

TUGAS AKHIR
ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR BALOK
GEDUNG PMI KABUPATEN KAMPAR



NAMA : ARIF GUNAWAN
NIM : 1722201003

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI
RIAU
2021

TUGAS AKHIR
ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR BALOK
GEDUNG PMI KABUPATEN KAMPAR



NAMA : ARIF GUNAWAN
NIM : 1722201003

Diajukan Sebagai Persyaratan untuk mendapatkan
Gelar Sarjana S1 Teknik Sipil

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI
RIAU
2021

LEMBAR PERSETUJUAN DEWAN PENGUJI
UJIAN TUGAS AKHIR S1 TEKNIK SIPIL

No	NAMA	TANDA TANGAN
1.	<u>Beny Setiawan, M.T.</u> Ketua	(.....)
2.	<u>Hanantatur Adeswastoto, S.T., M.T.</u> Sekretaris	(.....)
3.	<u>Aris Fiatno, S.T., M.T.</u> Penguji I	(.....)
4.	<u>Ismail Rahmatulloh, S.T., M.S.</u> Penguji II	(.....)

Mahasiswa :

Nama : ARIF GUNAWAN

NIM : 1722201003

Tanggal Ujian : 31 Juli 2021

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING
Penelitian Tugas Akhir yang Berjudul :
ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR BALOK
GEDUNG PMI KABUPATEN KAMPAR

Disusun Oleh:

Nama : Arif Gunawan
NIM : 1722201003
Program Studi : S1 Teknik Sipil

Bangkinang, 31 Juli 2021

Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

Beny Setiawan, M.T.
NIDN. 1005048902

Hanantatur Adeswastoto, S.T., M.T.
NIDN. 1015128902

Mengetahui,

Fakultas Teknik
Dekan,

Program Studi S1 Teknik Sipil
Ketua,

Emon Azriadi, S.T., M.Sc.E.
NIDN. 1001117701

Beny Setiawan, M.T.
NIDN. 1005048902

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Penelitian Tugas Akhir saya dengan judul Analisis Perencanaan Struktur Balok Gedung PMI Kabupaten Kampar adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik baik di Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Penelitian Tugas Akhir ini murni gagasan, penilaian, dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali arahan dari pembimbing.
3. Di dalam Penelitian Tugas Akhir ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah saya dengan disebutkan nama pengarangnya dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang saya peroleh karena Penelitian Tugas Akhir ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Bangkinang, 31 Juli 2021

Saya yang Menyatakan

ARIF GUNAWAN
1722201003

**CIVIL ENGINEERING STUDY PROGRAM
FACULTY OF ENGINEERING
PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI UNIVERSITY**

**Research Report, 31 juli 2021
ARIF GUNAWAN**

**ANALYSIS OF PLANNING STRUCTURE OF THE PMI
BUILDING BEAM, KAMPAR REGENCY**

xvii + 72 Pages + 10 Tables + 10 Pictures + 1 Scheme + 3 Annexes

ABSTRACT

Planning a building certainly must pay attention to several main elements, such as beauty, comfort, strength, and the economic value of the construction of the building. One of the most influential factors in planning the structure of a building is the strength of the structure. The purpose of this study is to determine other design alternatives for the PMI building beams in Kampar Regency and determine which planning is more efficient, simple, optimal, fast and precise.

The results of the research conducted using the standard analysis of SNI 2847-2019 "Requirements for Structural Concrete for Buildings" show that the dimensions of the beam after the analysis are found to be 200 × 350 beam dimensions using 21 MPa concrete f_c . Height measurements for floor slabs based on SNI 2847-2019 are found to be 130 mm in height. The design of the beam in the support area was found to use 2D19 for the bottom reinforcement and the top reinforcement using 4D19 with a steel f_y of 400 MPa. The design of the beam in the field area based on the analysis of SNI 2847-2019 found the results for the upper reinforcement 4D19 and the lower reinforcement 6D19 with a steel f_y of 400 Mpa. The stirrup area from the analysis results using 10-50 mm for the support area and 10-125 mm for the field area. For steel using f_y quality 240 Mpa.

Keywords : Structure, Beams, SNI 2847-2019.

