

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN STRUKTUR ATAS DENGAN CARA
KONVENSIONAL DAN METODE PELAKSANAAN RUKO
MEGA BRIGHT**

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

Oleh :

Iga Djenethe Mandagie

NIM. 11 012 019



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

2015

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN STRUKTUR ATAS DENGAN CARA KONVENSIONAL DAN METODE PELAKSANAAN RUKO MEGA BRIGHT

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

Oleh :

Iga Djenethe Mandagie
NIM. 11 012 019

Dosen Pembimbing

Rudolf E.G. Mait, ST., MT
NIP. 19690317 199802 1 001

Dr. Tampanatu P.F.Sompie
NIP. 19711003 199702 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 : Iga Djenethe Mandagie
NIM : 11 012 019

Telah menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul :

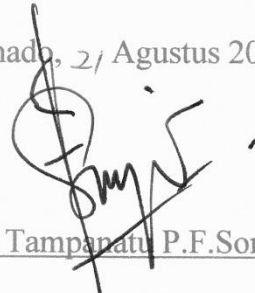
“PERENCANAAN STRUKTUR ATAS DENGAN CARA
KONVENSIONAL DAN METODE PELAKSANAAN RUKO MEGA
BRIGHT”

Selanjutnya telah diterima dan disetujui oleh Panitia Tugas Akhir.


Rudolf E.G. Mait, ST., MT
NIP. 19690317 199802 1 001

Dosen Pembimbing

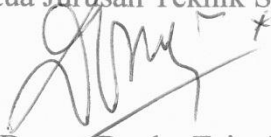
Manado, 21 Agustus 2015


Dr. Tamparatu P.F. Sompie
NIP. 19711003 199702 1 001

Disetujui
Koordinator Tugas Akhir


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

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil,


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

KEPUTUSAN
DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI MANADO
NOMOR : 2929/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 Iga Djenethe Mandagie NIM : 11012019 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;

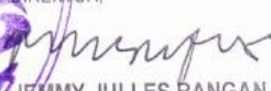
MEMUTUSKAN

- Menetapkan : Menetapkan personalia di bawah ini sbb :
- PERTAMA** : **Pengarah** : Ir. Jemmy J. Rangan, MT
- Ketua / Penguji** : Ir. Charles H. Sulangi, MT
- Anggota / Penguji** : Ir. Djoige Onibala, MT
- Anggota / Pembimbing** : Rudolf E. G. Mait, ST., MT
- Anggota / Pembimbing** : Dr. Tampanatu P. F. Sompie, ST., M.Eng Mgmt
- 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** : Iga Djenethe Mandagie
- N I M** : 11012019
- Sesuai judul Tugas Akhir** : Perencanaan Struktur Atas Dengan Cara Konvensional Dan Metode Pelaksanaan Ruko Mega Bright
- 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 : 20 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**

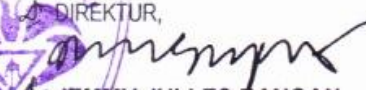
DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI MANADO

- 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:

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.

Lampiran 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. Taju, 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. Kandiyoh, 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
1	Muhamad Nur Kholis	11012002	Noldie E. Kondo, ST., MT
			Pendekar T. Lonan, ST., MT
2	Ahmad Malo	11012004	Dr. Debby Willar, ST., M.Eng.Sc
			Ir. Bambang P. Widodo, MT

3	Priangga Pantow	11012006	Sherley Runtuuwu, ST., MT Noldie E. Kondo, ST., MT
4	Cicilia Mantiri	11012007	Ir. Jeanelly 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. Somple, 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 Runtuuwu, 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	10012054	Sandry Sengkey, ST., MT Ir. Chris Hombokau, MT



DIREKTUR

JEMMY JULLES RANGAN

NIK 19570604 198903 1001

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

FORMULIR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Iga Djenethe Mandagie
NIM : 11 012 019
Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV
Judul : **Perencanaan Struktur Atas Dengan Cara Konvensional
Dan Metode Pelaksanaan Ruko Mega Bright**

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF
01	24/06/15	- perbaiki penulisan bab I	
02	26/06/15	- Perbaiki metode & tipe - lengkapi pengisian - lanjut perhitungan	
03	24/7/15	- Tambahkan teori dan perhit. tftg. tebal plat min.? - Buat perhitungan di Exel. spy mempermudah 'Koreksi'!	

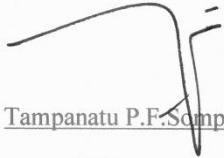
- Kontrol hasil perhit. gmn dalam
Manado,

2015

Dosen Pembimbing ;


Rudolf E.G. Mait, ST., MT

NIP. 19690317 199802 1 001


Tampanatu P.F. Sompie, ST., M.Eng, Mgmt

NIP. 19711003 199702 1 001

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

FORMULIR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Iga Djenethe Mandagie
NIM : 11 012 019
Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV
Judul : **Perencanaan Struktur Atas Dengan Cara Konvensional
Dan Metode Pelaksanaan Ruko Mega Bright**

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF
04	27/07/15	- Cek kembali perhitungan Cross !	
05	28/07/15	- lihat kembali asumsi js dipakai 7 perhit. plat - kembali = pengecekan di perbaikan	
06	07/08/2015	- perbaikan faktor bid.momen	
07	01/08/2015	- tambahkan perhitungan tulangan geser	

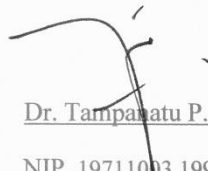
Manado, 2015

Dosen Pembimbing ;



Rudolf E.G. Mait, ST., MT

NIP. 19690317 199802 1 001



Dr. Tamparatu P.F. Sompie

NIP. 19711003 199702 1 001

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

FORMULIR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Iga Djenethe Mandagie
NIM : 11 012 019
Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV
Judul : **Perencanaan Struktur Atas Dengan Cara Konvensional
Dan Metode Pelaksanaan Ruko Mega Bright**

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF
08	05/08/15	- penulisan daftar pustaka diurutkan menurut abjad - Daftar pustaka ditambahkan (sani penulisan / ys referensi)	f.
09	06/08/2015	- sec - Ring di susun	3 f.
10	06-08-2015	- selesai Ring di seminarikan!	2

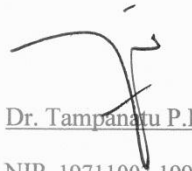
Manado, 2015

Dosen Pembimbing ;



Rudolf E.G. Mait, ST., MT

NIP. 19690317 199802 1 001



Dr. Tampanatu P.F. Sompie

NIP. 19711003 199702 1 001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat Kantor : Kampus Politeknik, Jl. Raya Politeknik Ds. Buha Manado PO BOX 1256
Tel : (0431) 815212, 815217 Fax. (0431) 811568, 815192, 815144
Website : www.polimdo.ac.id

LEMBAR ASISTENSI REVISI TUGAS AKHIR

Nama : Iga Djenethe Mandagié
NIM : 11 012 019
Program Studi : D-IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul : Perencanaan Struktur Atas dengan cara konvensional
Dan Metode pelaksanaan Ruko Mega Brigh
Dosen Penguji :

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Dosen
1.	20/01/2015	- salinan dikursi	
2.	21/08/15	- Andak di periksa / koreksi	

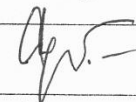
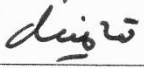
Manado, 2015
Ketua Panitia Penguji Tugas Akhir

.....
NIP.

POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

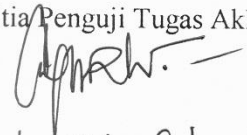
BUKTI SELESAI KONSULTASI PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Nama : IGA DJENETHE MANDAGIE
NIM : 11012 019
Program Studi : D-IV KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG
Judul : PERENCANAAN STRUKTUR ATAS DENGAN CARA
KONVENSIONAL DAN METODE PELAKSANAAN RUKO
MEGA BRIGHT

No	Nama	Jabatan	Tgl. Selesai Konsultasi	Tanda Tangan
1	Charles Sulangi	Ketua/Penguji	21/08/15	1. 
2	Djoige Onibala, ST., MT	Anggota/Penguji	20/8/2015	2. 
3		Anggota/Penguji		3.
4	T.F. SOMPVE	Anggota/Penguji/Pembimbing	21/08/2015	4. 
5	PUDOL# MATT	Anggota/Penguji/Pembimbing	20/8/2015	5. 

Manado, 21 Agts 2015

Ketua Panitia Penguji Tugas Akhir,


Ir. Charles H.L. Sulangi, MMT
NIP.

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 Dengan Cara Konvensional dan Metode Pelaksanaan Bangunan Ruko *Mega Bright*, Megamas Manado”**

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

1. Bapak Rudolf E. G. Mait, ST., MT dan Bapak Tampanatu P.F. Sompie, ST., M. Eng, Mgmt selaku dosen pembimbing 1 dan pembimbing 2, yang telah membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua Penulis, Nico Mandagie dan Polinje Gahagho, serta adik Penulis Joey Jonathan Mandagie yang selalu mendoakan, memberi dukungan dan semangat luar biasa kepada Penulis.
3. Teman-teman dan sahabat yang selalu memberikan suport, doa dan senantiasa membantu dalam proses penyusunan tugas akhir ini. Priangga Pantow, Brenda Kandijoh, cicilia Mantiri, Maya Malina, Vindy Prisilya Kiriw, Erham Bin Muhammad dan Marselius Aloo serta semua rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Teknik Sipil yang senantiasa memberikan masukan dan saran-saran yang menunjang penyusunan tugas akhir ini.
4. Senior-senior alumni Teknik Sipil Negeri Manado.
5. Kakak PA Jeine Pangkey dan saudara-saudara PA (FOJ).
6. Seluruh staf pengajar dan staf pegawai Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado.
7. 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 kesempurnaaan penulisan di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi Penulis sendiri, dan pembaca lainnya.

Manado, Agustus 2015

Penulis,

Abstrak

Desain struktur beton bertulang pada struktur bangunan Rumah Toko *Mega Bright*, Megamas Manado yang terletak di kota Manado ini meliputi: (1) Perhitungan portal dengan menggunakan metode cross (2) memperoleh gaya-gaya dalam dari hasil perhitungan portal untuk perencanaan balok (3) Penggambaran detail penulangan balok dan pelat sesuai dengan hasil perencanaan struktur atas. (4) Metode pelaksanaan struktur atas yang meliputi balok dan pelat.

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 3 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 beban-beban yang ditinjau untuk perencanaan mengacu pada Pedoman Peraturan Pembebanan Indonesia (PPIUG, 1983). Perhitungan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur menggunakan metode Cross.

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 250 mm x 350 mm untuk lantai 1 sampai dengan lantai 3 didapatkan penulangan pada tumpuan atas 5D16 dan tumpuan bawah 3D16 mm sedangkan penulangan lapangan atas 3D16 mm dan lapangan bawah 2D16 mm.

Kata kunci: ***Beton Bertulang, Analisis Desain Struktur, Perhitungan Dimensi Tulangan Struktur.***

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan	
Surat Keputusan Dosen Pembimbing	
Lembar Asistensi	
Bukti Selesai Tugas Akhir	
Kata Pengantar	i
Abstrak	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Lampiran	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	3
1.3 Pembahasan Masalah	3
1.4 Metode Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 Material Penyusun Beton	5
2.3 Sifat Beton	6
2.4 Kelebihan Beton	7
2.5 Kekuatan Beton	7
2.6 Tinjauan Umum	7
2.7 Pembebanan pada Struktur	9
2.8 Elemen-elemen Struktur	12
2.8.1 Struktur Kolom	12
2.8.2 Struktur Balok	14
2.8.3 Pelat Lantai	18

2.8.3.1	Penulangan Pelat Satu Arah	21
2.8.3.2	Penulangan Pelat Dua Arah	22
2.8.3.3	Pelat dengan Satu Tumpuan	22
2.8.3.4	Pelat dengan Dua Tumpuan Sejajar	23
2.8.3.5	Pelat dengan Empat Tumpuan Sejajar	24
2.9	Pembebanan	25
2.10	Momen Inersia	27
2.11	Metode Cross	29
2.11.1	Momen Promer	30
2.11.2	Angka Kekakuan Dan Induksi	30
2.11.3	Faktor Distribusi Momen	31
2.11.4	Momen Ujung Jepit	32
2.11.5	Perataan Momen	33
2.11.6	Reaksi Perletakan	34
2.11.7	Gaya-gaya Dalam	36

BAB III PEMBAHASAN

3.1	Nama Bangunan	39
3.2	Konsep Desain	39
3.3	Data-data Perencanaan	39
3.3.1	Perencanaan Struktur Atas	39
3.3.2	Preliminary Design	39
3.3.2.1	Preliminary Design Kolom	39
3.3.2.2	Preliminary Design Balok	40
3.3.2.3	Preliminary Design Pelat Lantai	41
3.3.3	Data Teknis Perencanaan	42
3.4	Perhitungan Portal dengan Metode CROSS	42
3.4.1	Perhitungan Portal Pot 1-1	43
3.4.1.1	Pembebanan pada Balok	43
3.4.1.2	Analisa Beban.....	44
3.4.1.3	Menghitung Beban Terpusat (p)	45
3.4.1.4	Momen Lebam/Inersia (i)	45
3.4.1.5	Angka Kekuatan Batang (k)	45

3.4.1.6	Koefisien Distribusi (μ)	46
3.4.1.7	Menghitung Momen Jepitan.....	49
3.4.1.8	Distribusi Momen Cross	50
3.4.1.9	Penggambaran Free Body	51
3.4.1.10	Menghitung Reaksi Perletakan	52
3.4.1.11	Menghitung Gaya-gaya Dalam	66
3.5	Perencanaan Balok	84
3.5.1	Perhitungan Tulangan	84
3.5.2	Perhitungan Tulangan Geser	100
3.6	Perencanaan Pelat Lantai	104
3.5	Metode Pelaksanaan Konstruksi Pelat dan Balok	109

BAB IV PENUTUP

4.1	Kesimpulan	118
4.2	Saran	119

DAFTAR GAMBAR

2.1	Material Penyusun Beton	6
2.2	Penumpu Pelat	20
2.3	Jenis Perletakan Pelat pada Balok	21
2.4	Pelat dengan Penulangan Satu Arah	21
2.5	Pelat dengan Penulangan Dua Arah	22
2.6	Penulangan Pelat dengan Satu Tumpuan	23
2.7	Penulangan Pelat dengan Dua Tumpuan Sejajar	24
2.8	Pelat dengan Empat Tumpuan Saling Sejajar	24
2.9	Beban Segitiga	25
2.10	beban trapesium	26
2.11	Momen Primer dan Momen Reaksi	30
2.12	Penentuan Angka Kekakuan Dan Angka Induksi Ujung Jepit.....	30
2.13	Contoh Distribusi Momen	31
2.14	Permodelan Perletakan/Tumpuan Sendi	35
2.15	Permodelan Perletakan/Tumpuan Rol	35
2.16	Permodelan Perletakan/Tumpuan Rol	36
2.17	Balok Dengan Dengan Tumpuan Jepit	37
2.18	Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Balok	38
3.1	Denah Bangunan Ruko Mega Bright	42
3.2	Potongan 1-1	43
3.3	Pembebanan pada Balok	44
3.4	Pembebanan Segitiga	44
3.5	Reaksi Perletakan	49
3.6	Free Body	51

3.7	Bidang Momen	83
3.8	Denah Penulangan Pelat Lantai	108
3.9	Potongan Arah X	109
3.10	Potongan Arah Y	109
3.11	Pekerjaan Balok dan Pelat	110
3.12	Bekisting Balok	111
3.13	Bekisting Pelat	112
3.14	Pembesian Balok	113
3.15	Pengecekan Tulangan	114
3.16	Pengecoran Balok dan Pelat	115

DAFTAR TABEL

2.1	Beban Mati pada Struktur	9
2.2	Beban Hidup pada Lantai Bangunan	10
2.3	Koefisien reduksi Beban Hidup	11
2.4.	Momen Ujung Jepit (FEM)	32
2.5	Perataan Momen	34
3.1	Distribusi Momen CROSS	50
3.2	Nilai Momen pada Balok	84
3.3	Penulangan pada Balok	97
3.4	Gaya Geser Ultimet	100

Daftar Lampiran

Gambar Proyek

Tabel Pelat

BAB 1

PENDAHULUAN



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

2015

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat, kita dituntut untuk semakin kompeten pada keahlian kita masing-masing. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi tersebut sangat terasa di semua bidang termasuk dibidang Teknik Sipil khususnya desain struktur bangunan gedung. Desain struktur merupakan salah satu bagian dari keseluruhan proses perencanaan bangunan, di mana salah satu desain struktur yang direncanakan adalah gedung Ruko dengan bentuk umum di pakai yaitu persegi panjang dan bangunan ini dapat di gunakan sebagai tempat berjualan sekaligus dengan tempat tinggal sesuai dengan fungsinya.

Salah satu kompetensi lulusan D-IV Teknik sipil khususnya Program Studi Konstruksi Bangunan Gedung adalah kemampuan mendesain bangunan gedung. Untuk mewujudkan hal tersebut maka mahasiswa diwajibkan menyusun tugas akhir yang merupakan tolak ukur kemampuan mahasiswa. Sehubungan dengan hal tersebut maka dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis mengambil judul : **Perencanaan Struktur Atas Dengan Cara Konvensional Dan Metode Pelaksanaan Ruko Mega Bright.**

. Bangunan ruko yang terletak di Jl.Piere Tendean–Boulevard Manado atau di dalam Kawasan Megamas Manado Blok.E, proyek ini di bawah naungan PT. Megasurya Nusalestari. Dimana bangunan ini direncanakan akan di bangun empat lantai.

Di dalam Tugas Akhir ini hanya akan menghitung struktur bagian atas bangunan yang di rencanakan menggunakan beton bertulang yang merupakan bahan konstruksi yang umum di gunakan sebab memiliki sifat yang kuat, tahan lama, tahan api, dan mudah dibentuk. Perencanaan Struktur atas gedung ini memperhitungkan segi-segi yang salah satunya di akibatkan oleh beban akibat gempa, mengingat di Sulawesi utara termasuk dalam wilayah gempa lima di mana di daerah ini sering terjadi gempa baik gempa vulkanik yang di akibatkan oleh letusan gunung merapi

maupun gempa tektonik yang terjadi akibat pergeseran lempeng dan juga mengingat di daerah yang akan di bangun ruko ini merupakan daerah timbunan atau tanah reklamasi.

Dalam mendesain elemen stuktur, analisis struktur merupakan suatu pekerjaan yang banyak memakan waktu, tenaga serta memerlukan ketelitian untuk dapat menghasilkan perhitungan yang akurat dan dapat di pertanggung jawabkan. Meskipun dalam perkembangan teknologi sudah banyak terdapat software yang dapat mempermudah kita dalam merencanakan struktur bangunan, tapi alangkah baiknya jika kita mengetahui prinsip-prinsip dasar dalam merencanakan suatu bangunan. Dengan memahami prinsip-prinsip dasar dari mekanika teknik kita dapat menghitung struktur dengan menggunakan metode konvensional misalnya dengan menggunakan metode Cross kita sudah dapat menghasilkan gaya-gaya dalam seperti momen maksimum yang akan digunakan dalam perencanaan jumlah tulangan serta gaya lintang yang akan kita gunakan untuk menghitung tulangan geser (senggang) pada kolom dan balok. Kelebihan dan kekurangan dalam perhitungan struktur dengan menggunakan software dan menggunakan metode konvensional.

- ✓ Kelebihan menggunakan software
 - Mempermudah dalam perhitungan
 - Waktu yang dibutuhkan relatif singkat
- ✓ Kekurangan menggunakan software
 - Perhitungan yang dihasilkan belum tentu akurat.
 - Setiap software memiliki kekurangannya masing-masing, contohnya program Etabs hanya dapat digunakan untuk menghitung struktur bangunan yang simetris dan maksimal memiliki sepuluh lantai.

Adapun kelebihan dan kekurangan dalam perhitungan struktur dengan menggunakan metode konvensional antara lain :

- ✓ Kelebihan menggunakan metode konvensional
 - Perhitungan yang dihasilkan lebih akurat
 - Jika terjadi kesalahan lebih mudah dideteksi, dan lebih mudah dalam melakukan koreksi.

- Menambah pengetahuan mengenai prinsip-prinsip dasar mekanika teknik.
- ✓ Kelebihan menggunakan metode konvensional
 - Waktu yang dibutuhkan relatif lama karna membutuhkan tingkat ketelitian yang tinggi.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah :

- a. untuk merencanakan struktur bangunan gedung Ruko Mega Bright dengan menggunakan metode konvensional.
- b. Menguraikan metode pelaksanaan yang di gunakan dalam proses pembangunan.

1.3. Pembatasan Masalah

Mengingat begitu luas dan kompleksnya pembahasan yang berkaitan dengan desain elemen struktur beton bertulang maka penulisan Tugas Akhir ini dibatasi pada hal-hal struktur yang di tinjau yaitu :

- Bagaimana merencanakan struktur atas dengan menggunakan konstruksi beton bertulang yang terdiri dari balok dan plat?
- bagaimana metode pelaksanaan yang gunakan dalam konstruksi bangunan?

1.4. Metode Penelitian

Dalam menyelesaikan desain struktur bangunan Ruko Mega Bright ini penulis menggunakan beberapa metode untuk membantu dan menunjang penyelesaian Tugas Akhir yaitu:

1. Mengumpulkan data-data desain struktur yang telah di rencanakan.
2. Studi litelatur yaitu dengan menggunakan buku-buku panduan atau literatur yang berhubungan dengan materi dan permasalahan yang akan di bahas.
3. Menghitung struktur dengan metode konvensional.

1.5.Sistematika Penulisan

Untuk mendapatkan gambaran yang lebih luas dan menyeluruh mengenai isi dari Tugas Akhir ini maka akan dapat di lihat dari urutan sistematika penulisan dari bab ke bab. Adapun sistematika penulisan Tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Bab I : Pendahuluan

Berisikan latar belakang penulisan, maksud dan tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penelitian, serta sistematika penulisan.

Bab II : Dasar Teori

Berisi penjelasan-penjelasan umum mengenai hal-hal yang berkaitan dengan judul yang di bahas dalam penyusunan Tugas Akhir yaitu mengenai hal-hal yang berhubungan dengan elemen-elemen struktur.

Bab III : Pembahasan

Pada bab ini memuat tentang data-data perhitungan dan perencanaan struktur, mulai dari perhittungan gaya-gaya dalam dengan menggunakan metode Cross, perencanaan struktur balok dan pelat dan metode pelaksanaan.

Bab IV : Penutup

Bab ini merupakan bagian akhir dari penulisan tugas akhir di mana di dalamnya memuat kesimpulan dan saran yang di dapat dari hasil pengolahan data yang telah di bahas pada bab sebelumnya.

Daftar Pustaka

BAB II

DASAR TEORI



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2015

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Pengertian beton

Beton di definisikan sebagai “campuran antara semen portland atau semen hidrolak yang lain, agregat halus, *agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan pembentuk massa padat*” (SK SNI T-15-1991-03). Sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang di buat. Pemilihan material yang memenuhi persyaratan sangat penting dalam perencanaan beton, sehingga di peroleh kekuatan yang optimum. Selain itu kemudahan pekerjaan (workabilitas) juga sangat di butuhkan pada perancangan beton. Meskipun suatu struktur beton di rancang agar mempunyai kuat tekan yang tinggi, tetapi jika rancangan tersebut tidak dapat di implementasikan di lapangan karna sulit untuk di kerjakan, maka rancangan tersebut menjadi percuma.

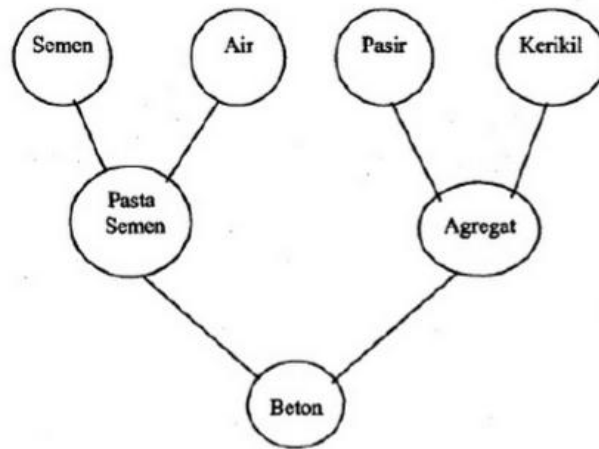
Biasanya dipercayai bahwa beton mengering setelah pencampuran dan peletakan. Sebenarnya, beton tidak menjadi padat karena air menguap, tetapi berhidrasi, mengelem komponen lainnya bersama dan akhirnya membentuk material seperti batu. Beton di gunakan untuk membuat perkerasan jalan, struktur bangunan, fondasi, jalan, jembatan penyebrangan, struktur parkir, dasar untuk pagar/gernbang, dan semen dalam bata atau tembok blok.

Dalam perkembangannya banyak ditemukan beton baru hasil modifikasi, seperti beton ringan, beton semprot, beton fiber, beton berkekuatan sangat tinggi, beton mampat sendiri, dan lain-lain. Saat ini beton merupakan bahan bangunan yang paling banyak di pakai di dunia.

2.2. Material Penyusun Beton

Semen yang di aduk dengan air akan membentuk pasta semen. Jika pasta semen ditambah dengan pasir akan menjadi mortar semen. Jika di tambah lagi dengan kerikil/batu pecah di sebut beton. Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% -2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40% dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%. Untuk mendapatkan kekuatan

yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari.



Gambar 2.1 Material Penyusun Beton

2.3. Sifat Beton

Sebagaimana disebutkan sebelumnya, beton memiliki kuat tekan yang tinggi namun kuat tarik yang lemah. Untuk kuat tekan, di Indonesia sering digunakan satuan kg/cm^2 dengan simbol K. Misal, beton mutu K300 berarti memiliki kuat tekan 30 Mpa. Kuat hancur dari beton sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor :

- ✓ Jenis dan kualitas semen
- ✓ Jenis dan lekak lekul bidang permukaan agregat. Kenyataan menunjukkan bahwa penggunaan agregat akan menghasilkan beton dengan kuat tekan dan kuat tarik lebih besar dari pada penggunaan kerikil halus dari sungai.
- ✓ Perawatan. Kehilangan kekuatan sampai dengan sekitar 40% dapat terjadi bila pengeringan dilakukan sebelum waktunya. Perawatan adalah hal yang sangat penting pada pekerjaan lapangan dan pada pembuatan benda uji.
- ✓ Suhu. Pada umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu. Pada titik beku kuat tekan akan tetap lemah untuk waktu yang lama.
- ✓ Umur. Pada keadaan normal kekuatan beton bertambah dengan umurnya.

2.4. Kelebihan Beton

- ✓ Harganya relatif murah karna menggunakan bahan-bahan dasar dari bahan lokal, kecuali semen portland.
- ✓ Beton termasuk tahan aus dan tahan kebakaran, sehingga biaya perawatan termasuk rendah.
- ✓ Beton termasuk bahan yang berkekuatan tekan tinggi, serta mempunyai sifat tahan terhadap perkaratan/pembusukan oleh kondisi lingkungan.
- ✓ Ukuran lebih kecil jika di bandingkan dengan beton tak bertulang atau pasangan batu.
- ✓ Beton segar dapat dengan mudah di angkut maupun di cetak dalam bentuk apapun dan ukuran seberapaapun tergantung keinginan.

2.5. Kekuatan Beton

- ✓ Kuat tarik rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu di beri baja tulangan, atau tulangan kasa.
- ✓ Beton segar mengerut saat pengeringan dan beton keras mengembang jika basah sehingga dilatasi (*contraction joint*) perlu di adakan pada beton yang panjang atau lebar untuk memberi tempat bagi susut pengerasan dan pengembangan beton.
- ✓ Beton keras mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu sehingga perlu di buat dilatasi (*expansion joint*) untuk mencegah terjadinya retak-retak akibat perubahan suhu.
- ✓ Beton sulit untuk kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat di masuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusakkan beton.
- ✓ Bersifat getas (tidak daktil) sehingga harus dihitung di detail secara saksama agar setelah di kombinasikan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktil, terutama pada struktur tahan gempa.

2.6. Tinjauan Umum

Dalam perencanaan suatu struktur bangunan, pemahaman akan dasar teori sangatlah dibutuhkan. Terutama pemahaman akan perilaku beban terhadap struktur mutlak harus dikuasai. Pemahaman teori akan beban yang akan ditinjau merupakan suatu hal yang sangat vital dalam merencanakan sebuah bangunan

begitu pula dengan pembangunan Ruko mega Bright ini di rencanakan dengan konsep bangunan berbentuk persegi panjang namun dalam pembangunan ruko yang di bangun ada enam unit dan ada satu daerah yang di delatasi. Bangunan dengan bentuk persegi panjang merupakan salah satu bentuk yang banyak di bangun di seluruh daerah. Karna mengingat daerah Sulawesi utara termasuk kedalam zona gempa wilayah 5, dan mengingat pula daerah pembangunan Ruko ini merupakan daerah reklamasi atau tanah timbunan maka struktur harus didesain dengan baik agar bangunan aman dari gempa bumi sehingga dapat menjamin keselamatan pengguna bangunan.

