1,2 DL $\pm$ 1,0 LL $\pm$ 1,0 E

dimana:

DL adalah beban mati

LL adalah beban hidup

E adalah beban gempa

Dalam perencanaan Tugas Akhir ini, tidak diperhitungkan beban angin, karena dianggap beban angin kurang menentukan (tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu langsing). Beban atap dan beban hujan juga tidak diperhitungkan.

Maka kombinasi pembebanan yang dimasukkan kedalam ETABS adalah:

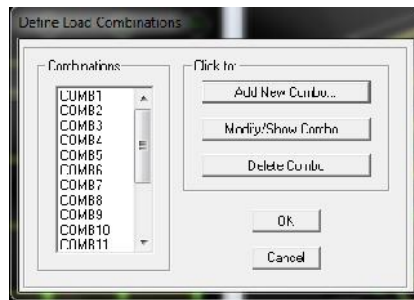
1. 1,4 DL
2. 1,2 DL + 1,6 LL
3. 1,2 DL + LL + $F_x + 0,3 F_y$
4. 1,2 DL + LL + $F_x - 0,3 F_y$
5. 1,2 DL + LL - $F_x + 0,3 F_y$
6. 1,2 DL + LL - $F_x - 0,3 F_y$
7. 0,9 DL + $F_x + 0,3 F_y$
8. 0,9 DL + $F_x - 0,3 F_y$
9. 0,9 DL - $F_x + 0,3 F_y$
10. 0,9 DL - $F_x - 0,3 F_y$
11. 1,2 DL + LL + $0,3 F_x + F_y$
12. 1,2 DL + LL + $0,3 F_x - F_y$
13. 1,2 DL + LL - $0,3 F_x + F_y$
14. 1,2 DL + LL - $0,3 F_x - F_y$
15. 0,9 DL + $0,3 F_x + F_y$
16. 0,9 DL + $0,3 F_x - F_y$
17. 0,9 DL - $0,3 F_x + F_y$
18. 0,9 DL - $0,3 F_x - F_y$

dimana: F_x = beban gempa arah x

F_y = beban gempa arah y

Untuk mengaplikasikan kombinasi pembebanan tersebut kedalam ETABS, langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- **Define > load combination.** Akan muncul *pop up* seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3.40 Jenis Kombinasi Pembebanan

3.7.24 Input Faktor Reduksi Kekuatan

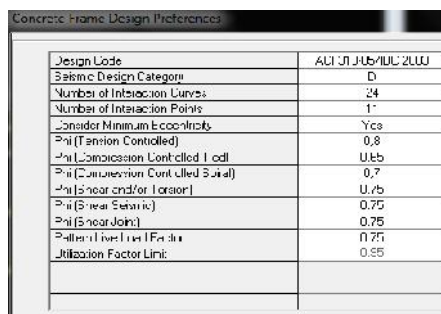
Software ETABS melakukan perhitungan struktur beton dengan berdasarkan peraturan ACI 318-99 dan tidak memiliki peraturan SNI. Oleh sebab itu perlu dilakukan penyesuaian pada faktor reduksi kekuatan yang digunakan pada SNI.

Untuk mengaplikasikan faktor reduksi kekuatan ϕ tersebut kedalam ETABS, maka langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Pilih menu **option > preferences.**
- **Concrete frame design** (untuk merencanakan komponen beton bertulang).

Akan muncul *pop up* seperti pada gambar dibawah ini, kemudian isikan nilai-nilai ϕ pada tempat yang sesuai.

Phi (<i>bending-tension</i>)	= 0,8
Phi (<i>compression tied</i>)	= 0,65
Phi (<i>compression spiral</i>)	= 0,7
Phi (<i>shear</i>)	= 0,75

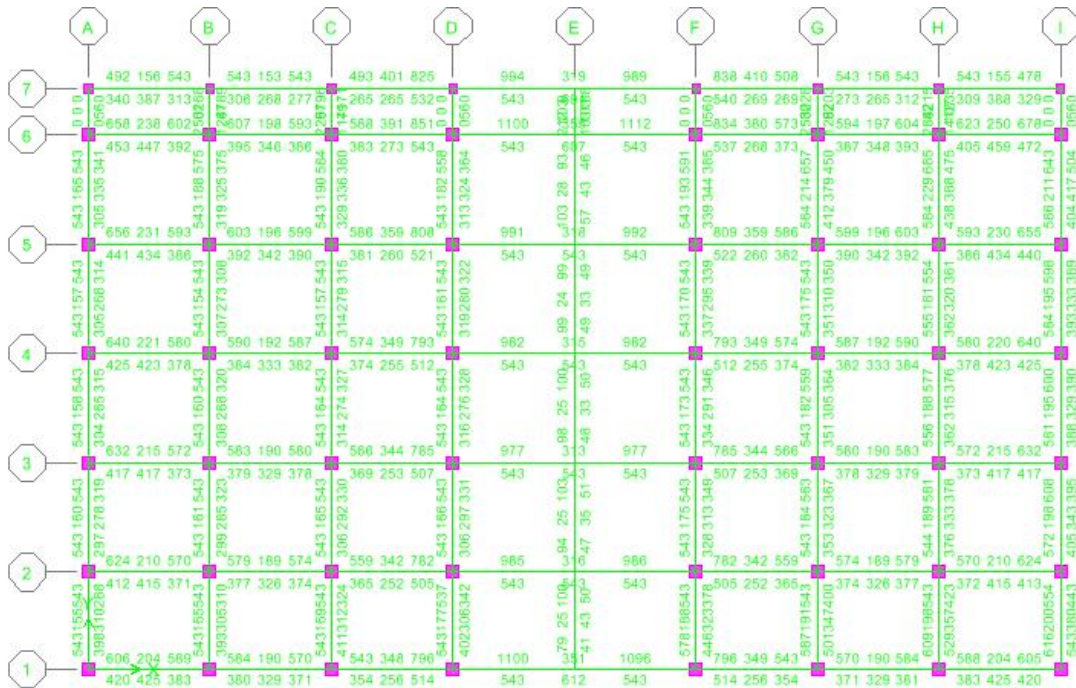


Gambar 3.41 Faktor Reduksi Kekuatan ϕ

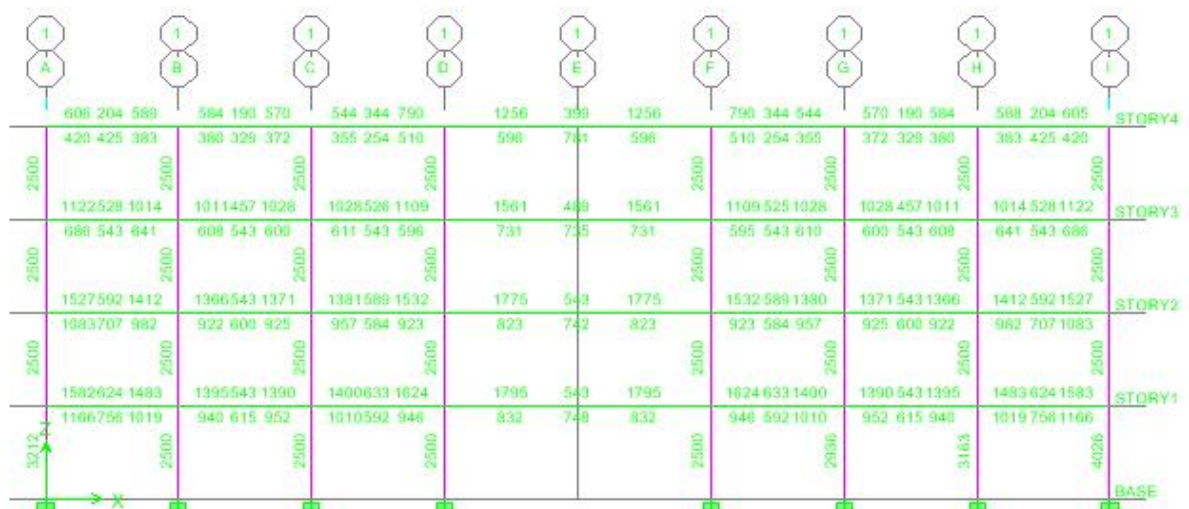
3.7.25 Cek Keamanan Struktur

Setelah seluruh langkah-langkah diatas di lakukan, maka selanjutnya adalah mengecek kekuatan dari struktur yang direncanakan. Langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Pilih struktur dalam tampilan 3D.
- Pilih menu **design > concrete frame design > start design/check structure**.



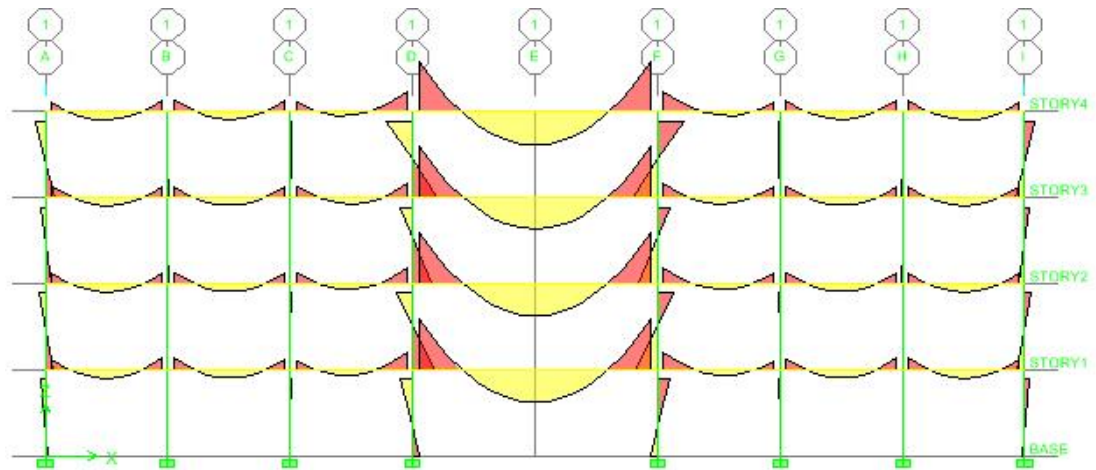
Gambar 3.42 Struktur Aman Tampak Atas



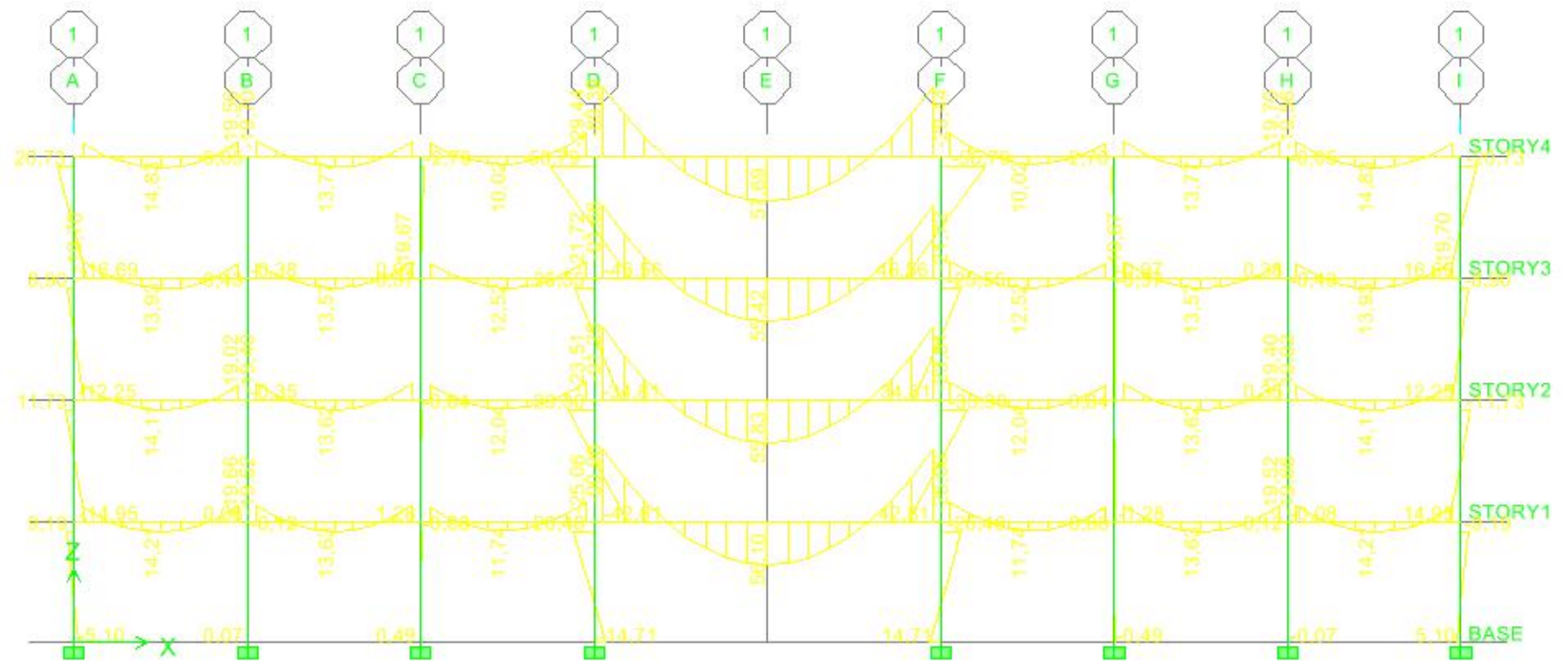
Gambar 3.43 Struktur Aman Tampak Elevasi

3.7.26 Memunculkan Gaya-gaya Dalam Struktur

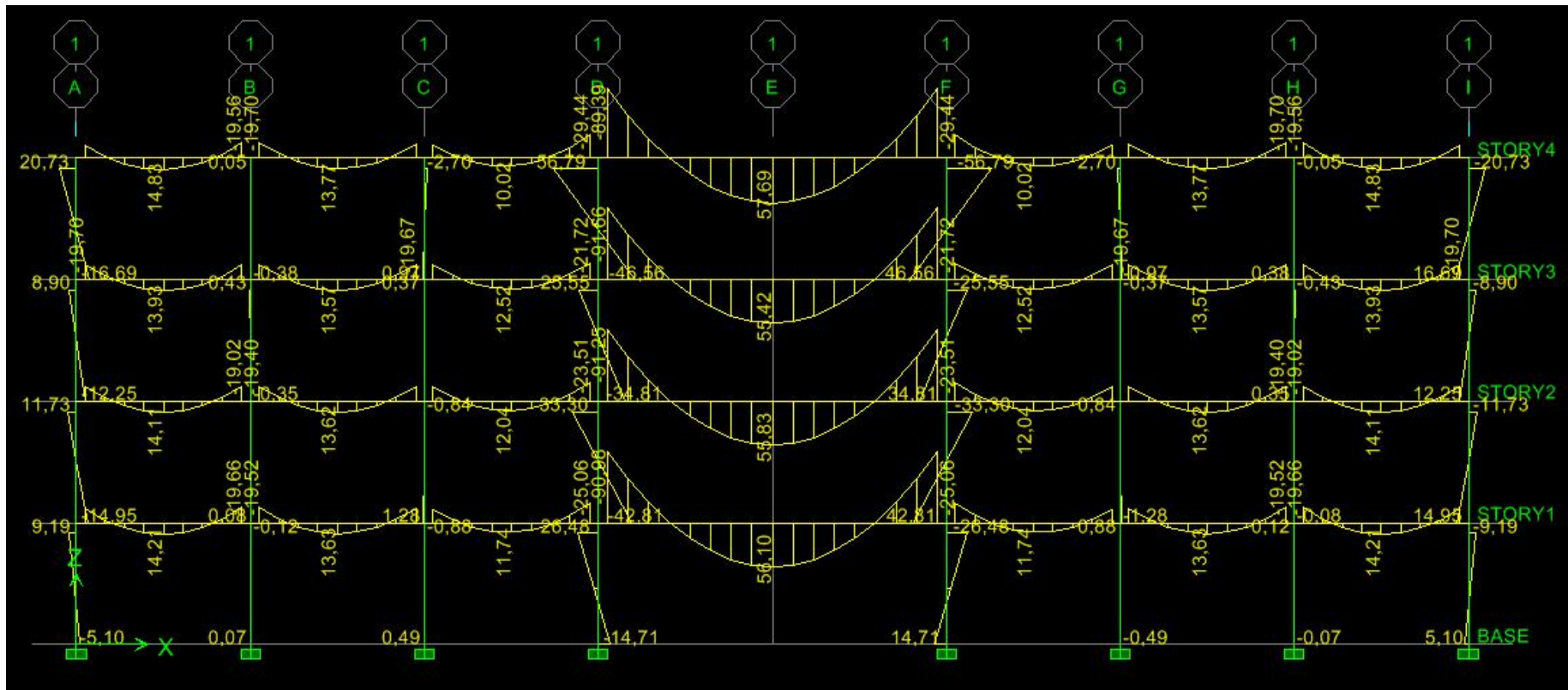
Setelah diketahui bahwa struktur yang direncanakan aman, maka langkah selanjutnya adalah memunculkan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur tersebut, untuk kemudian dipakai dalam proses perhitungan dimensi tulangan kolom dan balok.