Reading List : 25 (2012-2021)

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI**

**Penelitian Tugas Akhir, 31 Juli 2021
ARIF GUNAWAN**

**ANALISIS PERENCANAAN STRUKTUR BALOK GEDUNG
PMI KABUPATEN KAMPAR**

xvii + 72 Halaman + 10 Tabel + 10 Gambar + 1 Skema + 3 Lampiran

ABSTRAK

Perencanaan suatu gedung tentunya harus diperhatikan beberapa unsur utama, yaitu keindahan, kenyamanan, kekuatan, serta nilai ekonomis dari pembangunan gedung tersebut. Salah satu faktor yang paling berpengaruh dalam perencanaan struktur bangunan gedung adalah kekuatan struktur bangunannya. Tujuan penelitian ini adalah menentukan alternatif desain lain pada balok gedung PMI Kabupaten Kampar dan menentukan perencanaan mana yang lebih efisien, sederhana, optimal, cepat dan tepat.

Hasil penelitian yang dilakukan menggunakan standar analisis SNI 2847-2019 "*Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*" menunjukkan bahwa pada dimensi balok setelah dilakukan analisis didapati dimensi balok 200 × 350 dengan menggunakan f_c beton 21 Mpa. Ukuran Tinggi untuk Pelat lantai berdasarkan SNI 2847-2019 didapati ukuran tinggi sebesar 130 mm. Perencanaan balok pada daerah tumpuan didapati tulangan bawah menggunakan 2D19 dan tulangan atas menggunakan 4D19 dengan f_y baja 400 Mpa. Perencanaan balok pada daerah lapangan berdasarkan analisis SNI 2847-2019 didapati hasil untuk tulangan atas 4D19 dan tulangan bawah 6D19 dengan f_y baja 400 Mpa. Daerah sengkang dari hasil analisis menggunakan Ø10-50 mm untuk daerah tumpuan dan Ø10-125 mm untuk daerah lapangan. Untuk baja menggunakan kualitas f_y 240 Mpa.

Kata Kunci : Struktur, Balok, SNI 2847-2019.

Daftar Bacaan : 25 (2012-2021)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehairat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya peneliti dapat memperoleh kemampuan dalam menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Perencanaan Struktur Balok Gedung PMI Kabupaten Kampar**”.

Penelitian ini diajukan guna memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan program S1 Teknik Sipil Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai. Dalam penyelesaian tugas akhir ini, peneliti banyak mendapatkan terima kasih yang tulus kepada yang terhormat:

1. Bapak Prof. Dr. Amir Luthfi selaku Rektor Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai.
2. Bapak Emon Azriadi, M.Sc.E. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai
3. Bapak Beny Setiawan, M.T. selaku Ketua Prodi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai sekaligus pembimbing I yang telah meluangkan waktu, pikiran, bimbingan serta arahan petunjuk dan bersusah payah membantu dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya.
4. Bapak Hanantatur Adeswastoto, S.T., M.T. selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran, bimbingan serta arahan petunjuk dan bersusah payah membantu dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya.

5. Bapak Aris Fiatno, S.T., M.T. selaku Penguji I yang telah memberikan kritik dan saran dalam kesempurnaan Tugas Akhir ini..
6. Bapak Ismail Rahmatulloh, S.T., M.S. selaku Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran dalam kesempurnaan pelaksanaan Tugas Akhir ini.
7. Bapak dan Ibu dosen Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai yang telah memberikan kesempatan dan kemudahan bagi peneliti dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu mendoakan dan membantu keberhasilan Tugas Akhir ini.
9. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2017 yaitu Agus Nurmawan, Alexander, Felia Ramadhanti, Rizka Arsi Prodi S1 Teknik Sipil Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai yang telah bermurah hati dalam membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Seluruh keluarga besar mahasiswa Prodi S1 Teknik Sipil Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai Riau Angkatan Tahun 2018, 2019, dan 2020 yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada Peneliti dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Diri Sendiri, terima kasih untuk tidak pernah menyerah dengan keadaan, terima kasih sudah mau bangkit lagi walaupun rasanya sulit, *never give up, everything its gonna be fine.*
12. Seluruh “sahabat” dan saudara peneliti yang memberikan dukungan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Peneliti menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik dari segi penampilan dan penulisan. Oleh karena itu, peneliti senantiasa mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Bangkinang, 31 Juli 2021

Peneliti

ARIF GUNAWAN

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
ABSTRACT	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SKEMA	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Penelitian.....	1
B. Rumusan Masalah Penelitian	4
C. Batasan Masalah Penelitian	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Tinjauan Pustaka	6
B. Landasan Teori	12
BAB III METODE PENELITIAN	30
A. Lokasi Dan Waktu Penelitian.....	30
B. Metode Pengumpulan Data	30
C. Metode Analisis Data	31
D. Bagan Alir Penelitian	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
A. Perencanaan Dimensi Balok dan Pelat Lantai.....	34
B. Analisis pembebanan.....	36
C. Perencanaan Tulangan.....	47
D. Kontrol Perencanaan	65
BAB V PENUTUP	72
A. Kesimpulan.....	72
B. Saran	73