Dalam bagian ini akan di jelaskan tentang tata cara dan langkah-langkah perhitungan struktur mulai dari perhitungan pembebanan, perhitungan struktur atas yang meliputi balok dan pelat serta metode pelaksanaannya. Studi pusteka di maksudkan agar dapat memperoleh hasil perencanaan yang optimal dan akurat. Oleh karena itu, di dalam bagian ini pula akan di bahas mengenai konsep pemilihan sistem struktur dan konsep perencanaan atau desain struktur bangunannya, seperti konfigurasi denah dan pembebanan yang telah di sesuaikan dengan syarat-syarat dasar perencanaan suatu gedung bertingkat yang berlaku di indonesia sehingga di harapkan hasil yang di peroleh nantinya tidak akan menimbulkan kegagalan struktur.

Desain merupakan perhitungan setelah dilakukan analisis struktur. Lingkup desain pada struktur beton konvensional meliputi pemilihan dimensi elemen dan perhitungan tulangan yang diperlukan agar penampang elemen mempunyai kekuatan yang cukup untuk memikul beban-beban pada kondisi kerja (*service load*) dan kondisi batas (*ultimate load*). Struktur dirancang dengan konsep kolom kuat balok lemah (*strong column weak beam*), dimana sendi plastis direncanakan terjadi di balok untuk meratakan energi gempa yang masuk. 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, *serviceability*, kemudahan pelaksanaan dan juga biaya yang diperlukan.

2.7 Pembebanan Pada Struktur

Dalam melakukan analisis desain suatu struktur, sangatlah di perlukan gambaran yang jelas mengenai perilaku dan besar beban yang bekerja pada struktur. Hal yang penting dan mendasar adalah pemisahan antara beban-beban yang bersifat statis dan dinamis. Gaya statis adalah gaya yang bekerja secara terus-menerus pada struktur dan di asosiasikan dengan gaya-gaya ini juga secara perlahan-lahan timbul, dan juga mempunyai karakter *steady state*.

Sedangkan gaya dinamis adalah gaya yang bekerja secara tiba-tiba pada struktur. Pada umumnya tidak bersifat *steady state* dan mempunyai karakteristik besar dan lokasinya berubah-ubah dengan cepet. Gaya dinamis dapat menyebabkan terjadinya osilasi pada struktur sehingga deformasi puncak tidak terjadi bersamaan dengan terjadinya gaya terbesar.

a. Beban Statis

Jenis-jenis beban statis menurut PPIUG 1983 adalah sebagai berikut :

1). Beban mati (*Dead Load*)

beban mati merupakan beban yang intensitasnya tetap dan posisinya tidak berubah selama usia penggunaan bangunan. Biasanya beban mati merupakan berat sendiri dari suatu bangunan, sehingga besarnya bisa di hitung secara akurat berdasarkan ukuran, bentuk dan berat jenis materialnya. Jadi, berat dinding, lantai, balok, langit-langit dan sebagainya di anggap sebagai beban mati bangunan.

Tabel 2.1 Beban Mati Pada Truktur

No	Jenis bahan	Berat (kg/m ³)
1	beton normal	2400
2	pasir	1800
3	spesi	20
4	pasangan bata merah tebal setengah batu	250
5	keramik	24
6	plafond dan penggantung	18
7	<i>Mechanical engineering</i>	30

Sumber : Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983)

2). Beban Hidup (*Life Load*)

beban hidup merupakan beban yang dapat berpindah tempat, dapat bekerja penuh atau tidak ada sama sekali. Contoh dari beban ini misalnya beban hunian, lalu lintas orang, serta lalu lintas kendaraan (Pada jembatan). Beban hidup minimum yang harus di terapkan pada bangunan biasanya telah di tetapkan dalam peraturan setempat yang berlaku. Beban hidup dapat pula di reduksi bila tidak semua daerah pembebanan di bebani penuh secara bersamaan, atau untuk elemen yang mempunyai daerah pembebanan yang luas.

Tabel 2.2 Beban hidup Pada Lantai Bangunan

No	Beban Hidup Lantai Bangunan	Besar beban (kg/m ²)
1	kantor dan sarana penunjang	250
2	balkon luar	300
3	lantai ruang mesin, dan bangsal	400
4	tangga dan bordes	300
5	lantai leufel	100
6	atap	100

Sumber : Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983)

Selain itu beban hidup juga merupakan semua beban yang terjadi akibat penghuni atau pengguna suatu gedung, termasuk beban – beban pada lantai yang berasal dari barang – barang yang dapat berpindah, mesin – mesin serta peralatan yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan pembebanan lantai dan atap tersebut. Khususnya pada atap, beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan.

Berhubung peluang untuk terjadi beban hidup penuh yang membebani semua bagian dan semua unsur struktur pemikul secara serempak selama unsur gedung tersebut adalah sangat kecil, maka pada perencanaan balok induk dan portal dari system pemikul beban dari suatu struktur gedung, beban hidupnya dikalikan dengan

suatu koefisien reduksi yang nilainya tergantung pada penggunaan gedung yang ditinjau, seperti diperlihatkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Koefisien Reduksi Beban Hidup

Penggunaan gedung	Koefisien reduksi beban hidup	
	Untuk perencanaan balok induk dan portal	Untuk peninjauan gempa
PERUMAHAN/PENGHUNIAN : Rumah tinggal, asrama, hotel, rumah sakit	0,75	0,30
PENDIDIKAN : Sekolah, ruang kuliah	0,90	0,50
PERTEMUAN UMUM : Mesjid, gereja, bioskop, restoran, ruang dansa, ruang pagelaran	0,90	0,50
KANTOR : Kantor, bank	0,60	0,30
PERDAGANGAN : Toko, toserba, pasar	0,80	0,80
PENYIMPANAN : Gudang, perpustakaan, ruang arsip	0,80	0,80
INDUSTRI : Pabrik, bengkel	1,00	0,90
TEMPAT KENDARAAN : Garasi, gedung parkir	0,90	0,50
GANG DAN TANGGA : – perumahan/penghunian	0,75	0,30
– pendidikan, kantor	0,75	0,50
– pertemuan umum, perdagangan penyimpanan, industri, tempat kendaraan	0,90	0,50

Sumber : Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983)

3). Beban Angin (Wind Load)

Semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung di sebabkan oleh selisih dalam tekanan udara (pasal 1.0. ayat 3, PPUIG 1983). Beban angin di tentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan negatif (isapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang yang di tinjau. Besarnya tekanan di tentukan dengan mengalikan tekanan tiup dan koefisien angin (Pasal 4.1, PPIUG 1983).

- Tekanan tiup : 25 kg/m^2
- Koefisien angin : di pihak angin $\alpha < 65^\circ$ ($0,02 \alpha - 0,4$)
Di belakang angin untuk semua α (-0,4)

4) Beban Gempa (*Earthquake Load*)

Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen, yang bekerja pada gedung atau bagian gedung, yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa. Beban gempa dasar gedung yaitu beban horisontal lateral yang bekerja dari gedung terhadap pondasi dapat di hitung dengan rumus :

$$V = \frac{C_1 I}{R} W_t \quad (1)$$

Dimana :

F_1 = beban gempa pada lantai tingkat ke-i (ton)

Z_1 = ketinggian lantai tingkat ke-i (m)

W_1 = berat lantai tingkat ke-i (ton)

V = beban geser dasar nominal (ton)

2.8. Elemen - Elemen Struktur

Elemen-elemen struktur yang biasa di jumpai pada suatu bangunan di antaranya adalah balok, kolom, dan pelat.

2.8.1. Struktur 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 bangunan (collapse).

SK SNI T-15-1991-03 mendefinisikan kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak di topang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil. Adapun jenis kolom ada tiga macam yaitu :

Kolom menggunakan pengikat sengkang lateral, kolom ini merupakan kolom beton yang di tulangi dengan batang tulangan pokok memanjang, yang pada jarak spasi tersebut di ikat dengan pengikat sengkang ke arah lateral. Tulangan

1. ini berfungsi untuk memegang tulangan pokok memanjang agar tetap kokoh pada tempatnya.
2. Kolom menggunakan pengikat spiral, bentuknya sama dengan yang pertama hanya saja sebagai pengikat tulangan pokok memanjang adalah tulangan spiral yang di lilitkan keliling membentuk heliks menerus di sepanjang kolom. Fungsi dari tulangan spiral adalah memberi kemampuan kolom untuk menyerap deformasi cukup besar sebelum runtuh, sehingga mampu mencegah terjadinya kehancuran seluruh struktur sebelum proses redistribusi momen dan tegangan terwujud.
3. Struktur kolom komposit, merupakan komponen struktur tekan yang di perkuat pada arah memanjang dengan gelagar baja profil atau pipa, dengan atau tanpa di beri batang tulangan pokok memanjang.

Adapun fungsi dari struktur kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Selain itu juga berfungsi sangat penting agar bangunan tidak mudah roboh. Beban sebuah bangunan di mulai dari atap. Beban atap akan meneruskan beban yang di terimanya ke kolom dan seluruh beban yang di terima kolom akan di distribusikan ke permukaan tanah di bawahnya.

Struktur dalam kolom di buat dari besi dan beton yang keduanya merupakan gabungan antara material yang tahan tarikan dan tekanan, sedangkan beton adalah material yang tahan tekanan. Gabungan dari kedua material ini dalam struktur beton memungkinkan kolom atau bagian struktural lain seperti sloof dan balok mampu menahan gaya tekan dan gaya tarik pada bangunan.

Kolom harus di rencanakan untuk memikul beban aksial berfaktor yang bekerja pada semua lantai atau atap dan momen maksimum yang berasal dari beban berfaktor pada satu bentang terdekat dari lantai atau atap yang di tinjau. Untuk konstruksi rangka atau struktur menerus, pengaruh dari adanya beban yang tak seimbang pada lantai atau atap terhadap kolom luar ataupun dalam harus di perhitungkan. Kolom bertulang hampir selalu mengalami lentur, selain juga gaya aksial, sebagai akibat kondisi pembebanan dan hubungan dengan elemen struktur lain.

Elemen struktur kolom mempunyai nilai perbandingan antara panjangnya dengan dimensi penampang melintang relatif kecil di sebut kolom pendek dan kegagalannya di tentukan oleh tekuk. Dalam perhitungan momen akibat beban gravitasi yang bekerja pada kolom dapat di anggap terjepit, selama ujung-ujung tersebut menyatu dengan komponen struktur lainnya. Momen yang bekerja di setiap level lantai atau atap harus di pada kolom atas dan di bawah berdasarkan kekakuan relatif kolom.

Perbandingan b/h dari kolom tidak < dari 0,4 dan dimensi minimumnya = 300 mm. diameter tulangan yang di gunakan pada kolom harus > 12 mm. diameter minimum sengkang untuk kolom harus 8mm. lusan tulangan minimum untuk beban = 1% dari luas penampang dan luas tulangan maksimumnya = 6%.

Semua dimensi kolom berbentuk bujur sangkar dengan lebar minimal sama dengan lebar balok yang di tumpuhnya, 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

$$\frac{b}{h} \geq 0,4 \text{ dan } \frac{L}{b} \leq 16 \quad (2)$$

dimana :

b = dimensi penampang terpendek (mm)

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

L = tinggi kolom (mm)

2.8.2. Struktur balok

Balok merupakan bagian elemen struktur yang lurus dan terbebani secara transversal. Di katakan terbebani secara transversal karena elemen ini biasanya terbebani oleh gaya dari berbagai arah yaitu gaya vertikal, horizontal dan momen. Biasanya pada bangunan gedung, elemen balok akan menerima beban dari pelat lantai yang di atasnya dan kemudian di salurkan ke kolom.

Balok dapat memiliki banyak nama seperti balok anak (joist), balok utama (girder), kasau atau rusuk (rafter), dan purlin. Balok dapat juga dapat menumpu gaya-gaya aksial. Apabila gaya aksial tersebut merupakan gaya dalam yang merupakan gaya tekan, maka elemen struktur itu di sebut dengan istilah balok-kolom.

Balok penumpuh beban-beban dalam sebuah jarak tertentu yang di sebut bentang. Beban-beban balok dapat merupakan sebuah gaya terpusat, atau sebuah beban yang merata pada beberapa ataupun seluruh bagian dari balok.

Hal utama yang di alami oleh suatu balok adalah kondisi tekan dan tarik dan tekan pada tulangan pada setiap penampang komponen struktur beton bertulang harus di salurkan pada masing-masing sisi penampang melalui panjang pengangkuran. Kait atau alat mekanis sebaiknya tidak di pergunakan untuk menyalurkan tulangan yang berada dalam kondisi tekan.

Perencanaan suatu balok adalah penetapan penampang lintang yang mampu menyediakan ketahanan paling efektif terhadap aksi lentur dan geser yang di akibatkan oleh pembebanan yang bekerja. Ada 2 bagian analisis untuk perencanaan balok yaitu :

- 1) Penetapan berupa gaya-gaya geser dan momen lentur ketika balok harus menyangga sistem pembebanan tertentu.
- 2) Berkaitan dengan upaya pemilihan dimensi penampang lintang agar mampu menahan gaya-gaya geser dan momen lentur yang di dapat dari bagian pertama.

Dari bentuknya balok di kelompokkan menjadi tiga yaitu balok T, balok L, dan balok persegi. Adapun jenis-jenis perletakan pada balok yaitu :

- Perletakan sendi (*pin support*)

Sendi menghasilkan komponen gaya reaksi transversal dan komponen-komponen gaya reaksi longitudinal, perletakan sendi tidak dapat menahan rotasi, yang tidak ada momen reaksi pada sebuah tumpuan sendi.

- Perletakan roll (*roller*)

Perletakan ini menghasilkan reaksi balok transversal tetapi tidak dapat menghasilkan gaya reaktif dalam arah longitudinal, atau reaksi momen. Bagian struktur yang paling umum adalah sebuah balok yang di beri tumpuan sendi pada ujung dari bentang, dan dari tumpuan roll pada ujung yang lainnya. Balok ini di sebut balok sederhana.

- Perletakan jepit (*fixed end*)

Pada perletakan ini menghasilkan komponen-komponen gaya reaktif dan longitudinal dan komponen-komponen gaya yang reaktif transversal serta sebuah momen reaktif. Balok kantilever adalah balok yang di tumpuh oleh seluruh ujung jepit dengan ujung lainnya.

Balok harus mempunyai perbandingan lebar/tinggi $> 0,3$ dan lebar balok harus lebih besar dari 250 mm dan tidak boleh lebih besar dari kolom yang mendukungnya di tambah $\frac{3}{4}$ kali tinggi balok.

Syarat dimensi awal balok harus memenuhi ketentuan pada “*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*” Tabel 3.2.5(a) dan pasal 3.14.3 ayat 1.

Syarat minimum :

untuk balok dengan dua tumpuan sederhana

$$h_{\min} = \frac{L}{16} \quad (3)$$

$$b_{\min} = \frac{b}{h} \geq 0,3 \quad (4)$$

dimana :

b = lebar penampang balok (mm)

h = tinggi penampang balok (mm)

L = panjang bentang balok, di ukur dari As ke As (mm)

1). Tulangan Longitudinal Balok

- a. untuk mendapatkan daktilitas yang cukup presentasi tulangan memanjang di batasi maksimum 2,5%.
- b. Luas tulangan memanjang minimum
$$\frac{1,4}{F_y} \times h \times b \quad (5)$$
- c. Pemakaian tulangan geser miring sebaiknya di hindarkan.
- d. Pemutusan penulangan harus di dasarkan bahwa sendi plastis yang di rencanakan tempat terjadinya harus di jamin lokasinya sehingga tidak menimbulkan penampang-penampang kritis baru, pemutusan semua penulangan pada satu tempat sebaiknya dapat di hindari.
- e. Kait dan bengkokan harus di sesuaikan dengan peraturan SNI
- f. Pada balok beton yang merupakan bagian struktur rangka terbuka menahan beban gempa maka kapasitas momen positif harus minimal sebesar 50% kapasitas momen negatifnya dan sedikit-dikitnya ada dua buah tulangan memanjang pada seluruh batang balok.
- g. Sebaiknya untuk tulangan memanjang pada balok di gunakan baja lunak untuk menjamin terbentuknya sendi plastis pada balok.

2. Sengkang Pada Balok

- a. Diameter minimum sengkang sebaiknya 8 mm.
- b. Penulangan sengkang minimum harus di pasang dengan jarak $4h$ dari ujung balok.
- c. Gaya geser tidak boleh diterima oleh tulangan tarik miring.
- d. Sengkang yang lebih di sarankan adalah sengkang tertutup, sengkang terbuka juga dapat di gunakan asalkan panjang penyalurannya cukup dan di beri sengkang penutup.
- e. Bila syarat-syarat sengkang tidak di tentukan oleh perhitungan geser maka syarat minimum pendetailan balok harus di penuhi.

2.8.3. Pelat lantai

Pelat merupakan salah satu elemen struktur horizontal yang dipengaruhi oleh panjang bentang dan beban yang bekerja padanya. Pelat juga merupakan salah satu elemen struktur yang lebih dominan memikul momen lentur dan gaya geser, jika di bandingkan dengan gaya aksial. Oleh sebab itu perlu di perkuat dengan tulangan baja terutama pada daerah serat taiknya.

Adapun fungsi plat lantai adalah sebagai berikut :

1. Memisahkan ruang atas dan ruang bawah
2. Sebagai tempat berpijak penghuni di lantai atas
3. Untuk meletakkan kabel listrik dan lampu pada ruang bawah
4. Meredam suara dari ruang atas maupun dari ruang bawah
5. Menambah kekuatan bangunan pada arah horizontal

Plat lantai harus direncanakan kaku, rata, lurus dan waterpas (mempunyai ketinggian yang sama dan tidak miring), agar terasa mantap dan enak saat di jadikan pijakan kaki. Ketebalan plat lantai di tentukan oleh beban yang harus di dukung, besar lendutan yang di ijinakan, lebar bentangan atau jarak antar balok-balok pendukung, bahan konstruksi dari plat lantai.

Pada plat lantai hanya di perhitungkan adanya beban tetap saja (penghuni, perabotan, berat lapis tegel, berat sendiri plat) yang bekerja secara tetap dalam waktu lama. Sedangkan beban tak terduga seperti gempa, angin, getaran tidak di perhitungkan.

Plat lantai umumnya di cor di tempat bersama-sama balok penumpu dan kolom pendukungnya. Dengan demikian akan di peroleh hubungan yang kuat yang menjadi satu kesatuan, hubungan ini di sebut jepit-jepit, tulangan plat lantai harus dikaitkan kuat pada tulangan balok penumpu. perencanaan dan hitungan plat lantai dari beton harus mengikuti persyaratan yang tercantum dalam buku SNI beton.

Pelat lantai dari beton mempunyai keuntungan antara lain:

1. Mampu mendukung beban besar
2. Merupakan isolasi suara yang baik
3. Tidak dapat terbakar dan dapat lapis kedap air, jadi di atasnya boleh di buat dapur dan kamar mandi/wc
4. Dapat di pasang tegel untuk keindahan lantai
5. Merupakan bahan yang kuat dan awet, tidak perlu perawatan dan dapat berumur panjang.

Penulangan pelat yang di rencanakan untuk menahan beban-beban gravitasi yang biasanya merupakan suatu kesatuan struktur balok dan lantai berperilaku cukup baik sebagai penahan beban lentur dan sebagai diafragma horisontal untuk menyebarkan gaya-gaya gempa. Diameter minimum tulangan pelat adalah 8 mm.

Untuk menghindari lenturan yang besar, maka bentangan plat lantai jangan di buat terlalu lebar, untuk itu dapat di buat balok-balok sebagai tumpuan yang juga berfungsi menambah kekuatan plat.

Bentangan plat yang besar juga akan menyebabkan plat tebal dan jumlah tulangan yang di butuhkan akan menjadi lebih banyak, itu berarti berat bangunan akan menjadi lebih besar dan harga persatuan luas akan menjadi mahal.

Pelat merupakan salah satu elemen struktur horizontal yang dipengaruhi oleh panjang bentang dan beban yang bekerja padanya. Pelat merupakan salah satu elemen struktur horizontal yang lebih dominan memikul momen lentur dan gaya geser, jika di bandingkan dengan gaya aksial. Penulangan pelat yang di rencanakan untuk menahan beban-beban gravitasi yang biasanya merupakan suatu kesatuan struktur balok dan lantai berperilaku cukup baik sebagai penahan beban lentur dan sebagai diafragma horizontal untuk menyebarkan gaya gempa. Untuk tulangan pelat diameter minimum yang di gunakan adalah 8mm.

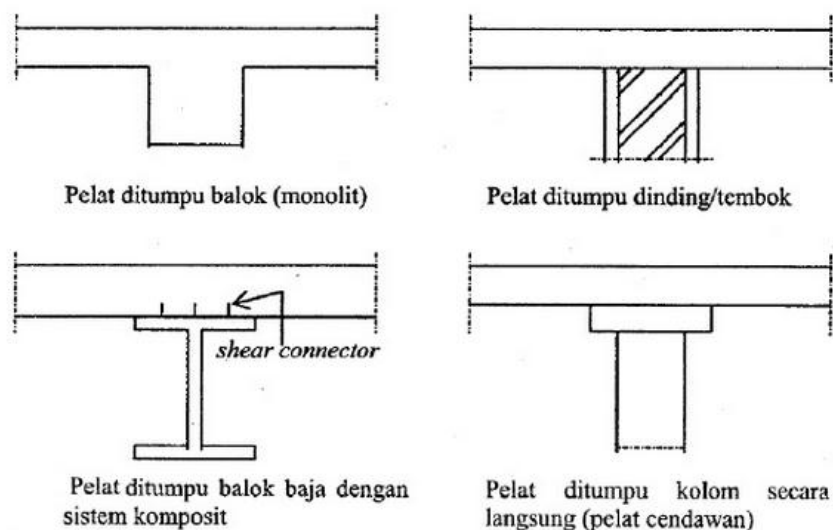
Tulangan tarik minimum pada setiap arah dan pada kedua sisi harus sebesar 0,15% untuk tulangan mutu tinggi dan 0,25% untuk baja lunak. Tebal pelat dengan balok yang menghubungkan tumpuan pada semua sisinya harus memenuhi ketentuan

pada “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung”. Pasal 3.2.5 Ayat 3.

Di dalam konstruksi beton bertulang pelat di pakai untuk mendapatkan permukaan datar yang berguna. Sebuah pelat beton bertulang merupakan sebuah bidang datar yang lebar, biasanya mempunyai arah horizontal, dengan permukaan atas dan bawahnya sejajar atau biasanya nya pelat di cor dengan satu kesatuan dengan gelagar tersebut, oleh dinding pasangan batu atau dinding beton bertulang, oleh batang-batang struktur baja, secara langsung oleh kolom-kolom, atau tertumpuh secara menerus oleh tanah.

Untuk bangunan gedung, umumnya pelat tersebut di tumpu oleh balok-balok dengan berbagai sistem sebagai berikut :

- ✓ Monolit, yaitu pelat dan balok di cor bersama-sama sehingga menjadi satu kesatuan.
- ✓ Di tumpu dinding-dinding atau tembok bangunan.
- ✓ Di dukung oleh balok-balok baja dengan sistem komposit.
- ✓ Di dukung oleh kolom secara langsung tanpa balok, dikenal dengan pelat cendawan.



Gambar 2.2 Penumpu Pelat

Jenis-jenis perletakan pelat pada balok antara lain :

✓ Terletak bebas

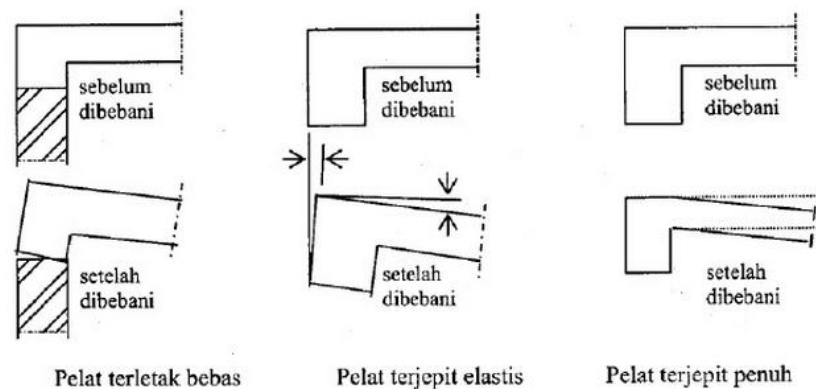
Jika pelat di letakan begitu saja di atas balok, atau antar pelat dan balok tidak dicor bersama-sama sehingga pelat dapat berotasi bebas pada tumpuan tersebut.

✓ Terjepit elastis

Jika pelat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, tetapi ukuran balok cukup kecil sehingga balok tidak cukup kuat untuk mencegah terjadinya rotasi.

✓ Terjepit penuh

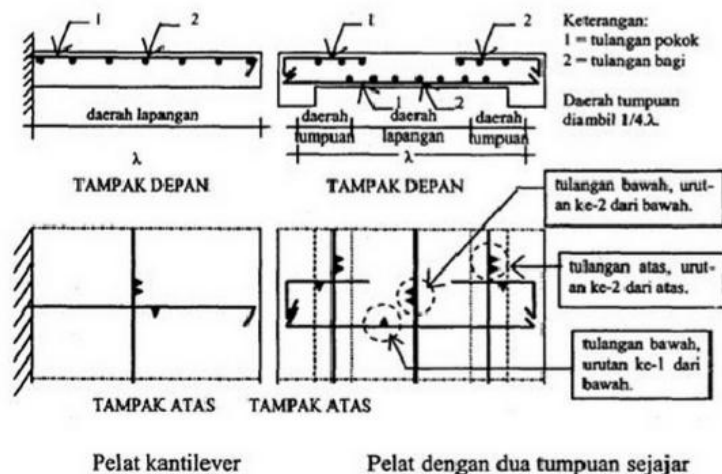
Jika pelat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, dan ukuran balok cukup besar sehingga mampu untuk mencegah rotasi pelat.



Gambar 2.3 Jenis Perletakan Pelat Pada Balok

2.8.3.1. Penulangan Pelat Satu Arah

Pelat dengan tulangan pokok satu arah ini dijumpai jika pelat beton lebih dominan menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang satu arah saja.



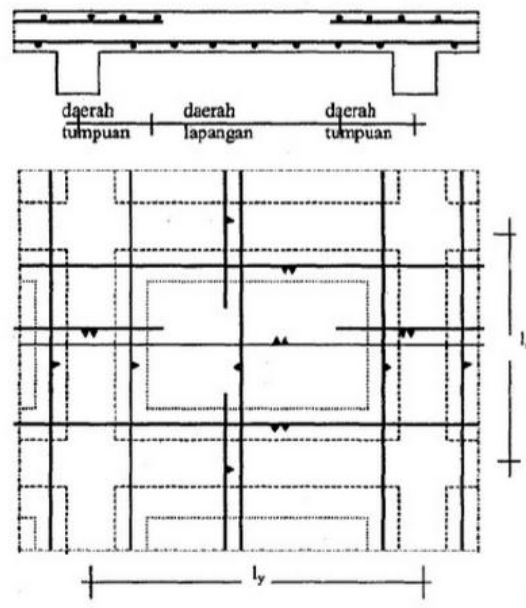
Gambar 2.4 Contoh Pelat Dengan Penulangan Satu Arah

Karena momen lentur hanya bekerja pada satu arah saja yaitu searah dengan bentang λ , maka tulangan pokok juga di pasang satu arah yang searah bentang λ tersebut. untuk menjaga kedudukan tulangan pokok pada saat pengecoran beton tidak berubah dari tempat semula, maka di pasang pula tulangan tambahan yang arahnya tegak lurus tulangan pokok. Tulangan tambahan ini di sebut tulangan bagi.

Kedudukan tulangan pokok dan tulangan bagi selalu bersilangan tegak lurus, tulangan pokok di pasang dekat tepi luar beton. Sedangkan tulangan bagi di pasang di bagian dalamnya dan menempel pada tulangan pokok.

2.8.3.2. Penulangan Pelat Dua Arah

Pelat dengan tulangan pokok dua arah ini akan di jumpai jika pelat beton menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang dua arah.