Gambar 3.44 Diagram Gaya-gaya Dalam Balok Tanpa Angka (*auto*)



Gambar 3.45a Diagram Momen Balok dengan Angka yang Bekerja Pada Struktur Portal (kN-m)



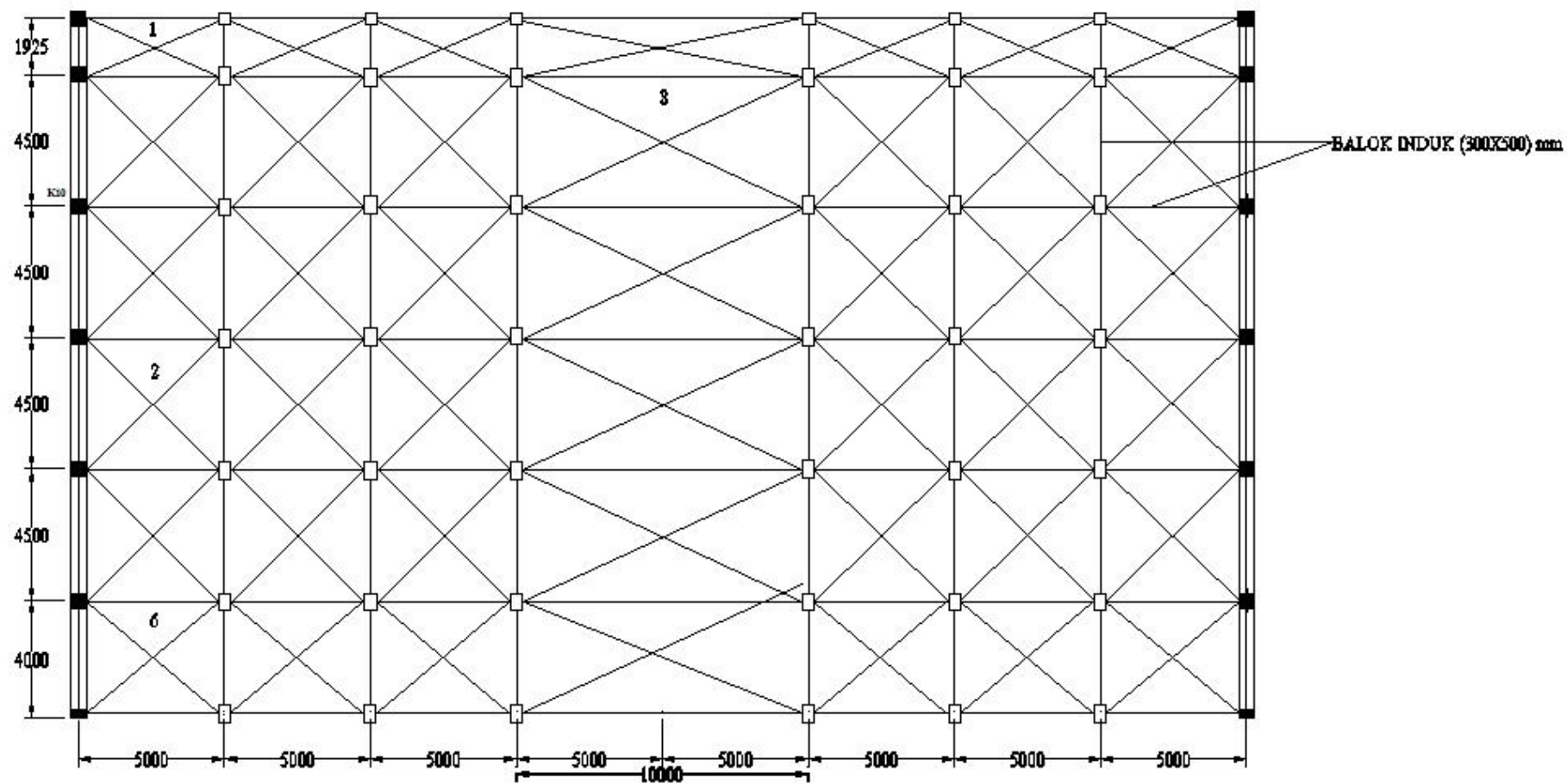
Gambar 3.45b Diagram Momen Balok dengan Angka yang Bekerja Pada Struktur Portal (kN-m)

3.8 Perencanaan Dimensi Plat

Plat lantai adalah bagian dari elemen gedung yang berfungsi sebagai tempat berpijak. Plat lantai yang tidak direncanakan dengan baik bisa mengakibatkan lendutan dan getaran saat ada beban yang bekerja pada plat tersebut.

Adapun data teknis perencanaan plat lantai adalah sebagai berikut:

Mutu beton (f'_c)	= 30 MPa
Tebal plat (h)	= 120 mm
Tebal penutup plat (d)	= 20 mm
Diameter tulangan rencana	= Ø10
Baja tulangan (F_y)	= 400 MPa



Gambar 3.46 Denah Perencanaan Tinjauan Panel Plat Lantai

Penyelesaian (metode konvensional koefisien momen):

Tinjau panel 1, 2, 6 dan 8

a. Menentukan tebal plat

Berdasarkan *preliminary design* plat
didapatkan tebal plat $h = 120 \text{ mm} = 12 \text{ cm}$

b. Menentukan beban-beban yang bekerja

1. Beban mati

$$\begin{aligned} - \text{Berat sendiri plat} &= 0,12 \cdot 24 \text{ kg/m}^2 = 2,88 \text{ kN/m}^2 \\ - \text{Berat finishing lantai} &= 0,24 \text{ kN/m}^2 \\ - \text{Berat plafond dan rangka} &= 0,18 \text{ kN/m}^2 \\ - \text{Berat instalasi M/E} &= 0,25 \text{ kN/m}^2 \\ &\underline{\hspace{1.5cm} 3,55 \text{ kN/m}^2} \\ Q_d &= 355 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

2. Beban hidup

$$Q_l = 250 \text{ kg/m}^2$$

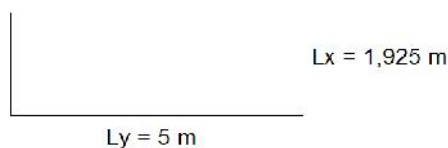
3. Beban berfaktor

$$\begin{aligned} U &= 1,2 (Q_d) + 1,6 (Q_l) \\ &= 1,2 (355) + 1,6 (250) \\ &= 826 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

c. Menghitung momen-momen pada panel berdasarkan tinjauan panel

$$\text{Rumus: } (0,001 \cdot q \cdot L_x^2 \cdot x)$$

Momen pada panel 1



Kontrol perbandingan L_y dan L_x

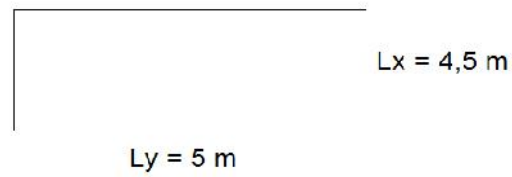
$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{5}{1,925} = 2,6$$

$$\begin{aligned} M_{lx} = M_{tx} &= 0,001 \cdot 826 \cdot 1,925^2 \cdot 63 \\ &= 192,83 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ly} &= 0,001 \cdot 826 \cdot 1,925^2 \cdot 13 \\ &= 39,79 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ty} &= 0,001 \cdot 826 \cdot 1,925^2 \cdot 38 \\ &= 116,312 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Momen pada panel 2



Kontrol perbandingan Ly dan Lx

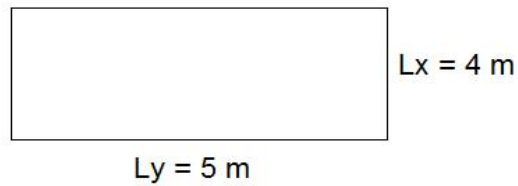
$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{5}{4,5} = 1,11$$

$$\begin{aligned} M_{lx} = M_{tx} &= 0,001 \cdot 826 \cdot 4,5^2 \cdot 42 \\ &= 702,51 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ly} &= 0,001 \cdot 826 \cdot 4,5^2 \cdot 37 \\ &= 618,88 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ty} &= 0,001 \cdot 826 \cdot 4,5^2 \cdot 37 \\ &= 618,88 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Momen pada panel 6



Kontrol perbandingan Ly dan Lx

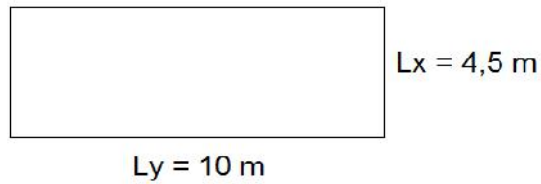
$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{5}{4} = 1,25$$

$$\begin{aligned} M_{lx} = M_{tx} &= 0,001 \cdot 826 \cdot 4^2 \cdot 46 \\ &= 607,94 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ly} &= 0,001 \cdot 826 \cdot 4^2 \cdot 38 \\ &= 502,21 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ty} &= 0,001 \cdot 826 \cdot 4^2 \cdot 38 \\ &= 502,21 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Momen pada panel 8



Kontrol perbandingan Ly dan Lx

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{10}{4,5} = 2,22$$

$$\begin{aligned} M_{lx} = M_{tx} &= 0,001 \cdot 826 \cdot 4,5^2 \cdot 62 \\ &= 1037,04 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ly} &= 0,001 \cdot 826 \cdot 4,5^2 \cdot 34 \\ &= 568,70 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ty} &= 0,001 \cdot 826 \cdot 4,5^2 \cdot 34 \\ &= 568,70 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Momen maksimum ada pada panel 8

$$M_{lx} = -M_{tx} = 1037,04 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = -M_{ty} = 568,70 \text{ kgm}$$

Desain tulangan plat

1. Arah X

$$M_{lx} = -M_{tx} = 1037,04 \text{ kgm}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Tinggi efektif (d)} &= h - p - 1/2 \Phi \\ &= 120 - 20 - 0,5 \cdot 10 \\ &= 95 \text{ mm} \\ &= 9,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - M_n &= \frac{M_u}{\Phi} \\ &= \frac{1037,04}{0,8} \\ &= 1296,304 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - R_n &= \frac{M_u}{b \cdot d^2} \\ &= \frac{1296,30}{100 \cdot 9,5^2} \cdot 100 \\ &= 14,36 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 1,436 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad m &= \frac{F_y}{0,85 \cdot F'_c} \\
 &= \frac{400}{0,85 \cdot 30} \\
 &= 15,69
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{15,69} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,69 \cdot 1,436}{400}} \right) \\
 &= 0,0037
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad \text{Kontrol } \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\
 &= \frac{1,4}{400} \\
 &= 0,0035
 \end{aligned}$$

$$\rho > \rho_{\min} = 0,0037 > 0,0035 \rightarrow \text{OK !!!}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad \rho_b &= \beta_1 \cdot \left(\frac{0,85 \cdot F'_c}{f_y} \right) \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= 0,85 \cdot \left(\frac{0,85 \cdot 30}{400} \right) \cdot \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\
 &= 0,0325
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{maks}} &= 0,75 \cdot 0,033 \\
 &= 0,024
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = 0,0035 < \rho = 0,0037 < \rho_{\text{maks}} = 0,024 \quad \text{OK}$$

$$\begin{aligned}
 A_s = \rho \cdot b \cdot d &= 0,0037 \times 1000 \times 95 && \text{Luas Penampang} \\
 &= 351,5 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak S} &= \frac{1000 \times \text{Luas Penampang Tul.}}{A_s} \\
 &= \frac{1000 \times 78,57}{351,5} \\
 &= 223,53 \approx 200 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$A = \frac{1}{4} \cdot \frac{22}{7} \cdot 10^2$$

$$A = 78,5714$$

Jadi gunakan tul. = ϕ 10 - 200 mm

2. Arah Y

$$M_{ly} = -M_{ty} = 568,70 \text{ kgm}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi efektif (d)} &= h - p - 1/2 \Phi \\ &= 120 - 20 - 0,5 \cdot 10 \\ &= 95 \text{ mm} \\ &= 9,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{M_u}{\Phi} \\ &= \frac{568,70}{0,8} \\ &= 710,88 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_u}{b \cdot d^2} \\ &= \frac{710,88 \cdot 100}{100 \cdot 9,5^2} \\ &= 7,88 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 0,788 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{F_y}{0,85 \cdot F'_c} \\ &= \frac{400}{0,85 \cdot 30} \\ &= 15,69 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,69 \cdot 0,788}{400}} \right) \\ &= 0,0036 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kontrol } \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{400} \\ &= 0,0035 \end{aligned}$$

$$\rho > \rho_{\min} = 0,0036 > 0,0035 \rightarrow \text{OK !!!}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \beta_1 \cdot \left(\frac{0,85 \cdot F'_c}{f_y} \right) \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= 0,85 \cdot \left(\frac{0,85 \cdot 30}{400} \right) \cdot \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,033 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{maks}} &= 0,75 \cdot 0,033 \\ &= 0,024\end{aligned}$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,0035 < \rho = 0,0036 < \rho_{\text{maks}} = 0,024 \quad \text{OK}$$

$$\begin{aligned}A_s = \rho \cdot b \cdot d &= 0,0036 \times 1000 \times 95 && \text{Luas Penampang} \\ &= 342 \text{ mm}^2 && A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak } S &= \frac{1000 \times \text{Luas Penampang Tul.}}{A_s} && A = \frac{1}{4} \cdot \frac{22}{7} \cdot 10^2 \\ &= \frac{1000 \times 78,57}{342} && A = 78,57 \\ &= 229,74 \approx 200 \text{ mm}\end{aligned}$$

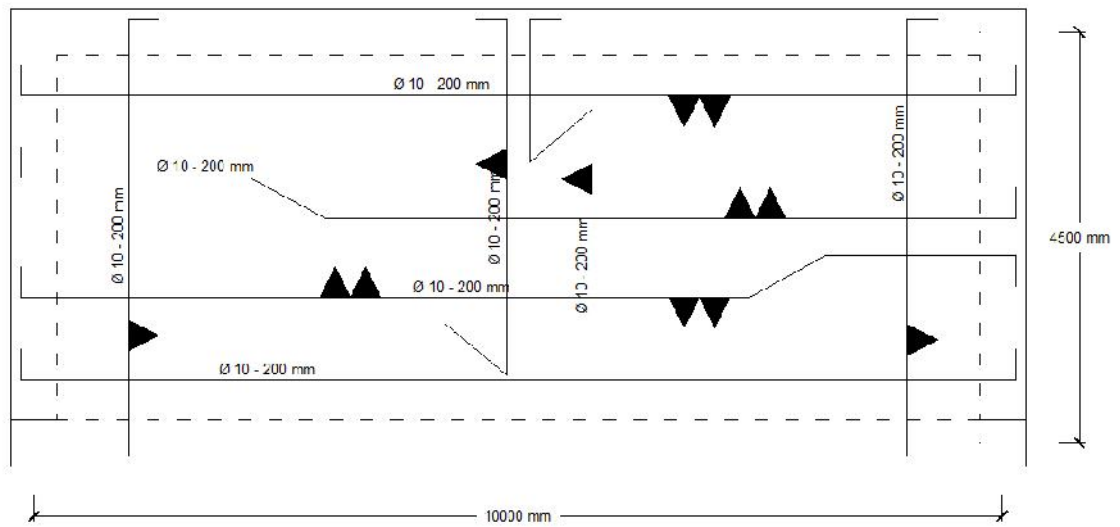
Jadi gunakan tul. = ϕ 10 - 200 mm

Kesimpulan:

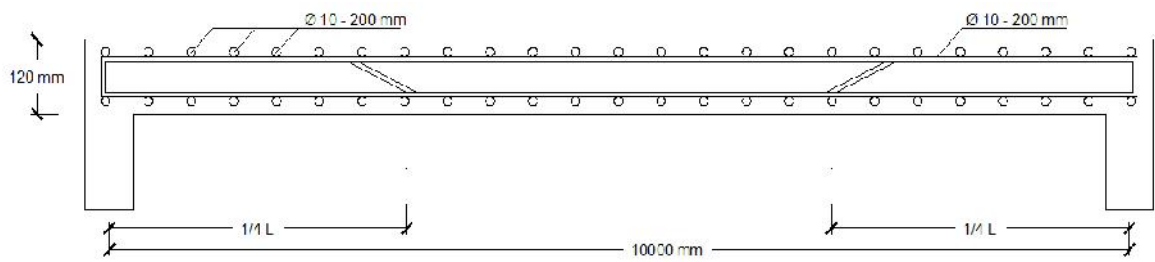
Dari perhitungan plat diatas diperoleh:

Tulangan arah X = ϕ 10-200 mm

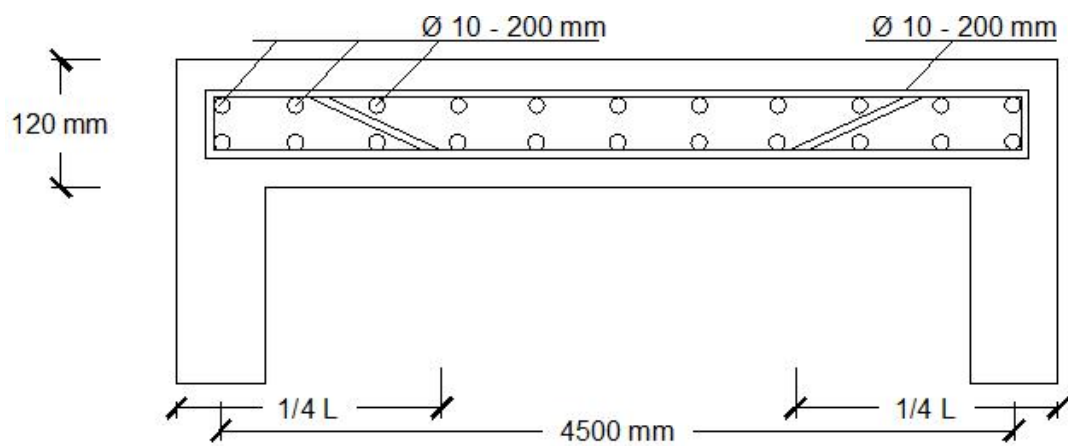
Tulangan arah Y = ϕ 10-200 mm



Gambar 3.47 Denah Penulangan Plat Lantai



Gambar 3.48 Potongan Arah Y



Gambar 3.49 Potongan Arah X

3.9 Perencanaan Dimensi Balok

Berdasarkan hasil *output* gaya-gaya dalam analisis *software* ETABS, diperoleh nilai Mu (Momen) pada masing-masing tumpuan dan lapangan adalah sebagai berikut:

Diketahui Mu:

Story	Momen yang bekerja		
Lt 1	Mu tumpuan	-	42,81 kN.m
	Mu lapangan	+	56,10 kN.m
Lt 2	Mu tumpuan	-	34,81 kN.m
	Mu lapangan	+	55,83 kN.m
Lt 3	Mu tumpuan	-	46,56 kN.m
	Mu lapangan	+	55,42 kN.m
Lt 4	Mu tumpuan	-	46,46 kN.m
	Mu lapangan	+	57,69 kN.m

Data teknis perencanaan balok:

Mutu baja (f_y)	= 400 MPa
Mutu beton (f_c)	= 30 MPa
Selimut beton (S)	= 50 mm
Diameter rencana tulangan (D)	= 16 mm
Faktor reduksi (ϕ)	= 0,8 ketentuan
Faktor pembentuk tegangan beton (β)	= 0,85 ketentuan
Lebar balok (B)	= 300 mm
Tinggi balok (H)	= 500 mm
Tinggi efektif penampang balok (d)	= 442 mm
	= $h - s - (1/2 \times D_{tul})$

3.9.1 Perhitungan Dimensi Tulangan Balok untuk Lantai 1

a. Tulangan tumpuan - 42,81 kN.m

- Hitung nilai ρ_b

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \left\{ \frac{600}{600 + f_y} \right\} \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{400} \cdot 0,85 \left\{ \frac{600}{600 + 400} \right\} \\ &= 0,0325\end{aligned}$$

- Hitung $\rho_{\min}$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

- Hitung $\rho_{\max}$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0325 \\ &= 0,0244\end{aligned}$$

- Hitung Nilai Mn

$$M_n = \frac{M_n}{\phi} = \frac{42,81 \cdot 1.000.000}{0,8} = 53.512.500$$

- Hitung Nilai Rn

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{53.512.500}{300 \cdot 442^2} = 0,9130$$

- Menentukan m

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 30} = 15,6863$$

- Hitung ρ

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,6863} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,6863 \cdot 0,9130}{400}} \right) \\ &= 0,0023\end{aligned}$$

- $\rho < \rho_{\min} < \rho_{\max}$

$$0,0023 < 0,0035 < 0,0244 \quad \text{OK}$$

ρ yang min adalah **0,0035**

- Hitung As

$$\begin{aligned} \text{As Perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0035 \cdot 300 \cdot 442 \\ &= 464,10 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Hitung n (jumlah tulangan yang digunakan)

$$\begin{aligned} \text{n tulangan tarik (atas)} &\longrightarrow \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2} \\ &= 2,30731534 \approx 3 \text{ D 16} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{n tulangan tekan (bawah)} &\longrightarrow 0,5 \cdot \text{n tul tarik} \\ &= 1,2 \approx 2 \text{ D 16} \end{aligned}$$

Hitungan As ada

- $$\begin{aligned} \text{As ada} &= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2 \\ &= 603,428571 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Hitung a

$$\begin{aligned} a &= \frac{\text{As perlu} \cdot F_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \\ &= 24,2667 \end{aligned}$$

Hitung mn ada

$$\begin{aligned} \text{mn ada} &= \text{As ada} \cdot f_y (d-a/2) \\ &= 603,429 \cdot 400 \cdot 442 - \frac{24,2667}{2} \\ &= 103.757.531 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

- Syarat

$$\begin{aligned} \text{mn ada} &> \text{mn} \\ 103.757.531 &> 53.512.500 \quad \text{OK} \end{aligned}$$

Jadi tul. Tumpuan atas adalah 3 D 16 dan tumpuan bawah 2 D 16

b. Tulangan lapangan + 56,10 kN.m

- Hitung nilai ρ_b

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \left\{ \frac{600}{600 + f_y} \right\} \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{400} \cdot 0,85 \left\{ \frac{600}{600 + 400} \right\} \\ &= 0,0325\end{aligned}$$

- Hitung $\rho_{\min}$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

- Hitung $\rho_{\max}$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0325 \\ &= 0,0244\end{aligned}$$

- Hitung Nilai Mn

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{56,10 \cdot 1.000.000}{0,8} = 70.125.000$$

- Hitung Nilai Rn

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{70.125.000}{300 \cdot 442^2} = 1,1965$$

- Menentukan m

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 30} = 15,6863$$

- Hitung ρ

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,6863} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,6863 \cdot 1,1965}{400}} \right) \\ &= 0,0031\end{aligned}$$

- $\rho < \rho_{\min} < \rho_{\max}$

$$0,0031 < 0,0035 < 0,0244 \quad \text{OK}$$

ρ yang min adalah **0,0035**

- Hitung As

$$\begin{aligned} \text{As Perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0035 \cdot 300 \cdot 442 \\ &= 464,10 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Hitung n
n tulangan tekan (bawah)

$$\longrightarrow \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2}$$

$$= 2,30731534 \approx 3 \text{ D } 16$$

- n tulangan tarik (atas) $\longrightarrow 0,5 \cdot n \text{ tul tarik}$

$$= 1 \approx 2 \text{ D } 16$$

- Hitungan As ada

$$\begin{aligned} \text{As ada} &= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2 \\ &= 603,428571 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Hitung a

$$\begin{aligned} a &= \frac{\text{As perlu} \cdot F_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \\ &= 24,2667 \end{aligned}$$

- Hitung mn ada

$$\begin{aligned} \text{mn ada} &= \text{As ada} \cdot f_y (d-a/2) \\ &= 603,429 \cdot 400 \cdot 442 - \frac{24,2667}{2} \\ &= 103.757.531 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Syarat

mn ada > mn

$$103.757.531 > 70.125.000 \quad \text{OK}$$

Jadi tul. Lapangan atas adalah 2 D 16 dan Lapangan bawah 3 D 16

3.9.2 Perhitungan Dimensi Tulangan Balok untuk Lantai 2

a. Tulangan turupuan - 34,81 kN.m

- Hitung nilai ρ_b

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \left\{ \frac{600}{600 + f_y} \right\} \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{400} \cdot 0,85 \left\{ \frac{600}{600 + 400} \right\} \\ &= 0,0325\end{aligned}$$

- Hitung $\rho_{\min}$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

- Hitung $\rho_{\max}$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0325 \\ &= 0,0244\end{aligned}$$

- Hitung Nilai Mn

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{34,81 \cdot 1.000.000}{0,8} = 43.512.500$$

- Hitung Nilai Rn

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{43.512.500}{300 \cdot 442^2} = 0,7424$$

- Menentukan m

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 30} = 15,6863$$

- Hitung ρ

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,6863} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,6863 \cdot 0,7424}{400}} \right) \\ &= 0,0019\end{aligned}$$

- $\rho < \rho_{\min} < \rho_{\max}$

$$0,0019 < 0,0035 < 0,0244 \quad \text{OK}$$

ρ yang min adalah **0,0035**

- Hitung As

$$\begin{aligned} \text{As Perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0035 \cdot 300 \cdot 442 \\ &= 464,10 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Hitung n
n tulangan
tarik (atas)

$$\begin{aligned} &\longrightarrow \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2} \\ &= 2,3073153 \approx 3 \text{ D 16} \end{aligned}$$

- n tulangan
tekan (bawah)

$$\begin{aligned} &\longrightarrow 0,5 \cdot n \text{ tul tarik} \\ &= 1 \approx 2 \text{ D 16} \end{aligned}$$

- Hitungan As ada

$$\begin{aligned} \text{As ada} &= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2 \\ &= 603,42857 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Hitung a

$$\begin{aligned} a &= \frac{\text{As perlu} \cdot F_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \\ &= 24,2667 \end{aligned}$$

- Hitung mn ada

$$\begin{aligned} \text{mn ada} &= \text{As ada} \cdot f_y (d-a/2) \\ &= 603,429 \cdot 400 \cdot 442 - \frac{24,2667}{2} \\ &= 103.757.531 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Syarat

mn ada > mn

$$103.757.531 > 43.512.500 \quad \text{OK}$$

Jadi tul. Tumpuan atas adalah 3 D 16 dan tumpuan bawah 2 D 16

b. Tulangan lapangan + 55,83 kN.m

- Hitung nilai ρ_b

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \left\{ \frac{600}{600 + f_y} \right\} \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{400} \cdot 0,85 \left\{ \frac{600}{600 + 400} \right\} \\ &= 0,0325\end{aligned}$$

- Hitung $\rho_{\min}$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

- Hitung $\rho_{\max}$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0325 \\ &= 0,0244\end{aligned}$$

- Hitung Nilai Mn

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{55,83 \cdot 1.000.000}{0,8} = 69.787.500$$

- Hitung Nilai Rn

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{69.787.500}{300 \cdot 442^2} = 1,1907$$

- Menentukan m

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 30} = 15,6863$$

- Hitung ρ

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,6863} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,6863 \cdot 1,1907}{400}} \right) \\ &= 0,0030\end{aligned}$$

- $\rho < \rho_{\min} < \rho_{\max}$

$$0,0030 < 0,0035 < 0,0244 \quad \text{OK}$$

ρ yang min adalah **0,0035**

- Hitung As

$$\begin{aligned} \text{As Perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0035 \cdot 300 \cdot 442 \\ &= 464,10 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Hitung n

$$\begin{aligned} \text{n tulangan tekan (bawah)} &\longrightarrow \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2} \\ &= 2,30731534 \approx 3 \text{ D 16} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{n tulangan tarik (atas)} &\longrightarrow 0,5 \cdot \text{n tul tarik} \\ &= 1 \approx 2 \text{ D 16} \end{aligned}$$

- Hitungan As ada

$$\begin{aligned} \text{As ada} &= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2 \\ &= 603,428571 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Hitung a

$$\begin{aligned} a &= \frac{\text{As perlu} \cdot F_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \\ &= 24,2667 \end{aligned}$$

- Hitung mn ada

$$\begin{aligned} \text{mn ada} &= \text{As ada} \cdot f_y (d-a/2) \\ &= 603,429 \cdot 400 \cdot 442 - \frac{24,2667}{2} \\ &= 103.757.531 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Syarat

mn ada > mn

$$103.757.531 > 69.787.500 \quad \text{OK}$$

Jadi tul. Lapangan atas adalah 2 D 16 dan Lapangan bawah 3 D 16

3.9.3 Perhitungan Dimensi Tulangan Balok untuk Lantai 3

a. Tulangan tumpuan - 46,56 kN.m

- Hitung nilai ρ_b

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \left\{ \frac{600}{600 + f_y} \right\} \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{400} \cdot 0,85 \left\{ \frac{600}{600 + 400} \right\} \\ &= 0,0325\end{aligned}$$

- Hitung $\rho_{\min}$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

- Hitung $\rho_{\max}$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0325 \\ &= 0,0244\end{aligned}$$

- Hitung Nilai Mn

$$M_n = \frac{M_n}{\phi} = \frac{46,56 \cdot 1.000.000}{0,8} = 58.200.000$$

- Hitung Nilai Rn

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{58.200.000}{300 \cdot 442^2} = 0,9930$$

- Menentukan m

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 30} = 15,6863$$

- Hitung ρ

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,6863} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,6863 \cdot 0,9930}{400}} \right) \\ &= 0,0025\end{aligned}$$

- $\rho < \rho_{\min} < \rho_{\max}$

$$0,0025 < 0,0035 < 0,0244 \quad \text{OK}$$

ρ yang min adalah **0,0035**

- Hitung As

$$\begin{aligned} \text{As Perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0035 \cdot 300 \cdot 442 \\ &= 464,10 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Hitung n
n tulangan
tarik (atas)

$$\begin{aligned} &\longrightarrow \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2} \\ &= 2,3073153 \approx 3 \text{ D } 16 \end{aligned}$$

- n tulangan
tekan (bawah)

$$\begin{aligned} &\longrightarrow 0,5 \cdot n \text{ tul tarik} \\ &= 1 \approx 2 \text{ D } 16 \end{aligned}$$

- Hitungan As ada

$$\begin{aligned} \text{As ada} &= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2 \\ &= 603,42857 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Hitung a

$$\begin{aligned} a &= \frac{\text{As perlu} \cdot F_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \\ &= 24,2667 \end{aligned}$$

- Hitung mn ada

$$\begin{aligned} \text{mn ada} &= \frac{\text{As ada} \cdot f_y (d-a/2)}{1000} \\ &= \frac{603,429 \cdot 400 \cdot 442 - \frac{24,2667}{2}}{1000} \\ &= 103.757.531 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Syarat

mn ada > mn

$$103.757.531 > 58.200.000$$

OK

Jadi tul. Tumpuan atas adalah 3 D 16 dan tumpuan bawah 2 D 16

b. Tulangan lapangan + 55,42 kN.m

- Hitung nilai ρ_b

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \left\{ \frac{600}{600 + f_y} \right\} \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{400} \cdot 0,85 \left\{ \frac{600}{600 + 400} \right\} \\ &= 0,0325\end{aligned}$$

- Hitung $\rho_{\min}$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

- Hitung $\rho_{\max}$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0325 \\ &= 0,0244\end{aligned}$$

- Hitung Nilai Mn

$$M_n = \frac{M_n}{\phi} = \frac{55,42 \cdot 1.000.000}{0,8} = 69.275.000$$

- Hitung Nilai Rn

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{69.275.000}{300 \cdot 442^2} = 1,1820$$

- Menentukan m

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 30} = 15,6863$$

- Hitung ρ

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,6863} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,6863 \cdot 1,1820}{400}} \right) \\ &= 0,0030\end{aligned}$$

- $\rho < \rho_{\min} < \rho_{\max}$

$$0,0030 < 0,0035 < 0,0244 \quad \text{OK}$$

ρ yang min adalah **0,0035**

- Hitung As

$$\begin{aligned} \text{As Perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0035 \cdot 300 \cdot 442 \\ &= 464,10 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Hitung n

$$\begin{aligned} \text{n tulangan tekan (bawah)} &\longrightarrow \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2} \\ &= 2,30731534 \approx 3 \text{ D 16} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{n tulangan tarik (atas)} &\longrightarrow 0,5 \cdot \text{n tul tarik} \\ &= 1 \approx 2 \text{ D 16} \end{aligned}$$

- Hitungan As ada

$$\begin{aligned} \text{As ada} &= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2 \\ &= 603,428571 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Hitung a

$$\begin{aligned} a &= \frac{\text{As perlu} \cdot F_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} \\ &= 24,2667 \end{aligned}$$

- Hitung mn ada

$$\begin{aligned} \text{mn ada} &= \text{As ada} \cdot f_y (d-a/2) \\ &= 603,429 \cdot 400 \cdot 442 - \frac{24,2667}{2} \\ &= 103.757.531 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Syarat

mn ada > mn

$$103.757.531 > 69.275.000 \quad \text{OK}$$

Jadi tul. Lapangan atas adalah 2 D 16 dan Lapangan bawah 3 D 16

3.9.4 Perhitungan Dimensi Tulangan Balok untuk Lantai 4

a. Tulangan turupuan - 46,46 kN.m

- Hitung nilai ρ_b

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \left\{ \frac{600}{600 + f_y} \right\} \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{400} \cdot 0,85 \left\{ \frac{600}{600 + 400} \right\} \\ &= 0,0325\end{aligned}$$

- Hitung $\rho_{\min}$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

- Hitung $\rho_{\max}$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0325 \\ &= 0,0244\end{aligned}$$

- Hitung Nilai Mn

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{46,46 \cdot 1.000.000}{0,8} = 58.075.000$$

- Hitung Nilai Rn

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{58.075.000}{300 \cdot 442^2} = 0,9909$$

- Menentukan m

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 30} = 15,6863$$

- Hitung ρ

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,6863} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,6863 \cdot 0,9909}{400}} \right) \\ &= 0,0025\end{aligned}$$

- $\rho < \rho_{\min} < \rho_{\max}$

$$0,0025 < 0,0035 < 0,0244 \quad \text{OK}$$

ρ yang min adalah **0,0035**

- Hitung As

$$\begin{aligned} \text{As Perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0035 \cdot 300 \cdot 442 \\ &= 464,10 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Hitung n
n tulangan
tarik (atas)

$$\begin{aligned} &\longrightarrow \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2} \\ &= 2,3073153 \approx 3 \text{ D 16} \end{aligned}$$

- n tulangan
tekan (bawah)

$$\begin{aligned} &\longrightarrow 0,5 \cdot n \text{ tul tarik} \\ &= 1 \approx 2 \text{ D 16} \end{aligned}$$

- Hitungan As ada

$$\begin{aligned} \text{As ada} &= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2 \\ &= 603,42857 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Hitung a

$$\begin{aligned} a &= \frac{\text{As perlu} \cdot F_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} \\ &= 24,2667 \end{aligned}$$

- Hitung mn ada

$$\begin{aligned} \text{mn ada} &= \text{As ada} \cdot f_y (d-a/2) \\ &= 603,429 \cdot 400 \cdot 442 - \frac{24,2667}{2} \\ &= 103.757.531 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Syarat

mn ada > mn

$$103.757.531 > 58.075.000 \quad \text{OK}$$

Jadi tul. Tumpuan atas adalah 3 D 16 dan tumpuan bawah 2 D 16

b. Tulangan lapangan - 57,69 kN.m

- Hitung nilai ρ_b

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \left\{ \frac{600}{600 + f_y} \right\} \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{400} \cdot 0,85 \left\{ \frac{600}{600 + 400} \right\} \\ &= 0,0325\end{aligned}$$

- Hitung $\rho_{\min}$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

- Hitung $\rho_{\max}$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0325 \\ &= 0,0244\end{aligned}$$

- Hitung Nilai Mn

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{57,69 \cdot 1.000.000}{0,8} = 72.112.500$$