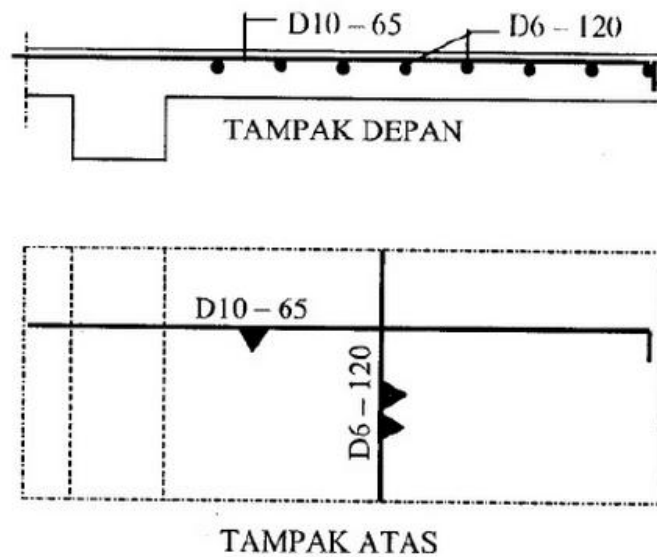
Gambar 2.5 Pelat Dengan Penulangan Dua Arah

Karna momen lentur bekerja pada dua arah yaitu searah dengan bentang l_x dan bentang l_y , maka tulangan pokok juga di pasang pada dua arah yang saling tegak lurus (bersilangan), sehingga tidak perlu lagi tulangan bagi.

1.8.3.3. Pelat Dengan Satu Tumpuan

Pelat yang ditumpu satu sisi (tumpuan jepit). Pada umumnya pelat satu tumpuan sering di sebut pelat luifel atau pelat kantilever. Pelat ini termasuk pada jenis pelat satu arah, karena beban lentur yang bekerja pada satu arah saja yang menghasilkan momen negatif.

Karena termasuk pelat satu arah, maka harus di hitung tulangan pokok serta tulangan bagi (tulangan susut dan suhu) dan karena momen lenturnya negatif, maka kedua tulangan tersebut di pasang di bagian atas.

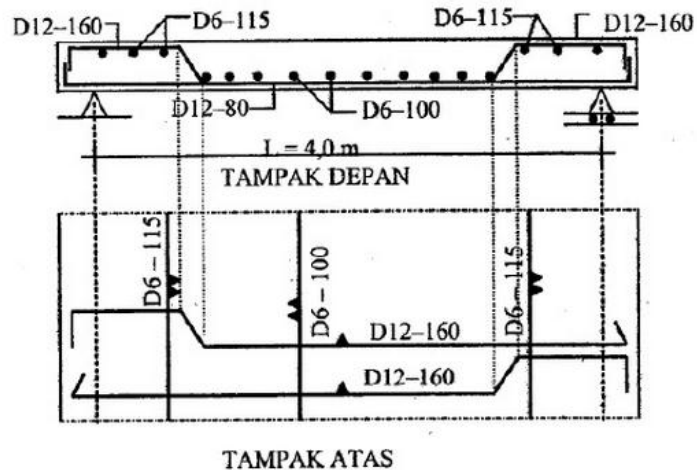


Gambar 2.6 Penulangan Pelat Dengan Satu Tumpuan

2.8.3.3. Pelat Dengan Dua Tumpuan Sejajar

Pelat yang di tumpu oleh dua tumpuan berpasangan, yang dapat berupa tumpuan bebas, tumpuan jepit elastis, meupun tumpuan jepit penuh. Pelat ini termasuk jenis pelat satu arah yang dapat menghasilkan momen positif di lapangan atau bentang tengah dan momen negatif di ujung pelat.

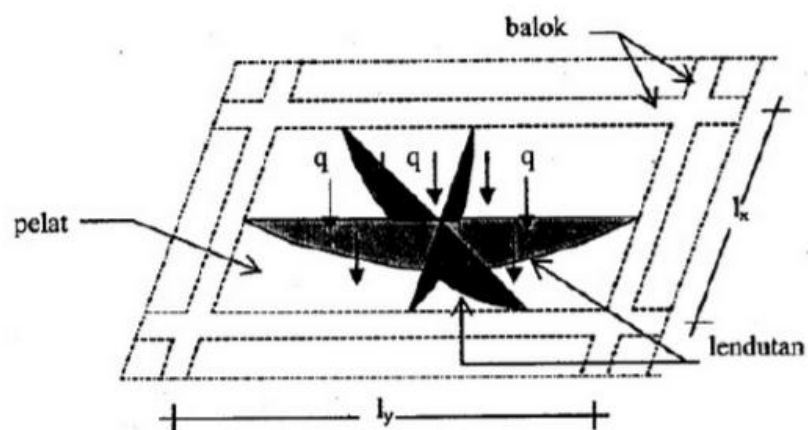
Untuk daerah momen positif yaitu di daerah bentang tengah tulangan dipasang di bawah, sedangkan untuk momen negatif yaitu di daerah ujung pelat tulangan di pasang di atas. Baik daerah momen positif maupun momen negatif tersebut harus di pasang dua jenis tulangan, yaitu tulangan pokok dan tulangan bagi.



Gambar 2.7 Penulangan Pelat Dengan Dua Tumpuan Sejajar

2.8.3.5. Pelat Dengan Empat Tumpuan Saling Sejajar

Pelat dengan empat tumpuan yang saling sejajar termasuk pelat dua arah, karena menahan momen lentur dalam dua arah yaitu arah l_x dan arah l_y . Beban merata q yang beketja di atas pelat dapat mengakibatkan lendutan pada pelat, sehingga pelat melengkung ke bawah. Lendutan maksimal pada pelat akan terjadi di tengah bentang, kemudian melebar ke semua arah di antara bentang l_x maupun bentang l_y dan secara berangsur-angsur lendutannya semakin kecil menuju ke tumpuan (balok).

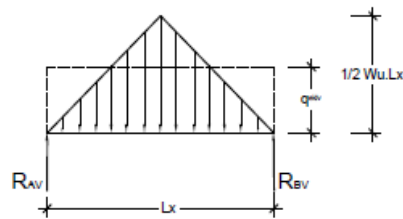


Gambar 2.8 Pelat Dengan Empat Tumpuan Saling Sejajar

Lendutan dan momen lentur yang terjadi merupakan fungsi dari beban yang bekerja pada pelat. Semakin besar beban yang bekerja di atas pelat, semakin besar pula lendutan maupun momen lentur yang akan di timbulkannya.

2.9. Pembebanan

a) Beban segitiga



Gambar 2.9 Beban Sigitiga

$$\begin{aligned}
 R_A = R_B &= \frac{1}{2} \cdot [(q \cdot l_x \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}) + (q \cdot l_x \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2})] \\
 &= \frac{1}{2} \cdot [(q \cdot l_x \cdot \frac{1}{4}) + (q \cdot l_x \cdot \frac{1}{4})] \\
 &= \frac{1}{4} q \cdot l_x^2
 \end{aligned} \tag{6a}$$

Jika $q = \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l_x$, maka :

$$\begin{aligned}
 R_A = R_B &= \frac{1}{4} (\frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l_x) \cdot l_x \\
 &= \frac{1}{8} W_u \cdot l_x^2
 \end{aligned}$$

$M_{\max}$ segitiga di tengah bentang :

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= R_A \cdot \frac{1}{2} \cdot l_x - [(q \cdot l_x \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}) \cdot (l_x \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3})] \\
 &= R_A \cdot \frac{1}{2} \cdot l_x - [(\frac{q l_x^2}{24})]
 \end{aligned}$$

$$\text{Jika } R_A = \frac{1}{8} \cdot W_u \cdot l_x^2$$

$$q = \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l_x$$

maka :

$$M_{\max} = (\frac{1}{8} \cdot l_x^2) \cdot \frac{1}{2} \cdot l_x - (\frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l_x \cdot l_x^2 / 24)$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{16} \cdot W_u \cdot l_x - \left(\frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l_x^3 \right) \\
 M_{\max} &= \boxed{\frac{1}{24} \cdot W_u \cdot l_x^3} \quad (6b)
 \end{aligned}$$

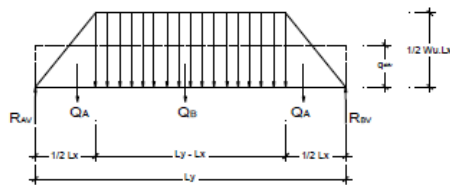
Beban segitiga tersebut diekivalensikan menjadi beban persegi sehingga

$$M_{\max} = \boxed{\frac{1}{8} \cdot q_{\text{eq}} \cdot l_x^2} \quad (6c)$$

$M_{\max \text{ segitiga}} = M_{\max \text{ persegi}}$

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{24} \cdot W_u \cdot l_x^3 &= \frac{1}{8} \cdot q_{\text{eq}} \cdot l_x^2 \\
 \boxed{q_{\text{ekuivalen}} = \frac{1}{3} \cdot W_u \cdot l_x} &\quad (6d)
 \end{aligned}$$

b) Pembebanan Trapesium



Gambar 2.10 Beban Trapesium

Dimana :

$$\begin{aligned}
 R_{Av} &= R_{Bv} \\
 &= q \cdot (1-a)/2 \\
 q &= \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l_x \\
 l &= l_y \\
 a &= \frac{1}{2} \cdot l_x \quad (7a)
 \end{aligned}$$

maka :

$$R_A = R_B = \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l_x \cdot \frac{\frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l_x \cdot (l_y - \frac{1}{2} l_x)}{2}$$

$$= \frac{1}{8} \cdot W_u \cdot l_x \cdot (2ly - lx)$$

$$M_{\max} = \frac{1}{2} W_u \cdot l_x \cdot (3 \cdot ly^2 - lx^2) \quad (7b)$$

$$M_{\max \text{ persegi}} = M_{\max \text{ trapesium}}$$

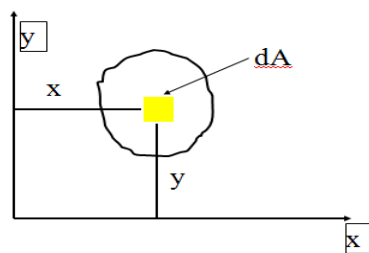
$$\frac{1}{8} \cdot Q_{ek} \cdot ly^2 = \frac{1}{48} \cdot W_u \cdot l_x (3 \cdot ly^2 - lx^2)$$

$$Q_{ekuivalen} = \frac{1}{6} \cdot W_u \cdot l_x \cdot (3 - (lx/ly)^2) \quad (7c)$$

2.10. Momen Inersia

Momen inersia adalah suatu sifat kekakuan yang ditimbulkan dari hasil perkalian luas penampang dengan kwadrat jarak ke suatu garis lurus atau sumbu. Momen inersia di dalam perhitungan diberi simbol I, jika terhadap sumbu X maka diberi sumbu Ix dan jika terhadap sumbu Y diberi simbol Iy. Momen inersia merupakan momen kedua dari bidang.

Momen inersia suatu bentuk bidang terhadap sumbu x dan y di bidangnya masing - masing didefinisikan dengan integral-integral

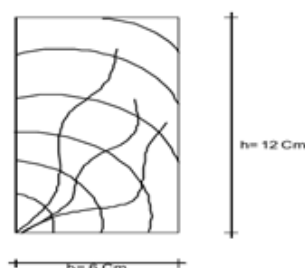


$$I_x = \int y^2 dA$$

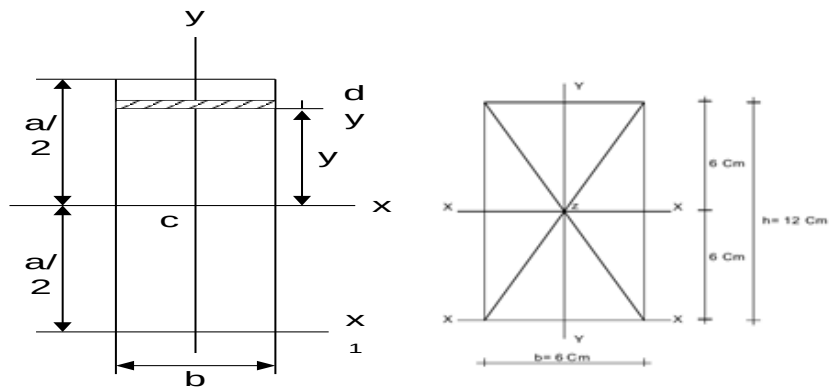
$$I_y = \int x^2 dA$$

Misalnya :

diketahui suatu penampang berbentuk empat persegi panjang dengan $b = 6 \text{ cm}$ dan $h = 12 \text{ cm}$ seperti pada gambar di bawah ini.



Untuk menghitung momen kelembaman atau momen inersia terhadap sumbu x dan y yang melalui titik berat penampang.



Maka momen inersia terhadap sumbu x adalah

$$\begin{aligned}
 I_x &= 2 \int_0^{a/2} y^2 dA \\
 &= 2 \int_0^{a/2} y^2 (b \cdot dy) \\
 &= 2b \int_0^{a/2} y^2 dy \\
 &= 2b \left[\frac{1}{3} y^3 \right]_0^{a/2} \\
 &= \frac{ba^3}{12}
 \end{aligned}$$

Jadi,

$$\begin{aligned}
 I_x &= 1/12 \cdot b \cdot h^3 \\
 &= 1/12 \cdot 6 \text{ cm} \cdot (12 \text{ cm})^3 \\
 &= 864 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

Momen inersia terhadap sumbu y adalah :

$$\begin{aligned}
 I_y &= 2 \int_0^{b/2} x^2 dA \\
 &= 2 \int_0^{b/2} x^2 (a \cdot dx) \\
 &= 2a \int_0^{b/2} x^2 dy \\
 &= 2a \left[\frac{1}{3} x^3 \right]_0^{b/2}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{ab^3}{12} \quad (8)$$

Jadi,

$$\begin{aligned} I_x &= 1/12 \cdot 12 \text{ cm} \cdot (6 \text{ cm})^3 \\ &= 216 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

2.11. Metode CROSS

Metode CROSS atau biasa disebut metode distribusi momen pertama kali diperkenalkan oleh Harry Cross pada tahun 1933 dalam bukunya yang berjudul “Analysis of Continuous Frames by Distributing Fixed-End Moments”. Metode ini merupakan salah satu metode yang dipakai untuk analisis struktur balok menerus dan portal statis tak tentu.

Metode distribusi momen didasarkan pada anggapan sebagai berikut:

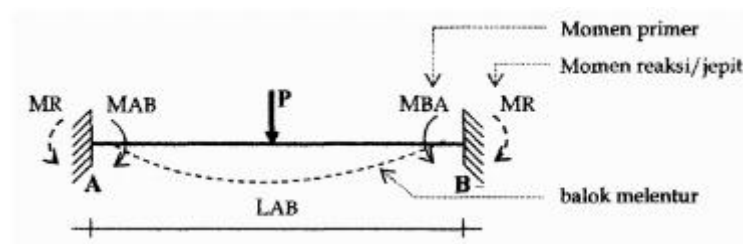
1. Perubahan bentuk akibat gaya normal dan gaya geser diabaikan, sehingga panjang batang-batanganya tidak berubah,
2. Semua titik simpul (buhul) dianggap kaku sempurna.

Langkah-langkah menyelesaikan metode cross pada balok menerus adalah sebagai berikut :

- 1) Mencari momen primer untuk setiap batang yang terbebani beban luar
- 2) Menentukan faktor kekakuan batang
- 3) Menentukan faktor distribusi untuk setiap titik kumpul
- 4) Menghitung momen ujung jepit (*fixed-end momen*)
- 5) Perataan momen atau distribusi momen cross tergantung dari pada momen primer didistribusikan sesuai dengan kekakuan yang dinyatakan dengan koefisien distribusi dan faktor pemindah (*carry over factor*) = $\frac{1}{2}$. Perataan momen dengan tabel cross menghasilkan momen titik (karena diperhatikan dari titik kumpul). Banyaknya kolom pada tabel sama dengan jumlah momen yang akan dihasilkan sesuai bentuk perletakan.
- 6) Untuk perhitungan yang benar akan didapat momen pada satu titik berlawanan tanda atau jumlahnya sama dengan nol.
- 7) Perhitungan reaksi perletakan dengan mengubah momen hasil distribusi menjadi momen batang gambar bidang momen, lintang dan normal.

2.11.1. Momen Primer

Momen primer adalah momen yang terjadi pada ujung batang sebagai akibat dari beban-beban yang bekerja di sepanjang batang. Besarnya momen primer sama dengan momen jepit (momen reaksi) dengan tanda atau arah yang berlawanan. Momen primer biasanya digambarkan melengkung pada bagian dalam ujung batang dengan arah tertentu sesuai dengan pembebanan.

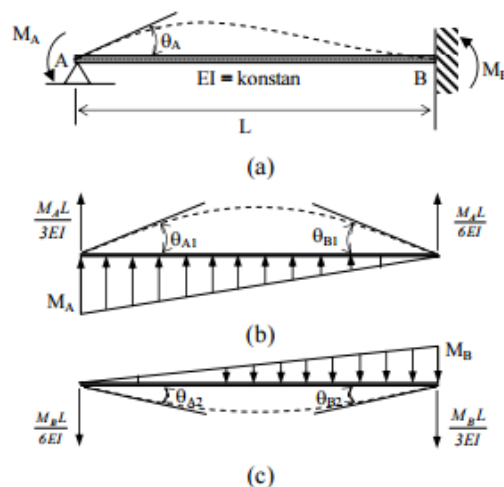


Gambar 2.11 Momen Primer dan Momen Reaksi

2.11.2. Angka Kekakuan Dan Induksi

Untuk mengembangkan detail tentang prosedur metode distribusi momen (Cross), perlu diketahui beberapa hal yang akan di kemukakan berikut ini.

Jika momen M_A dikerjakan pada ujung sendi dari suatu balok yang memiliki momen inersia seragam, dimana menumpu pada sendi pada salah satu ujungnya dan jepit di ujung lainnya seperti yang di tunjukan pada gambar 2.10(a), maka pada ujung sendi akan terjadi rotasi sebesar θ_A dan momen M_B pada ujung jepitnya.



Gambar 2.12 Penentuan Angka Kekakuan Dan Angka Induksi Ujung Jepit

Diagram momen lentur balok tersebut dapat diuraikan menjadi seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.10 (b) dan (c). Berdasarkan teorema balok konjugasi,

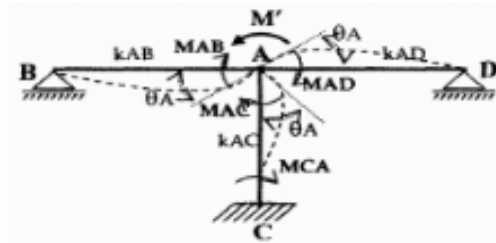
$$\text{besarnya } \theta_B = \theta_{B1} - \theta_{B2} = \frac{MAL}{6EI} - \frac{MBL}{3EI} = 0$$

maka diperoleh :

$$M_B = \frac{1}{2} M_A. \quad (9)$$

2.11.3. Faktor Distribusi Momen

Apabila struktur portal bekerja momen primer sebesar M' di simpul A (gambar 2.11), maka di masing-masing ujung batang simpul A akan terjadi distribusi momen sebesar M_{AB} , M_{AC} , dan M_{AD} dengan arah berlawanan momen primer M' . Hal ini terjadi karena simpul A kaku sempurna, sehingga batang-batang berputar menurut garis elastisnya guna mendapatkan keseimbangan.



Gambar 2.13 Contoh Distribusi Momen

Faktor distribusi diperhitungkan terhadap titik kumpul (titik pertemuan 2 batang atau lebih)

$$\mu = \frac{K}{\Sigma K} \quad (9)$$

K = faktor kekakuan batang

Σk = jumlah faktor kekakuan titik kumpul

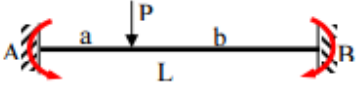
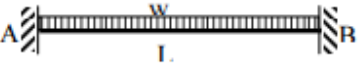
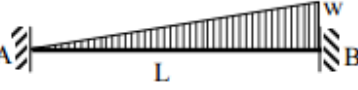
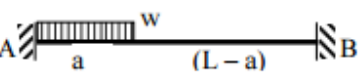
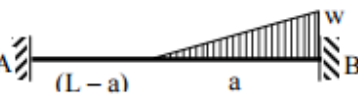
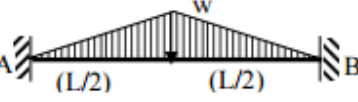
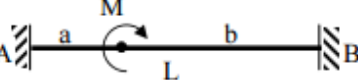
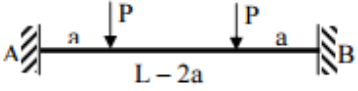
Untuk memenuhi persyaratan keseimbangan pada titik buhul, jumlah angka distribusi pada suatu titik buhul adalah harus sama dengan satu, misalnya pada titik

buhul A yang di tinjau seperti pada gambar 2.10 di atas maka jumlah AB + AD + AC harus sama dengan 1.

2.11.4. Momen Ujung Jepit (*Fixed-end Moment*)

Jika suatu balok yang tumpuannya adalah jepit-jepit untuk melawan rotasi atau traslasi menerima beban luar arah transversal, maka balok tersebut dinamakan dengan balok ujung jepit (*fixed-end beam*). Momen yang bekerja akibat beban luar ini di sebut dengan momen ujung jepit (*Fixed-end Moment*).

Tabel 2.4 Beberapa Jenis Momen Ujung Jepit (FEM)

FEM _{AB}	Pembebanan	FEM _{BA}
$\frac{Pab^2}{L^2}$		$-\frac{Pa^2b}{L^2}$
$\frac{wL^2}{12}$		$-\frac{wL^2}{12}$
$\frac{wL^2}{30}$		$-\frac{wL^2}{30}$
$\frac{wL^2}{12} \left(6 - 8\frac{a}{L} + 3\frac{a^2}{L^2} \right)$		$-\frac{wL^2}{12} \left(4 - 3\frac{a}{L} \right)$
$\frac{wa^3}{60L} \left(5 - 3\frac{a}{L} \right)$		$-\frac{wa^2}{60} \left(16 - 10\frac{a}{L} + 3\frac{a^2}{L^2} \right)$
$\frac{5wL^2}{96}$		$-\frac{5wL^2}{96}$
$-b(2a-b)\frac{M}{L^2}$		$-a(2b-a)\frac{M}{L^2}$
$\frac{Pa}{L}(L-a)$		$-\frac{Pa}{L}(L-a)$

2.11.5. Perataan momen (Distribusi momen cross)

Perataan momen atau distribusi momen cross tergantung dari pada momen primer didistribusikan sesuai dengan kekakuan yang dinyatakan dengan koefisien distribusi dan faktor pemindah (*carry over factor*) = $\frac{1}{2}$. Perataan momen dengan tabel cross menghasilkan momen titik (karena diperhatikan dari titik kumpul). Banyaknya kolom pada tabel sama dengan jumlah momen yang akan dihasilkan sesuai bentuk perletakan.

Berikut merupakan langkah-langkah penyelesaian hitungan perataan momen yang telah disajikan pada Gambar 2.12 di bawah dengan bantuan Microsoft Excel :

1. masukkan nama titik kumpul (*joint*) ke baris yang telah disiapkan dalam tabel (titik A, B, C, dan D),
2. masukkan nama batang (*member*) ke baris yang telah disiapkan dalam tabel (batang AB, BA, BC, CD, DC, dan D),
3. masukkan nilai kekakuan relatif (K) yang telah dicari kedalam baris yang telah disiapkan dalam tabel (kekakuan kantilever $DD' = \text{Nol}$),
4. masukkan faktor distribusi (DF) yang telah dicari kedalam baris yang telah disiapkan dalam tabel (perletakan jepit titik A = 0 dan sendi titik D = 1),
5. masukkan momen primer (FEM) yang telah dicari kedalam baris yang telah disiapkan dalam tabel,
6. hitung besarnya "momen pengimbang" (BAL) pada baris yang telah disiapkan dalam tabel (ingat $BAL = -\mu \times M^0$),
7. hitung besarnya momen induksi (CO) pada baris yang telah disiapkan dalam tabel (ingat induksi terjadi "(CO " adalah sebesar " $\frac{1}{2}$ " dari besarnya moment pada batang yang sama), dan
8. selanjutnya dikerjakan dengan cara yang untuk masing-masing siklus (*cycle*), dengan cara meng-copy rumus perhitungan sebelumnya.

Tabel 2.5 Perataan Momen

	D8		fx =D7/(D7+E7)						
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	THE MOMENT DISTRIBUTION METHOD								
2									
3	Moment Distribution Table								
4									
5	Joint.....	A	B			C		D	
6	Member.....	AB	BA	BC	CB	CD	DC	DD'	
7	K.....	3	3	5	5	1.5	1.5	-	
8	cycle	DF	0	0.375			1		
9	1	FEM	36	-36	156	-156	32	-16	18
10		BAL							
11	2	CO							
12		BAL							

2.11.6. Reaksi Perletakan

✓ Jenis dan Sifat Perletakan serta komponennya.

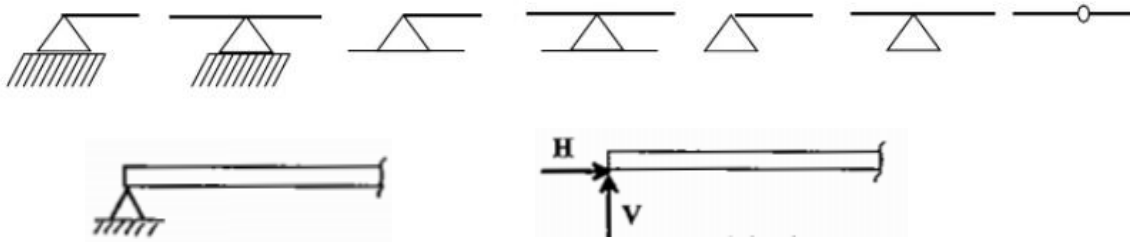
Perletakan/tumpuan adalah titik pertemuan yang berfungsi sebagai landasan seperti yang ada pada pertemuan pada bentang balok dengan kolom atau sebaliknya. Titik pertemuan ini yang dianggap sebagai perletakan/tumpuan. Penggunaan jenis perletakan/tumpuan ini tergantung pada sistem struktur yang diinginkan dan biasanya yang digunakan berupa kombinasi perletakan/tumpuan.

Terdapat 3 macam perletakan/tumpuan dasar, yaitu :

1. Perletakan/ tumpuan sendi, ciri-cirinya :

- Perletakan/tumpuan ini mencegah translasi tetapi tidak mencegah rotasi, dengan kata lain dapat menahan gaya dari segala arah, tetapi tidak dapat menahan momen (perputaran)
- Tumpuan ini mempunyai dua komponen, yang satu dalam arah horizontal (gaya arah sejajar bidang perletakan) dan yang lainnya dalam arah vertikal (gaya arah tegak lurus bidang perletakan). Jadi, pada tumpuan ini terdapat 2 reaksi perletakan (2 variabel yang tidak diketahui).

Simbol atau tanda perletakan sendi :

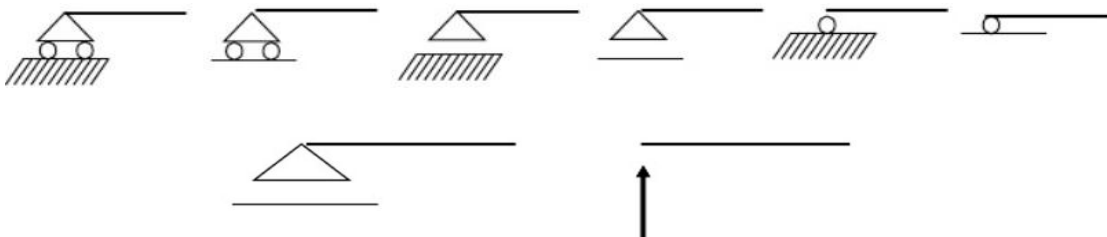


Gambar 2.14 Permodelan Perletakan/Tumpuan Sendi

2. Perletakan/ tumpuan rol, ciri-cirinya :

- Tumpuan ini hanya bisa menahan gaya vertikal saja (mencegah translasi dalam arah gaya tegak lurus bidang perletakan), sebab apabila menerima gaya horisontal, rol akan bergerak atau bergeser sesuai arah gaya yang bekerja.
- Tumpuan ini mempunyai satu komponen, dalam arah gaya tegak lurus bidang perletakan. Jadi, pada tumpuan ini terdapat 1 reaksi perletakan (1 variabel yang tidak diketahui).

Simbol atau tanda perletakan/tumpuan rol :

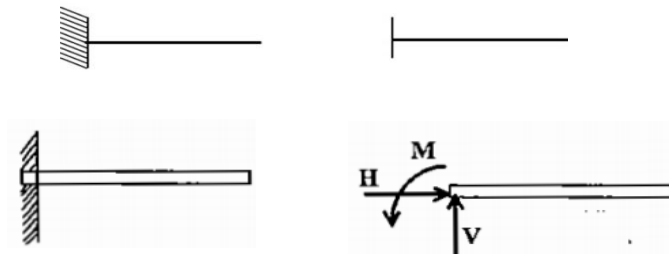


Gambar 2.15 Permodelan Perletakan/Tumpuan Rol

3. Perletakan/ tumpuan jepit, ciri-cirinya :

- Perletakan/tumpuan ini sering disebut perletakan kaku, artinya tidak dapat mengalami translasi (perpindahan) dalam semua arah dan tidak dapat mengalami rotasi (perputaran).
- Tumpuan ini mampu menahan gaya arah sejajar bidang perletakan (gaya horisontal) dan gaya tegak lurus bidang perletakan (gaya vertikal), serta mampu menahan momen. Jadi, pada tumpuan ini terdapat 3 reaksi perletakan. (3 variabel yang tidak diketahui).

Simbol atau tanda perletakan/tumpuan jepit :



Gambar 2.16 Permodelan Perletakan/Tumpuan Jepit

Langkah perhitungan reaksi perletakan :

- Sketsa kembali
- Periksa apakah struktur tersebut statis tertentu dan stabil.
- Jika struktur tersebut statis tertentu dan stabil, maka misalkan arah kerja reaksi perletakan sesuai dengan jenis perletakan dan beri nama setiap reaksinya sesuai dengan titik dimana reaksi itu bekerja.
- Uraikan semua gaya yang diperlukan (misalnya gaya yang miring dan beban terbagi rata)
- Hitung reaksi dengan persamaan keseimbangan :
 - $\Sigma V = 0$ (Jumlah komponen vertikal gaya sama dengan nol)
 - $\Sigma H = 0$ (Jumlah komponen horisontal gaya sama dengan nol);
 - $\Sigma M = 0$ (Jumlah momen disekitar suatu titik tertentu sama dengan nol).
- Kontrol hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan yang belum pernah dipakai dalam perhitungan struktur yang sedang dihitung reaksi perletakannya.

2.11.7. Gaya- gaya Dalam

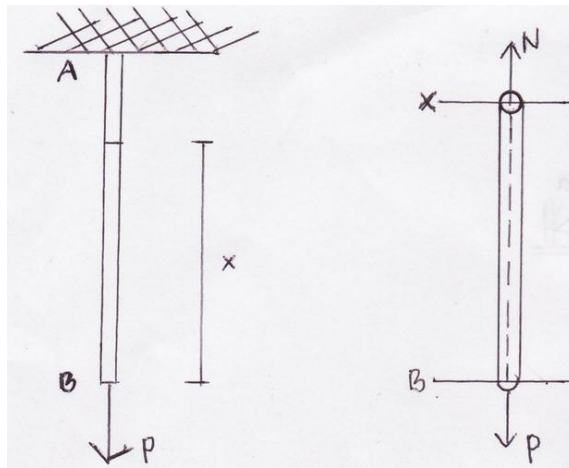
Gaya dalam adalah gaya rambat yang diimbangi oleh gaya yang berasal dari bahan konstruksi, berupa gaya lawan, dari konstruksi.

Analisa hitungan gaya dalam dan urutan hitungan ini dapat diuraikan secara singkat sebagai berikut :

- Menetapkan dan menyederhanakan konstruksi menjadi suatu sistem yang memenuhi syarat yang diminta.
- Menetapkan muatan yang bekerja pada konstruksi.
- Menghitung keseimbangan luar.

- 4) Menghitung keseimbangan luar.
- 5) Menghitung keseimbangan dalam.
- 6) Memeriksa kembali semua hitungan.

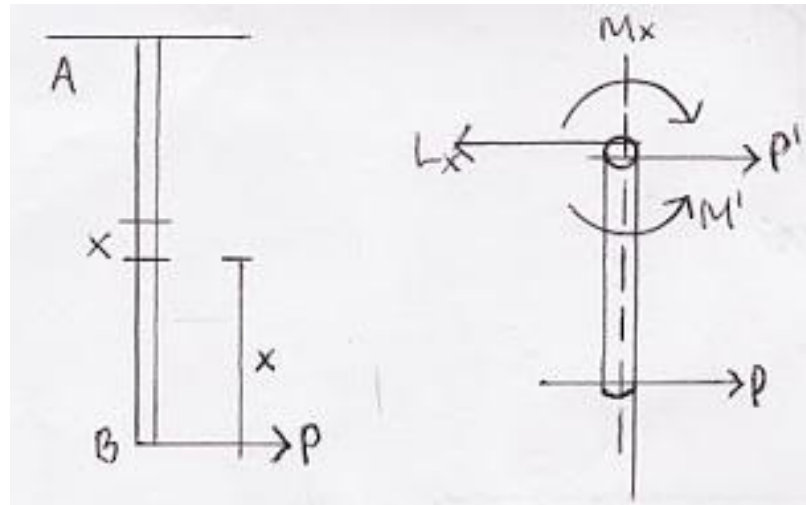
Dengan syarat demikian konstruksi yang dibahas akan digambarkan sebagai suatu garis sesuai dengan sumbu konstruksi, yang selanjutnya disebut : *Truktur* misalkan pada balok dijepit salah satu ujungnya dibebani oleh gaya P seperti dalam gambar 2.15.



Gambar 2.17 Balok Dengan Dengan Tumpuan Jepit

Maka dapat diketahui dalam konstruksi tersebut timbul gaya dalam. Apabila konstruksi dalam keadaan seimbang, maka pada suatu titik X sejauh x dari B akan timbul gaya dalam yang mengimbangi P . Gaya dalam yang mengimbangi gaya aksi ini tentunya bekerja sepanjang sumbu batang sama besar dan mengarah berlawanan dengan gaya aksi ini. Gaya dalam ini di sebut gaya Normal (N).

Bila gaya aksi berbalik arah maka berbalik pula arah gaya normalnya. Nilai gaya normal di titik X ini dinyatakan sebagai N_x .



Gambar 2.18 Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Balok

Gambar 2.16 menggambarkan gaya P yang merambat sampai titik X dan menimbulkan gaya sebesar P' dan M' . Apabila struktur dalam keadaan seimbang maka tiap-tiap bagian harus pula dalam keadaan seimbang. Selanjutnya gaya P' dan M' harus pula diimbangi oleh suatu gaya dalam yang sama besar dan berlawanan arah, yaitu gaya dalam L_x dan M_x . Gaya tersebut merupakan sumbangan dari bagian XA yang mengimbangi $P'M'$. Gaya dalam yang tegak lurus sumbu disebut Gaya lintang, disingkat LX dan momen yang menahan lentur pada bagian ini disebut disebut momen lentur (M_x).

BAB III

PEMBAHASAN



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2015

BAB III

PEMBAHASAN

3.1. Nama Bangunan

Jenis bangunan ini adalah Rumah Toko atau biasa disebut Ruko. Bangunan Ruko Mega Bright ini berlokasi di Jl.Piere Tendean–Boulevard Manado atau di dalam Kawasan Megamas Manado Blok.E. dengan di bangunnya bangunan ini diharapkan bangunan ini dapat berdiri kokoh dan tetap bertahan, juga bisa memberikan keamanan dan kenyamanan bagi para penghuni yang menempati bangunan ini.

3.2. Konsep Desain

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

3.3. Data-data Perencanaan

3.3.1. 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*, dimana sendi-sendi plastis diusahakan terjadi pada balok.

3.3.2. Preliminary Design

3.3.2.1. 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:

Bmin = 300 mm, dimana:

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

Lantai 1-3 (K)

$$\text{Untuk } b = 400 \text{ mm} \longrightarrow h = \frac{b}{0,4} = \frac{400}{0,4} = 1000 \text{ mm}$$

$$\text{Cek } L = 4000 \text{ mm} \longrightarrow L/b = \frac{4000}{400} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{syarat: } L/b \leq 16$$

$$10 \leq 16 \dots\dots\dots \text{OK !!!}$$

$$\text{syarat umum: } b \leq h$$

Dari hasil perhitungan preliminary design kolom di peroleh dimensi kolom 400mm x 400mm.

3.3.2.2. 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.

$$b_{min} = 250 \text{ mm dan } \frac{b}{h} \geq 0,3$$

$$\text{dik: } L_x = 6 \text{ m} = 600 \text{ cm}$$

$$L_y = 6 \text{ m} = 600 \text{ cm}$$

Persyaratan minimum:

$$H_{min} = L/18,5 = 600/18,5 = 32,43 \text{ cm} = 35 \text{ cm} = 350 \text{ mm (direncanakan 350 mm)}$$

$$B = 2/3 H = 2/3 \times 350 \text{ mm} = 233,33 \text{ mm} = 250 \text{ mm (direncanakan 250 mm)}$$

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

$$\text{Untuk } b = 250 \text{ mm} \longrightarrow h = b/0,3 = 250/0,3 = 833,33 \text{ mm}$$

dicoba dimensi balok minimum sebagai berikut:

$$b = 250 \text{ mm} = 25 \text{ cm}$$

$$h = 350 \text{ mm} = 35 \text{ cm}$$

seterusnya asumsi dimensi balok dibuat dengan acuan bahwa dimensi balok pada 1 lantai bersifat tipikal.

3.3.2.3 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_{maks} , h_{min} :

Dik: $l_n1 = 6 \text{ m} = 6000 \text{ mm}$

$l_n2 = 6 \text{ m} = 6000 \text{ mm}$

Ketentuan:

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

$$h_{maks} = l_n1 \frac{\left(0.8 + \frac{F_y}{1500}\right)}{36}$$

$$h_{min} = l_n1 \frac{\left(0.8 + \frac{F_y}{1500}\right)}{36 + 9\beta}$$

didapatkan preliminary sebagai berikut:

$$\beta = 6000 \text{ mm} / 6000 \text{ mm} = 1$$

$$h_{maks} = 6000 \frac{\left(0.8 + \frac{400}{1500}\right)}{36} = 177 \text{ mm}$$

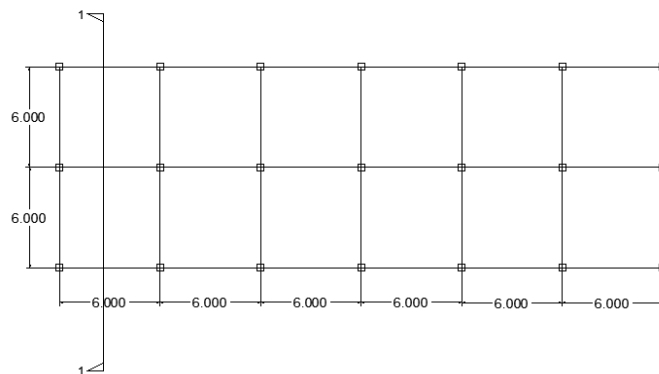
$$h_{min} = 6000 \frac{\left(0.8 + \frac{400}{1500}\right)}{36 + 9(1)} = 142 \text{ mm}$$

berdasarkan ketentuan diatas, tebal plat lantai yang akan direncanakan diambil setebal 150 mm atau lebih besar dari $h_{min} = 142 \text{ mm}$ telah di dapat dari perhitungan di atas, selanjutnya data-data perencanaan tebal plat lantai menyesuaikan.

3.3.3. Data Teknis Perencanaan

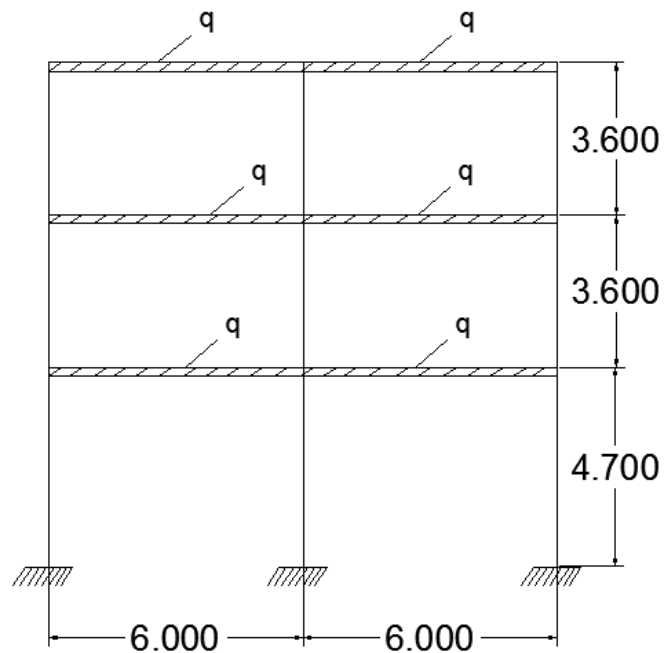
Jenis konstruksi	=	Beton bertulang
Mutu beton, f'_c	=	30 MPa = 300 kg/m ²
Modulus elastisitas (E_c)	=	$4700 \times \sqrt{f'_c} = 25742,96 \text{ MPa}$
Mutu baja, $f_y = 400 \text{ MPa}$	=	4000 kg/m ²
Lokasi bangunan	=	Jl.Piere Tendean–Boulevard Manado
Jenis tanah	=	keras
Kategori bangunan	=	Rumah Toko (Ruko)
Tinggi tiap lantai:		
- lantai 1	=	4,7 m
- lantai 2-3	=	3,6 m
Jumlah lantai	=	3 tingkat
Kolom	=	400mm x 400mm
Balok Induk :		
B1	=	250mm x 350mm
Plat Lantai	=	15 mm

3.4. Perhitungan Portal Dengan Menggunakan Metode Cross



Gambar 3.1 Denah Bangunan Ruko Mega Bright

3.4.1. Perhitungan Portal Pot 1-1



Gambar 3.2 potongan 1-1

3.4.1.1. Pembebanan Pada Balok

Beban mati (DL)

- beban sendiri pelat :
 - $0,12\text{m} \times 6\text{m} = 0,72\text{ m}^2 \times 2400\text{ Kg/m}^3 = 1728\text{ kg/m}$
 - Plafon + penggantung = $0,11\text{ m} \times 7\text{ kg/m}^2 = 0,77\text{ kg/m}$
 - Spesi = $0,02\text{ m} \times 21\text{ KN/m}^2 = 0,42\text{ kg/m}$
-
- WD = 1729,19 kg/m

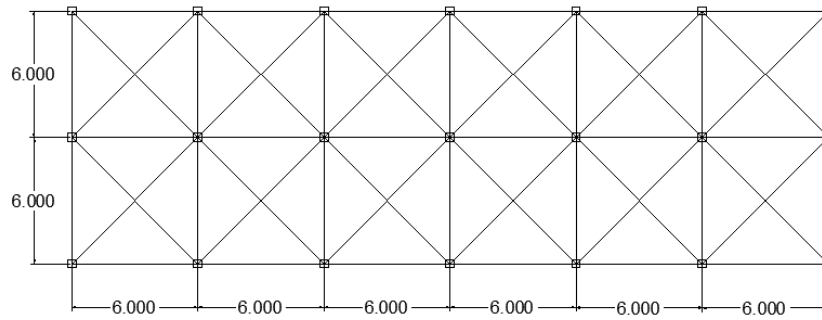
Beban hidup (WL) = 250kg/m

Beban berfaktor (WU)

$W_u(q) = 1,2\text{ WD} + 1,6\text{ WL}$

$$= 1,2 (1728\text{ kg/m}) + 1,6 (250\text{ kg/m})$$

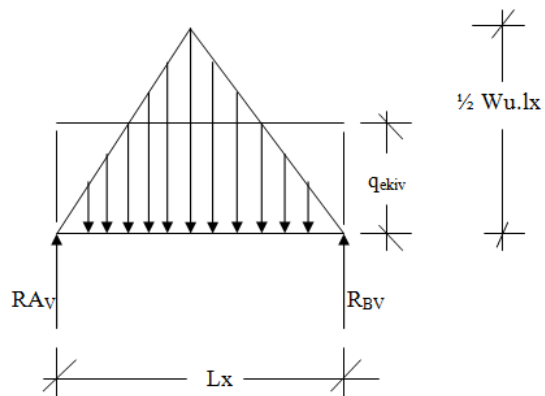
$$= 2475,028\text{ kg/m}$$



Gambar 3.3 Pembebanan Pada Balok Metode Amplop

3.4.1.2. Analisa beban

a) Beban segitiga



Gambar 3.4 Pembebanan Segitiga

$$\begin{aligned}
 R_A = R_B &= \frac{1}{2} \cdot [(q \cdot l_x \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}) + (q \cdot l_x \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2})] \\
 &= \frac{1}{2} \cdot [(q \cdot l_x \cdot \frac{1}{4}) + (q \cdot l_x \cdot \frac{1}{4})] \\
 &= \boxed{\frac{1}{4} \cdot q \cdot l_x}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_A = R_B &= \frac{1}{4} \times 2475,028 \text{ kg/m} \times 6\text{m} \\
 &= 3712,542 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

3.4.1.3. Menghitung beban terpusat (p)

$$\begin{aligned} P1 &= 3713 \text{ kg} + (0,4 \times 0,4 \times 3,6 \times 2400) = 5094,9 \text{ kg} \\ P2 &= 3713 \text{ kg} \times 2 + (0,4 \times 0,4 \times 3,6 \times 2400) = 8807,5 \text{ kg} \\ P3 &= 3713 \text{ kg} + (0,4 \times 0,4 \times 3,6 \times 2400) = 5094,9 \text{ kg} \\ P4 &= (3713 \text{ kg} + 22,974 \text{ KN}) + (0,4 \times 0,4 \times 2400) = 4119,5 \text{ kg} \\ P5 &= (3713 \text{ kg} + 8807,48 \text{ KN} \times 2) + (0,4 \times 0,4 \times 2400) = 21712 \text{ kg} \\ P6 &= (3713 \text{ kg} + 5094,94 \text{ KN}) + (0,4 \times 0,4 \times 2400) = 9191,5 \text{ kg} \\ P7 &= 9191 \text{ kg} + (0,4 \times 0,4 \times 2400) = 9575,5 \text{ kg} \\ P8 &= 21712 \text{ kg} + (0,4 \times 0,4 \times 2400) = 22096 \text{ kg} \\ P9 &= 9191 \text{ kg} + (0,4 \times 0,4 \times 2400) = 9575,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

3.4.1.4. Moman lebam/inersia (i)

Inersia balok (i) => batang A-B, B-C, D-E, E-F, G-H, H-I

$$\frac{B \times H^3}{12} = \frac{25 \times 35^3}{12} = 89322,92 \text{ cm}^4$$

Inersia Kolom (i) => batang A-D, B-E, C-F, D-G, E-H, F-I

$$\frac{H^4}{12} = \frac{40^4}{12} = 213333,3 \text{ cm}^4$$

3.4.1.5. Angka kekakuan batang (k)

Angks kekuatan batang (k)

batang A-B, B-C, D-E, E-F, G-H, H-I

$$K1 = \frac{89322,917 \text{ cm}^4}{600 \text{ cm}} = 148,87 \text{ cm}^3$$

$$K1 = \frac{213333,33 \text{ cm}^4}{360 \text{ cm}} = 592,59 \text{ cm}^3$$

$$K1 = \frac{213333,33 \text{ cm}^4}{470 \text{ cm}} = 453,9 \text{ cm}^3$$

3.4.1.6. Koefisien Distribusi (μ)

=> Titik simpul A

$$K.a-b = 148,872 \text{ cm}^3 \quad \mu = \frac{148,872 \text{ cm}^3}{741,464 \text{ cm}} = 0,20078 \text{ cm}^3$$

$$K.a-d = 592,593 \text{ cm}^3 \quad \mu = \frac{148,872 \text{ cm}^3}{741,464 \text{ cm}^3} = 0,79922 \text{ cm}^3$$

$$\Sigma A = 741,464 \text{ cm}^3 \quad \Sigma \mu A = 1,000$$

=> Titik simpul B

$$K.b-a = 148,872 \text{ cm}^3 \quad \mu = \frac{148,872 \text{ cm}^3}{890,336 \text{ cm}} = 0,16721 \text{ cm}^3$$

$$K.b-c = 148,872 \text{ cm}^3 \quad \mu = \frac{148,872 \text{ cm}^3}{890,336 \text{ cm}^3} = 0,16721 \text{ cm}^3$$

$$K.b-e = 592,593 \text{ cm}^3 \quad \mu = \frac{592,593 \text{ cm}^3}{890,336 \text{ cm}^3} = 0,66558 \text{ cm}^3$$

$$\Sigma B = 890,336 \text{ cm}^3 \quad \Sigma \mu B = 1,000$$

=> Titik simpul C

$$K.c-b = 148,872 \text{ cm}^3 \quad \mu = \frac{148,872 \text{ cm}^3}{741,464 \text{ cm}} = 0,20078 \text{ cm}^3$$

$$K.c-f = 592,593 \text{ cm}^3 \quad \mu = \frac{592,593 \text{ cm}^3}{741,464 \text{ cm}^3} = 0,79922 \text{ cm}^3$$

$$\Sigma C = 741,464 \text{ cm}^3 \quad \Sigma \mu C = 1,000$$

=> Titik simpul D

$$\begin{array}{llll} \text{K.d-a} & = & 592,593 \text{ cm}^3 & \mu = \frac{592,593 \text{ cm}^3}{1334,06 \text{ cm}} = 0,4442 \text{ cm}^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \text{K.d-e} & = & 148,872 \text{ cm}^3 & \mu = \frac{148,872 \text{ cm}^3}{1334,06 \text{ cm}^3} = 0,11159 \text{ cm}^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \text{K.d-g} & = & 592,593 \text{ cm}^3 & \mu = \frac{592,593 \text{ cm}^3}{1334,06 \text{ cm}^3} = 0,4442 \text{ cm}^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \Sigma \text{ D} & = & 1334,06 \text{ cm}^3 & \Sigma \mu \text{ D} = 1,000 \end{array}$$

=> Titik simpul E

$$\begin{array}{llll} \text{K.e-d} & = & 148,872 \text{ cm}^3 & \mu = \frac{148,872 \text{ cm}^3}{1482,93 \text{ cm}} = 0,10039 \text{ cm}^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \text{K.e-b} & = & 592,593 \text{ cm}^3 & \mu = \frac{592,593 \text{ cm}^3}{1482,93 \text{ cm}^3} = 0,39961 \text{ cm}^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \text{K.e-f} & = & 148,872 \text{ cm}^3 & \mu = \frac{148,872 \text{ cm}^3}{1482,93 \text{ cm}^3} = 0,10039 \text{ cm}^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \text{K.e-h} & = & 592,593 \text{ cm}^3 & \mu = \frac{592,593 \text{ cm}^3}{1482,93 \text{ cm}^3} = 0,39961 \text{ cm}^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \Sigma \text{ E} & = & 1482,93 \text{ cm}^3 & \Sigma \mu \text{ E} = 1,000 \end{array}$$

=> Titik simpul F

$$\begin{array}{llll} \text{K.f-e} & = & 148,872 \text{ cm}^3 & \mu = \frac{148,872 \text{ cm}^3}{1334,06 \text{ cm}} = 0,11159 \text{ cm}^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \text{K.f-c} & = & 592,593 \text{ cm}^3 & \mu = \frac{592,593 \text{ cm}^3}{1334,06 \text{ cm}^3} = 0,4442 \text{ cm}^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \text{K.f-i} & = & 592,593 \text{ cm}^3 & \mu = \frac{592,593 \text{ cm}^3}{1334,06 \text{ cm}^3} = 0,4442 \text{ cm}^3 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \Sigma \text{ F} & = & 1334,06 \text{ cm}^3 & \Sigma \mu \text{ F} = 1,000 \end{array}$$

=> Titik simpul G

$$K.g-d = 592,593 \text{ cm}^3 \quad \mu = \frac{592,593 \text{ cm}^3}{1195,36 \text{ cm}} = 0,49574 \text{ cm}^3$$

$$K.g-h = 148,872 \text{ cm}^3 \quad \mu = \frac{148,872 \text{ cm}^3}{1195,36 \text{ cm}^3} = 0,12454 \text{ cm}^3$$

$$K.g-j = 453,901 \text{ cm}^3 \quad \mu = \frac{453,901 \text{ cm}^3}{1195,36 \text{ cm}^3} = 0,37972 \text{ cm}^3$$

$$\Sigma G = 1195,36 \text{ cm}^3 \quad \Sigma \mu F = 1,000$$

=> Titik simpul H

$$K.h-g = 148,872 \text{ cm}^3 \quad \mu = \frac{148,872 \text{ cm}^3}{1344,24 \text{ cm}} = 0,11075 \text{ cm}^3$$

$$K.h-e = 592,593 \text{ cm}^3 \quad \mu = \frac{592,593 \text{ cm}^3}{1344,24 \text{ cm}^3} = 0,44084 \text{ cm}^3$$

$$K.h-i = 148,872 \text{ cm}^3 \quad \mu = \frac{148,872 \text{ cm}^3}{1344,24 \text{ cm}^3} = 0,11075 \text{ cm}^3$$

$$K.h-k = 453,901 \text{ cm}^3 \quad \mu = \frac{453,901 \text{ cm}^3}{1344,24 \text{ cm}^3} = 0,33766 \text{ cm}^3$$

$$\Sigma H = 1344,24 \text{ cm}^3 \quad \Sigma \mu H = 1,000$$

=> Titik simpul I

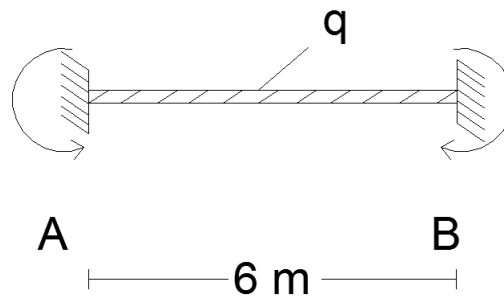
$$K.i-h = 148,872 \text{ cm}^3 \quad \mu = \frac{148,872 \text{ cm}^3}{1195,36 \text{ cm}} = 0,12454 \text{ cm}^3$$

$$K.i-f = 592,593 \text{ cm}^3 \quad \mu = \frac{592,593 \text{ cm}^3}{1195,36 \text{ cm}^3} = 0,49574 \text{ cm}^3$$

$$K.i-l = 453,901 \text{ cm}^3 \quad \mu = \frac{453,901 \text{ cm}^3}{1195,36 \text{ cm}^3} = 0,37972 \text{ cm}^3$$

$$\Sigma I = 1195,36 \text{ cm}^3 \quad \Sigma \mu I = 1,000$$

3.4.1.7. Menghitung momen jepitan



Gambar 3.5 Reaksi Perletakan

$$M_{A-B} = -\frac{q \cdot L^2}{12} = -\frac{q \cdot L^2}{12} = -\frac{2473,6 \text{ kg/m} \times (6\text{m})^2}{12} = -7425,1 \text{ kg/m}$$

$$M_{B-A} = \frac{q \cdot L^2}{12} = \frac{q \cdot L^2}{12} = \frac{2473,6 \text{ kg/m} \times (6\text{m})^2}{12} = 7425,08 \text{ kg/m}$$

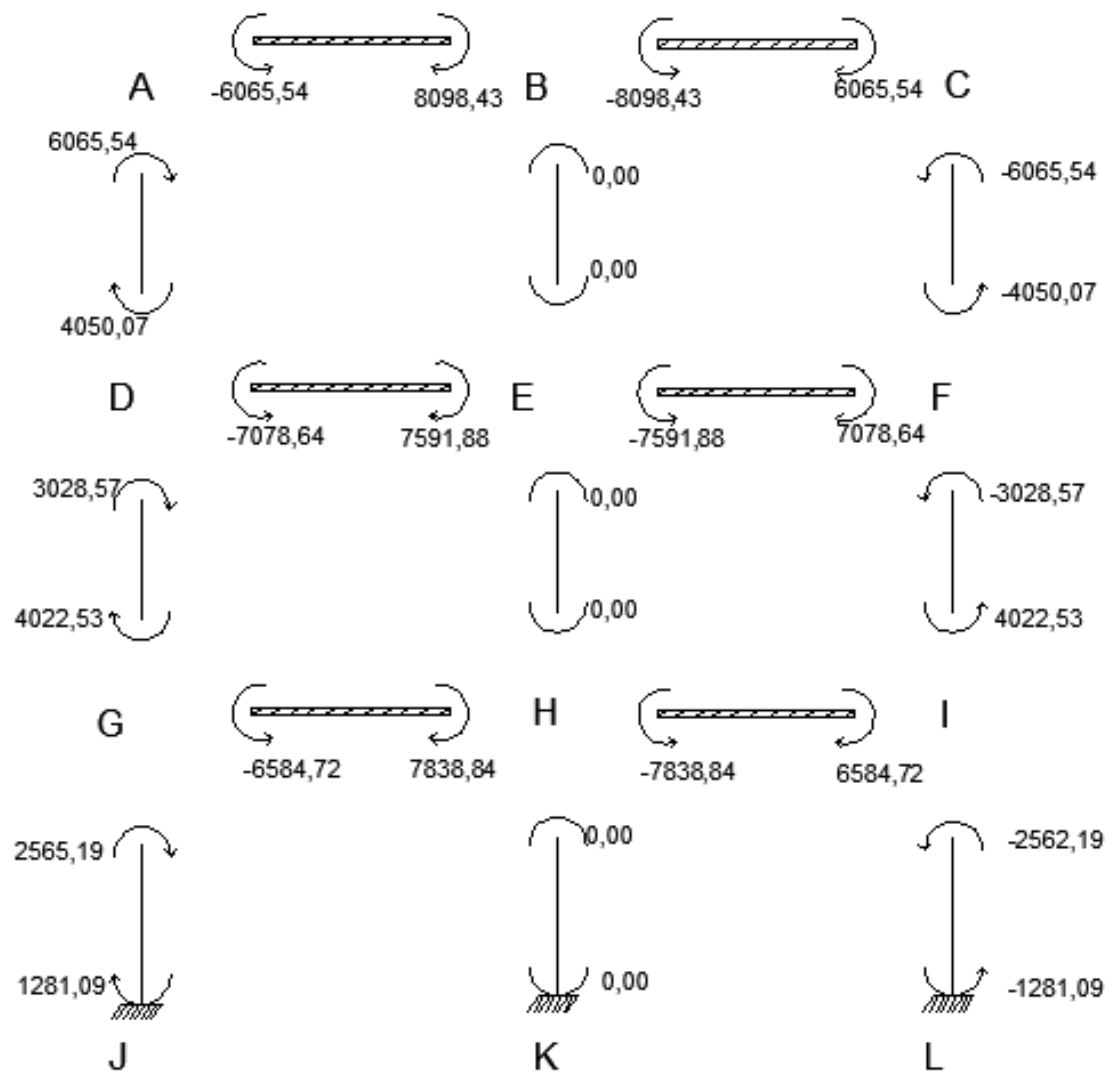
Setelah mendapatkan hasil dari momen jepitan maka selanjutnya kita dapat menghitung dengan menggunakan tabel cross untuk mendapatkan nilai momen yang akan di gunakan pada free body.