- Hitung Nilai Rn

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{72.112.500}{300 \cdot 442^2} = 1,2304$$

- Menentukan m

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 30} = 15,6863$$

- Hitung ρ

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,6863} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,6863 \cdot 1,2304}{400}} \right) \\ &= 0,0032\end{aligned}$$

- $\rho < \rho_{\min} < \rho_{\max}$

$$0,0032 < 0,0035 < 0,0244 \quad \text{OK}$$

ρ yang min adalah **0,0035**

- Hitung As

$$\begin{aligned} \text{As Perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0035 \cdot 300 \cdot 442 \\ &= 464,10 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Hitung n

$$\begin{aligned} \text{n tulangan tekan (bawah)} &\longrightarrow \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2} \\ &= 2,3073153 \approx 3 \text{ D 16} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{n tulangan tarik (atas)} &\longrightarrow 0,5 \cdot \text{n tul tarik} \\ &= 1 \approx 2 \text{ D 16} \end{aligned}$$

- Hitungan As ada

$$\begin{aligned} \text{As ada} &= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2 \\ &= 603,42857 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Hitung a

$$\begin{aligned} a &= \frac{\text{As perlu} \cdot F_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \\ &= 24,2667 \end{aligned}$$

- Hitung mn ada

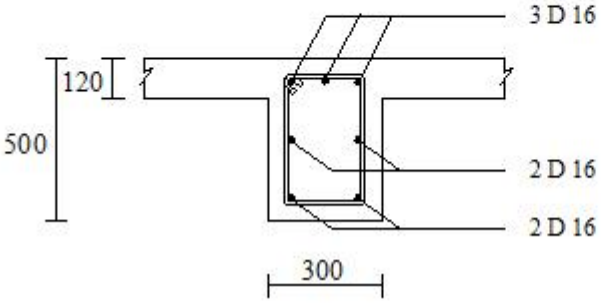
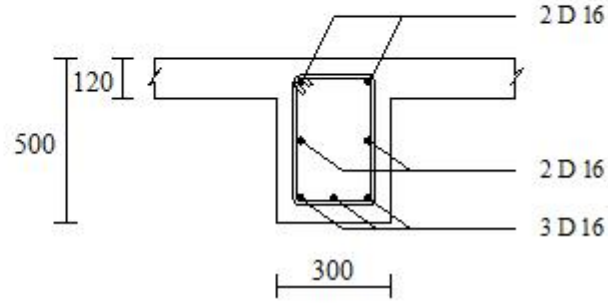
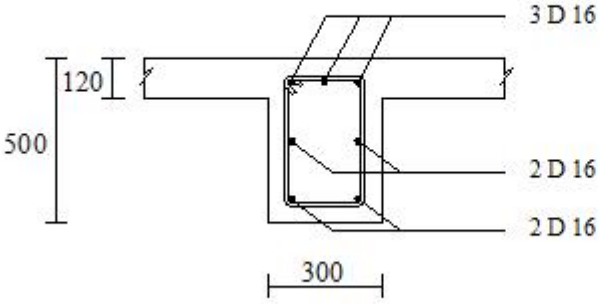
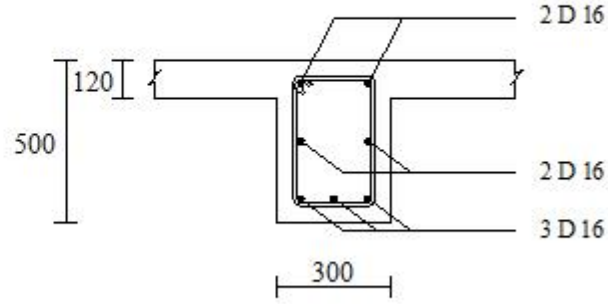
$$\begin{aligned} \text{mn ada} &= \text{As ada} \cdot f_y (d-a/2) \\ &= 603,429 \cdot 400 \cdot 442 - \frac{24,2667}{2} \\ &= 103.757.531 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Syarat

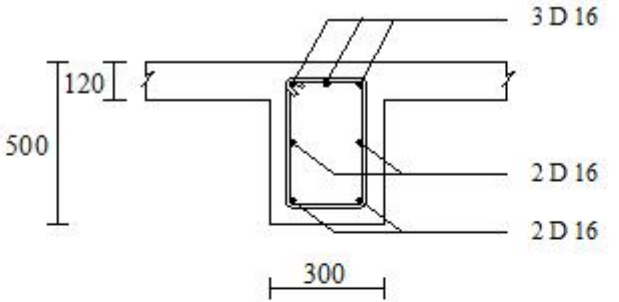
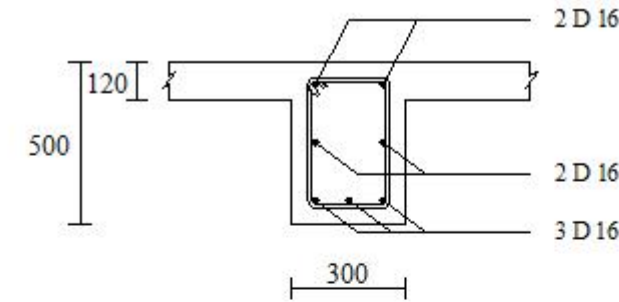
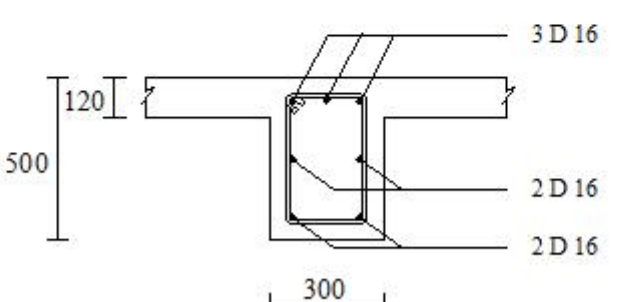
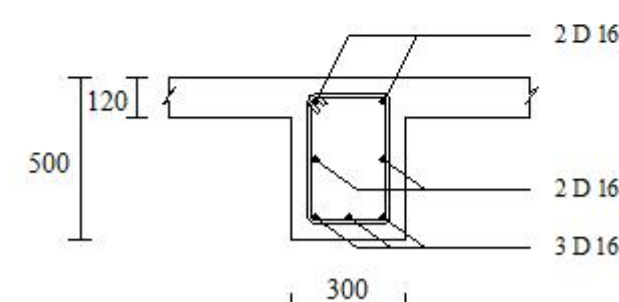
mn ada > mn

$$103.757.531 > 72.112.500 \quad \text{OK}$$

Jadi tul. Lapangan atas adalah 2 D 16 dan Lapangan bawah 3 D 16

Lantai	Tulangan Tumpuan	Tulangan Lapangan
Lantai 1		
Lantai 2		

Gambar 3.50 Penulangan Balok pada Lantai 1 dan 2

Lantai 3		
Lantai 4		

Gambar 3.51 Penulangan Balok pada Lantai 3 dan 4

3.9.5 Perencanaan Tulangan Geser pada Balok

Diketahui:

Tabel 3.14 Nilai Geser Balok (data ETABS)

Geser Ultimate (kN)	
Tumpuan	Lapangan
75,426	68,459

Data-data perencanaan:

h = 500 mm
b = 300 mm
d = 50 mm
f_c = 30 MPa
f_y = 400 MPa
ø TS = 10 mm
d = 445 mm

Penyelesaian:

1. Kemampuan Geser penampang beton (V_c)

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{\sqrt{f_c}}{6} \cdot b \cdot d \\ &= \frac{\sqrt{30}}{6} \cdot 300 \cdot 445 \\ &= 121868 \text{ N} \\ &= 121,868 \text{ kN} \end{aligned}$$

2. Kondisi kecukupan penampang dan S_{max} :

$$\begin{aligned} (a) \quad &= \phi (V_c + \frac{2}{3} \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d) \\ &= 0,65 (122 + \frac{2}{3} \sqrt{30} \cdot 300 \cdot 445) \\ &= 316956,714 \text{ N} \\ &= 316,94 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (b) \quad &= \frac{\sqrt{f_c}}{3} \cdot b \cdot d \\ &= \frac{\sqrt{30}}{3} \cdot 300 \cdot 445 \\ &= 243737 \text{ N} \\ &= 243,74 \text{ kN} \end{aligned}$$

Balok B1 tumpuan

Daerah tumpuan arah x

$$V_{ub} \text{ terpakai} = 75,426 \text{ kN}$$

Cek V_{ub} terhadap kondisi (a)

$$V_{ub} = 75,43 \text{ kN} < 316,94 \text{ kN} \quad \text{..... (Penampang Ok)}$$

Gaya geser yang harus ditahan

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{V_{ub}}{\Phi} - V_c \\ &= \frac{75,43}{0,65} - 122 \\ &= 5,828 \text{ kN} \end{aligned}$$

Cek V_s terhadap A_v min dan S maks :

$$\begin{aligned} \frac{A_v \text{ min}}{s} &= \frac{b_w}{3f_y} \\ &= \frac{300}{3 \cdot 400} \\ &= 0,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{A_v}{s} &= \frac{V_s}{f_y \cdot d} \\ &= \frac{5828}{400 \cdot 445} \\ &= 0,03274308 \end{aligned}$$

$$\frac{A_v \text{ min}}{s} > \frac{A_v}{s} ; \text{ dipakai } \frac{A_v \text{ min}}{s} = 0,25$$

Cek V_s terhadap kondisi (b)

$$\begin{aligned} V_s = 5,828 \text{ kN} < 243,74 \text{ kN} ; \text{ dipakai } S_{\text{maks}} &= \frac{d}{2} \\ &= \frac{445}{2} \\ &= 223 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Ambil } s = 150 \text{ mm} < S_{\text{maks}}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 150 \cdot 0,25 \\ &= 37,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Gunakan D 10 mm

$$\begin{aligned} A_v &= 1/4 \cdot \pi \cdot 10^2 \\ &= 78,5 \text{ mm}^2 > 37,5 \text{ mm}^2 \quad \text{..... (Ok)} \end{aligned}$$

sehingga dipakai sengkang D 10 - 150 mm

Balok B1 lapangan

Daerah tumpuan arah x

$$V_{ub} \text{ terpakai} = 68,459 \text{ kN}$$

Cek V_{ub} terhadap kondisi (a)

$$V_{ub} = 68,459 \text{ kN} < 375,101 \text{ kN} \quad \text{..... (Penampang Ok)}$$

Gaya geser yang harus ditahan

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{V_{ub}}{\Phi} - V_c \\ &= \frac{68,459}{0,65} - 144 \\ &= 38,912 \text{ kN} \end{aligned}$$

Cek V_s terhadap A_v min dan S maks :

$$\begin{aligned} \frac{A_v \text{ min}}{s} &= \frac{b_w}{3f_y} \\ &= \frac{400}{3 \cdot 400} \\ &= 0,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{A_v}{s} &= \frac{V_s}{f_y \cdot d} \\ &= \frac{38912}{400 \cdot 395} \\ &= 0,24627891 \end{aligned}$$

$$\frac{A_v \text{ min}}{s} > \frac{A_v}{s} ; \text{ dipakai } \frac{A_v \text{ min}}{s} = 0,33$$

Cek V_s terhadap kondisi (b)

$$\begin{aligned} V_s = 38,912 \text{ kN} &< 288,47 \text{ kN} ; \text{ dipakai } S_{\text{maks}} = \frac{d}{2} \\ &= \frac{395}{2} \\ &= 198 \text{ mm} \end{aligned}$$

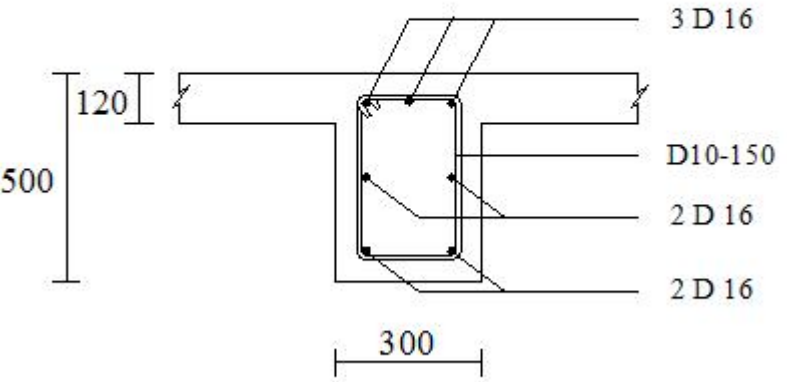
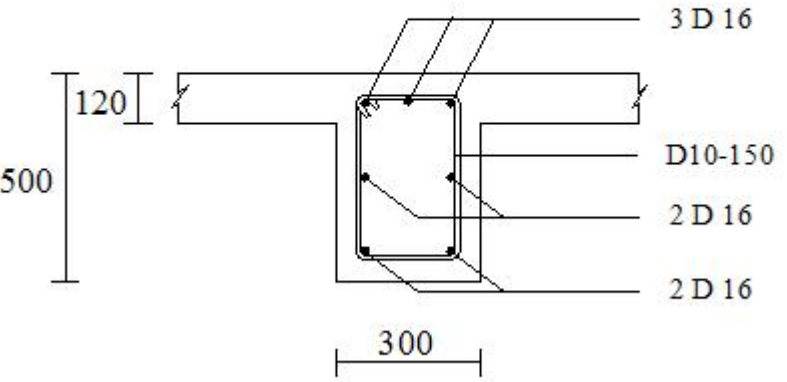
$$\text{Ambil } s = 150 \text{ mm} < S_{\text{maks}}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 150 \cdot 0,33 \\ &= 50,0 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Gunakan D 10 mm

$$\begin{aligned} A_v &= 1/4 \cdot \pi \cdot 10^2 \\ &= 78,5 \text{ mm}^2 > 50,0 \text{ mm}^2 \quad \text{..... (Ok)} \end{aligned}$$

sehingga dipakai sengkang D 10 - 150 mm

Tulangan Tumpuan	Tulangan Lapangan
 Diagram showing the cross-section of a beam at a support (Tulangan Tumpuan). The beam has a total height of 500 and a width of 300. The top flange has a thickness of 120. The reinforcement consists of 3 D 16 bars at the top, 2 D 16 bars at the bottom, and stirrups labeled D10-150.	 Diagram showing the cross-section of a beam in a span (Tulangan Lapangan). The beam has a total height of 500 and a width of 300. The top flange has a thickness of 120. The reinforcement consists of 3 D 16 bars at the top, 2 D 16 bars at the bottom, and stirrups labeled D10-150.

Gambar 3.52 Dimensi Tulangan Geser (senggang) pada Balok

3.10 Perencanaan Dimensi Kolom

Diketahui data-data perencanaan:

H1	=	500 mm
B1	=	500 mm
H2	=	300 mm
B2	=	300 mm
Mu	=	Lihat tabel gaya-gaya dalam
Pu	=	Lihat tabel gaya-gaya dalam
Fy	=	400 MPa 4000 kg/cm ²
Fc	=	30 MPa 300 kg/cm ²
β u/ 30 MPa	=	1,2 ketentuan
D tul rencana	=	19 mm

Tabel 3.15 Nilai Gaya-gaya Dalam untuk Perencanaan Kolom (data ETABS)

Story	Pu (KN)	Mu (KN.m)
Lantai 1	1082,092	63,615
Lantai 2	781,27	95,224
Lantai 3	487,129	88,218
Lantai 4	224,905	62,55

3.10.1 Perhitungan Dimensi Tulangan Kolom 500mm x 500mm untuk Lantai 1

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} P_u &= 1082,092 \text{ kN} &= 1082092 \text{ N} \\ M_u &= 63,615 \text{ kN} &= 63615000 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{a. } A_{gr} &= B \cdot H \\ &= 500 \cdot 500 \\ &= 250000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } \frac{P_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f'_c} &= \frac{1082092}{0,65 \cdot 250000 \cdot 0,85 \cdot 30} \\ &= 0,261 \quad (\text{sb. Vertikal}) \end{aligned}$$

$$\text{c. } \rho_{et} = \frac{M_u}{P_u} = \frac{63615000}{1082092} = 58,79$$

$$\text{d. } \frac{\rho_{et}}{h} = \frac{58,79}{500} = 0,12$$

$$\begin{aligned} \text{e. } \frac{P_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f'_c} \cdot \frac{\rho_{et}}{h} &= 0,261 \cdot 0,12 \\ &= 0,0307 \quad (\text{sb. Horisontal}) \end{aligned}$$

berdasarkan grafik interaksi kolom yang di plot dari sb. vertikal dan sb. Horizontal diperoleh nilai r

$$r = 0,01 \quad \text{dan diketahui } \beta = 1,2$$

maka:

$$\begin{aligned} \rho &= \beta \cdot r \\ &= 0,012 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ tot} &= \rho \cdot A_{gr} \\ &= 0,012 \cdot 250000 \\ &= 3000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{D-19 \text{ mm}} &= 1/4\pi \cdot D^2 \\ &= 1/4\pi \cdot 19^2 \\ &= 283,6429 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{tulangan yang dipakai} &= \frac{A_s}{A} = \frac{3000}{283,64} = 10,58 \\ &= 10,58 \approx 12 \end{aligned}$$

jadi gunakan tulangan kolom 12 D 19 mm

3.10.2 Perhitungan Dimensi Tulangan Kolom 500mm x 500 mm untuk Lantai 2 penyelesaian:

$$\begin{aligned} P_u &= 781,270 \text{ kN} &= 781270 \text{ N} \\ M_u &= 95,224 \text{ kN} &= 95224000 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{a. } A_{gr} &= B \cdot H \\ &= 500 \cdot 500 \\ &= 250000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } \frac{P_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f'_c} &= \frac{781270}{0,65 \cdot 250000 \cdot 0,85 \cdot 30} \\ &= 0,189 \quad (\text{sb. Vertikal}) \end{aligned}$$

$$\text{c. } \frac{M_u}{P_u} = \frac{95224000}{781270} = 121,88$$

$$\text{d. } \frac{e_t}{h} = \frac{121,88}{500} = 0,24$$

$$\begin{aligned} \text{e. } \frac{P_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f'_c} \cdot \frac{e_t}{h} &= 0,189 \cdot 0,24 \\ &= 0,046 \quad (\text{sb. Horizontal}) \end{aligned}$$

berdasarkan grafik interaksi kolom yang di plot dari sb. vertikal dan sb. Horisontal diperoleh nilai r

$$r = 0,01 \quad \text{dan diketahui } \beta = 1,2$$

maka:

$$\begin{aligned} \rho &= \beta \cdot r \\ &= 0,012 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ tot} &= \rho \cdot A_{gr} \\ &= 0,012 \cdot 250000 \\ &= 3000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{D-19 \text{ mm}} &= 1/4\pi \cdot D^2 \\ &= 1/4\pi \cdot 19^2 \\ &= 283,6429 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{tulangan yang dipakai} &= \frac{A_s}{A} = \frac{3000}{283,64} = 10,58 \\ &= 10,58 \approx 12 \end{aligned}$$

jadi gunakan tulangan kolom 12 D 19 mm

3.10.3 Perhitungan Dimensi Tulangan Kolom 500mm x 500mm untuk Lantai 3

penyelesaian:

$$\begin{aligned} P_u &= 487,129 \text{ kN} &= 487129 \text{ N} \\ M_u &= 88,218 \text{ kN} &= 88218000 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{a. } A_{gr} &= B \cdot H \\ &= 500 \cdot 500 \\ &= 250000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } \frac{P_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f'_c} &= \frac{487129}{0,65 \cdot 250000 \cdot 0,85 \cdot 30} \\ &= 0,118 \quad (\text{sb. Vertikal}) \end{aligned}$$

$$\text{c. } \frac{M_u}{P_u} = \frac{88218000}{487129} = 181,10$$

$$\text{d. } \frac{e_t}{h} = \frac{181,10}{500} = 0,36$$

$$\begin{aligned} \text{e. } \frac{P_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f'_c} \cdot \frac{e_t}{h} &= 0,118 \cdot 0,36 \\ &= 0,04258 \quad (\text{sb. Horisontal}) \end{aligned}$$

berdasarkan grafik interaksi kolom yang di plot dari sb. vertikal dan sb. Horisontal diperoleh nilai r
 $r = 0,00$

maka:

diambil $\rho_{min} = 0,01$

$$\begin{aligned} A_s \text{ tot} &= \rho \cdot A_{gr} \\ &= 0,01 \cdot 250000 \\ &= 2500 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{D-19 \text{ mm}} &= 1/4\pi \cdot D^2 \\ &= 1/4\pi \cdot 19^2 \\ &= 283,6429 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{tulangan yang dipakai} &= \frac{A_s}{A} = \frac{2500}{283,643} = 8,81 \\ &= 8,81 \approx 12 \end{aligned}$$

jadi gunakan tulangan kolom 12 D 19 mm

3.10.4 Perhitungan Dimensi Tulangan Kolom 500mm x 500 mm untuk Lantai 4

penyelesaian:

$$\begin{aligned} P_u &= 224,905 \text{ kN} = 224905 \text{ N} \\ M_u &= 62,55 \text{ kN} = 62550000 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{a. } A_{gr} &= B \cdot H \\ &= 500 \cdot 500 \\ &= 250000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } \frac{P_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f'_c} &= \frac{224905}{0,65 \cdot 250000 \cdot 0,85 \cdot 30} \\ &= 0,054 \quad (\text{sb. Vertikal}) \end{aligned}$$

$$\text{c. } \frac{M_u}{P_u} = \frac{62550000}{224905} = 278,12$$

$$\text{d. } \frac{e_t}{h} = \frac{278,12}{500} = 0,56$$

$$\begin{aligned} \text{e. } \frac{P_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f'_c} \cdot \frac{e_t}{h} &= 0,054 \cdot 0,56 \\ &= 0,03019 \quad (\text{sb. Horisontal}) \end{aligned}$$

berdasarkan grafik interaksi kolom yang di plot dari sb. vertikal dan sb. Horisontal diperoleh nilai r

$$r = 0,00$$

maka:

$$\text{diambil } \rho_{\min} = 0,01$$

$$\begin{aligned} A_{s \text{ tot}} &= \rho \cdot A_{gr} \\ &= 0,01 \cdot 250000 \\ &= 2500 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{D-19 \text{ mm}} &= \frac{1}{4}\pi \cdot D^2 \\ &= \frac{1}{4}\pi \cdot 19^2 \\ &= 283,6429 \end{aligned}$$

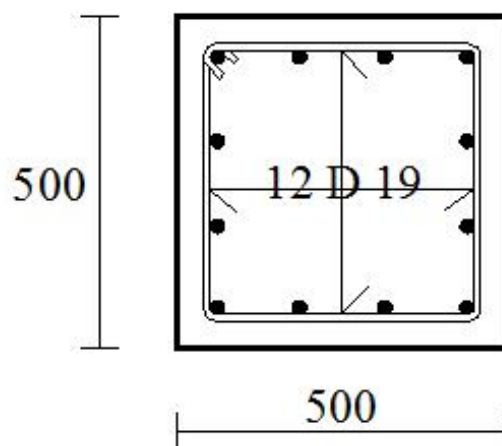
$$\begin{aligned} \text{tulangan yang dipakai} &= \frac{A_s}{A} = \frac{2500}{283,643} = 8,81 \\ &= 8,81 \approx 12 \end{aligned}$$

jadi gunakan tulangan kolom 12 D 19 mm

Kesimpulan:

Berdasarkan perhitungan dimensi kolom diatas, didapatkan dimensi tulangan untuk kolom ukuran 500 mm x 500 mm dengan ukuran 12D19 untuk lantai 1 sampai dengan lantai 4.

Pemilihan jumlah tulangan ini berdasarkan kelipatan 4 (empat).



**Gambar 3.53 Dimensi Tulangan Kolom 500 mm x 500 mm
pada Lantai 1 sampai Lantai 4**

3.10.5 Perhitungan Dimensi Tulangan Kolom Ukuran 300 mm x 300 mm

penyelesaian:

$$P_u = 1082,092 \text{ kN} = 1082092 \text{ N}$$

$$M_u = 63,615 \text{ kN} = 63615000 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned} \text{a. } A_{gr} &= B \cdot H \\ &= 300 \cdot 300 \\ &= 90000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. } \frac{P_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f'_c} &= \frac{1082092}{0,65 \cdot 90000 \cdot 0,85 \cdot 30} \\ &= 0,725 \quad (\text{sb. Vertikal}) \end{aligned}$$

$$\text{c. } e_t = \frac{M_u}{P_u} = \frac{63615000}{1082092} = 58,79$$

$$\text{d. } \frac{e_t}{h} = \frac{58,79}{300} = 0,20$$

$$\begin{aligned} \text{e. } \frac{P_u}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f'_c} \cdot \frac{e_t}{h} &= 0,725 \cdot 0,20 \\ &= 0,142148 \quad (\text{sb. Horisontal}) \end{aligned}$$

berdasarkan grafik interaksi kolom yang di plot dari sb. vertikal dan sb. Horisontal diperoleh nilai r

$$r = 0,02 \quad \text{dan diketahui } \beta = 1,2$$

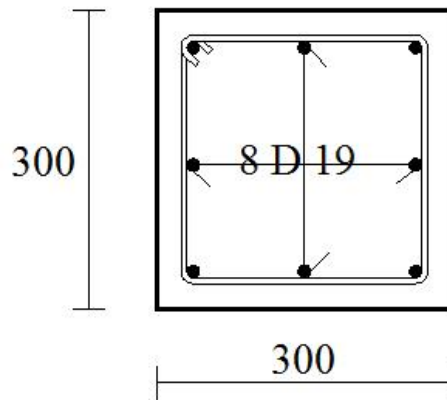
$$\begin{aligned} A_{s \text{ tot}} &= \rho \cdot A_{gr} \\ &= 0,024 \cdot 90000 \\ &= 2160 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{D-19 \text{ mm}} &= 1/4\pi \cdot D^2 \\ &= 1/4\pi \cdot 19^2 \\ &= 283,6429 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{tulangan yang dipakai} &= \frac{A_s}{A} = \frac{2160}{283,6429} = 7,62 \\ &= 7,62 \approx 8 \end{aligned}$$

jadi gunakan tulangan kolom 8 D 19 mm

Catatan: dengan asumsi bahwa dimensi kolom adalah tipikal dari lantai 1 sampai lantai 4 untuk ukuran penampang 300 mm x 300 mm, maka dimensi tulangan yang digunakan pada penampang 300 mm x 300 mm tersebut untuk lantai 1 sampai lantai 4 adalah sama yaitu 8D19 mm.



**Gambar 3.54 Dimensi Tulangan Kolom 300 mm x 300 mm
pada Lantai 1 sampai Lantai 4**

3.11 Metode Pelaksanaan

3.11.1 Metode Pelaksanaan Kolom

Fungsi kolom adalah meneruskan beban dari balok, dinding, plat lantai, berat sendiri, dan atap ke struktur bawah. Proses pekerjaan kolom pada proyek Pembangunan Ruko Mega Style adalah sebagai berikut:

1. Penentuan titik-titik 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 dengan bantuan theodolite.

Untuk menjamin ketepatan, maka sebelum pekerjaan kolom perlu dilakukan pengukuran ulang untuk memeriksa titik-titik as kolom tersebut.

Cara penentuan letak-letak as kolom adalah dengan menggunakan *theodolite*. Untuk kolom yang terletak pada lantai satu, pengukuran dilakukan setelah pembesian *pile cap / tie beam* selesai, berdasarkan as-as bangunan rencana.

Posisi as kolom arah vertikal ditentukan berdasarkan as kolom pada lantai sebelumnya. Posisi as kolom sentris kedudukannya terhadap as kolom pada lantai sebelumnya, untuk itu dapat dilakukan pengecekan dengan menggunakan tali benang, unting-unting, dan meteran.

2. Penulangan kolom.

Pembesian pada bagian kolom terdiri dari dua tulangan, yaitu:

Tulangan pokok dan beugel/sengkang. Tulangan pokok berfungsi untuk menahan kombinasi beban aksial dan momen lentur, sedangkan sengkang berfungsi untuk menahan gaya geser akibat torsi atau puntir.

Tahapan pemasangan tulangan kolom yaitu:

- a. Besi tulangan dipotong dan dibengkokkan sesuai dengan ketentuan pada gambar rencana. Pemotongan dan pembengkokkan tersebut dilakukan di barak kerja besi;
- b. Tulangan yang sudah dipotong dan dibengkokkan, dibawa ke lokasi dimana kolom tersebut akan di rakit. Kemudian tulangan tersebut dirakit dan dipasang sesuai gambar kerja;
- c. Tulangan kolom dipasang mulai dari pile cap dengan panjang penyaluran 60 D, kemudian antar tulangan kolom diberi panjang penyambungan sebesar 40 D dan diikat dengan bendrat.
- d. Penulangan kolom selanjutnya lebih tinggi dari plat lantai supaya dapat dilaksanakan *overlapping*. Panjang *overlapping* disyaratkan sepanjang 40 D;
- e. Sengkang-sengkang yang telah dibentuk terlebih dahulu, dipasang pada jarak yang telah ditentukan dan diikatkan pada tulangan pokok dengan menggunakan kawat bendrat;



Gambar 3.55 Proses Rangkaian Tulangan

- f. Tahu beton setebal 2 cm dipasang pada keempat sisi kolom dengan jarak horisontal ± 50 cm dan jarak vertikal ± 200 cm. Sengkang untuk bagian stek dipasang dengan jarak yang lebih rapat, karena bagian ujung kolom

menerima gaya geser lebih besar dibanding bagian lain. Sehingga dibutuhkan luas tulangan sengkang yang lebih besar.

3. Pekerjaan bekisting kolom.

Pekerjaan bekisting kolom dikerjakan setelah pekerjaan penulangan kolom selesai. Bahan pembuat bekisting kolom ini terbuat dari kayu dan untuk frame dipakai multiplek dengan panjang dan lebar disesuaikan dengan dimensi kolom. Bekisting yang sudah jadi dan akan dipasang terlebih dahulu diolesi oli, dimaksudkan agar bekisting mudah dilepas. Bekisting kolom yang sudah dipasang diperkuat dengan cara mengikat keempat sisinya dengan menggunakan balok kayu yang dipasang melintang dan dijepit dengan klem besi yang dihubungkan dengan baut ulir di ketiga ujungnya. Setelah bekisting sudah berdiri secara vertikal dan diukur tegak atau tidaknya, dipasang penunjang miring dimaksudkan untuk menahan supaya tegak dan tidak berubah lagi. Tiap sisi ditahan oleh dua kawat support dan ditumpu oleh kayu yang diikatkan dengan stek kolom yang telah ditanamkan pada sloof atau pelat lantai.

4. Pekerjaan Cor Kolom.

Pekerjaan pengecoran ada yang dilakukan dengan menggunakan mixer truck maupun molen. Tergantung dari proses pelaksanaan masing-masing proyek tersebut.

Pengecoran kolom pada proyek Ruko Mega Style dilakukan menggunakan molen dan menggunakan tenaga manusia, seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.56 Proses Pengecoran Tiang Kolom

5. Pembongkaran Bekisting Kolom

Bekisting kolom dibongkar dengan hati-hati agar tidak merusak permukaan beton dan bekisting itu sendiri, sehingga bekisting tersebut dapat dipergunakan untuk pekerjaan bekisting kolom lantai yang lain. Pada proyek Ruko ini, pembongkaran dilakukan setelah 3 hari dari waktu pengecoran dengan langkah-langkah:

- a. Semua *pipe support* dilepas;
- b. *Form tie* yang berfungsi memperkuat bekisting dilepas;
- c. Setelah *form tie* dilepas baru kerangka bekisting dapat dilepas;
- d. Merapikan kembali papan bekisting, balok, kayu dan perlengkapan lainnya untuk dipakai pada pekerjaan selanjutnya.

3.11.2 Metode Pelaksanaan Balok dan Plat Lantai

Balok berfungsi untuk mendukung beban *vertikal* yang meliputi berat sendiri balok, dan beban-beban lain yang mendukungnya (diantaranya termasuk beban plat dan dinding). Balok juga menahan beban *horizontal* yang ditimbulkan oleh beban gempa dan beban angin, kemudian meneruskannya ke kolom. Selain itu, balok juga berfungsi untuk menghubungkan antar kolom agar portal dapat berfungsi dengan kuat dan kokoh. Balok juga direncanakan untuk menerima lentur, geser, dan torsi.

Plat lantai berfungsi untuk menahan beban mati (berat sendiri plat, beban tegel, beban spesi, beban penggantung, dan beban plafond), serta beban hidup yang bekerja di atasnya, kemudian menyalurkan beban-beban tersebut ke balok dibawahnya.

1. Pemasangan bekisting balok.

Langkah-langkah pengerjaan bekisting balok adalah:

- a. Memasang *base jack* pada posisi (lurus dan tegak) dengan jarak 90 dan 180 cm, dilanjutkan dengan memasang *main frame* ke *base jack* dengan posisi lurus dan tegak;
- b. Memasang *cross brace* ke *main frame* dengan kondisi *locking pin* terkunci, kemudian memasang *head jack* sesuai dengan *nut* yang sudah terukur;
- c. Memasang *girder* memanjang sesuai gambar kerja;
- d. Memasang *girder* melintang sesuai gambar kerja;
- e. Memasang *bottom form* dengan dimensi, as dan elevasi yang tepat dan bagus;

- f. Memasang *side form* tegak lurus dengan *bottom form* dan dimensinya benar;
- g. Memasang klem dengan kokoh dan kuat;
- h. Melumuri bekisting dengan solar / minyak agar didapatkan permukaan beton yang bagus dan bekisting mudah dibongkar.

2. Pemasangan bekisting plat lantai.

Langkah-langkah pelaksanaan bekisting pelat lantai adalah sebagai berikut:

- a. Memasang *hory beam* sesuai dengan gambar kerja dengan jarak yang sudah ditentukan;
- b. Memasang *plywood* di atas *hory beam* sesuai dengan arah *hory beam*;
- c. Memasang *plywood* di atas balok girder memanjang dengan rapi dan rapat pada sambungan;
- d. Melumuri permukaan bekisting dengan minyak / solar merata pada permukaan bekisting.



Gambar 3.57 Proses Pemasangan Girder

3. Pekerjaan penulangan balok dan plat lantai.

Penulangan balok dan plat dapat dilaksanakan setelah pekerjaan pemasangan bekisting selesai. Balok berfungsi untuk mendukung beban *vertical* yang meliputi berat sendiri balok, beban-beban lain yang mendukungnya (diantaranya termasuk beban plat dan dinding). Balok juga menahan beban *horizontal* yang ditimbulkan oleh beban gempa dan beban angin, kemudian meneruskan ke kolom. Selain itu balok juga berfungsi untuk menghubungkan antar kolom agar portal dapat berfungsi dengan kuat dan kokoh. Balok juga direncanakan untuk menerima lentur, geser, dan torsi. Tulangan yang dipakai balok pada proyek Pembangunan Ruko *Mega Style* adalah tulangan ulir diameter 25 mm untuk kolom yang

mempunyai dimensi besar dan diameter 16 mm untuk kolom dengan dimensi yang lebih kecil. Untuk sengkang atau beugel dipakai tulangan polos diameter 10 mm untuk kolom dengan dimensi besar dan diameter 8 untuk kolom dengan dimensi yang lebih kecil. Sedangkan pada pflat, dipakai tulangan polos diameter 10 mm. Untuk daerah tumpuan lapangan di pasang jarak 200 mm. Langkah-langkah penulangan balok dan pelat adalah sebagai berikut:

- a. Papan bekisting bagian bawah disiapkan;
- b. Memasang tulangan bawah diatas *beton decking* setebal 2 cm;
- c. Ujung tulangan bawah dimasukkan ke dalam tulangan kolom sebagai penjangkaran sepanjang minimal 25 D;
- d. Apabila terdapat sambungan pada penulangan dilakukan lewatan (*overlapping*) sepanjang 40 D.
- e. Memasang tulangan sengkang diikat dengan kawat bendrat;
- f. Memasang tulangan atas dengan cara memasukkannya satu per satu kedalam tulangan sengkang bagian atas kemudian diikat dengan kawat bendrat;
- g. Memasang tulangan ekstra sebagai tulangan pinggang atau tulangan pengaku.