3.4.1.8. Distribusi Momen Cross

Tabel 3.1. disribusi momen cross

TTITK BUHUL	A		B			C		D			E				F			G			H				I			J	K	L
BATANG	a-b	a-d	b-a	b-c	b-e	c-b	c-f	d-a	d-e	d-g	e-d	e-b	ef	e-h	f-e	f-c	f-i	g-d	g-h	g-j	h-g	h-e	h-i	h-k	i-h	i-f	i-l	j-g	k-h	l-i
ANGKA DISTRIBUSI	0,20	0,80	0,17	0,17	0,67	0,20	0,80	0,44	0,11	0,44	0,10	0,40	0,10	0,40	0,11	0,44	0,44	0,50	0,12	0,38	0,11	0,44	0,11	0,34	0,12	0,50	0,38	0	0	0
MOMEN PRIMER	-7420,80		7420,80	-7420,80		7420,80			-7420,80		7420,80		-7420,80		7420,80				-7420,80		7420,80		-7420,80		7420,80					
BAL	1491,581	5929,219	0,000	0,000	0,000	-1491,581	-5929,219	3294,835	831,130	3294,835	0,000	0,000	0,000	0,000	-831,130	-3294,835	-3294,835	3680,717	920,179	2819,904	0,000	0,000	0,000	0,000	-920,179	-3680,717	-2819,904	0	0	0
CO	0,000	1647,418	745,790	-745,790	0,000	0,000	-1647,418	2964,610	0,000	1840,358	415,565	0,000	-415,565	0,000	0,000	-2964,610	-1840,358	1647,418	0,000	0,000	460,090	0,000	-460,090	0,000	0,000	-1647,418	0,000	1409,952	0	-1409,95
BAL	-331,131	-1316,287	0,000	0,000	0,000	331,131	1316,287	-2133,406	-538,156	-2133,406	0,000	0,000	0,000	0,000	538,156	2133,406	2133,406	-817,119	-204,280	-626,019	0,000	0,000	0,000	0,000	204,280	817,119	626,019	0	0	0
CO	0,000	-1066,703	-165,565	165,565	0,000	0,000	1066,703	-658,143	0,000	-408,560	-269,078	0,000	269,078	0,000	0,000	658,143	408,560	-1066,703	0,000	0,000	-102,140	0,000	102,140	0,000	0,000	1066,703	0,000	-313,0093	0	313,01
BAL	214,407	852,296	0,000	0,000	0,000	-214,407	-852,296	473,616	119,471	473,616	0,000	0,000	0,000	0,000	-119,471	-473,616	-473,616	529,085	132,271	405,347	0,000	0,000	0,000	0,000	-132,271	-529,085	-405,347	0	0	0
CO	0,000	236,808	107,204	-107,204	0,000	0,000	-236,808	426,148	0,000	264,542	59,735	0,000	-59,735	0,000	0,000	-426,148	-264,542	236,808	0,000	0,000	66,136	0,000	-66,136	0,000	0,000	-236,808	0,000	202,67355	0	-202,67
BAL	-47,598	-189,210	0,000	0,000	0,000	47,598	189,210	-306,666	-77,357	-306,666	0,000	0,000	0,000	0,000	77,357	306,666	306,666	-117,457	-29,364	-89,987	0,000	0,000	0,000	0,000	29,364	117,457	89,987	0	0	0
CO	0,000	-153,333	-23,799	23,799	0,000	0,000	153,333	-94,605	0,000	-58,728	-38,679	0,000	38,679	0,000	0,000	94,605	58,728	-153,333	0,000	0,000	-14,682	0,000	14,682	0,000	0,000	153,333	0,000	-44,99353	0	44,99
BAL	30,820	122,513	0,000	0,000	0,000	-30,820	-122,513	68,080	17,173	68,080	0,000	0,000	0,000	0,000	-17,173	-68,080	-68,080	76,053	19,013	58,267	0,000	0,000	0,000	0,000	-19,013	-76,053	-58,267	0	0	0
CO	0,000	34,040	15,410	-15,410	0,000	0,000	-34,040	61,257	0,000	38,027	8,587	0,000	-8,587	0,000	0,000	-61,257	-38,027	34,040	0,000	0,000	9,507	0,000	-9,507	0,000	0,000	-34,040	0,000	29,133309	0	-29,13
BAL	-6,842	-27,198	0,000	0,000	0,000	6,842	27,198	-44,082	-11,120	-44,082	0,000	0,000	0,000	0,000	11,120	44,082	44,082	-16,884	-4,221	-12,935	0,000	0,000	0,000	0,000	4,221	16,884	12,935	0	0	0
CO	0,000	-22,041	-3,421	3,421	0,000	0,000	22,041	-13,599	0,000	-8,442	-5,560	0,000	5,560	0,000	0,000	13,599	8,442	-22,041	0,000	0,000	-2,110	0,000	2,110	0,000	0,000	22,041	0,000	-6,467595	0	6,47
BAL	4,430	17,611	0,000	0,000	0,000	-4,430	-17,611	9,786	2,469	9,786	0,000	0,000	0,000	0,000	-2,469	-9,786	-9,786	10,932	2,733	8,376	0,000	0,000	0,000	0,000	-2,733	-10,932	-8,376	0	0	0
CO	0,000	4,893	2,215	-2,215	0,000	0,000	-4,893	8,805	0,000	5,466	1,234	0,000	-1,234	0,000	0,000	-8,805	-5,466	4,893	0,000	0,000	1,367	0,000	-1,367	0,000	0,000	-4,893	0,000	4,1877676	0	-4,19
BAL	-0,984	-3,910	0,000	0,000	0,000	0,984	3,910	-6,337	-1,598	-6,337	0,000	0,000	0,000	0,000	1,598	6,337	6,337	-2,427	-0,607	-1,859	0,000	0,000	0,000	0,000	0,607	2,427	1,859	0	0	0
CO	0,000	-3,168	-0,492	0,492	0,000	0,000	3,168	-1,955	0,000	-1,213	-0,799	0,000	0,799	0,000	0,000	1,955	1,213	-3,168	0,000	0,000	-0,303	0,000	0,303	0,000	0,000	3,168	0,000	-0,929684	0	0,93
BAL	0,637	2,531	0,000	0,000	0,000	-0,637	-2,531	1,407	0,355	1,407	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,355	-1,407	-1,407	1,571	0,393	1,204	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,393	-1,571	-1,204	0	0	0
CO	0,000	0,703	0,318	-0,318	0,000	0,000	-0,703	1,266	0,000	0,786	0,177	0,000	-0,177	0,000	0,000	-1,266	-0,786	0,703	0,000	0,000	0,196	0,000	-0,196	0,000	0,000	-0,703	0,000	0,6019706	0	-0,60
BAL	-0,141	-0,562	0,000	0,000	0,000	0,141	0,562	-0,911	-0,230	-0,911	0,000	0,000	0,000	0,000	0,230	0,911	0,911	-0,349	-0,087	-0,267	0,000	0,000	0,000	0,000	0,087	0,349	0,267	0	0	0
CO	0,000	-0,455	-0,071	0,071	0,000	0,000	0,455	-0,281	0,000	-0,174	-0,115	0,000	0,115	0,000	0,000	0,281	0,174	-0,455	0,000	0,000	-0,044	0,000	0,044	0,000	0,000	0,455	0,000	-0,133637	0	0,13
BAL	0,092	0,364	0,000	0,000	0,000	-0,092	-0,364	0,202	0,051	0,202	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,051	-0,202	-0,202	0,226	0,056	0,173	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,056	-0,226	-0,173	0	0	0
CO	0,000	0,101	0,046	-0,046	0,000	0,000	-0,101	0,182	0,000	0,113	0,026	0,000	-0,026	0,000	0,000	-0,182	-0,113	0,101	0,000	0,000	0,028	0,000	-0,028	0,000	0,000	-0,101	0,000	0,0865303	0	-0,09
BAL	-0,020	-0,081	0,000	0,000	0,000	0,020	0,081	-0,131	-0,033	-0,131	0,000	0,000	0,000	0,000	0,033	0,131	0,131	-0,050	-0,013	-0,038	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,050	0,038	0	0	0
CO	0,000	-0,065	-0,010	0,010	0,000	0,000	0,065	-0,040	0,000	-0,025	-0,017	0,000	0,017	0,000	0,000	0,040	0,025	-0,065	0,000	0,000	-0,006	0,000	0,006	0,000	0,000	0,065	0,000	-0,01921	0	0,02
BAL	0,013	0,052	0,000	0,000	0,000	-0,013	-0,052	0,029	0,007	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,007	-0,029	-0,029	0,032	0,008	0,025	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,008	-0,032	-0,025	0	0	0
CO	0,000	0,015	0,007	-0,007	0,000	0,000	-0,015	0,026	0,000	0,016	0,004	0,000	-0,004	0,000	0,000	-0,026	-0,016	0,015	0,000	0,000	0,004	0,000	-0,004	0,000	0,000	-0,015	0,000	0,0124383	0	-0,01
BAL	-0,003	-0,012	0,000	0,000	0,000	0,003	0,012	-0,019	-0,005	-0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,019	0,019	-0,007	-0,002	-0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,007	0,006	0	0	0
CO	0,000	-0,009	-0,001	0,001	0,000	0,000	0,009	-0,006	0,000	-0,004	-0,002	0,000	0,002	0,000	0,000	0,006	0,004	-0,009	0,000	0,000	-0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,009	0,000	-0,002761	0	0,00
BAL	0,002	0,008	0,000	0,000	0,000	-0,002	-0,008	0,004	0,001	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001	-0,004	-0,004	0,005	0,001	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001	-0,005	-0,004	0	0	0
CO	0,000	0,002	0,001	-0,001	0,000	0,000	-0,002	0,004	0,000	0,002	0,001	0,000	-0,001	0,000	0,000	-0,004	-0,002	0,002	0,000	0,000	0,001	0,000	-0,001	0,000	0,000	-0,002	0,000	0,0017879	0	0,00
BAL	0,000	-0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	-0,003	-0,001	-0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,003	0,003	-0,001	0,000	-0,001	0,000	0,000								

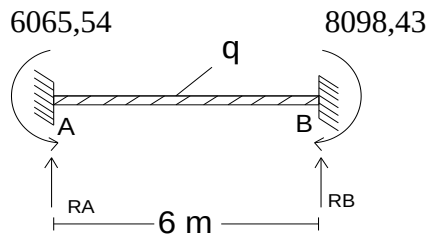
3.4.1.9. Penggambaran Free Body



Gambar 3.6 Free Body

3.4.1.10. Mengitung Reaksi Perletakan

=> Batang A-B



$$-R_b \times 6 + q l \times \frac{1}{2} - 6065,54 + 8098,43 = 0$$

$$-R_b \times 6 + 14850,17 \times \frac{6}{2} - 6065,54 + 8098,43 = 0$$

$$-R_b \times 6 + 44550,50 - 6065,54 + 8098,43 = 0$$

$$-6 R_b = -46583,40$$

$$R_b = \frac{-46583,40}{-6}$$

$$R_b = 7763,90$$

$$\sum M_b = 0$$

$$R_a \times 6 - q l \times \frac{1}{2} - 6065,54 + 8098,43 = 0$$

$$R_a \times 6 - 14850,17 \times \frac{6}{2} - 6065,54 + 8098,43 = 0$$

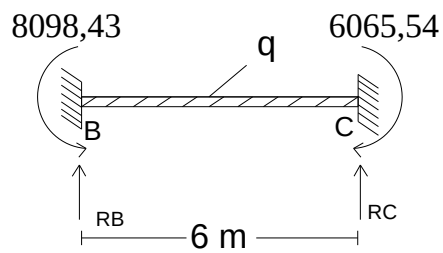
$$R_a \times 6 - 44550,50 - 6065,54 + 8098,43 = 0$$

$$6 R_a = 42517,61$$

$$R_a = \frac{42517,61}{6}$$

$$R_a = 7086,27$$

=> Batang B-C



$$\sum M_b = 0$$

$$-R_c \times 6 + q l \times \frac{1}{2} - 8098,43 + 6065,54 = 0$$

$$-R_c \times 6 + 14850,17 \times \frac{6}{2} - 8098,43 + 6065,54 = 0$$

$$-R_c \times 6 + 44550,50 - 8098,43 + 6065,54 = 0$$

$$-6 R_c = -42517,61$$

$$R_c = \frac{-42517,61}{-6}$$

$$R_c = 7086,27$$

$$\sum M_c = 0$$

$$R_b \times 6 - q l \times \frac{1}{2} - 8098,43 + 6065,54 = 0$$

$$R_b \times 6 - 14850,17 \times \frac{6}{2} - 8098,43 + 6065,54 = 0$$

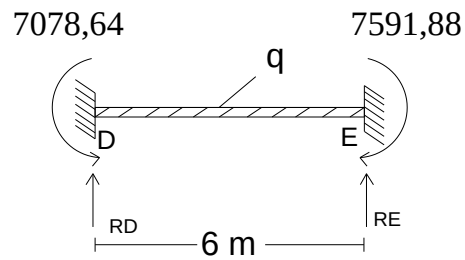
$$R_b \times 6 - 44550,50 - 8098,43 + 6065,54 = 0$$

$$6 R_b = 46583,40$$

$$R_b = \frac{46583,40}{6}$$

$$R_b = 7763,90$$

=> Batang D-E



$$\sum M_d = 0$$

$$-R_e \times 6 + q l \times \frac{1}{2} - 7078,64 + 7591,88 = 0$$

$$-R_e \times 6 + 14850,17 \times \frac{6}{2} - 7078,64 + 7591,88 = 0$$

$$-R_e \times 6 + 44550,50 - 7078,64 + 7591,88 = 0$$

$$-6 R_e = -45063,74$$

$$R_e = \frac{-45063,74}{-6}$$

$$R_e = 7510,62$$

$$\sum M_e = 0$$

$$R_d \times 6 - q l \times \frac{1}{2} - 7078,64 + 7591,88 = 0$$

$$R_d \times 6 - 14850,17 \times \frac{6}{2} - 7078,64 + 7591,88 = 0$$

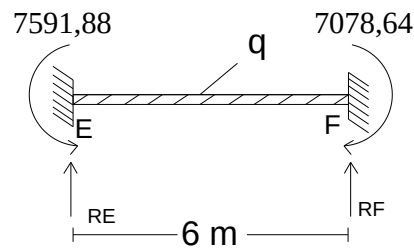
$$R_d \times 6 - 44550,50 - 7078,64 + 7591,88 = 0$$

$$6 R_d = 44037,27$$

$$R_d = \frac{44037,27}{6}$$

$$R_d = 7339,54$$

=> Batang E-F



$$\sum M_e = 0$$

$$-R_f \times 6 + q l \times \frac{1}{2} - 7591,88 + 7078,64 = 0$$

$$-R_f \times 6 + 14850,17 \times \frac{6}{2} - 7591,88 + 7078,64 = 0$$

$$-R_f \times 6 + 44550,50 - 7591,88 + 7078,64 = 0$$

$$-6 -R_f = -44037,27$$

$$R_f = \frac{-44037,27}{-6}$$

$$R_f = 7339,54$$

$$\sum M_f = 0$$

$$R_e \times 6 - q l \times \frac{1}{2} - 7591,88 + 7078,64 = 0$$

$$R_e \times 6 - 14850,17 \times \frac{6}{2} - 7591,88 + 7078,64 = 0$$

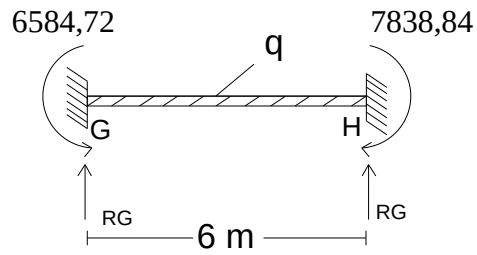
$$R_e \times 6 - 44550,50 - 7591,88 + 7078,64 = 0$$

$$6 R_e = 45063,74$$

$$R_e = \frac{45063,74}{6}$$

$$R_e = 7510,62$$

=> Batang G-H



$$\sum M_g = 0$$

$$-R_h \times 6 + q l \times \frac{1}{2} - 6584,72 + 7838,84 = 0$$

$$-R_h \times 6 + 14850,17 \times \frac{6}{2} - 6584,72 + 7838,84 = 0$$

$$-R_h \times 6 + 44550,50 - 6584,72 + 7838,84 = 0$$

$$-6 R_h = -45804,63$$

$$R_h = \frac{-45804,63}{-6}$$

$$R_h = 7634,10$$

$$\sum M_h = 0$$

$$R_g \times 6 - q l \times \frac{1}{2} - 6584,72 + 7838,84 = 0$$

$$R_g \times 6 - 14850,17 \times \frac{6}{2} - 6584,72 + 7838,84 = 0$$

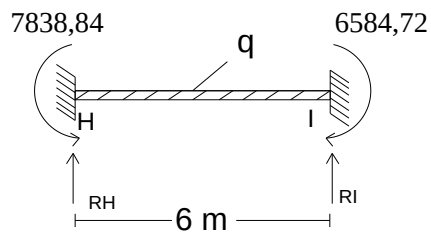
$$R_g \times 6 - 44550,50 - 6584,72 + 7838,84 = 0$$

$$6 R_g = 43296,38$$

$$R_g = \frac{43296,38}{6}$$

$$R_g = 7216,06$$

=> Batang H-I



$$\sum M_h = 0$$

$$-R_i \times 6 + q l \times \frac{1}{2} - 7838,84 + 6584,72 = 0$$

$$-R_i \times 6 + 14850,17 \times \frac{6}{2} - 7838,84 + 6584,72 = 0$$

$$-R_i \times 6 + 44550,50 - 7838,84 + 6584,72 = 0$$

$$-6 R_i = -43296,38$$

$$R_i = \frac{-43296,38}{-6}$$

$$R_i = 7216,06$$

$$\sum M_i = 0$$

$$R_h \times 6 - q l \times \frac{1}{2} - 7838,84 + 6584,72 = 0$$

$$R_h \times 6 - 14850,17 \times \frac{6}{2} - 7838,84 + 6584,72 = 0$$

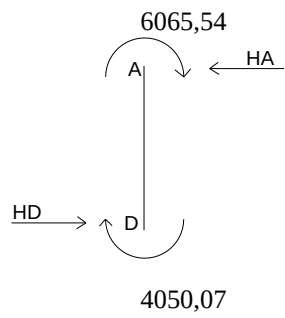
$$R_h \times 6 - 44550,50 - 7838,84 + 6584,72 = 0$$

$$6 R_h = 45804,63$$

$$R_h = \frac{45804,63}{6}$$

$$R_h = 7634,10$$

=> Batang A-D



$$\sum M_a = 0$$

$$-H_d \times 3,6 + 4050,07 + 6065,54 = 0$$

$$3,6 H_d + 10115,61$$

$$-3,6 H_d = -10115,61 = 0$$

$$H_d = \frac{-10115,61}{-3,6}$$

$$H_d = 2809,892$$

$$\sum M_d = 0$$

$$-H_a \times 3,6 + 6065,54 + 4050,07 = 0$$

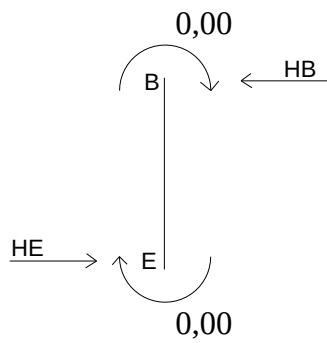
$$-3,6 H_d + 10115,61 = 0$$

$$-3,6 H_a = -10115,61 = 0$$

$$H_a = \frac{-10115,61}{-3,6}$$

$$H_a = 2809,892$$

=> Batang B-E, E-H = 0



$$\sum M_b = 0$$

$$-H_e \times 0 + 0,00 + 0,00 = 0$$

$$3,6 H_e + 0,00 = 0$$

$$-3,6 H_e = 0,00 = 0$$

$$H_e = \frac{0,00}{-3,6}$$

$$H_e = 0,000$$

$$\sum M_e = 0$$

$$-H_b \times 0 + 0,00 + 0,00 = 0$$

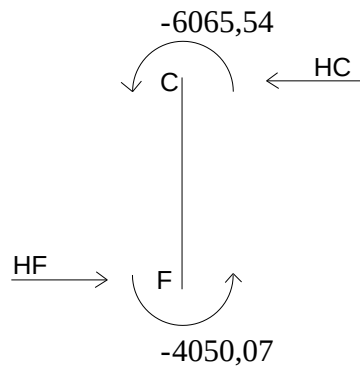
$$-3,6 H_b \times 0,00 = 0$$

$$-3,6 H_b = 0,00 = 0$$

$$H_b = \frac{0,00}{-3,6}$$

$$H_b = 0,000$$

=> Batang C-F



$$\sum M_c = 0$$

$$-H_f \times 0 + -4050,07 + -6065,54 = 0$$

$$-3,6 H_f + -10115,61$$

$$-3,6 H_f = 10115,61 = 0$$

$$H_f = \frac{10115,61}{-3,6}$$

$$H_f = -2809,892$$

$$\sum M_f = 0$$

$$-H_c \times 0 + -6065,54 + -4050,07 = 0$$

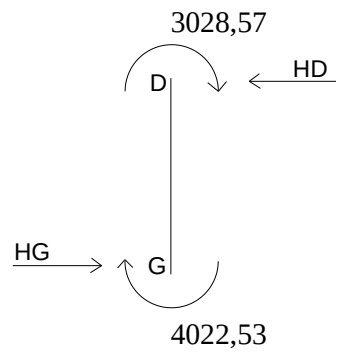
$$-3,6 H_c \times -10115,61 = 0$$

$$-3,6 H_c = 10115,61 = 0$$

$$H_c = \frac{10115,61}{-3,6}$$

$$H_c = -2809,892$$

=> Batang D-G



$$\sum M_d = 0$$

$$-H_g \times 3,6 + 4022,53 + 3028,57 = 0$$

$$3,6 H_g + 7051,10$$

$$-3,6 H_d = -7051,10 = 0$$

$$H_g = \frac{-7051,10}{-3,6}$$

$$H_g = 1958,639$$

$$\sum M_g = 0$$

$$-H_d \times 3,6 + 3028,57 + 4022,53 = 0$$

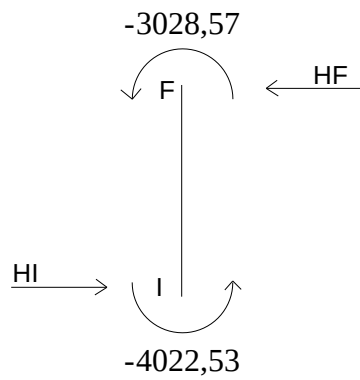
$$-3,6 H_d + 7051,10 = 0$$

$$-3,6 H_d = -7051,10 = 0$$

$$H_d = \frac{-7051,10}{-3,6}$$

$$H_d = 1958,639$$

=> Batang F-I



$$\sum M_f = 0$$

$$-H_i \times 0 - 4022,53 - 3028,57 = 0$$

$$-3,6 H_i - 993,96$$

$$-3,6 H_i = 993,96 = 0$$

$$H_i = \frac{993,96}{-3,6}$$

$$H_i = -276,100$$

$$\sum M_i = 0$$

$$-H_f \times 0 - 3028,57 - 4022,53 = 0$$

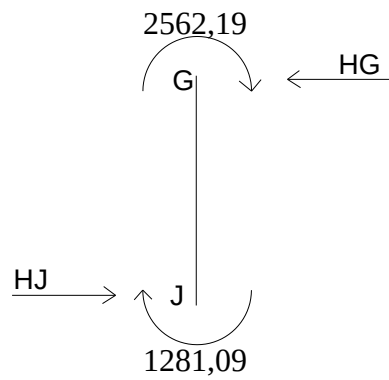
$$-3,6 H_f - 993,96 = 0$$

$$-3,6 H_f = 993,96 = 0$$

$$H_f = \frac{993,96}{-3,6}$$

$$H_f = -276,1003$$

=> Batang G-J



$$\sum M_g = 0$$

$$-H_j \times 4,7 + 1281,09 + 2562,19 = 0$$

$$-3,6 H_j + 3843,28$$

$$-3,6 H_j = -3843,28 = 0$$

$$H_j = \frac{-3843,28}{-3,6}$$

$$H_j = 1067,578$$

$$\sum M_j = 0$$

$$-H_g \times 4,7 + 2562,19 + 1281,09 = 0$$

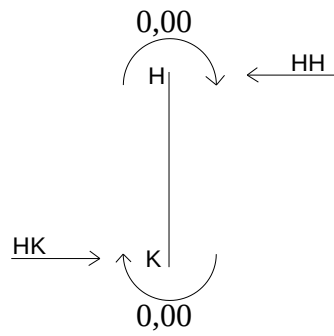
$$-3,6 H_g + 3843,28 = 0$$

$$-3,6 H_g = -3843,28 = 0$$

$$H_g = \frac{-3843,28}{-3,6}$$

$$H_g = 1067,578$$

=> Batang HK = 0



$$\sum M_h = 0$$

$$-H_k \times 4,7 + 0,00 + 0,00 = 0$$

$$-4,7 H_k + 0,00 = 0$$

$$-4,7 H_k = 0,00 = 0$$

$$H_k = \frac{0,00}{-4,7}$$

$$H_k = 0,000$$

$$\sum M_k = 0$$

$$-H_h \times 4,7 + 0,00 + 0,00 = 0$$

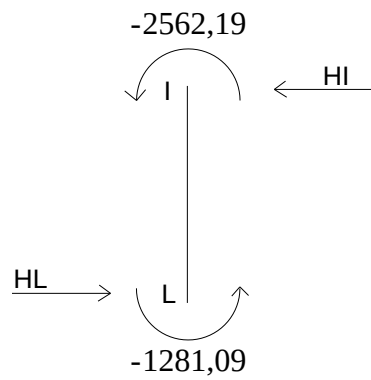
$$-4,7 H_h + 0,00 = 0$$

$$-4,7 H_h = 0,00 = 0$$

$$H_h = \frac{0,00}{-4,7}$$

$$H_h = 0,000$$

=> Batang I-L



$$\sum M_i = 0$$

$$-H_i \times 4,7 - 1281,09 - 2562,19 = 0$$

$$-4,7 H_i - 1281,09 = 0$$

$$-4,7 H_i = 1281,09 = 0$$

$$H_i = \frac{1281,09}{-3,6}$$

$$H_i = -355,859$$

$$\sum M_i = 0$$

$$-H_i \times 4,7 - 2562,19 - 1281,09 = 0$$

$$-3,6 H_i - 1281,09 = 0$$

$$-3,6 H_i = 1281,09 = 0$$

$$H_i = \frac{1281,09}{-3,6}$$

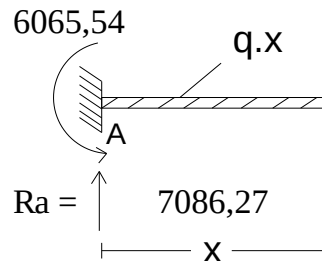
$$H_i = -355,8593$$

3.4.1.11. Menghitung Gaya-Gaya Dalam

=> Batang A-B

tinjau kiri $0 < x < 3$

$$q = 2475,03$$



$$Q_x = 0$$

$$\text{maka } R_a - \frac{qx}{2}$$

$$\text{jika } x = 0, \text{ maka } R_a - \frac{qx}{2} = 7086,27 - \frac{0}{2} = 7086,27$$

$$\text{jika } x = 3, \text{ maka } R_a - \frac{qx}{2} = 7086,27 - \frac{7425,08}{2} = 3373,73$$

$$M_x = 0$$

$$\text{maka } = R_a \cdot x - M_a - \frac{qx^2}{2} = 0$$

$$\text{jika } x = 0,00, \text{ maka } = 7086,27 \times 0,00 - 6065,54 - \frac{0,00}{2} = -6065,54$$