4. Pekerjaan Cor Balok dan Pelat Lantai.

Pengecoran pelat dan balok dilakukan secara bersama-sama. Pada pelaksanaan pengecoran balok dan pelat terlebih dahulu dilakukan pemasangan tulangan dan bekisting. Pekerjaan bekisting balok dilakukan terlebih dahulu untuk mempermudah pekerjaan pembesian balok, bekisting yang pertama dibuat adalah bekisting bagian bawah balok dan setelah pembesian selesai baru bekisting bagian samping dan bekisting pelat dikerjakan.

Dalam proyek Ruko ini, selalu dilakukan pengecekan terhadap penulangan, baik dari pihak pengawas maupun kontraktor pelaksana, serta pengecekan kekuatan dari bekisting yang akan dipakai. Pembuatan *sparing* (lubang-lubang) yang digunakan untuk keperluan *Mechanical Electrical* (ME) juga dikerjakan dengan benar. Pembuatan *sparing* biasanya dilakukan dengan menggunakan pipa PVC yang dipasang vertikal atau dengan menggunakan papan multiplek 12 cm yang dipasang membentuk kubus, menembus bekisting. Selain itu pipa instalasi listrik yang di tanam didalam beton juga disiapkan sebelum pengecoran dilakukan.

Langkah-langkah pengecoran adalah sebagai berikut:

- a. Pengecekan tulangan meliputi jarak, ikatan antar tulangan, selain itu perlu dilihat penempatan *decking* beton, serta posisi pembuatan lubang-lubang pelat untuk ME disesuaikan dengan rancangan, dan juga stek-stek tulangan untuk pekerjaan pasangan bata;
- b. Pembersihan permukaan bekisting dan besi beton dari kotoran-kotoran yang bisa mengurangi mutu beton;
- c. Pengecekan kekuatan perancah;
- d. Pengecekan kerapatan bekisting yang bila berlubang bisa mengurangi mutu beton.
- e. Penempatan alat, tenaga dan lalu lintas pekerja sedemikian rupa sehingga dapat memberikan kemudahan selama proses pengecoran;
- f. Pengecoran dilakukan dengan menggunakan beton ready mix. Pelaksanaan pengecoran, jika pengecoran masih dibawah dan sangat mudah di jangkau secara manual, maka pengecoran dilakukan dengan bantuan talang cor yang dibuat dari seng talang yang di pasang miring, namun bila pengecoran sudah diatas dan sulit untuk dijangkau secara manual, maka pengecoran dibantu dengan alat *concrete pump*. Selama proses pengecoran, dilakukan pemadatan dengan menggunakan *vibrator*, agar tidak terjadi rongga udara.
- g. Kemudian permukaan beton diratakan dengan menggunakan kayu, agar didapatkan hasil yang rata dan halus.
- h. Pengecoran dihentikan apabila elevasi permukaan beton pada cetakan telah terpenuhi sesuai rencana.
- i. Bila terjadi hujan, maka pengecoran dilindungi secara memadai (misalnya: dengan terpal).

Pekerjaan pengecoran dilakukan dengan pembagian tugas oleh masing-masing pekerja. Ada yang bertugas meratakan, mengoperasikan vibrator, dan mengarahkan *concrete pump*. Pekerjaan pengecoran balok dan pelat lantai pada proyek Ruko ini dilakukan secara berurutan dimulai dari lantai 1 sampai dengan lantai 4. Mutu beton yang digunakan pada pengecoran balok dan plat lantai adalah K-250.



Gambar 3.58 Pengecoran balok dan pelat lantai.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan selama proses pengecoran adalah:

- a. Penyediaan beton *ready mix* dihitung dengan benar sesuai dengan kebutuhan pengecoran sehingga pengecoran dapat berjalan lancar;
- b. Waktu kedatangan *concrete mix truck* kelokasi pengecoran diperhitungkan dengan benar agar tidak terjadi keterlambatan penuangan yang dapat menghambat pekerjaan pengecoran, hal ini karena lokasi proyek yang jauh dengan lokasi asal *ready mix* yang berlokasi di Citra Land Manado (Ring Road) sedangkan lokasi pembangunan berlokasi di kawasan Megamas Manado;
- c. Pengecoran dilakukan sesuai arah pengecoran yang telah direncanakan untuk memudahkan pelaksanaan proses pengecoran;
- d. Koordinasi yang baik antara pihak penyedia *ready mix* dan pihak pelaksana di lapangan sangat menentukan kelancaran pengecoran;
- e. Pada saat pengecoran dilakukan minimal ada 2 sampai 3 orang berada di bawah plat yang akan di cor, sehingga ketika pengecoran berlangsung bila ada kebocoran atau skafolding runtuh, maupun hal-hal lain, maka orang-orang yang berada dibawah dapat memberitahu orang di atas yang sedang melakukan pengecoran, sehingga hal-hal yang tidak diinginkan dapat dihindari seminimal mungkin.

5. Pembongkaran Bekisting Balok dan Plat Lantai.

Pembongkaran bekisting pada balok dan pelat lantai dilakukan 21 hari setelah dilakukan pengecoran, karena diperkirakan kekuatan beton telah mencapai 88%. Langkah-langkah pembongkaran bekisting adalah:

- a. Skafolding dikendorkan terlebih dahulu;
- b. Pembongkaran balok-balok kayu serta multiplek;
- c. Pembongkaran skafolding dalam satu daerah, umumnya daerah lapangan dilakukan terlebih dahulu;
- d. Setelah itu skafolding yang telah dilepas dapat digunakan kembali untuk pemasangan bekisting pelat lantai untuk lantai selanjutnya.

BAB IV

PENUTUP



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2015

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Perencanaan struktur gedung Rumah Toko *Mega Style* ini terletak di kota Manado, Sulawesi Utara. Perencanaan struktur gedung ini adalah simetris dengan jumlah 4 tingkat. Dalam merencanakan struktur gedung ini, diawali dengan mendeskripsikan struktur bawah tanah (mengapa dipilihnya pondasi tiang pancang untuk pembangunan Ruko tersebut ?) dan diteruskan dengan *preliminary design* untuk struktur atas yaitu plat, balok dan kolom. Setelah dilakukannya *preliminary design*, penulis menganalisis struktur dengan bantuan aplikasi komputer (*software* ETABS) untuk mendapatkan nilai gaya-gaya dalam dari perencanaan struktur tersebut dan berdasarkan hasil *output* gaya-gaya dalam tersebut, penulis merencanakan dimensi tulangan dari balok dan kolom. Untuk perencanaan plat sendiri adalah tanpa melihat nilai gaya-gaya dalam yang keluar dari proses analisis ETABS, tetapi perhitungan dimensi plat ini dihitung dengan metode koefisien momen berdasarkan panel plat yang ditinjau. Keseluruhan perencanaan dimensi tulangan plat, balok, dan kolom ini dilakukan dengan metode konvensional berdasarkan hasil *output* nilai gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur dan direncanakan sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku.

Adapun kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penyelidikan tanah di lokasi perencanaan, telah ditemukan bahwa lapisan tanah keras terletak pada kedalaman $> 10,8$ meter. Sehingga dalam hal ini diputuskan untuk menggunakan pondasi tiang pancang. Alasan lainnya adalah dikarenakan jenis tanahnya merupakan tanah lunak reklamasi atau timbunan, sehingga untuk perencanaan struktur bawahnya disarankan menggunakan tipe pondasi tiang pancang. Pemancangan pondasi tiang pancang ini disarankan pada kedalaman $> 10,8$ m.

2. (a). Nilai Gaya-gaya dalam analisis struktur *output* ETABS yang bekerja pada balok adalah sebagai berikut:

Story	Momen yang bekerja			
Lt 1	Mu tumpuan	-	42,81	kN.m
	Mu lapangan	+	56,10	kN.m
Lt 2	Mu tumpuan	-	34,81	kN.m
	Mu lapangan	+	55,83	kN.m
Lt 3	Mu tumpuan	-	46,56	kN.m
	Mu lapangan	+	55,42	kN.m
Lt 4	Mu tumpuan	-	46,46	kN.m
	Mu lapangan	+	57,69	kN.m

- (b). Nilai Gaya-gaya dalam analisis struktur *output* ETABS yang bekerja pada kolom adalah sebagai berikut:

Story	Pu (KN)	Mu (KN.m)
Lantai 1	1082,092	63,615
Lantai 2	781,27	95,224
Lantai 3	487,129	88,218
Lantai 4	224,905	62,55

3. Perhitungan Dimensi tulangan yang diperoleh adalah sebagai berikut:
- Untuk plat diperoleh dimensi tulangan sebagai berikut:
 - Tulangan arah X digunakan $\emptyset 10$ -200 mm, dan
 - Tulangan arah Y digunakan $\emptyset 10$ -200 mm.
 - Untuk balok direncanakan menggunakan ukuran penampang 300 mm x 500 mm, dan diperoleh dimensi tulangan sebagai berikut:

Story	Tumpuan		Lapangan	
	atas	bawah	atas	bawah
Lantai 1	3 D 16 mm	2 D 16mm	2 D 16 mm	3 D 16 mm
Lantai 2	3 D 16 mm	2 D 16mm	2 D 16 mm	3 D 16 mm
Lantai 3	3 D 16 mm	2 D 16mm	2 D 16 mm	3 D 16 mm
Lantai 4	3 D 16 mm	2 D 16mm	2 D 16 mm	3 D 16 mm

- c. Untuk kolom direncanakan menggunakan ukuran penampang 500 mm x 500 mm dan 300 mm x 300 mm, dan diperoleh dimensi tulangan sebagai berikut:

Story	Ukuran penampang	
	500 mm x 500 mm	300 mm x 300 mm
Lantai 1	12 D 19 mm	8 D 19 mm
Lantai 2	12 D 19 mm	8 D 19 mm
Lantai 3	12 D 19 mm	8 D 19 mm
Lantai 4	12 D 19 mm	8 D 19 mm

4. Metode pelaksanaan yang dilakukan telah sesuai dengan standar yang berlaku.

4.2 Saran

Proses perencanaan serta analisis struktur dilakukan untuk mendapatkan perhitungan perencanaan yang tepat. Oleh sebabnya sebelum perencanaan dimulai sebaiknya kondisi karakteristik tanah lokasi rencana pembangunan diketahui terlebih dahulu dengan melakukan uji tanah untuk mengetahui karakteristik dari tanah tersebut. Setelah itu analisis perencanaan harus diperhitungkan dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) yang berlaku.

Adapun selain memperhatikan hal-hal diatas, metode pelaksanaan juga merupakan faktor terpenting dalam melakukan perencanaan. Tanpa adanya metode atau cara kerja yang tepat, maka analisis perhitungan perencanaan hanyalah tinggal perhitungan.

Untuk itu disarankan segala aspek mulai dari tahap awal analisis perencanaan serta metode pelaksanaan atau metode kerja harus dipertimbangkan dengan matang dan sebaik-baiknya untuk mendapatkan ketepatan dari struktur yang direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfian (2010), *Laporan Kerja Praktek Proyek Pembangunan Hotel DAFAM MAMBO INTERNASIONAL Semarang*.
- Anugrah Pamungkas dan Erni Harianti, *Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa dengan Bantuan Software Program Etabs v.9.0.7*.
- Dr. Edward G. Nawy, P.E, *Beton Bertulang*.
- Erico Waturandang. (2012), *Desain Struktur Atas Gedung Mall “Palu Town Square”*
- Forkiano W. Pedah. (2010), *Desain Pondasi Tiang Pancang pada Proyek Pembangunan Ruko mega Smart 5 Kawasan Boulevard Manado*.
- Ir. Muhammad Aminullah MT, *Struktur Beton II*.
- Istimawan Dipohusodo, *Struktur Beton Bertulang*.
- Nakazawa (2000), *Jenis-jenis Pondasi*.
- Sardjono (1991), *Jenis-jenis Pondasi*.
- Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1983)*.
- Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI-1726-2002)*.
- Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI-03-2847-2002)*.
- Tenda Meyer, SST, *Tugas akhir*, Politeknik Negeri Manado 2014.
- <http://www.bamboomedia.net/cd-tutorial/85/belajar-etabs-civil-software.html>, akses 26 Mei 2015.
- <http://ceritaengineer.com/?p=10715>, akses 28 Mei 2015.
- <http://www.perencanaanstruktur.com/2012/10/ebook-aplikasi-perencanaan-struktur.html>, akses 28 Mei 2015.
- <http://www.ilmusipil.com/perencanaan-pondasi-tiang-pancang>, post by Chairil Nizar, akses 2 Juni 2015.

LAMPIRAN



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2015



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - POLITEKNIK NEGERI MANADO
Alamat : Kampus Politeknik Ds. Huhu Manado 95252
Telp. (0431) 812988, 811568, Fax (0431) 812988

BORING LOG

Proyek :	Pembangunan Museum Kelautan	Tanggal :	30 Juli 2013
Lokasi :	Manado	Elevasi :	muka tanah setempat
BORE HOLE NO :	BORING-1		

Kedalaman (m)	Sampel	Sampel	DESKRIPSI TANAH	STANDART PENETRATION TEST				Nilai SPT	
				I	II	III	SPT		
0.00			tanah lempung, coklat					0	
0.50									
1.00									
2.00	UOS-1		Pasir kelanauan, coklat muda	12/15	10/15	8/15	18		
3.00									
3.50									
4.00									
5.00	UOS-2		Pasir kelanauan, abu-abu						
6.00									
6.20			Pasir halus kelanauan, hitam	3/15	4/15	2/15	6		
7.00									
8.00	UOS-3		Pasir kelanauan, abu-abu	7/15	5/15	5/15	10		
9.00									
10.00				9/15	15/15	19/15	34		
11.00									
12.00									
13.00									
14.00									
15.00									
16.00									
17.00									
18.00									
19.00									
20.00									
21.00									
22.00									
23.00									
24.00									

CATATAN :
■ : SAMPEL TANAH
MAT : 2.8 m
ELEVASI BANJIR : Tidak terindikasi



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - POLITEKNIK NEGERI MANADO
 Alamat : Kampus Politeknik Ds. Buha Manado 95252

SONDIR

Proyek : Perencanaan Museum Kelautan Manado
 Lokasi : Kompleks Megamas Boulevard Manado
 Titik : S-4

Tanggal : 12-13 Juli 2013
 Dikerjakan : Sutikno, dkk
 Diperiksa : Sudarno, ST, MT

Kedalaman (m)	Hambatan Konus (kg/cm ²)	Jumlah Hambatan Hambatan (kg/cm ²)	Hambatan Pelekat (kg/cm ²)	Friction (kg/cm)	Jumlah Hambatan Pelekat (kg/cm)	Hambatan Setempat (kg/cm ²)	Friction Ratio (%)
0.00	0	0	0	0	0	0	0.00
0.20	25	30	5	10	10	0.5	2.00
0.40	25	30	5	10	20	0.5	2.00
0.60	25	30	5	10	30	0.5	2.00
0.80	30	40	10	20	50	1	3.33
1.00	35	40	10	20	70	1	2.86
1.20	50	55	5	10	80	0.5	1.00
1.40	100	110	20	40	120	2	2.00
1.60	180	200	20	40	160	2	1.11
1.80	180	200	20	40	200	2	1.11
2.00	100	120	20	40	240	2	2.00
2.20	50	70	20	40	280	2	4.00
2.40	25	30	5	10	290	0.5	2.00
2.60	10	15	5	10	300	0.5	5.00
2.80	5	10	5	10	310	0.5	10.00
3.00	5	10	5	10	320	0.5	10.00
3.20	10	15	5	10	330	0.5	5.00
3.40	5	10	5	10	340	0.5	10.00
3.60	8	12	4	8	348	0.4	5.00
3.80	8	12	4	8	356	0.4	5.00
4.00	10	14	4	8	364	0.4	4.00
4.20	10	14	4	8	372	0.4	4.00
4.40	10	14	4	8	380	0.4	4.00
4.60	18	22	4	8	388	0.4	2.22
4.80	18	22	4	8	396	0.4	2.22
5.00	20	25	5	10	406	0.5	2.50
5.20	20	25	5	10	416	0.5	2.50
5.40	25	30	5	10	426	0.5	2.00
5.60	10	15	5	10	436	0.5	5.00
5.80	20	25	5	10	446	0.5	2.50
6.00	25	30	5	10	456	0.5	2.00
6.20	25	30	5	10	466	0.5	2.00
6.40	20	25	5	10	476	0.5	2.50
6.60	15	20	5	10	486	0.5	3.33
6.80	70	85	15	30	516	1.5	2.14
7.00	50	60	10	20	536	1	2.00
7.20	40	50	10	20	556	1	2.50
7.40	10	12	2	4	560	0.2	2.00
7.60	10	12	2	4	564	0.2	2.00
7.80	10	12	2	4	568	0.2	2.00
8.00	10	12	2	4	572	0.2	2.00
8.20	40	45	5	10	582	0.5	1.25
8.40	20	25	5	10	592	0.5	2.50
8.60	20	25	5	10	602	0.5	2.50
8.80	70	85	15	30	632	1.5	2.14
9.00	90	100	10	20	652	1	1.11
9.20	90	100	10	20	672	1	1.11
9.40	70	90	20	40	712	2	2.86
9.60	90	100	10	20	732	1	1.11
9.80	90	100	10	20	752	1	1.11
10.00	100	120	20	40	792	2	2.00
10.20	105	125	20	40	832	2	1.90
10.40	80	100	20	40	872	2	2.50
10.60	80	100	20	40	912	2	2.50
10.80	120	140	20	40	952	2	1.67
11.00	100	120	20	40	992	2	2.00

11.20	130	140	10	20	1012	1	0.77
11.40	110	130	20	40	1052	2	1.82
11.60	110	130	20	40	1092	2	1.82
11.80	120	140	20	40	1132	2	1.67
12.00	120	140	20	40	1172	2	1.67
12.20	110	140	30	60	1232	3	2.73
12.40	120	150	30	60	1292	3	2.50
12.60	120	150	30	60	1352	3	2.50
12.80	100	110	10	20	1372	1	1.00
13.00	140	160	20	40	1412	2	1.43
13.20	140	160	20	40	1452	2	1.43
13.40	140	160	20	40	1492	2	1.43
13.60	140	160	20	40	1532	2	1.43
13.80	120	140	20	40	1572	2	1.67
14.00	130	150	20	40	1612	2	1.54
14.20	130	150	20	40	1652	2	1.54
14.40	90	120	30	60	1712	3	3.33
14.60	90	120	30	60	1772	3	3.33
14.80	80	100	20	40	1812	2	2.50
15.00	80	100	20	40	1852	2	2.50
15.20	70	90	20	40	1892	2	2.86
15.40	80	100	20	40	1932	2	2.50
15.60	100	120	20	40	1972	2	2.00
15.80	120	150	30	60	2032	3	2.50
16.00	140	160	20	40	2072	2	1.43
16.20	150	180	30	60	2132	3	2.00
16.40	140	170	30	60	2192	3	2.14
16.60	130	150	20	40	2232	2	1.54
16.80	130	150	20	40	2272	2	1.54
17.00	100	130	30	60	2332	3	3.00
17.20	130	150	20	40	2372	2	1.54
17.40	120	140	20	40	2412	2	1.67
17.60	120	110	20	40	2452	2	1.67
17.80	60	90	30	60	2512	3	5.00
18.00	50	80	30	60	2572	3	6.00
18.20	130	150	20	40	2612	2	1.54
18.40	200	250	50	100	2712	5	2.50
18.60	> 250	-	-	-	-	-	-



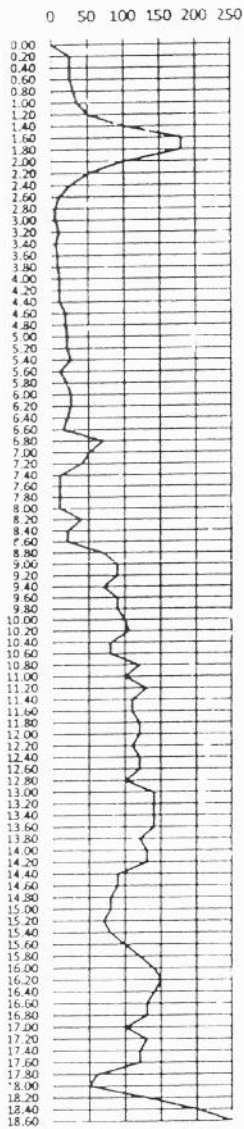
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - POLITEKNIK NEGERI MANADO
Alamat : Kampus Politeknik Da. Buha Manado 95252

GRAFIK SONDIR

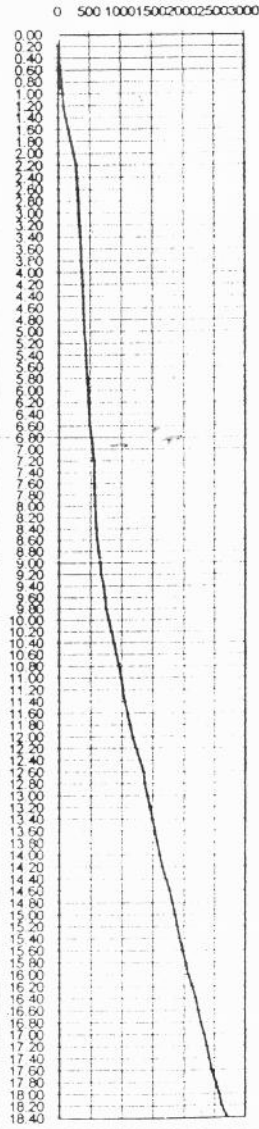
Proyek : Perencanaan Museum Kelautan Manado
Lokasi : Kompleks Megamall Boulevard Manado
Titik : S-4

Tanggal : 12-13 Juli 2013
Dikerjakan : Sutikno, dkk
Diperiksa : Sudarno, ST, MT

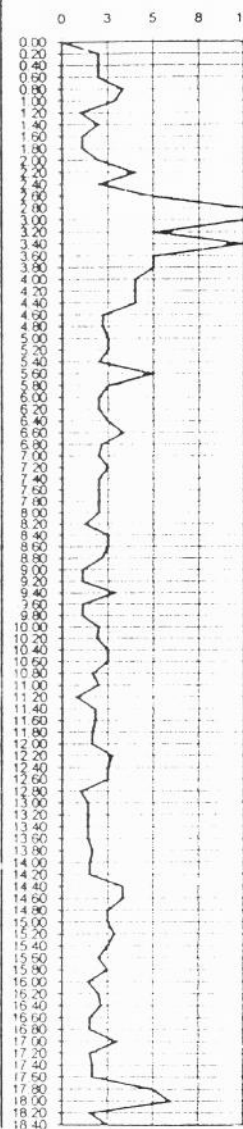
Hambatan Konus (kg/cm^2)



Jumlah Hambatan Pelekat (kg/cm)



Friction Ratio (%)



6, 2015 14:36

PAGE 1

DESAIN STRUKTUR ATAS DAN METODE PELAKSANAAN
BANGUNAN RUKO "MEGA STYLE" MEGAMAS MANADO

Company Name = politeknik

ETABS v9.6.0 File:ETABSEDITTTTTTTTTT Units:Kgf-cm September
6, 2015 14:36 PAGE 2

S T O R Y D A T A

STORY	SIMILAR TO	HEIGHT	ELEVATION
STORY4	None	350.000	1400.000
STORY3	None	350.000	1050.000
STORY2	None	350.000	700.000
STORY1	None	350.000	350.000
BASE	None		0.000

ETABS v9.6.0 File:ETABSEDITTTTTTTTTT Units:Kgf-cm September
6, 2015 14:36 PAGE 3

S T A T I C L O A D C A S E S

STATIC NOTIONAL CASE DIRECTION	CASE TYPE	AUTO LAT LOAD	SELF WT MULTIPLIER	NOTIONAL FACTOR
DEAD	DEAD	N/A	1.0000	
LIVE	LIVE	N/A	0.0000	
FX	QUAKE	USER_LOADS	0.0000	
FY	QUAKE	USER_LOADS	0.0000	

ETABS v9.6.0 File:ETABSEDITTTTTTTTTT Units:Kgf-cm September
6, 2015 14:36 PAGE 4

A U T O S E I S M I C U S E R L O A D S
Case: FX

AUTO SEISMIC INPUT DATA

Additional Eccentricity = 5%

SPECIFIED AUTO SEISMIC LOADS AT DIAPHRAGM CENTER OF MASS

STORY MZ	DIAPHRAGM	FX	FY
STORY4 0.000	D1	192969.00	0.00
STORY3 0.000	D1	151881.00	0.00
STORY2 0.000	D1	101170.00	0.00
STORY1 0.000	D1	50585.00	0.00

AUTO SEISMIC CALCULATION RESULTS

AUTO SEISMIC STORY FORCES

STORY MX	MY	FX MZ	FY	FZ
STORY4 0.000		192969.00	0.00	0.00
STORY3 0.000	0.000-23083916.63	151881.00	0.00	0.00
STORY2 0.000	0.000-18168764.63	101170.00	0.00	0.00
STORY1 0.000	0.000-12102461.25	50585.00	0.00	0.00
	0.000 -6051230.63			

ETABS v9.6.0 File:ETABSEDITTTTTTTTTT Units:Kgf-cm September 6, 2015 14:36 PAGE 5

A U T O S E I S M I C U S E R L O A D S
Case: FY

AUTO SEISMIC INPUT DATA

Additional Eccentricity = 5%

SPECIFIED AUTO SEISMIC LOADS AT DIAPHRAGM CENTER OF MASS

STORY MZ	DIAPHRAGM	FX	FY
STORY4 0.000	D1	0.00	192969.00
STORY3 0.000	D1	0.00	151881.00

STORY2	D1	0.00	101170.00
0.000			
STORY1	D1	0.00	50585.00
0.000			

AUTO SEISMIC CALCULATION RESULTS

AUTO SEISMIC STORY FORCES

STORY	FX	FY	FZ
MX	MY	MZ	
STORY4	0.00	192969.00	0.00
0.000	0.000	38593800.00	
STORY3	0.00	151881.00	0.00
0.000	0.000	30376200.000	
STORY2	0.00	101170.00	0.00
0.000	0.000	20234000.000	
STORY1	0.00	50585.00	0.00
0.000	0.000	10117000.000	

ETABS v9.6.0 File:ETABSEDITTTTTTTTTT Units:Kgf-cm September 6, 2015 14:36 PAGE 6

M A S S S O U R C E D A T A

MASS	LATERAL	LUMP MASS
FROM	MASS ONLY	AT STORIES
Loads	Yes	Yes

M A S S S O U R C E L O A D S

LOAD	MULTIPLIER
DEAD	1.0000
LIVE	0.3000

ETABS v9.6.0 File:ETABSEDITTTTTTTTTT Units:Kgf-cm September 6, 2015 14:36 PAGE 7

D I A P H R A G M M A S S D A T A

STORY	DIAPHRAGM	MASS-X	MASS-Y	MMI
X-M	Y-M			
STORY4	D1	1.139E+03	1.139E+03	2.397E+09
2000.000	1219.242			

STORY3	D1	1.194E+03	1.194E+03	2.538E+09
2000.000	1217.515			
STORY2	D1	1.194E+03	1.194E+03	2.538E+09
2000.000	1217.515			
STORY1	D1	1.194E+03	1.194E+03	2.538E+09
2000.000	1217.515			

ETABS v9.6.0 File:ETABSEDITTTTTTTTTT Units:Kgf-cm September 6, 2015 14:36 PAGE 8

A S S E M B L E D P O I N T M A S S E S

STORY RY	RZ	UX	UY	UZ	RX
STORY4	1.139E+03	1.139E+03	0.000E+00	0.000E+00	
0.000E+00	2.397E+09				
STORY3	1.194E+03	1.194E+03	0.000E+00	0.000E+00	
0.000E+00	2.538E+09				
STORY2	1.194E+03	1.194E+03	0.000E+00	0.000E+00	
0.000E+00	2.538E+09				
STORY1	1.194E+03	1.194E+03	0.000E+00	0.000E+00	
0.000E+00	2.538E+09				
BASE	5.565E+01	5.565E+01	0.000E+00	0.000E+00	
0.000E+00	0.000E+00				
Totals	4.777E+03	4.777E+03	0.000E+00	0.000E+00	
0.000E+00	1.001E+10				

ETABS v9.6.0 File:ETABSEDITTTTTTTTTT Units:Kgf-cm September 6, 2015 14:36 PAGE 9

C E N T E R S O F C U M U L A T I V E M A S S & C E N T E R S O F R I G I D I T Y

STORY LEVEL ORDINATE-X	DIAPHRAGM NAME ORDINATE-Y	/-----CENTER OF MASS----- //--CENTER OF RIGIDITY--/ MASS	ORDINATE-X	ORDINATE-Y
STORY4	D1	1.139E+03	2000.000	1219.242
2000.000	1197.341			
STORY3	D1	2.333E+03	2000.000	1218.358
2000.000	1189.745			
STORY2	D1	3.527E+03	2000.000	1218.073
2000.000	1178.162			
STORY1	D1	4.722E+03	2000.000	1217.932
2000.000	1155.779			

ETABS v9.6.0 File:ETABSEDITTTTTTTTTT Units:Kgf-cm September 6, 2015 14:36 PAGE 10

MODAL INFORMATION

Modal Analysis not done.

ETABS v9.6.0 File:ETABSEDITTTTTTTTTT Units:Kgf-cm September 6, 2015 14:36 PAGE 11

TOTAL REACTIVE FORCES (RECOVERED LOADS) AT ORIGIN

LOAD MY	MZ	FX	FY	FZ	MX
DEAD	1.672E-11	-2.587E-10	4.506E+06	5.495E+09	
-9.013E+09	-5.664E-07				
LIVE	-3.985E-13	7.543E-12	9.570E+05	1.145E+09	
-1.914E+09	1.639E-08				
FX	-4.966E+05	4.247E-09	8.219E-11	-4.233E-06	
-5.182E+08	6.644E+08				
FY	4.163E-09	-4.966E+05	-3.658E-10	5.182E+08	
5.285E-06	-1.093E+09				

ETABS v9.6.0 File:ETABSEDITTTTTTTTTT Units:Kgf-cm September 6, 2015 14:36 PAGE 12

S T O R Y F O R C E S

STORY T	LOAD MX	MY	P	VX	VY
STORY4	FX	-2.014E-13	-1.930E+05	1.337E-09	
2.584E+08	-4.736E-07	-6.754E+07			
STORY3	FX	5.318E-11	-3.449E+05	2.957E-09	
4.614E+08	-1.438E-06	-1.882E+08			
STORY2	FX	1.209E-10	-4.460E+05	3.875E-09	
5.967E+08	-2.687E-06	-3.443E+08			
STORY1	FX	8.219E-11	-4.966E+05	4.247E-09	
6.644E+08	-4.233E-06	-5.182E+08			
STORY4	FY	-1.750E-10	1.502E-09	-1.930E+05	
-4.245E+08	6.754E+07	1.136E-06			
STORY3	FY	6.446E-12	2.871E-09	-3.449E+05	
-7.587E+08	1.882E+08	1.540E-06			
STORY2	FY	-4.472E-10	3.822E-09	-4.460E+05	
-9.812E+08	3.443E+08	3.927E-06			
STORY1	FY	-3.658E-10	4.163E-09	-4.966E+05	
-1.093E+09	5.182E+08	5.285E-06			

ETABS v9.6.0 File:ETABSEDITTTTTTTTTT Units:Kgf-cm September 6, 2015 14:36 PAGE 13

STORY DRIFTS

STORY	DIRECTION	LOAD	MAX DRIFT
STORY4	X	FX	1/388
STORY3	X	FX	1/247
STORY2	X	FX	1/210
STORY1	X	FX	1/330
STORY4	Y	FY	1/417
STORY3	Y	FY	1/263
STORY2	Y	FY	1/222
STORY1	Y	FY	1/338

ETABS v9.6.0 File:ETABSEDITTTTTTTTTT Units:Kgf-cm September 6, 2015 14:36 PAGE 14

DISPLACEMENTS AT DIAPHRAGM CENTER OF MASS

STORY	DIAPHRAGM	LOAD	UX	UY
RZ				
STORY4	D1	FX	3.1798	0.0000
-0.00024				
STORY3	D1	FX	2.6655	0.0000
-0.00020				
STORY2	D1	FX	1,8058	0.0000
-0.00014				
STORY1	D1	FX	0.7508	0.0000
-0.00006				
STORY4	D1	FY	-0.0080	2.8548
0.00034				
STORY3	D1	FY	-0.0072	2.3963
0.00028				
STORY2	D1	FY	-0.0058	1,6317
0.00018				
STORY1	D1	FY	-0.0031	0.6917
0.00007				

ETABS v9.6.0 File:ETABSEDITTTTTTTTTT Units:Kgf-cm September 6, 2015 14:36 PAGE 15

STORY MAXIMUM AND AVERAGE LATERAL DISPLACEMENTS

STORY	LOAD	DIR	MAXIMUM	AVERAGE
RATIO				
STORY4	FX	X	5.0442	4.7556
1.061				
STORY3	FX	X	4.1429	3.8988
1.063				
STORY2	FX	X	2.7246	2.5572
1.065				

STORY1	FX	X	1.0610	0.9904
1.071				
STORY4	FY	Y	4.7823	4.1052
1.165				
STORY3	FY	Y	3.9427	3.3849
1.165				
STORY2	FY	Y	2.6100	2.2412
1.165				
STORY1	FY	Y	1.0340	0.8885
1.164				

ETABS Concrete Design

Engineer _____
Project _____
Subject _____

ACI 318-05/IBC 2003 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: KN-m (Envelope)

Level : STORY1 L=3,500
Element : C25 B=0,500 D=0,500 dc=0,050
Section ID : KOLDM E=25477677,22 fc=30000,000 Lt.Wt. Fac.=1,000
fy=400000,003 fys=400000,003
RLLE=0,800

Phi(Compression-Spiral): 0,700 Overstrength Factor: 1,25
Phi(Compression-Tied): 0,650
Phi(Tension Controlled): 0,800
Phi(Shear): 0,750
Phi(Seismic Shear): 0,600
Phi(Joint Shear): 0,850

Axial Force & Biaxial Moment Reinforcement for Pu-Mu2-Mu3 Interaction

Column End	Rebar Area	Rebar %
Top	0,003	1,000
Bottom	0,003	1,000

Column End	Design Pu	Design Mu2	Design Mu3	Station Loc	Controlling Combo
Top	1065,658	63,615	32,226	3,100	COMB18
Bottom	1082,092	-207,821	-66,915	0,000	COMB18

Shear Reinforcement for Major Shear (V2)