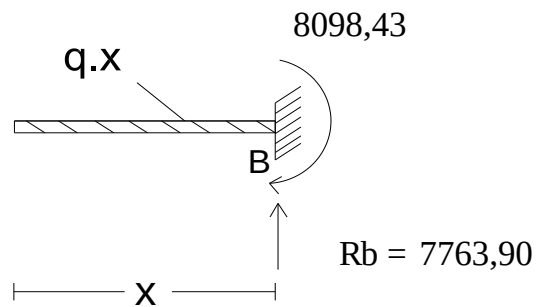
$$\text{jika } x = 0,75, \text{ maka } = 7086,27 \times 0,75 - 6065,54 - \frac{1392,20}{2} = -1446,94$$

$$\text{jika } x = 1,50, \text{ maka } = 7086,27 \times 1,50 - 6065,54 - \frac{5568,81}{2} = 1779,46$$

$$\text{jika } x = 2,25, \text{ maka } = 7086,27 \times 2,25 - 6065,54 - \frac{12529,83}{2} = 3613,65$$

$$\text{jika } x = 3,00, \text{ maka } = 7086,27 \times 3,00 - 6065,54 - \frac{22275,25}{2} = 4055,64$$

tinjau kanan $0 < x < 3$



$$Q_x = 0$$

$$\text{maka } -R_b + \frac{qx}{2}$$

$$\text{jika } x = 0, \text{ maka } -R_b + \frac{qx}{2} = -7763,90 + \frac{0,00}{2} = -7763,90$$

$$\text{jika } x = 3, \text{ maka } -R_b + \frac{qx}{2} = -7763,90 + \frac{7425,08}{2} = -4051,4$$

$$M_x = 0$$

$$\text{maka } = R_b \cdot x - M_b - \frac{qx^2}{2} = 0$$

$$\text{jika } x = 0,00, \text{ maka } = 7763,90 \times 0,00 - 8098,43 - \frac{0,00}{2} = -8098,43$$

$$\text{jika } x = 0,75, \text{ maka } = 7763,90 \times 0,75 - 8098,43 - \frac{1392,20}{2} = -2971,61$$

$$\text{jika } x = 1,50, \text{ maka } = 7763,90 \times 1,50 - 8098,43 - \frac{5568,81}{2} = 763,01$$

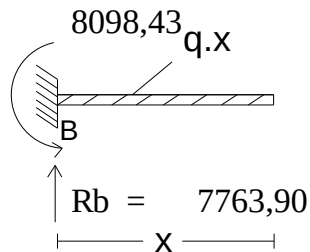
$$\text{jika } x = 2,25, \text{ maka } = 7763,90 \times 2,25 - 8098,43 - \frac{12529,83}{2} = 3105,43$$

$$\text{jika } x = 3,00, \text{ maka } = 7763,90 \times 3,00 - 8098,43 - \frac{22275,25}{2} = 4055,64$$

=> Batang B-C

tinjau kiri $0 < x < 3$

$$q = 2475,03$$



$$Q_x = 0$$

$$\text{maka } R_b - \frac{qx}{2}$$

$$\text{jika } x = 0, \text{ maka } R_b - \frac{qx}{2} = 7763,90 - \frac{0}{2} = 7763,9$$

$$\text{jika } x = 3, \text{ maka } R_b - \frac{qx}{2} = 7763,90 - \frac{7425,08}{2} = 4051,36$$

$$M_x = 0$$

$$\text{maka } R_b \cdot x - M_b - \frac{qx^2}{2} = 0$$

$$\text{jika } x = 0,00, \text{ maka } = 7763,90 \times 0,00 - 8098,43 - \frac{0,00}{2} = -8098,43$$

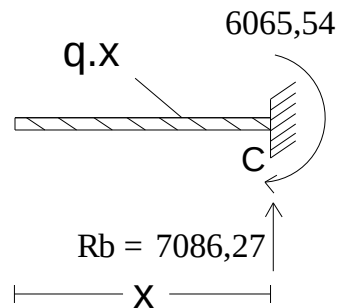
$$\text{jika } x = 0,75, \text{ maka } = 7763,90 \times 0,75 - 8098,43 - \frac{1392,20}{2} = -2971,61$$

$$\text{jika } x = 1,50, \text{ maka } = 7763,90 \times 1,50 - 8098,43 - \frac{5568,81}{2} = 763,01$$

$$\text{jika } x = 2,25, \text{ maka } = 7763,90 \times 2,25 - 8098,43 - \frac{12529,83}{2} = 3105,43$$

$$\text{jika } x = 3,00, \text{ maka } = 7763,90 \times 3,00 - 8098,43 - \frac{22275,25}{2} = 4055,64$$

tinjau kanan $0 < x < 3$



$$Q_x = 0$$

$$\text{maka } -R_c + \frac{qx}{2}$$

$$\text{jika } x = 0, \text{ maka } -R_c + \frac{qx}{2} = 7086,27 + \frac{0,00}{2} = 7086,27$$

$$\text{jika } x = 3, \text{ maka } -R_c + \frac{qx}{2} = 7086,27 + \frac{7425,08}{2} = 10798,8$$

$$M_x = 0$$

$$\text{maka } = R_b \cdot x - M_b - \frac{qx^2}{2} = 0$$

$$\text{jika } x = 0,00, \text{ maka } = 7086,27 \times 0,00 - 6065,54 - \frac{0,00}{2} = -6065,54$$

$$\text{jika } x = 0,75, \text{ maka } = 7086,27 \times 0,75 - 6065,54 - \frac{1392,20}{2} = -1446,94$$

$$\text{jika } x = 1,50, \text{ maka } = 7086,27 \times 1,50 - 6065,54 - \frac{5568,81}{2} = 1779,46$$

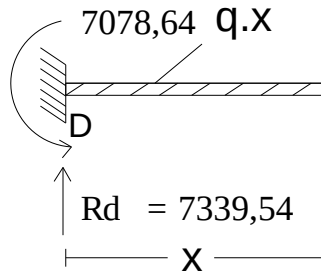
$$\text{jika } x = 2,25, \text{ maka } = 7086,27 \times 2,25 - 6065,54 - \frac{12529,83}{2} = 3613,65$$

$$\text{jika } x = 3,00, \text{ maka } = 7086,27 \times 3,00 - 6065,54 - \frac{22275,25}{2} = 4055,64$$

=> Batang D-E

tinjau kiri $0 < x < 3$

$$q = 2475,03$$



$$Q_x = 0$$

$$\text{maka } R_d = \frac{qx}{2}$$

$$\text{jika } x = 0, \text{ maka } R_d = \frac{qx}{2} = 7339,54 - \frac{0}{2} = 7339,54$$

$$\text{jika } x = 3, \text{ maka } R_d = \frac{qx}{2} = 7339,54 - \frac{7425,08}{2} = 3627$$

$$M_x = 0$$

$$\text{maka } = R_d \cdot x - M_d - \frac{qx^2}{2} = 0$$

$$\text{jika } x = 0,00, \text{ maka } = 7339,54 \times 0,00 - 7078,64 - \frac{0,00}{2} = -7078,64$$

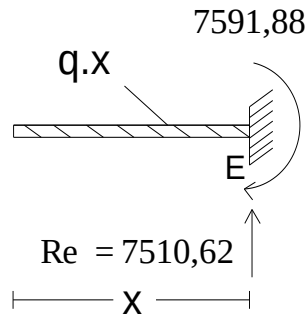
$$\text{jika } x = 0,75, \text{ maka } = 7339,54 \times 0,75 - 7078,64 - \frac{1392,20}{2} = -2270,09$$

$$\text{jika } x = 1,50, \text{ maka } = 7339,54 \times 1,50 - 7078,64 - \frac{5568,81}{2} = 1146,27$$

$$\text{jika } x = 2,25, \text{ maka } = 7339,54 \times 2,25 - 7078,64 - \frac{12529,83}{2} = 3170,42$$

$$\text{jika } x = 3,00, \text{ maka } = 7339,54 \times 3,00 - 7078,64 - \frac{22275,25}{2} = 3802,37$$

tinjau kanan $0 < x < 3$



$$Q_x = 0$$

$$\text{maka } -R_e + \frac{qx}{2}$$

$$\text{jika } x = 0, \text{ maka } -R_e + \frac{qx}{2} = 7510,62 + \frac{0,00}{2} = 7510,62$$

$$\text{jika } x = 3, \text{ maka } -R_e + \frac{qx}{2} = 7510,62 + \frac{7425,08}{2} = 11223,2$$

$$M_x = 0$$

$$\text{maka } = R_e \cdot x - M_e - \frac{qx^2}{2} = 0$$

$$\text{jika } x = 0,00, \text{ maka } = 7510,62 \times 0,00 - 7591,88 - \frac{0,00}{2} = -7591,88$$

$$\text{jika } x = 0,75, \text{ maka } = 7510,62 \times 0,75 - 7591,88 - \frac{1392,20}{2} = -2655,01$$

$$\text{jika } x = 1,50, \text{ maka } = 7510,62 \times 1,50 - 7591,88 - \frac{5568,81}{2} = 889,65$$

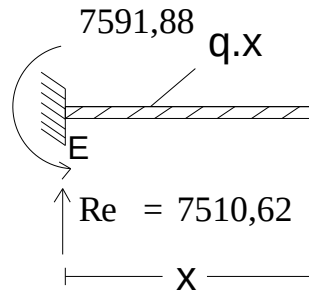
$$\text{jika } x = 2,25, \text{ maka } = 7510,62 \times 2,25 - 7591,88 - \frac{12529,83}{2} = 3042,11$$

$$\text{jika } x = 3,00, \text{ maka } = 7510,62 \times 3,00 - 7591,88 - \frac{22275,25}{2} = 3802,37$$

=> Batang E-F

tinjau kiri $0 < x < 3$

$$q = 2475,03$$



$$Q_x = 0$$

$$\text{maka } R_e - \frac{qx}{2}$$

$$\text{jika } x = 0, \text{ maka } R_e - \frac{qx}{2} = 7510,62 - \frac{0}{2} = 7510,62$$

$$\text{jika } x = 3, \text{ maka } R_e - \frac{qx}{2} = 7510,62 - \frac{7425,08}{2} = 3798,08$$

$$M_x = 0$$

$$\text{maka } = R_e \cdot x - M_e - \frac{qx^2}{2} = 0$$

$$\text{jika } x = 0,00, \text{ maka } = 7510,62 \times 0,00 - 7591,88 - \frac{0,00}{2} = -7591,88$$

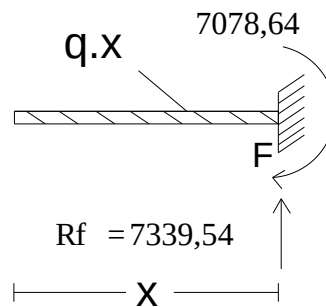
$$\text{jika } x = 0,75, \text{ maka } = 7510,62 \times 0,75 - 7591,88 - \frac{1392,20}{2} = -2655,01$$

$$\text{jika } x = 1,50, \text{ maka } = 7510,62 \times 1,50 - 7591,88 - \frac{5568,81}{2} = 889,65$$

$$\text{jika } x = 2,25, \text{ maka } = 7510,62 \times 2,25 - 7591,88 - \frac{12529,83}{2} = 3042,11$$

$$\text{jika } x = 3,00, \text{ maka } = 7510,62 \times 3,00 - 7591,88 - \frac{22275,25}{2} = 3802,37$$

tinjau kanan $0 < x < 3$



$$Q_x = 0$$

$$\text{maka } -R_f + \frac{qx}{2}$$

$$\text{jika } x = 0, \text{ maka } -R_f + \frac{qx}{2} = 7339,54 + \frac{0,00}{2} = 7339,54$$

$$\text{jika } x = 3, \text{ maka } -R_f + \frac{qx}{2} = 7339,54 + \frac{7425,08}{2} = 11052,1$$

$$M_x = 0$$

$$\text{maka } = R_f \cdot x - M_f - \frac{qx^2}{2} = 0$$

$$\text{jika } x = 0,00, \text{ maka } = 7339,54 \times 0,00 - 7078,64 - \frac{0,00}{2} = -7078,64$$

$$\text{jika } x = 0,75, \text{ maka } = 7339,54 \times 0,75 - 7078,64 - \frac{1392,20}{2} = -2270,09$$

$$\text{jika } x = 1,50, \text{ maka } = 7339,54 \times 1,50 - 7078,64 - \frac{5568,81}{2} = 1146,27$$

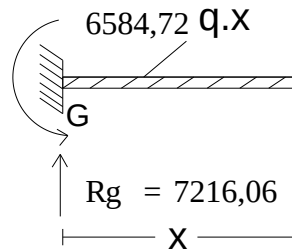
$$\text{jika } x = 2,25, \text{ maka } = 7339,54 \times 2,25 - 7078,64 - \frac{12529,83}{2} = 3170,42$$

$$\text{jika } x = 3,00, \text{ maka } = 7339,54 \times 3,00 - 7078,64 - \frac{22275,25}{2} = 3802,37$$

=> Batang G-H

tinjau kiri $0 < x < 3$

$$q = 2475,03$$



$$Q_x = 0$$

$$\text{maka } R_e = -\frac{qx}{2}$$

$$\text{jika } x = 0, \text{ maka } R_e = -\frac{qx}{2} = 7216,06 - \frac{0}{2} = 7216,06$$

$$\text{jika } x = 3, \text{ maka } R_e = -\frac{qx}{2} = 7216,06 - \frac{7425,08}{2} = 3503,52$$

$$M_x = 0$$

$$\text{maka } = R_e \cdot x - M_e - \frac{qx^2}{2} = 0$$

$$\text{jika } x = 0,00, \text{ maka } = 7216,06 \times 0,00 - 6584,72 - \frac{0,00}{2} = -6584,72$$

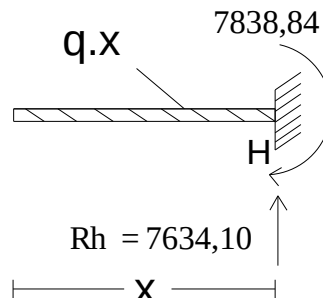
$$\text{jika } x = 0,75, \text{ maka } = 7216,06 \times 0,75 - 6584,72 - \frac{1392,20}{2} = -1868,77$$

$$\text{jika } x = 1,50, \text{ maka } = 7216,06 \times 1,50 - 6584,72 - \frac{5568,81}{2} = 1454,97$$

$$\text{jika } x = 2,25, \text{ maka } = 7216,06 \times 2,25 - 6584,72 - \frac{12529,83}{2} = 3386,51$$

$$\text{jika } x = 3,00, \text{ maka } = 7216,06 \times 3,00 - 6584,72 - \frac{22275,25}{2} = 3925,85$$

tinjau kanan $0 < x < 3$



$$Q_x = 0$$

$$\text{maka } -R_f + \frac{qx}{2}$$

$$\text{jika } x = 0, \text{ maka } -R_f + \frac{qx}{2} = 7634,10 + \frac{0,00}{2} = 7634,10$$

$$\text{jika } x = 3, \text{ maka } -R_f + \frac{qx}{2} = 7634,10 + \frac{7425,08}{2} = 11346,6$$

$$M_x = 0$$

$$\text{maka } = R_f \cdot x - M_f - \frac{qx^2}{2} = 0$$

$$\text{jika } x = 0,00, \text{ maka } = 7634,10 \times 0,00 - 7838,84 - \frac{0,00}{2} = -7838,84$$

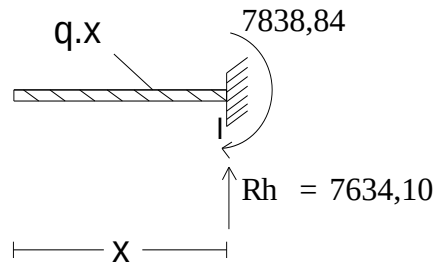
$$\text{jika } x = 0,75, \text{ maka } = 7634,10 \times 0,75 - 7838,84 - \frac{1392,20}{2} = -2809,36$$

$$\text{jika } x = 1,50, \text{ maka } = 7634,10 \times 1,50 - 7838,84 - \frac{5568,81}{2} = 827,91$$

$$\text{jika } x = 2,25, \text{ maka } = 7634,10 \times 2,25 - 7838,84 - \frac{12529,83}{2} = 3072,98$$

$$\text{jika } x = 3,00, \text{ maka } = 7634,10 \times 3,00 - 7838,84 - \frac{22275,25}{2} = 3925,85$$

=> Batang H-I
 tinjau kiri $0 < x < 3$
 $q = 2475,03$



$$Q_x = 0$$

$$\text{maka } R_e = -\frac{qx}{2}$$

$$\text{jika } x = 0, \text{ maka } R_e = -\frac{qx}{2} = 7634,10 - \frac{0}{2} = 7634,1$$

$$\text{jika } x = 3, \text{ maka } R_e = -\frac{qx}{2} = 7634,10 - \frac{7425,08}{2} = 3921,56$$

$$M_x = 0$$

$$\text{maka } = R_e \cdot x - M_e - \frac{qx^2}{2} = 0$$

$$\text{jika } x = 0,00, \text{ maka } = 7634,10 \times 0,00 - 7838,84 - \frac{0,00}{2} = -7838,84$$

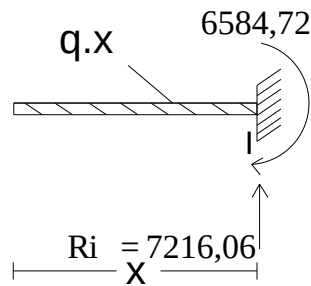
$$\text{jika } x = 0,75, \text{ maka } = 7634,10 \times 0,75 - 7838,84 - \frac{1392,20}{2} = -2809,36$$

$$\text{jika } x = 1,50, \text{ maka } = 7634,10 \times 1,50 - 7838,84 - \frac{5568,81}{2} = 827,91$$

$$\text{jika } x = 2,25, \text{ maka } = 7634,10 \times 2,25 - 7838,84 - \frac{12529,83}{2} = 3072,98$$

$$\text{jika } x = 3,00, \text{ maka } = 7634,10 \times 3,00 - 7838,84 - \frac{22275,25}{2} = 3925,85$$

tinjau kanan $0 < x < 3$



$$Q_x = 0$$

$$\text{maka } -R_f + \frac{qx}{2}$$

$$\text{jika } x = 0, \text{ maka } -R_f + \frac{qx}{2} = 7216,06 + \frac{0,00}{2} = 7216,06$$

$$\text{jika } x = 3, \text{ maka } -R_f + \frac{qx}{2} = 7216,06 + \frac{7425,08}{2} = 10928,6$$

$$M_x = 0$$

$$\text{maka } = R_f \cdot x - M_f - \frac{qx^2}{2} = 0$$

$$\text{jika } x = 0,00, \text{ maka } = 7216,06 \times 0,00 - 6584,72 - \frac{0,00}{2} = -6584,72$$

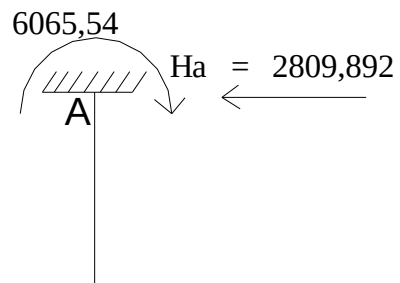
$$\text{jika } x = 0,75, \text{ maka } = 7216,06 \times 0,75 - 6584,72 - \frac{1392,20}{2} = -1868,77$$

$$\text{jika } x = 1,50, \text{ maka } = 7216,06 \times 1,50 - 6584,72 - \frac{5568,81}{2} = 1454,97$$

$$\text{jika } x = 2,25, \text{ maka } = 7216,06 \times 2,25 - 6584,72 - \frac{12529,83}{2} = 3386,51$$

$$\text{jika } x = 3,00, \text{ maka } = 7216,06 \times 3,00 - 6584,72 - \frac{22275,25}{2} = 3925,85$$

=> Batang A-D
 Tinjau Atas
 Jarak = 3,6

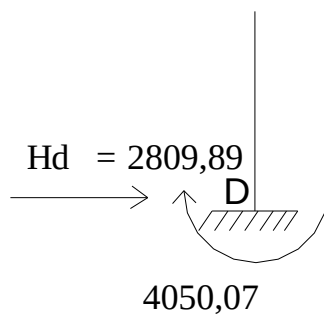


$$N_x = 0$$

$$0 < x < 3$$

$$N_x = H_a = 2809,89$$

Tinjau bawah
 Jarak = 3,6

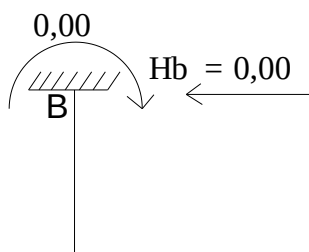


$$N_x = 0$$

$$0 < x < 3$$

$$N_x = H_d = 2809,89$$

=> Batang B-E = E-H = H-K
 Tinjau Atas
 Jarak = 3,6

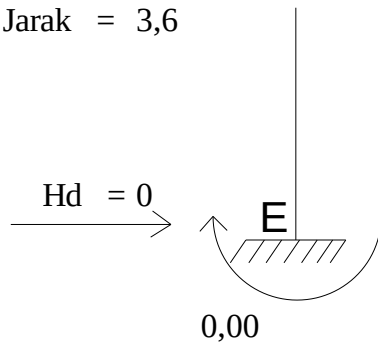


$$N_x = 0$$

$$0 < x < 3$$

$$N_x = H_b = 0,00$$

Tinjau bawah
Jarak = 3,6

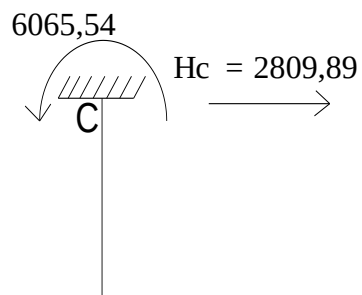


$$N_x = 0$$

$$0 < x < 3$$

$$N_x = H_b = 0$$

=> Batang C-F
Tinjau Atas
Jarak = 3,6

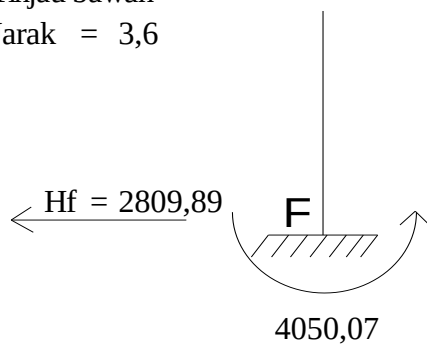


$$N_x = 0$$

$$0 < x < 3$$

$$N_x = H_c = 2809,89$$

Tinjau bawah
Jarak = 3,6



$$N_x = 0$$

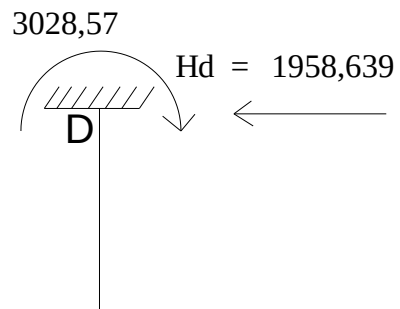
$$0 < x < 3$$

$$N_x = H_f = 2809,89$$

=> Batang D-G

Tinjau Atas

Jarak = 3,6



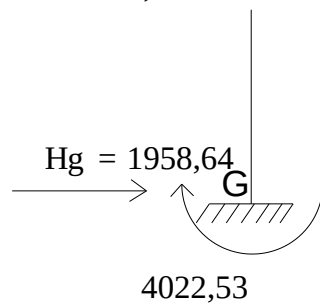
$$N_x = 0$$

$$0 < x < 3$$

$$N_x = H_d = 1958,64$$

Tinjau bawah

Jarak = 3,6



$$N_x = 0$$

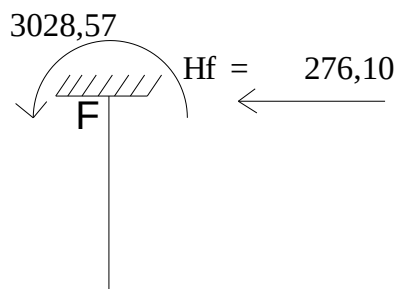
$$0 < x < 3$$

$$N_x = H_g = 1958,64$$

=> Batang F-I

Tinjau Atas

Jarak = 3,6

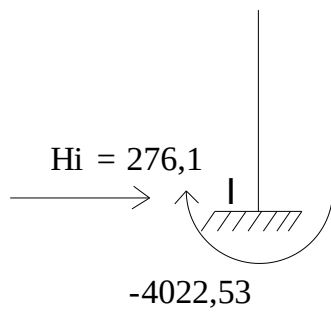


$$N_x = 0$$

$$0 < x < 3$$

$$N_x = H_a = 276,1$$

Tinjau bawah
 Jarak = 3,6

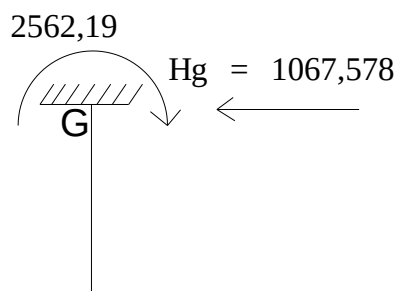


$$N_x = 0$$

$$0 < x < 3$$

$$N_x = H_a = 276,1$$

=> Batang G-J
 Tinjau Atas
 Jarak = 3,6

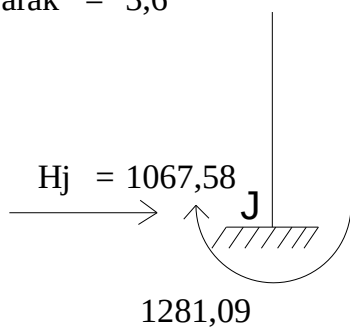


$$N_x = 0$$

$$0 < x < 3$$

$$N_x = H_g = 1067,58$$

Tinjau bawah
 Jarak = 3,6

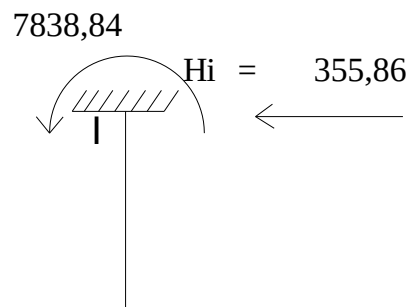


$$N_x = 0$$

$$0 < x < 3$$

$$N_x = H_j = 1067,58$$

=> Batang I-L
Tinjau Atas

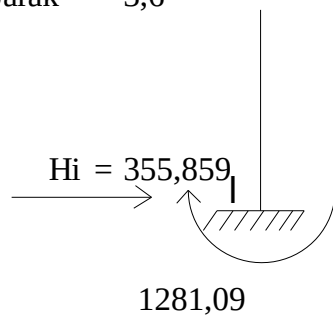


$$N_x = 0$$

$$0 < x < 3$$

$$N_x = H_i = 355,859$$

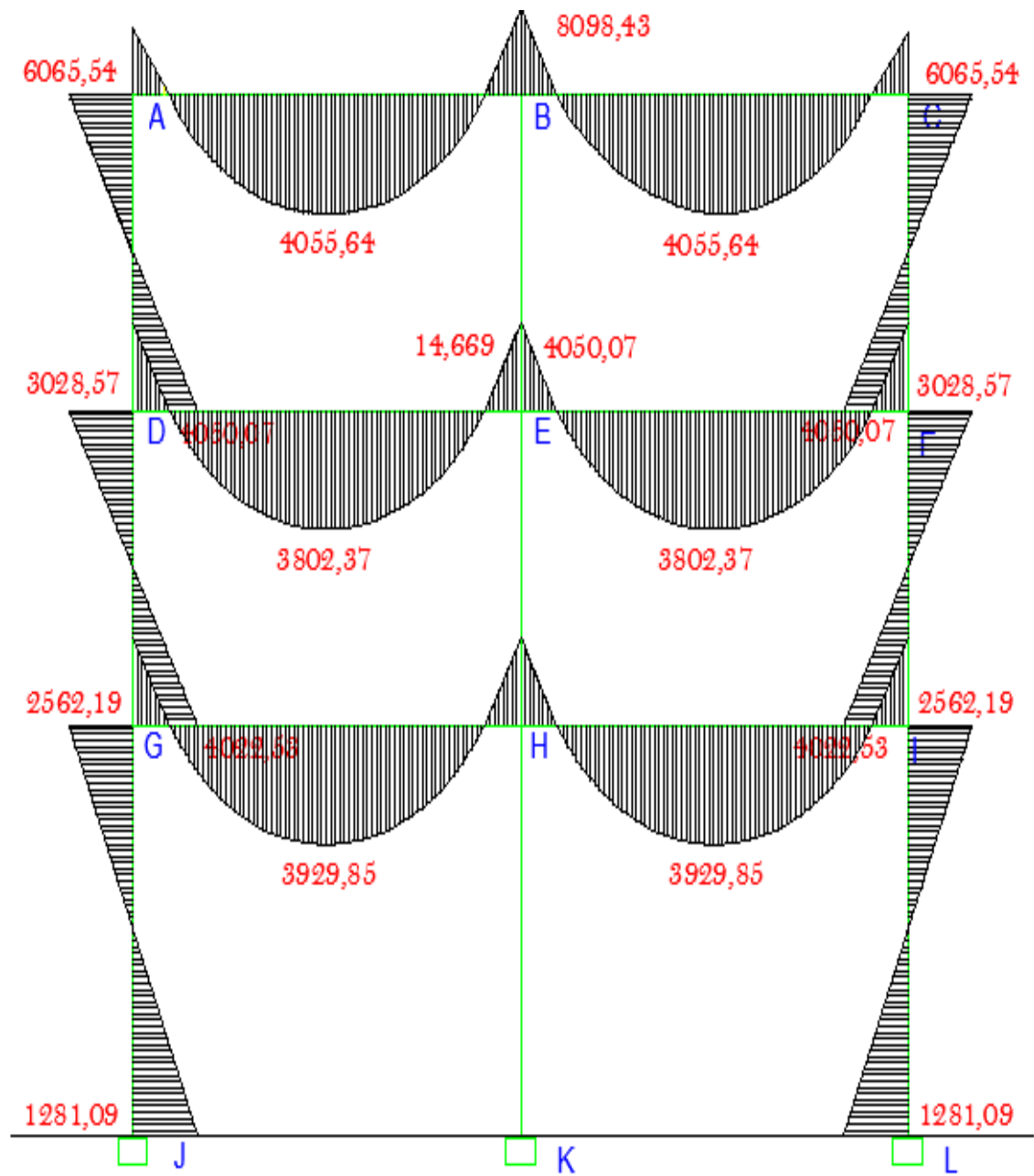
Tinjau bawah
Jarak = 3,6



$$N_x = 0$$

$$0 < x < 3$$

$$N_x = H_a = 355,859$$



Gambar 3.7 Bidang Momen

3.5. Perencanaan balok

3.5.1. Perhitungan Tulangan

Diketahui nilai Mu adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2 Nilai mMomen Pada Balok