Column End	Rebar Av/s	Design Vu	Station Loc	Controlling Combo
Top	4,309E-04	118,806	3,100	COMB18
Bottom	4,309E-04	118,806	0,000	COMB18

Shear Reinforcement for Minor Shear (V3)

Column End	Rebar Av/s	Design Vu	Station Loc	Controlling Combo
Top	4,309E-04	87,560	3,100	COMB18
Bottom	4,309E-04	87,560	0,000	COMB18

Joint Shear Check/Design

	Joint Shear Ratio	Shear VuTot	Shear phi*Vc	Joint Area	Controlling Combo
Major(V2)	0,802	1162,496	1449,674	0,250	COMB3
Minor(V3)	0,522	756,859	1449,674	0,250	COMB3

Beam/Column Capacity Ratios

	(6/5) (B/C) Ratio	Column/Beam Ratio	SumBeamCap Moments	SumColCap Moments	Controlling Combo
Major(33)	0,699	1,718	337,878	580,442	COMB15
Minor(22)	0,441	2,719	213,514	580,442	COMB15

ACI 318-05/IBC 2003 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: KN-m (Envelope)

Level : STORY2 L=3,500
Element : C25 B=0,500 D=0,500 dc=0,050
Section ID : KOLOM E=25477677,22 fc=30000,000 Lt.Wt. Fac.=1,000
fy=400000,003 fys=400000,003
RLLF=0,900

Phi(Compression-Spiral): 0,700 Overstrength Factor: 1,25
Phi(Compression-Tied): 0,650
Phi(Tension Controlled): 0,800
Phi(Shear): 0,750
Phi(Seismic Shear): 0,600
Phi(Joint Shear): 0,850

Axial Force & Biaxial Moment Reinforcement for Pu-Mu2-Mu3 Interaction

Column End	Rebar Area	Rebar %
Top	0,003	1,000
Bottom	0,003	1,000

Column End	Design Pu	Design Mu2	Design Mu3	Station Loc	Controlling Combo
Top	764,837	95,224	23,129	3,100	COMB18
Bottom	781,270	-114,356	-23,626	0,000	COMB18

Shear Reinforcement for Major Shear (V2)

Column End	Rebar Av/s	Design Vu	Station Loc	Controlling Combo
Top	8,667E-04	117,002	3,100	COMB15
Bottom	8,667E-04	117,002	0,000	COMB15

Shear Reinforcement for Minor Shear (V3)

Column End	Rebar Av/s	Design Vu	Station Loc	Controlling Combo
Top	5,289E-04	57,125	3,100	COMB15
Bottom	5,289E-04	57,125	0,000	COMB15

Joint Shear Check/Design

	Joint Shear Ratio	Shear VuTot	Shear phi*Vc	Joint Area	Controlling Combo
Major(V2)	0,789	1143,875	1449,674	0,250	COMB3
Minor(V3)	0,495	717,432	1449,674	0,250	COMB3

Beam/Column Capacity Ratios

	(6/5) (B/C) Ratio	Column/Beam Ratio	SumBeamCap Moments	SumColCap Moments	Controlling Combo
Major(33)	0,727	1,651	332,694	549,235	COMB15
Minor(22)	0,445	2,700	203,453	549,235	COMB15

ETABS Concrete Design

Engineer _____
Project _____
Subject _____

ACI 318-05/IBC 2003 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: KN-m (Envelope)

Level : STORY3 L=3,500
Element : C25 B=0,500 D=0,500 dc=0,050
Section ID : KOLOM E=25477677,22 fc=30000,000 Lt.Wt. Fac.=1,000
fy=400000,003 fys=400000,003
RLLF=1,000

Phi(Compression-Spiral): 0,700 Overstrength Factor: 1,25
Phi(Compression-Tied): 0,650
Phi(Tension Controlled): 0,800
Phi(Shear): 0,750
Phi(Seismic Shear): 0,600
Phi(Joint Shear): 0,850

Axial Force & Biaxial Moment Reinforcement for Pu-Mu2-Mu3 Interaction

Column End	Rebar Area	Rebar %
Top	0,003	1,000
Bottom	0,003	1,000

Column End	Design Pu	Design Mu2	Design Mu3	Station Loc	Controlling Combo
Top	470,696	88,218	14,234	3,100	COMB18
Bottom	487,129	-79,020	-14,731	0,000	COMB18

Shear Reinforcement for Major Shear (V2)

Column End	Rebar Av/s	Design Vu	Station Loc	Controlling Combo
Top	6,992E-04	75,519	3,100	COMB7
Bottom	6,992E-04	75,519	0,000	COMB7

Shear Reinforcement for Minor Shear (V3)

Column End	Rebar Av/s	Design Vu	Station Loc	Controlling Combo
Top	4,309E-04	53,045	3,100	COMB17
Bottom	4,309E-04	53,045	0,000	COMB17

Joint Shear Check/Design

	Joint Shear Ratio	Shear VuTot	Shear phi*Vc	Joint Area	Controlling Combo
Major(V2)	0,622	901,115	1449,674	0,250	COMB3
Minor(V3)	0,357	517,997	1449,674	0,250	COMB3

Beam/Column Capacity Ratios

	(6/5) (B/C) Ratio	Column/Beam Ratio	SumBeamCap Moments	SumColCap Moments	Controlling Combo
Major(33)	0,620	1,936	263,736	510,537	COMB15
Minor(22)	0,354	3,386	150,798	510,537	COMB15

ETABS Concrete Design

Engineer _____
Project _____
Subject _____

ACI 318-05/IBC 2003 COLUMN SECTION DESIGN Type: Sway Special Units: KN-m (Envelope)

Level : STORY4 L=3,500
Element : C25 B=0,500 D=0,500 dc=0,050
Section ID : KOLON E=25477677,22 fc=30000,000 Lt.Wt. Fac.=1,000
fy=400000,003 fys=400000,003
RLLF=1,000

Phi(Compression-Spiral): 0,700 Overstrength Factor: 1,25
Phi(Compression-Tied): 0,650
Phi(Tension Controlled): 0,800
Phi(Shear): 0,750
Phi(Seismic Shear): 0,600
Phi(Joint Shear): 0,850

Axial Force & Biaxial Moment Reinforcement for Pu-Mu2-Mu3 Interaction

Column End	Rebar Area	Rebar %
Top	0,003	1,000
Bottom	0,003	1,000

Column End	Design Pu	Design Mu2	Design Mu3	Station Loc	Controlling Combo
Top	208,472	62,550	-20,107	3,100	COMB18
Bottom	224,905	-36,664	26,587	0,000	COMB18

Shear Reinforcement for Major Shear (V2)

Column End	Rebar Av/s	Design Vu	Station Loc	Controlling Combo
Top	0,001	152,776	3,100	COMB18
Bottom	0,001	152,776	0,000	COMB18

Shear Reinforcement for Minor Shear (V3)

Column End	Rebar Av/s	Design Vu	Station Loc	Controlling Combo
Top	4,309E-04	55,683	3,100	COMB18
Bottom	4,309E-04	55,683	0,000	COMB18

Joint Shear Check/Design

Joint Shear	Ratio	Shear VuTot	Shear phi*Vc	Joint Area	Controlling Combo
Major(V2)	0,555	804,728	1449,674	0,250	COMB3
Minor(V3)	0,199	288,798	1449,674	0,250	COMB3

Beam/Column Capacity Ratios

(6/S) (B/C) Ratio	Column/Beam Ratio	SumBeamCap Moments	SumColCap Moments	Controlling Combo
Major(33)	O/S #33			
Minor(22)	0,389	3,088	78,538	242,529

O/S #33 Beam/Column capacity ratio exceeds limit

ACI 318-05/IBC 2003 BEAM SECTION DESIGN Type:Sway Special Units: KN-m (Envelope)

Level : STORY2 L=10,000
Element : B52 D=0,300 B=0,500 bf=1,260
Section ID : BALOKUTAMA ds=0,120 dcl=0,050 dcb=0,050
E=25477677,22 fc=30000,000 Lt.Wt. Fac.=1,000
fy=400000,003 fys=400000,003

Phi(Bending): 0,600
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 %	
0,003	1,048	5,520E-04	0,229	0,003	1,048	Top (+2 Axis)
0,001	0,454	0,001	0,415	0,001	0,454	Bot (-2 Axis)
Design Mu	Station Loc	Design Mu	Station Loc	Design Mu	Station Loc	
-170,520	0,250	-42,630	7,375	-170,521	9,750	Top (+2 Axis)
85,260	0,250	78,166	5,000	85,261	9,750	Bot (-2 Axis)
Controlling Combo		Controlling Combo		Controlling Combo		
COMB6		COMB3		COMB3		Top (+2 Axis)
COMB6		COMB1		COMB3		Bot (-2 Axis)

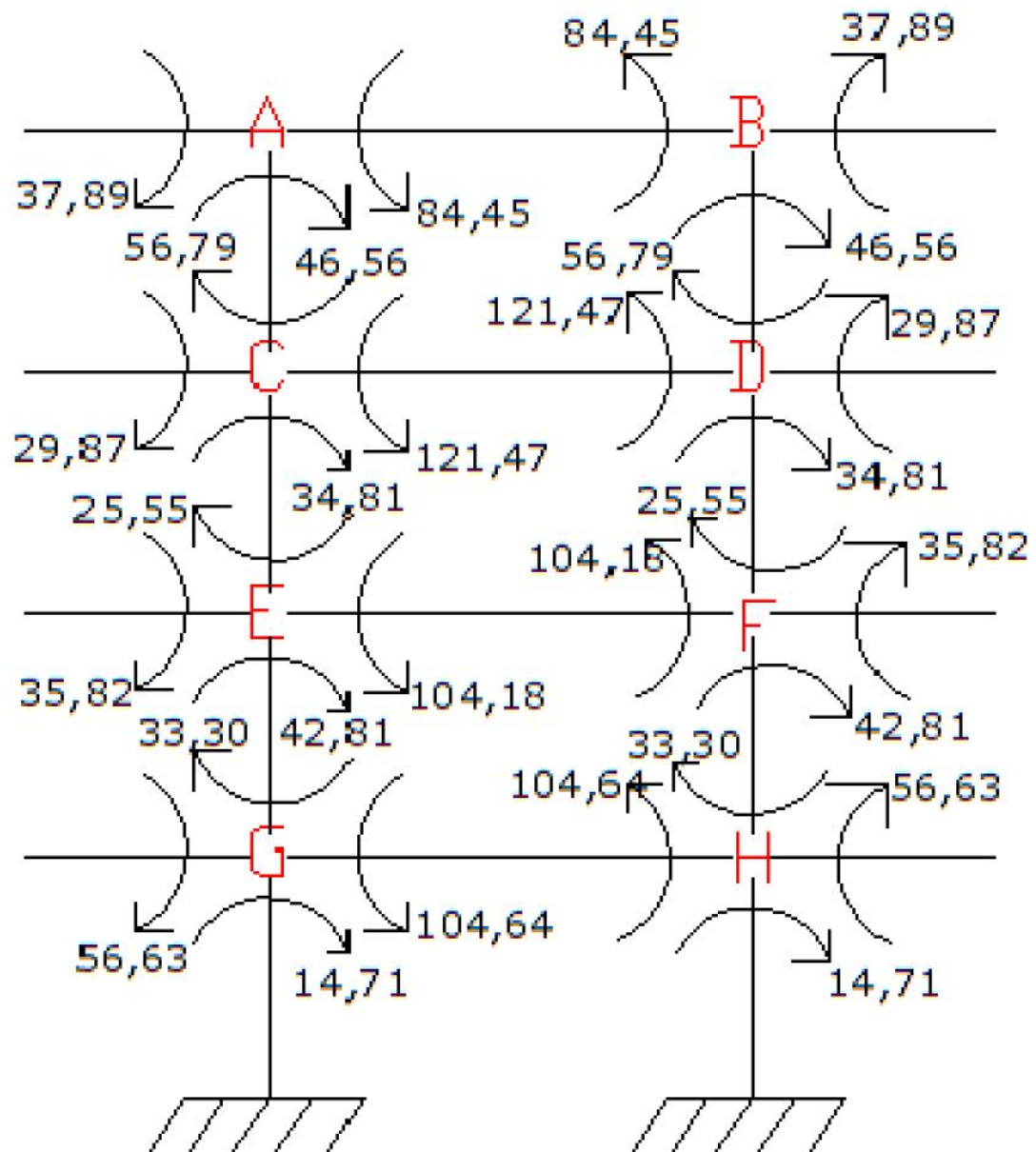
Shear Reinforcement for Major Shear (V2)

End-I		Middle		End-J	
Rebar Av/s		Rebar Av/s		Rebar Av/s	
4,309E-04		4,309E-04		4,309E-04	
Design Vu	Station Loc	Design Vu	Station Loc	Design Vu	Station Loc
75,426	2,031	68,459	7,375	96,327	9,750
Controlling Combo		Controlling Combo		Controlling Combo	
COMB18		COMB18		COMB18	

Torsion Reinforcement

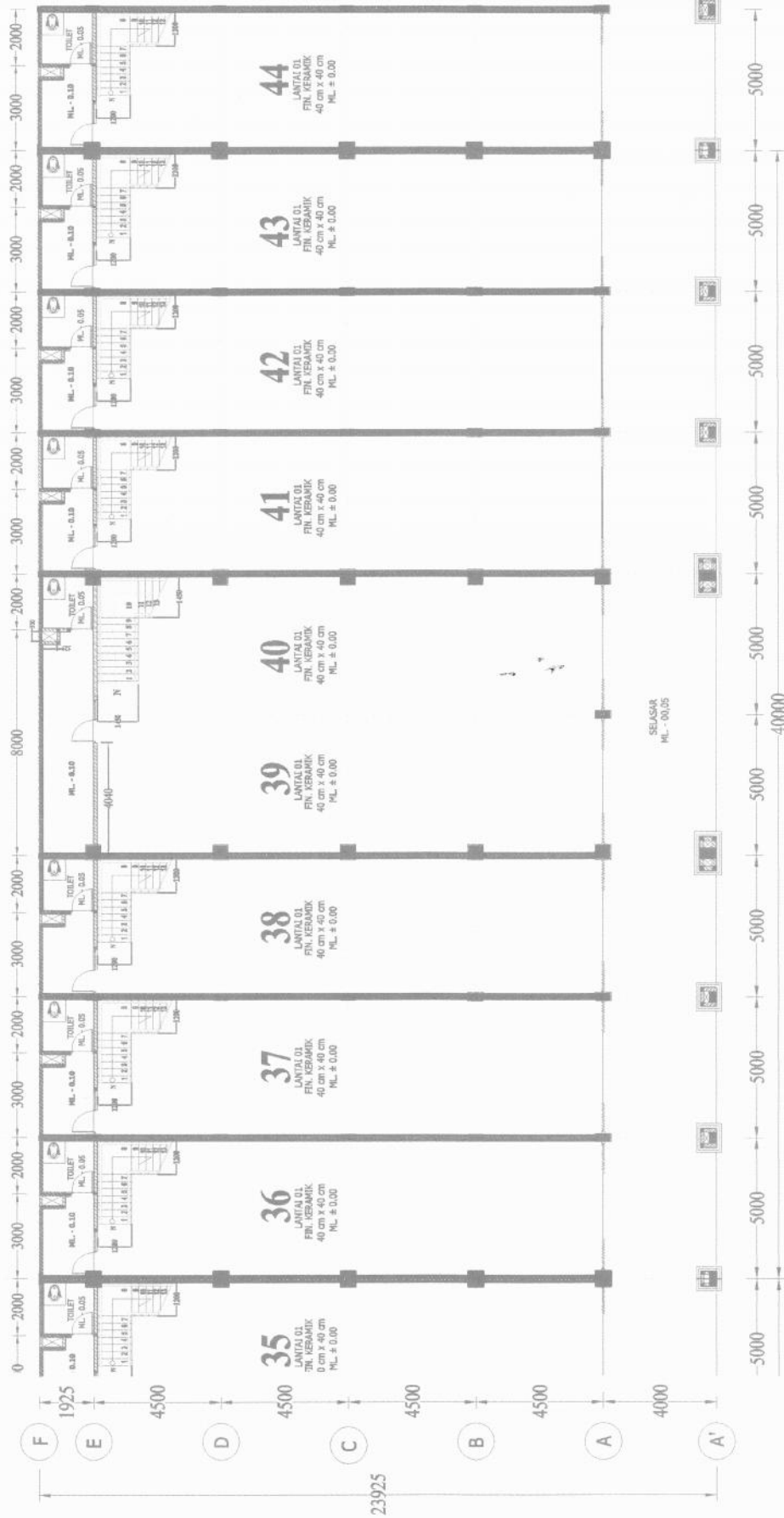
Shear		Longitudinal	
Rebar At/s		Rebar Al	
0,000		0,000	
Design Tu	Station Loc	Design Tu	Station Loc
50,767	9,750	50,767	9,750
Controlling Combo		Controlling Combo	
COMB13		COMB13	

Kontrol keseimbangan yang bekerja pada titik kumpul momen bentang balok 10 m



Kesimpulan: Momen yang bekerja pada titik kumpul sama dengan nol (OK!!!)

DELATASI II



PT. MEGASIRYA
NUSALESTARI
POMBAKUNYAN TORO
MUDA STILE 142 DELATASI 1-2

REMARKS	AMANGEMENTS :	OWNER :	DRAWN BY :	DATE :	CONTRACTOR :	DRAWING TITLE :	SCALE :	DRAW NO :
	REV NO	DESCRIPTION	OFFICE			DELATASI 1-2 PART 2 BLOK 142 - MUDA STILE		
				DATE	DATE	APPROVED BY	DATE	DRAW CODE
				DATE	DATE	APPROVED BY	DATE	DRAW CODE
				DATE	DATE	APPROVED BY	DATE	DRAW CODE