Story	Momen yang bekerja		
Lt 1	Mu tumpuan	-	78,38 KNm
	Mu lapangan	+	39,25 KNm
Lt 2	Mu tumpuan	-	75,91 KNm
	Mu lapangan	+	38,02 KNm
Lt 3	Mu tumpuan	-	80,98 KNm
	Mu lapangan	+	40,55 KNm

Data teknis perencanaan :

Data Teknis	Mutu baja (fy)	=	400	MPa
Perencanaan	Mutu beton (fc)	=	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)	=	250	mm
	Tinggi balok (H)	=	350	mm
	Tinggi efektif penampang balok (d)	=	292	mm
		=	h - s - (1/2 x Dtul)	

Lantai 1 :

a. Tulangan tumpuan - 78,38 KNm

- 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 ρ max

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

- Hitung Nilai Mn

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{78,38 \cdot 1.000.000}{0,8} = 97.975.000$$

- Hitung Nilai Rn

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{97.975.000}{250 \cdot 292^2} = 4,5963$$

- Menentukan m

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

- Hitung ρ

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,6863} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,6863 \cdot 4,5963}{400}} \right) \\ &= 0,0128\end{aligned}$$

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

$$0,0128 < 0,0035 < 0,0244 \quad \text{OK}$$

ρ yang min adalah **0,0128**

- Hitung As

$$\begin{aligned}\text{As Perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0128 \cdot 250 \cdot 292 \\ &= 932,19 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

- Hitung n (jumlah tulangan yang digunakan)

$$\begin{aligned} \text{n tulangan tarik (atas)} &\longrightarrow \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2} \\ &= 4,6344691 \approx 5 \quad D \ 16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{n tulangan tekan (bawah)} &\longrightarrow 0,5 \cdot \text{n tul tarik} \\ &= 2,3 \approx 3 \quad D \ 16 \end{aligned}$$

Hitungan A_s ada

$$\begin{aligned} - \quad A_s \text{ ada} &= 5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2 \\ &= 1005,7143 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Hitung a

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s \text{ perlu} \cdot F_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} \\ &= 58,4904 \end{aligned}$$

Hitung m_n ada

$$\begin{aligned} m_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \cdot f_y (d - a/2) \\ &= 1005,714 \cdot 400 \cdot 292 - \frac{58,4904}{2} \\ &= 105.702.507 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

- Syarat

$m_n \text{ ada} > m_n$

$$105.702.507 > 97.975.000 \quad \text{OK}$$

Jadi tul. Tumpuan atas adalah 5 D 16 dan tumpuan bawah 3 D 16

b. Tulangan lapangan + 39,25 KNm

- 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

$$M_n = \frac{M_n}{\phi} = \frac{39,25 \cdot 1.000.000}{0,8} = 49.062.500$$

- Hitung Nilai Rn

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{49.062.500}{250 \cdot 292^2} = 2,3017$$

- Menentukan m

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

- Hitung ρ

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,6863} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,6863 \cdot 2,3017}{400}} \right) \\ &= 0,0060\end{aligned}$$

- $\rho < \rho_{\min} < \rho_{\max}$
 $0,0060 < 0,0035 < 0,0244$ OK
 ρ yang min adalah **0,0060**

- Hitung As

$$\begin{aligned} \text{As Perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0060 \cdot 250 \cdot 292 \\ &= 440,95 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Hitung n
n tulangan tekan (bawah) $\longrightarrow \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2}$

$$= 2,192201 \approx 3 \text{ D } 16$$

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

- 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

$$\begin{aligned} a &= \frac{\text{As perlu} \cdot F_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} \\ &= 27,6672 \end{aligned}$$

- Hitung mn ada

$$\begin{aligned} \text{mn ada} &= \text{As ada} \cdot f_y (d - a/2) \\ &= 603,429 \cdot 400 \cdot 292 - \frac{27,6672}{2} \\ &= 67.141.425 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Syarat

$m_n \text{ ada} > m_n$

$$67.141.425 > 49.062.500 \quad \text{OK}$$

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

Lantai 2 :

a. Tulangan tumpuan - 75,91 KNm

- 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 M_n

$$M_n = \frac{M_n}{\phi} = \frac{75,91 \cdot 1.000.000}{0,8} = 94.887.500$$

- Hitung Nilai R_n

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{94.887.500}{250 \cdot 292^2} = 4,4515$$

- Menentukan m

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

- Hitung ρ

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,6863} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,6863 \cdot 4,4515}{400}} \right) \\ &= 0,0123\end{aligned}$$

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

$$0,0123 < 0,0035 < 0,0244 \quad \text{OK}$$

ρ yang min adalah **0,0123**

- Hitung As

$$\begin{aligned}\text{As Perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0123 \cdot 250 \cdot 292 \\ &= 899,28 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

- Hitung n

$$\begin{aligned}\text{n tulangan tarik (atas)} &\longrightarrow \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2} \\ &= 4,470855 \approx 5 \quad \text{D 16}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{n tulangan tekan (bawah)} &\longrightarrow 0,5 \cdot \text{n tul tarik} \\ &= 2 \approx 3 \quad \text{D 16}\end{aligned}$$

- Hitungan As ada

$$\begin{aligned}\text{As ada} &= 5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2 \\ &= 1005,714 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

- Hitung a

$$\begin{aligned}a &= \frac{\text{As perlu} \cdot F_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} \\ &= 56,4254\end{aligned}$$

Syarat

$m_n \geq m_n$

$$106.117.854 \geq 94.887.500 \quad \text{OK}$$

Jadi tul. Tumpuan atas adalah 5 D 16 dan tumpuan bawah 3 D 16

b. Tulangan lapangan + 38,02 KNm

- 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 M_n

$$M_n = \frac{M_n}{\phi} = \frac{38,02 \cdot 1.000.000}{0,8} = 47.525.000$$

- Hitung Nilai R_n

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{47.525.000}{250 \cdot 292^2} = 2,2295$$

- Menentukan m

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

- Hitung ρ

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,6863} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,6863 \cdot 2,2295}{400}} \right) \\ &= 0,0058\end{aligned}$$

- $\rho < \rho_{\min} < \rho_{\max}$
 $0,0058 < 0,0035 < 0,0244$ OK
 ρ yang min adalah **0,0058**

- Hitung As

$$\begin{aligned}\text{As Perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0058 \cdot 250 \cdot 292 \\ &= 426,43 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

- Hitung n

$$\begin{aligned}\text{n tulangan tekan (bawah)} &\longrightarrow \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2} \\ &= 2,1200318 \approx 3 \text{ D 16}\end{aligned}$$

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

- 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

$$\begin{aligned}a &= \frac{\text{As perlu} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} \\ &= 26,7563\end{aligned}$$

- Hitung m_n ada

$$\begin{aligned} m_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \cdot f_y (d-a/2) \\ &= 603,429 \cdot 400 \cdot 292 - \frac{26,7563}{2} \\ &= 67.251.348 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Syarat

$m_n \text{ ada} > m_n$

$$67.251.348 > 47.525.000 \quad \text{OK}$$

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

Lantai 3

- a. Tulangan tumpuan - 80,98 KNm

- 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 M_n

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{80,98 \cdot 1.000.000}{0,8} = 101.225.000$$

- Hitung a

$$a = \frac{A_s \text{ perlu} \cdot F_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b}$$

$$= 60,6839$$

- Hitung mn ada

$$mn \text{ ada} = A_s \text{ ada} \cdot f_y (d - a/2)$$

$$= 1005,714 \cdot 400 \cdot 292 - \frac{60,6839}{2}$$

$$= 105.261.295 \text{ Nmm}$$

Syarat OK
 $mn \text{ ada} > mn$
 $105.261.295 > 101.225.000$

Jadi tul. Tumpuan atas adalah 5 D 16 dan tumpuan bawah 3 D 16

- b. Tulangan lapangan + 40,55 KNm

- Hitung nilai ρ_b

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \left\{ \frac{600}{600 + f_y} \right\}$$

$$= \frac{0,85 \cdot 30}{400} \cdot 0,85 \left\{ \frac{600}{600 + 400} \right\}$$

$$= 0,0325$$

- Hitung $\rho_{\min}$

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

- Hitung $\rho_{\max}$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$= 0,75 \cdot 0,0325$$

$$= 0,0244$$

- Hitung As

$$\begin{aligned} \text{As Perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0063 \cdot 250 \cdot 292 \\ &= 456,34 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Hitung n

$$\begin{aligned} \text{n tulangan tekan (bawah)} &\longrightarrow \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_{\text{tul}}^2} \\ &= 2,2687487 \approx 3 \text{ D 16} \end{aligned}$$

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

- 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

$$\begin{aligned} a &= \frac{\text{As perlu} \cdot F_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} \\ &= 28,6333 \end{aligned}$$

- Hitung mn ada

$$\begin{aligned} \text{mn ada} &= \text{As ada} \cdot f_y (d-a/2) \\ &= 603,429 \cdot 400 \cdot 292 - \frac{28,6333}{2} \\ &= 67.024.832 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Syarat

mn ada > mn

$$67.024.832 > 50.687.500 \quad \text{OK}$$

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

➤ **Kontrol Terhadap Lendutan**

$$Y_{\max} \leq Y_i$$

$$Y_i = \frac{L}{360}$$

$$Y_{\max} = \frac{5}{384} \times \frac{wL^4}{i}$$

Dimana :

$Y_{\max}$ = Lendutan maksimum

Y_i = Lendutan ijin

L = Panjang bentang

W = Beban

i = Inersia balok

$$Y_i = \frac{L}{360}$$

$$= \frac{600L}{360}$$

$$= 1,66 \text{ cm}$$

$$Y_{\max} = \frac{5}{384} \times \frac{wL^4}{I}$$

$$= \frac{5}{384} \times \frac{247,50 \times 6^4}{89322,92}$$

$$= 0,046 \text{ cm}$$

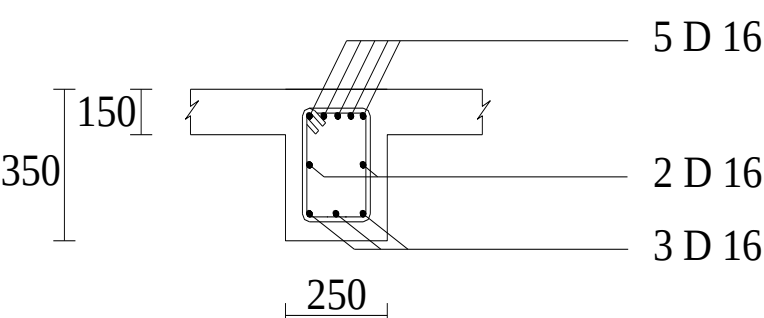
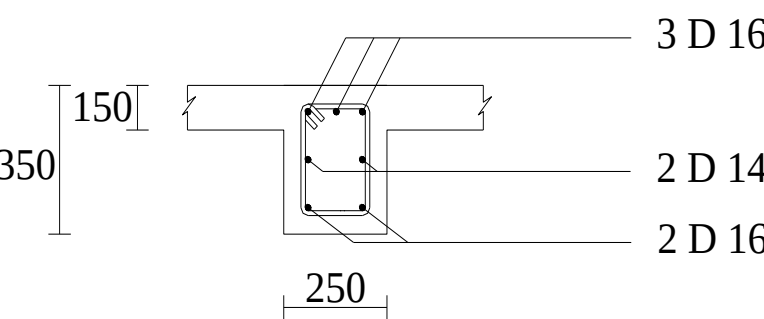
Jadi untuk syarat lendutan yaitu :

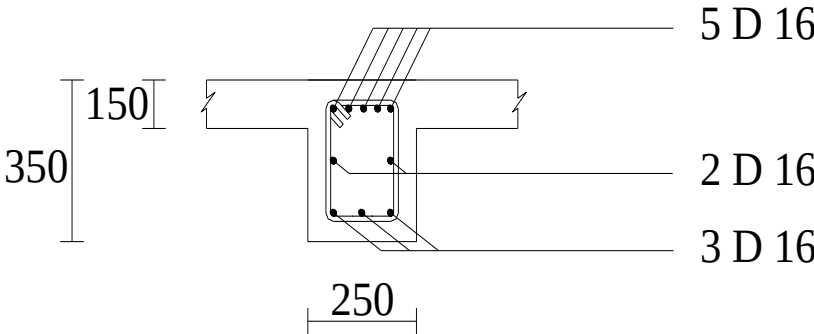
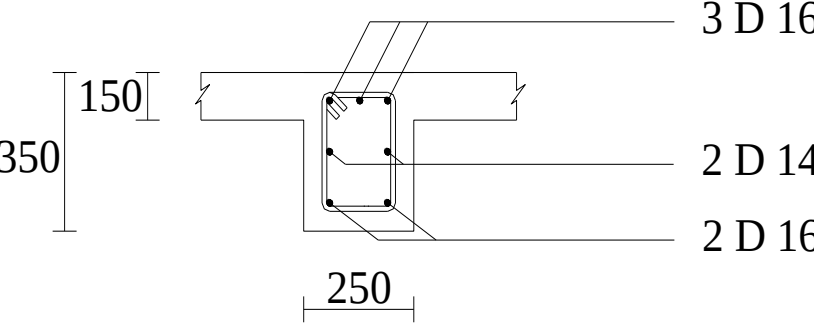
$$Y_{\max} \leq Y_i$$

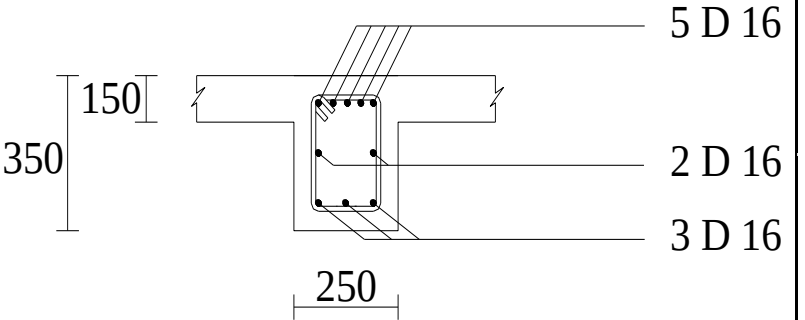
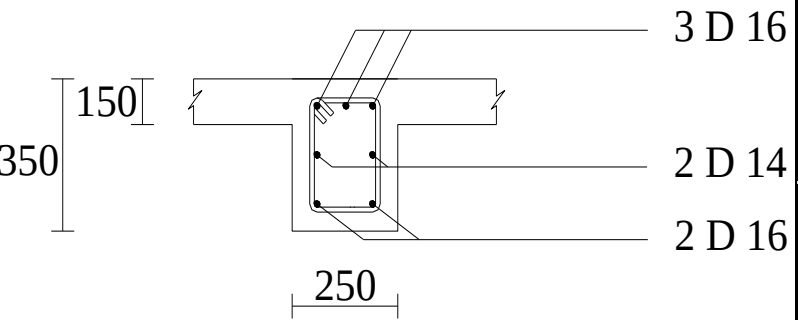
$$0,046 \text{ cm} \leq 1,66 \text{ cm}$$

(Penampang OK)

Tabel 3.3. Penulangan Pada Balok

No	Balok Lantai	Lokasi	Diameter Tulangan	Luas Tulangan	Jumlah Tulangan	Gambar Tulangan
1	1	Tumpuan	16	Atas	5	
				Bawah	3	
	1	Lapangan	16	Atas	3	
				Bawah	2	

No	Balok Lantai	Lokasi	Diameter Tulangan	Luas Tulangan	Jumlah Tulangan	Gambar Tulangan
2	2	Tumpuan	16	Atas	5	
				Bawah	3	
	2	Lapangan	16	Atas	3	
				Bawah	2	

No	Balok Lantai	Lokasi	Diameter Tulangan	Luas Tulangan	Jumlah Tulangan	Gambar Tulangan
3	3	Tumpuan	16	Atas	5	
				Bawah	3	
	3	Lapangan	16	Atas	3	
				Bawah	2	

3.5.2. Perhitungan Tulangan Geser

Tabel 3.4 Gaya Geser Ultimete

Geser Ultimate (kN)	
Tumpuan	Lapangan
80,98	40,55

a) Tumpuan

$$H = 350 \text{ mm}$$

$$F_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$B = 250 \text{ mm}$$

$$\emptyset \text{ TS} = 10 \text{ mm}$$

$$D = 30 \text{ mm}$$

$$d = 315 \text{ mm}$$

$$F_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$V_u = 80,98 \text{ Kg.m}$$

1. Kemampuan Geser penampang beton (V_c)

$$\begin{aligned} V_c &= \sqrt{f_c/6} \cdot b \cdot d \\ &= \sqrt{30/6} \cdot 250 \cdot 315 \\ &= 71889 \text{ N} \\ &= 72 \text{ kN} \end{aligned}$$

2. Kondisi kecukupan penampang dan S_{max} :

$$\begin{aligned} (a) \quad &= \emptyset (V_c + 2/3 \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d) \\ &= 0,65 (71,9 + \frac{2}{3} \sqrt{30} \cdot 250 \cdot 315) \\ &= 186957,05 \text{ N} \\ &= 186,96 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (b) \quad &= \sqrt{f_c/3} \cdot b \cdot d \\ &= \sqrt{30/3} \cdot 250 \cdot 315 \\ &= 143777 \text{ N} \\ &= 143,78 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daerah tumpuan

$$V_{ub} \text{ terpakai} = 80,98 \text{ kN}$$

Cek V_{ub} terhadap kondisi (a)

$$V_{ub} = 80,98 \text{ kN} < 186,96 \text{ kN} \quad \dots\dots (\text{Penampang Ok})$$

Gaya geser yang harus ditahan

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{V_{ub}}{\Phi} - V_c \\ &= \frac{80,98}{0,65} - 72 \\ &= 52,696 \text{ kN} \end{aligned}$$

Cek V_s terhadap A_v min dan S maks :

$$\begin{aligned} \frac{A_{v \text{ min}}}{s} &= \frac{bw}{3f_y} \\ &= \frac{250}{3 \cdot 400} \\ &= 0,21 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{A_v}{s} &= \frac{V_s}{f_y \cdot d} \\ &= \frac{52696}{400 \cdot 315} \\ &= 0,4182225 \end{aligned}$$

$$\frac{A_{v \text{ min}}}{s} > \frac{A_v}{s} ; \text{ dipakai } \frac{A_{v \text{ min}}}{s} = 0,21$$

Cek V_s terhadap kondisi (b)

$$\begin{aligned} V_s = 52,696 \text{ kN} &< 143,78 \text{ kN} ; \text{ dipakai } S_{\text{maks}} = \frac{d}{2} \\ &= \frac{315}{2} \\ &= 158 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} A_v &= 150 \cdot 0,21 \\ &= 31,3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_v = 1/4 \cdot \pi \cdot 10^2$$

$$= 78,5 \text{ mm}^2 > 31,3 \text{ mm}^2 \dots\dots (\text{Ok})$$

sehingga dipakai sengkang D 10 - 150 mm

b) Lapangan

Data- data perhitungan :

H	= 350 mm	Fy	= 400 Mpa
B	= 250 mm	Ø TS	= 10 mm
D	= 30 mm	d	= 295 mm
Fc	= 30 Mpa	Vu	= 40,55 Kg.m

1. Kemampuan Geser penampang beton (Vc)

$$V_c = \sqrt{f_c}/6 \cdot b \cdot d$$

$$= \sqrt{30}/6 \cdot 250 \cdot 295$$

$$= 67324 \text{ N}$$

$$= 67 \text{ kN}$$

2. Kondisi kecukupan penampang dan Smax :

$$(a) \quad = \phi (V_c + 2/3 \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d)$$

$$= 0,65 (67,3 + \frac{2}{3} \sqrt{30} \cdot 250 \cdot 295$$

$$= 175087 \text{ N}$$

$$= 175,09 \text{ kN}$$

$$(b) \quad = \frac{\sqrt{f_c}}{3} \cdot b \cdot d$$

$$= \frac{\sqrt{30}}{3} \cdot 250 \cdot 295$$

$$= 134648 \text{ N}$$

$$= 134,65 \text{ kN}$$

Daerah Lapangan

$$V_{ub} \text{ terpakai} = 40,55 \text{ kN}$$

Cek V_{ub} terhadap kondisi (a)

$$V_{ub} = 40,55 \text{ kN} < 175,09 \text{ kN} \quad \dots\dots (\text{Penampang Ok})$$

Gaya geser yang harus ditahan

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{V_{ub}}{\Phi} - V_c \\ &= \frac{40,550}{0,65} - 67 \\ &= 4,940 \text{ kN} \end{aligned}$$

Cek V_s terhadap A_v min dan S maks :

$$\begin{aligned} \frac{A_v \text{ min}}{s} &= \frac{b_w}{3f_y} \\ &= \frac{250}{3 \cdot 400} \\ &= 0,21 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{A_v}{s} &= \frac{V_s}{f_y \cdot d} \\ &= \frac{4940}{400 \cdot 295} \\ &= 0,041861 \end{aligned}$$

$$\frac{A_v \text{ min}}{s} > \frac{A_v}{s} ; \text{ dipakai } \frac{A_v \text{ min}}{s} = 0,21$$

Cek V_s terhadap kondisi (b)

$$\begin{aligned} V_s = 4,940 \text{ kN} &< 134,65 \text{ kN} ; \text{ dipakai } S_{\text{maks}} = \frac{d}{2} \\ &= \frac{295}{2} \\ &= 148 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Ambil } s = 200 \text{ mm} < S_{\text{maks}}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 150 \cdot 0,21 \\ &= 31,3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_v = 1/4 \cdot \pi \cdot 10^2$$

$$= 78,5 \text{ mm}^2 > 31,3 \text{ mm}^2 \dots\dots (\text{Ok})$$

sehingga dipakai sengkang D 10 - 150 mm

3.6. Perencanaan pelat lantai

Penyelesaian (metode konvensional koefisien momen):

karena jarak bentang sama yaitu 6 m x 6 m, maka proses peninjauan panel plat hanya satu panel.

a. Menentukan tebal plat

Berdasarkan *preliminary design* plat didapatkan tebal plat $h = 150 \text{ mm} = 15 \text{ cm}$

b. Menentukan beban-beban yang bekerja

1. Beban mati

- Berat sendiri plat	=	$0,15 \cdot 24 \text{ kg/m}^2$	=	$3,6 \text{ kN/m}^2$
- Berat finishing lantai			=	$0,24 \text{ kN/m}^2$
- Berat plafond dan rangka			=	$0,18 \text{ kN/m}^2$
- Berat instalasi M/E			=	$0,25 \text{ kN/m}^2$
				$4,27 \text{ kN/m}^2$
			Q_d	= 427 kg/m^2

2. Beban hidup

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

3. Beban berfaktor

$$U = 1,2 (Q_d) + 1,6 (Q_l)$$

$$= 1,2 (427) + 1,6 (250)$$

$$= 912,4 \text{ kg/m}^2$$

c. Menghitung momen-momen pada panel berdasarkan tinjauan panel

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

didapatkan momen maksimum sebesar :

$$M_x = -M_{tx} = 1182,47 \text{ kgm}$$

$$M_y = -M_{ty} = 1182,47 \text{ kgm}$$

Desain tulangan plat

1. Arah X

$$M_x = -M_{tx} = 1182,47 \text{ kgm}$$

$$\begin{aligned} - \text{Tinggi efektif (d)} &= h - p - 1/2 \Phi \\ &= 150 - 20 - 0,5 \cdot 10 \\ &= 125 \text{ mm} \\ &= 9,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - M_n &= \frac{M_u}{\Phi} \\ &= \frac{1182,47}{0,8} \\ &= 1478,09 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - R_n &= \frac{M_u}{b \cdot d^2} \\ &= \frac{1478,09 \cdot 100}{100 \cdot 9,5^2} \\ &= 16,38 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 1,638 \text{ MPa} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} - \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,69 \cdot 1,683}{400}} \right) \\ &= 0,0038 \end{aligned}$$

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

$$\rho > \rho_{\min} = 0,0038 > 0,0035 \longrightarrow \text{OK !!!}$$

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

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

$$\rho_{\min} = 0,0035 < \rho = 0,0038 < \rho_{\max} = 0,024 \quad \text{OK}$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,0038 \times 1000 \times 95 = 361 \text{ mm}^2 \quad \text{Luas Penampang}$$

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

$$\text{Jarak } S = \frac{1000 \times \text{Luas Penampang Tul.}}{A_s} \quad A = \frac{1}{4} \cdot \frac{22}{7} \cdot 10^2$$

$$= \frac{1000 \times 78,57}{361} \quad A = 78,571$$

$$= 217,65 \approx 200 \text{ mm}$$

Jadi gunakan tul. = ϕ 10 - 200 mm

Momen maksimum

$$M_{lx} = -M_{tx} = 1182,47 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = -M_{ty} = 1182,47 \text{ kgm}$$

Desain tulangan plat

2. Arah Y

$$M_{ly} = -M_{ty} = 1182,47 \text{ kgm}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad \text{Tinggi efektif (d)} &= h - p - 1/2 \Phi \\
 &= 150 - 20 - 0,5 \cdot 10 \\
 &= 125 \text{ mm} \\
 &= 9,5 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad M_n &= \frac{M_u}{\Phi} \\
 &= \frac{1182,47}{0,8} \\
 &= 1478,09 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad R_n &= \frac{M_u}{b \cdot d^2} \\
 &= \frac{1478,09}{100} \cdot \frac{100}{9,5^2} \\
 &= 16,38 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 1,638 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 - \quad \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{15,69} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,69 \cdot 1,683}{400}} \right) \\
 &= 0,0038
 \end{aligned}$$

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

$$\rho > \rho_{\min} = 0,0038 > 0,0035 \longrightarrow \text{OK !!!}$$

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

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

$$\rho_{\text{min}} = 0,0035 < \rho = 0,0038 < \rho_{\text{maks}} = 0,024 \quad \text{OK}$$

$$\begin{aligned}A_s = \rho \cdot b \cdot d &= 0,0038 \times 1000 \times 95 \\ &= 361 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Luas Penampang

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

$$\text{Jarak } S = \frac{1000 \times \text{Luas Penampang Tul.}}{A_s}$$

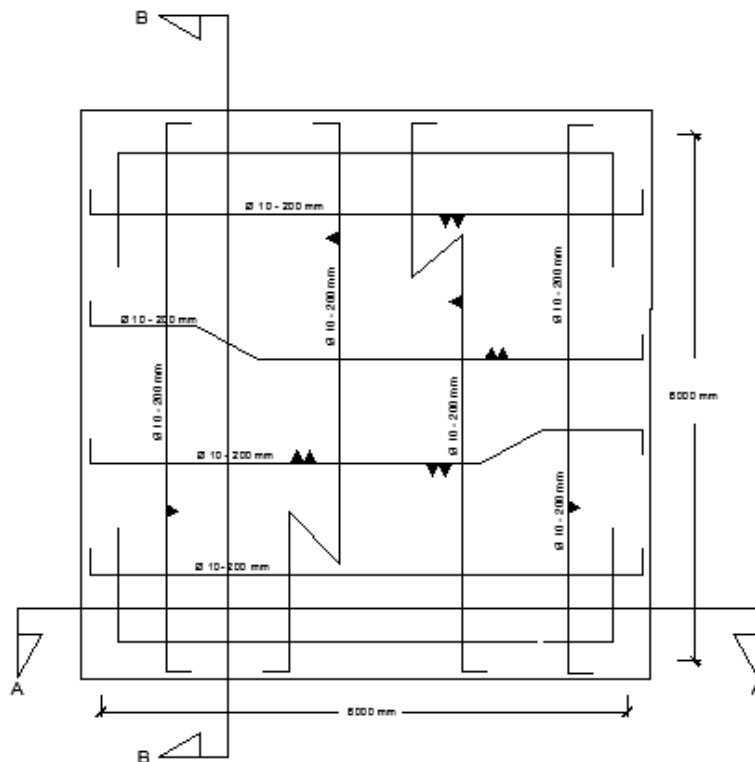
$$A = \frac{1}{4} \cdot \frac{22}{7} \cdot 10^2$$

$$= \frac{1000 \times 78,57}{361}$$

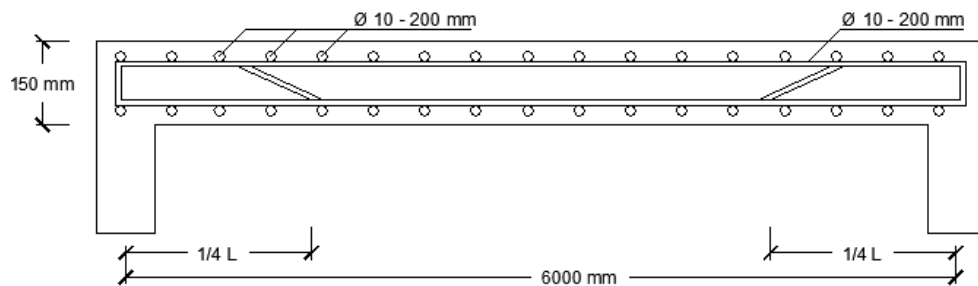
$$A = 78,57$$

$$= 217,65 \approx 200 \text{ mm}$$

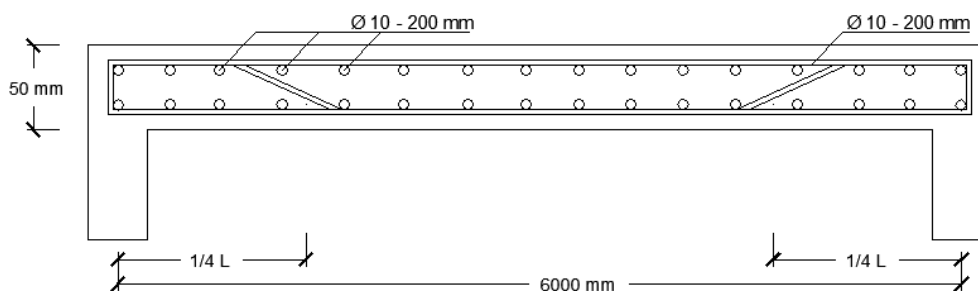
Jadi tulangan yang di gunakan adalah tulangan Ø 10-200



Gambar 3.8 Denah Penulangan Pelat



Gambar 3.9 Potongan Arah A-A



Gambar 3.10 Potongan Arah B-B

3.5. Metode Pelaksanaan konstruksi pelat lantai dan balok

Pekerjaan balok baru dapat di laksanakan setelah pekerjaan kolom telah selesai di kerjakan. Semua pekerjaan balok dan pelat 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 pelat.

b. Pembuatan bekisting

c. Pekerjaan bekisting balok dan pelat merupakan satu kesatuan pekerjaan, karena 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 pelat



Gambar 3.11 Pekerjaan Balok Dan Pelat

Pekerjaan balok dan pelat di lakukan secara bersamaan :

a. Pembekistingan balok



Gambar 3.12 Bekisting 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 di pasang dinding bekisting balok dan di kunci dengan siku yang di pasang di atas suri-suri.

b. Pembekistingan pelat



Gambar 3.13 Bekisting Pelat

Tahap pembekistingan pelat adalah sebagai berikut :

- ✓ Scaffolding disusun berjajar bersamaan dengan scaffolding untuk balok. Karena posisi pelat lebih tinggi dari pada balok maka scaffolding untuk pelat harus lebih tinggi dari pada balok dan di perluakan 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 tinggi level pada bekisting balok dan pelat dengan waterpass, jika sudah selesai maka bekisting untuk balok dan pelat sudah siap.

d. Pembesian balok

Tahap pembesian balok adalah sebagai berikut :



Gambar 3.14 Pembesian Balok

- ✓ Untuk pembesian balok pada awalnya dilakukan pabrikan 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 pelat

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

- ✓ Pembesian pelat di lakukan langsung di atas bekisting pelat yang suda 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 pelat dan bekisting alas pelat. Pasang pula tulangan kaki ayam antara untuk tulangan atas dan bawah pelat.

f. Pengecekan

Setelah pembesian balok dan pelat 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 pelat lantai yang di periksa adalah penyaluran pembesian pelat terhadap balok, jumlah dan jarak tulangan ekstra, perkuatan (sparing) pada lubang-lubang di pelat lantai, beton decking, kaki ayam, dan kebersihannya.

g. Tahap pengecoran pelat dan balok

1. Administrasi pengecoran



Gambar 3.15 Pengecekan Tulangan

- Setelah bekisting dan pembesian siap engineer mengecek ke lokasi atau zona yang akan dicor.
- Setelah semua ok, engineer membuat izin cor dan mengajukan surat izin ke konsultan pengawas.
- Kemudian tim pengawas melakukan survey ke lokasi yang di ajukan dalam surat cor.
- Setelah Ok konsultan pengawas menandatangani surat izin cor tersebut.
- Surat izin cor dikembalikan kepada engineer dan pengecoran boleh di laksanakan

2. Proses pengecoran pelat lantai dan balok



Gambar 3.16 Pengecoran Balok dan Pelat

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

- a. Setelah mendapatkan ijin pengecoran disetujui, engineer menghubungi pihak beaching plan untuk mengecor sesuai dengan mutu dan volume yang dibutuhkan di lapangan.
- b. Pembersihan ulang area yang akan di cor dengan menggunakan air compressor sampai benar-benar bersih.
- c. 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.
- d. 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.
- e. Setelah bucket sampai pada tempat yang akan di cor, petugas bucket membuka katup bucket untuk mengeluarkan beton segar ke area pengecoran.
- f. Kemudian pekerja cor meratakan beton segar tersebut ke bagian balok terlebih dahulu selanjutnya untuk pelat 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.
- g. Setelah di pastikan balik dan pelat 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.
- h. Pekerjaan ini dilakukan berulang sampai beton memenuhi area cor yang telah di tentukan, idealnya waktu pengecoran di lakukan 6 sampai 8 jam.

3. Pembongkaran bekisting

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

4. Perawatan (curing)

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

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 Bright* ini terletak di Jl. Piere Tendean Boulevard, Manado, Sulawesi Utara. Perencanaan struktur gedung ini adalah struktur simetris dengan jumlah 3 tingkat. Adapun kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah :

1. setelah di lakukan perhitungan portal dengan menggunakan metode cross maka ada beberapa hal yang harus di perhatikan dalam perhitungan yaitu dalam perhitungan koefisien distribusi nilai μ pada setiap titik simpul harus sama dengan 1. Dan sesuai dengan syarat keseimbangan yang berlaku yaitu $\sum V = 0$, $\sum H = 0$, $\sum M = 0$ maka momem di setiap titik buhul pada portal harus sama dengan nol. Kemudian dari hasil perhitungan ini maka akan didapatkan gaya-gaya dalam untuk mendesain balok. Perencanaan plat lantai dan perhitungan dimensi plat ini dihitung dengan metode koefisien momen berdasarkan panel plat yang ditinjau serta mengacu pada peraturan-peraturan yang berlaku.
2. Setelah dilakukan perhitungan maka di peroleh balok dengan dimensi 250 mm x 350 mm. Dengan menggunakan tulangan diameter 16, tumpuan atas = 5 d 16, tumpuan bawah 3 d 16 dan dan tulangan lapangan atas = 3 d 16 serta lapangan bawah = 2 d 16.
3. Dari hasil perhitungan pelat diperoleh tebal pelat = 150 mm dengan menggunakan tulangan $\emptyset 10 - 200$.
4. Setelah di lakukan perhitungan struktur maka dalam pembahasan juga di bahas mengenai metode pelaksanaan balok dan dan pelat lantai.

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



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2015

DAFTAR PUSTAKA

- Alfian (2010), *Laporan Kerja Praktek Proyek Pembangunan Hotel DAFAM MAMBO INTERNASIONAL Semarang*.
- Agung Heriyanto, Yusak Kuntardi. (2008). *Perencanaan Struktur Gedung Stiepari (Tugas Akhir)*, Semarang.
- Budi Sulistiyono. (2010). *Perencanaan Struktur Gedung Faktory Outlet dan Cafe Dua Lantai (Tugas Akhir)*, Surakarta.
- Dr. Edward G. Nawy, P.E, *Beton Bertulang*.
- Dr. Edward G. Nawy, P.E. (1998). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. PT. Rafika Aditama, Semarang.
- Ir. Muhammad Aminullah MT, *Struktur Beton II*.
- Erico Waturandang. (2012), *Desain Struktur Atas Gedung Mall "Palu Town Square"*
- Ir. Gideon H. Kusuma M.Eng. (1994), *Pedoman Pengerjaan Beton*. Erlangga, Jakarta.
- Ir. Gunawan .T, Ir. margaret.s. (1986), *Diktat Teori Soal Dan Penyelesaian Mekanika Teknik III Jilid 1*. Delta Teknik Group, Jakarta.
- Ir. Sunggon. Kh. (1984), *Buku Teknik Sipil*. Nova, Bandung.
- Istimawan Dipohusodo, *Struktur Beton Bertulang*.
- 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.

LAMPIRAN



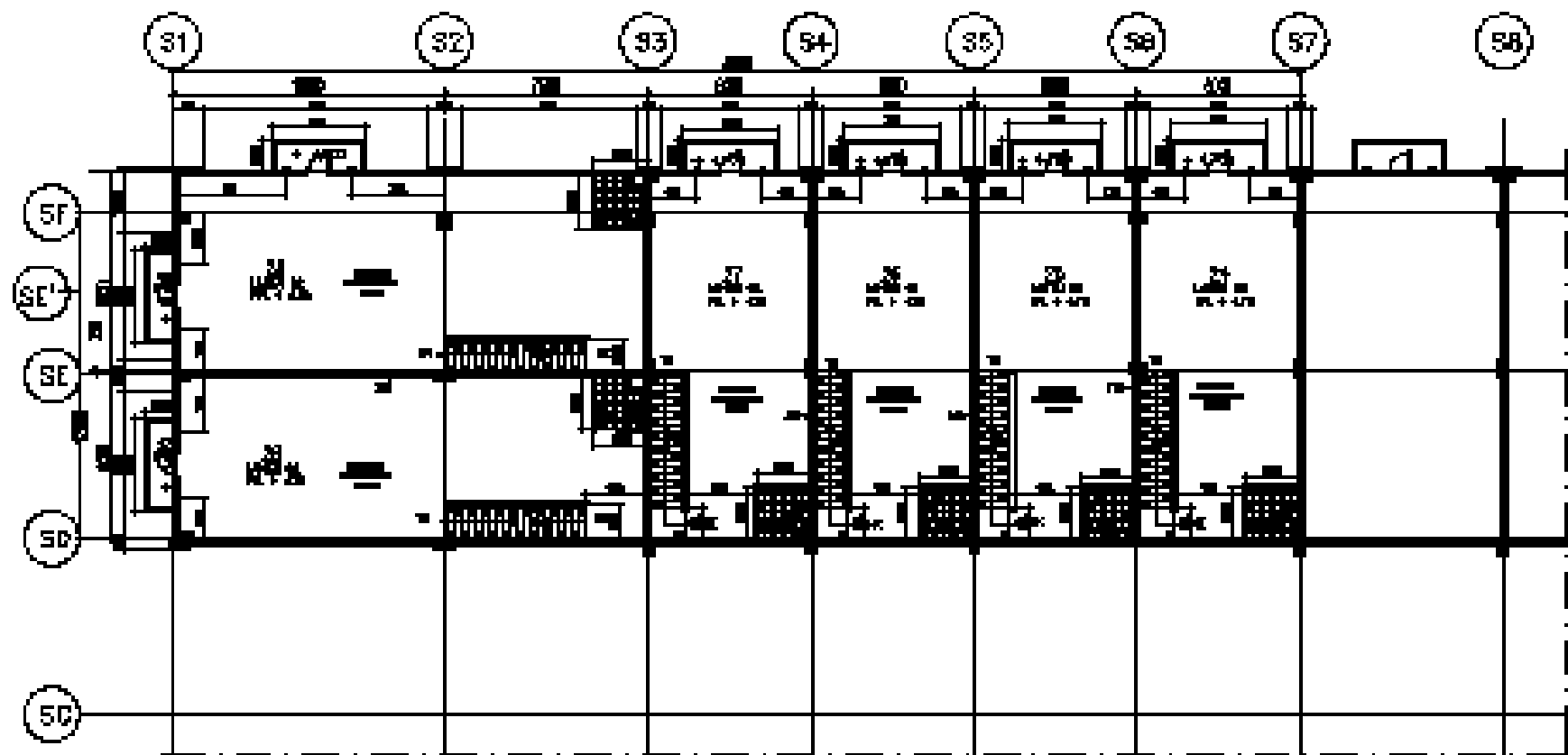
KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

JURUSAN TEKNIK SIPIL

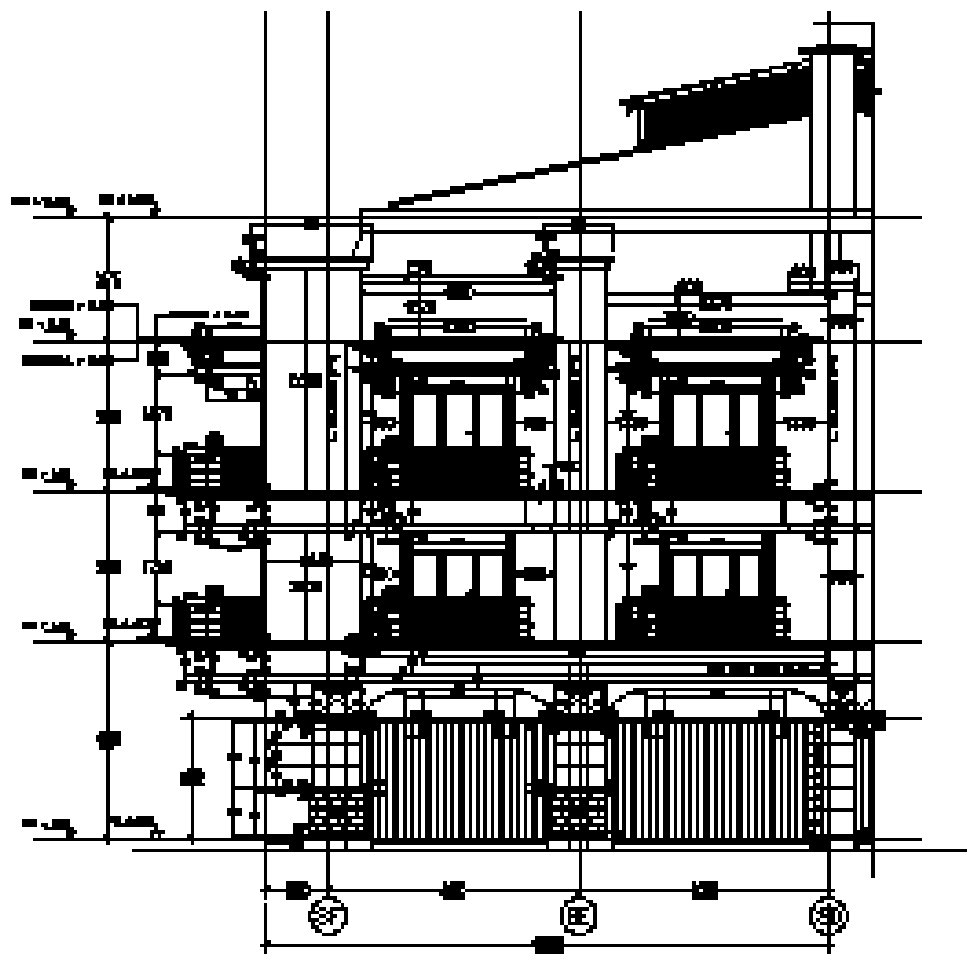
2015

[illegible]



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

REVISION	APPROVALS :				OWNER :	DESIGNED BY	CHK	DATE	REVISIONS			DRAWING FILE		DATE	TIME
	NO.	DATE	BY	REMARK	 PT. SUDIRTA BINA TEKNOLOGI PROGRAM MANAJEMEN TEKNOLOGI BANGUNAN TINGGI BANGUNAN TINGGI RELATIF 1	DESIGNED BY									
						APPROVED BY									
						APPROVED BY									



TAMPAK SAMPING



REVISI	AMANDAMENT :				OWNER :	DRAWN BY	REV	DATE	CONTRACTOR			DRAWING TITLE		YEAR	SCALE
	NO. RE	REVISI	REVISI		 PT. MEGASURYA MURAHARTANI PUSKASALAH TOTO SMART PLUS (2. DELTA) I	DESIGN						TAMPAK SAMPING			
						APPROVED BY	REV	DATE							
						PROJECT : ~~SMK-PAKSIK-TEL~~	IS. AGUST LEE			LAYANAN 2/	REV	DATE	LAYANAN 2/	REV	DATE
					PONDOKMAMAH TOTO	APPROVED BY	REV	DATE							
					SMART PLUS (2. DELTA) I	IS. AGUST LEE									

TABEL MOMEN 13.3.2 PBB1 71

Kondisi 1. Terletak bebas ,2. Menerus atau terjepit elastis

ly/lx	Coefisien Momen Plat (C1)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,000	44	36	48	22	51	31	60	38	13
1,100	52	42	55	28	54	38	66	46	48
1,200	59	46	61	34	57	45	71	53	51
1,300	66	50	67	41	59	53	76	59	55
1,400	73	53	71	48	60	59	79	65	57
1,500	78	56	76	55	61	66	82	69	58
1,600	84	58	79	62	62	72	85	73	60
1,700	88	59	82	68	62	78	87	77	61
1,800	93	60	84	74	63	83	88	80	62
1,900	97	61	86	80	63	88	89	83	62
2,000	100	62	88	85	63	92	90	85	62
2,100	103	62	89	89	63	96	91	86	63
2,200	106	62	90	93	63	99	91	87	63
2,300	108	63	91	97	63	102	92	88	63
2,400	110	63	92	100	63	105	92	89	63
2,500	112	63	92	103	63	108	93	90	63
2,600	125	63	94	125	63	125	94	94	63

ly/lx	Coefisien Momen Plat (C2)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	44	36	48	51	22	60	31	43	38
1,1	45	37	50	57	20	65	30	46	39
1,2	45	38	51	62	18	69	28	48	38
1,3	44	38	51	67	17	73	27	50	38
1,4	44	38	51	70	15	75	25	51	37
1,5	43	37	51	73	14	77	24	51	36
1,6	41	36	51	75	13	78	22	51	36
1,7	40	36	50	77	12	79	21	51	35
1,8	39	35	50	78	11	79	20	50	35
1,9	38	35	49	79	10	80	19	50	34
2	37	35	49	79	10	80	18	50	34
2,1	36	35	49	79	10	80	17	49	34
2,2	35	34	48	79	9	79	17	49	33
2,3	34	34	48	79	9	79	16	48	33
2,4	32	34	47	79	9	79	16	48	33
2,5	32	34	47	79	9	79	15	48	33
2,6	25	13	19	25	13	25	12	19	13

ly/lx	Coefisien Momen Plat (C3)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	36	48	51	0	60	0	43	38
1,1	0	37	50	57	0	65	0	46	39
1,2	0	38	51	62	0	69	0	48	38
1,3	0	38	51	67	0	73	0	50	38
1,4	0	38	51	70	0	75	0	51	37
1,5	0	37	51	73	0	77	0	51	36
1,6	0	36	51	75	0	78	0	51	36
1,7	0	36	50	77	0	79	0	51	35
1,8	0	35	50	78	0	79	0	50	35
1,9	0	35	49	79	0	80	0	50	34
2	0	35	49	79	0	80	0	50	34
2,1	0	34	49	79	0	80	0	49	34
2,2	0	34	48	79	0	79	0	49	33
2,3	0	34	48	79	0	79	0	48	33
2,4	0	34	47	79	0	79	0	48	33
2,5	0	34	47	79	0	79	0	48	33
2,6	0	38	56	75	0	75	0	56	38

TABEL MOMEN 13.3.1 PBB1 71
Kondisi 1.Terletak bebas ,2.Terjepit penuh

ly/lx	Coefisien Momen Plat (C1)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	44	21	28	22	32	31	37	21	26
1,1	52	25	33	28	34	38	41	26	29
1,2	59	28	38	34	36	45	45	31	32
1,3	66	31	42	42	38	53	48	36	35
1,4	73	34	45	49	39	60	51	40	36
1,5	78	36	48	55	40	66	53	43	38
1,6	84	37	51	62	41	72	55	46	39
1,7	88	38	53	68	41	78	56	49	40
1,8	93	40	55	74	42	83	58	51	40
1,9	97	40	57	80	42	88	59	53	41
2	100	41	58	85	42	92	60	55	41
2,1	103	41	59	89	42	96	60	56	42
2,2	106	41	59	93	42	99	60	57	42
2,3	108	42	60	97	42	102	61	58	42
2,4	110	42	61	100	42	105	61	59	42
2,5	112	42	61	103	42	108	62	60	42
2,6	125	42	63	125	42	125	63	63	42

ly/lx	Coefisien Momen Plat (C2)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	44	21	28	32	22	37	31	26	21
1,1	45	21	28	35	20	39	30	27	20
1,2	45	20	28	37	18	41	28	28	19
1,3	44	19	27	39	17	41	27	28	18
1,4	44	18	26	40	15	42	25	27	17
1,5	43	17	25	41	14	42	24	26	15
1,6	41	16	23	41	13	41	22	25	14
1,7	40	14	23	41	12	41	21	23	13
1,8	39	13	22	41	11	40	20	22	12
1,9	38	12	21	40	10	39	19	21	12
2	37	12	19	39	10	38	18	21	11
2,1	36	11	18	38	10	37	17	20	11
2,2	35	11	17	37	9	36	17	20	10
2,3	34	11	17	36	9	35	16	19	10
2,4	33	10	16	35	9	34	16	19	10
2,5	32	10	16	35	9	33	15	18	10
2,6	25	8	13	25	8	25	13	13	8

ly/lx	Coefisien Momen Plat (C3)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	52	68	70	70	84	84	55	60
1,1	0	59	77	79	74	92	92	65	66
1,2	0	64	85	87	77	99	98	74	71
1,3	0	69	92	94	79	104	103	82	74
1,4	0	73	98	100	81	109	108	89	77
1,5	0	76	103	105	82	112	111	94	79
1,6	0	79	107	109	83	115	114	99	80
1,7	0	81	111	112	84	117	117	103	82
1,8	0	82	113	115	84	119	119	106	83
1,9	0	83	116	117	84	121	120	110	83
2	0	83	118	119	84	122	121	114	83
2,1	0	83	119	120	84	122	122	116	83
2,2	0	83	120	121	83	123	122	117	83
2,3	0	83	121	122	83	123	123	118	83
2,4	0	83	122	123	83	124	123	119	83
2,5	0	83	122	123	83	124	124	120	83
2,6	0	83	125	125	83	125	125	125	83

		ly/lx	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	>2.5	KETERANGAN
I			44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125	1
			44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	25	
II			21	25	28	31	34	36	37	38	40	40	41	41	41	42	42	42	42	2
			21	21	20	19	18	17	16	14	13	12	12	11	11	11	10	10	8	
			52	59	64	69	73	76	79	81	82	83	83	83	83	83	83	83	83	
			52	54	56	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	
III			28	33	38	42	45	48	51	53	55	57	58	59	59	60	61	61	63	3
			28	28	28	27	26	25	23	23	22	21	19	18	17	17	16	16	13	
			68	77	85	92	98	103	107	111	113	118	118	119	121	121	122	122	125	
			68	72	74	76	77	77	78	78	78	79	79	79	79	79	79	79	79	
IVA			22	28	34	42	49	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125	4
			32	35	37	39	40	41	41	41	41	40	39	38	37	36	35	35	25	
			70	79	87	94	100	105	109	112	115	117	119	120	121	122	123	123	125	
IVB			32	34	36	38	39	40	41	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42	5
			22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	10	9	9	9	9	8	
			70	74	77	79	81	82	83	84	84	84	84	84	83	83	83	83	83	
VA			31	38	45	53	60	66	72	78	83	88	92	96	99	102	105	108	125	6
			37	39	41	41	42	42	41	41	40	39	38	37	36	35	34	33	25	
			84	92	99	104	109	112	115	117	119	121	122	122	123	123	124	124	125	
VB			37	41	45	48	51	53	55	56	58	59	60	60	60	61	61	62	63	7
			31	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	17	16	16	15	13	
			84	92	98	103	108	111	114	117	119	120	121	122	122	123	123	124	125	
VIA			21	26	31	36	40	43	46	49	51	53	55	56	57	58	59	60	63	8
			26	27	28	28	27	26	25	23	22	21	21	20	20	19	19	18	13	
			55	65	74	82	89	94	99	103	106	110	114	116	117	118	119	120	125	
			60	65	69	72	74	76	77	78	78	78	78	78	78	78	78	79	79	
VIB			26	29	32	35	36	38	39	40	40	41	41	42	42	42	42	42	42	9
			21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	11	11	10	10	10	10	8	
			60	66	71	74	77	79	80	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83	
			55	57	57	57	58	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	

 = Terletak bebas

 = Terjepit penuh

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
			ly/lx	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	>2,5	
1	I		=Mlx	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125	1
2			=Mly	44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	32	32	25	
3	II		Mlx=-Mtx	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62	62	62	63	63	63	63	2
4			=Mly	36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	13	
5	III		=-Mty	36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	38	3
6			Mlx=-Mtx	48	55	61	67	71	76	79	82	84	86	88	89	90	91	92	92	94	
7	IVA		=Mly	48	50	51	51	51	51	51	50	50	49	49	49	48	48	47	47	19	4
8			=-Mty	48	50	51	51	51	51	51	50	50	49	49	49	48	48	47	47	56	
9	IVB		=Mlx	22	28	34	41	48	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125	5
10			=Mly	51	57	62	67	70	73	75	77	78	79	79	79	79	79	79	79	25	
11	VA		=-Mty	51	57	62	67	70	73	75	77	78	79	79	79	79	79	79	79	75	6
12			Mlx=-Mtx	51	54	57	59	60	61	62	62	63	63	63	63	63	63	63	63	63	
13	VB		=Mly	22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	10	9	9	9	9	13	7
14			Mlx=-Mlx	60	66	71	76	79	82	85	87	88	89	90	91	91	92	92	93	94	
15	VIA		=Mly	31	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	17	16	16	15	12	8
16			Mlx=-Mtx	38	46	53	59	65	69	73	77	80	83	85	86	87	88	89	90	54	
17	VIB		=Mly	43	46	48	50	51	51	51	51	50	50	50	49	49	48	48	48	19	9
18			=-Mty	43	46	48	50	51	51	51	51	50	50	50	49	49	48	48	48	56	
19	VIB		Mlx=-Mtx	13	48	51	55	57	58	60	61	62	62	62	63	63	63	63	63	63	9
20			=Mly	38	39	38	38	37	36	36	35	35	34	34	34	33	33	33	33	13	
21	VIB		=-Mty	38	39	38	38	37	36	36	35	35	34	34	34	33	33	33	33	38	9
22				38	39	38	38	37	36	36	35	35	34	34	34	33	33	33	33	38	



Menerus /terjepit elastis