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Berat Bahan Bangunan.....	16
Tabel 2. 2 Berat Komponen Gedung.....	17
Tabel 2. 3 Beban Hidup Pada Lantai Bangunan	19
Tabel 2. 4 Tinggi Minimum Balok	22
Tabel 2. 5 Sifat Mekanik Baja Tulangan	28
Tabel 4. 1 Perhitungan Dimensi Balok	35
Tabel 4. 2 Perhitungan Tebal Pelat Lantai	36
Tabel 4. 3 Beban Mati Pada Pelat Lantai	36
Tabel 4. 4 Perhitungan Berat Sendiri Balok	37
Tabel 4. 5 Perhitungan Jenis Arah Pada Pelat.....	39

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Diagram Alir Analisis Penampang Bertulang Rangkap.....	23
Gambar 2. 2 Skema Hitungan Sengkang Balok.....	24
Gambar 2. 3 Metode Amplop	26
Gambar 2. 4 Beban Trapesium Pada Pelat Lantai.....	26
Gambar 2. 5 Beban Segitiga Pada Pelat Lantai.....	26
Gambar 4. 1 Kode Pada Pelat Lantai 2	38
Gambar 4. 2 Arah Pembagian Gaya Beban Pada Pelat Lantai	40
Gambar 4. 3 Denah Perletakan Dinding Dan Bentuk Beban Pada Pelat Lantai ...	40
Gambar 4. 4 Potongan Gambar Beban Terberat Pada Balok Gedung	43
Gambar 4. 5 Balok 11B-11C.....	43

DAFTAR SKEMA

	Halaman
Skema 3. 1 Bagan Alir Penelitian	33

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Rekapitulasi Beban Yang Bekerja Pada Balok
- Lampiran 2 : Gambar Perencanaan Gedung PMI Kabupaten Kampar

DAFTAR NOTASI

a	= Tinggi Balok Tegangan Beton Tekan Persegi Ekuivalen
A_s	= Luas Tulangan Non Prategang (mm^2)
b	= Lebar Daerah Tekan Komponen Struktur (mm)
b_{min}	= Lebar Minimum Daerah Tekan Komponen Struktur (mm)
d	= Jarak Dari Serat Tekan Terluar Ke Pusat Tulangan (mm)
d'	= Jarak Tulangan Atas Ke Tepi Luar Serat Beton (mm)
f_c	= Kuat Desak Beton (Mpa)
f_y	= Kuat Tarik Baja (Mpa)
h	= Tinggi Balok (mm)
h_{min}	= Tinggi Minimal Balok (mm)
l	= Panjang Bentang (m)
lh	= Bentang Terpanjang Bentang Plat (m)
l_x	= Panjang Bentang Arah Panjang (m)
l_y	= Panjang Bentang Arah Pendek (m)
M_n	= Momen Nominal (N/mm)
M_u	= Momen Rencana (N/mm)
n	= Jumlah Tulangan yang Diperlukan
q_{eq}	= Beban Ekuivalen (N/mm)
q_u	= Beban Ultimate (N/mm)
V_u	= Gaya Geser Ultimate (N/mm)
w	= Beban (N)
λ	= Koefisien Beton
β_1	= Koefisien Mutu Beton
Σ	= Sigma (Penjumlahan)
\emptyset	= Diameter Tulangan Baja

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Berkembangnya ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil saat ini begitu pesat. Hal ini sangat membantu manusia dalam melakukan analisis struktur yang rumit dan menggunakan waktu yang lama menjadi mudah dan cepat. Untuk mendesain bangunan seorang perencana dituntut agar mendesain suatu bangunan dengan kualitas yang baik dengan biaya yang seekonomis mungkin serta memenuhi fungsi dan kebutuhan bangunan. Selain itu seorang perencana juga diharuskan untuk memilih bahan bangunan yang tepat untuk perencanaannya.

Perencanaan suatu gedung tentunya harus diperhatikan beberapa unsur utama, yaitu keindahan, kenyamanan, kekuatan, serta nilai ekonomis dari pembangunan gedung tersebut. Salah satu faktor yang paling berpengaruh dalam perencanaan struktur bangunan gedung adalah kekuatan struktur bangunannya, dimana faktor ini sangat terkait dengan keamanan dan ketahanan bangunan dalam menahan atau menampung beban yang bekerja pada struktur.

Palang Merah Indonesia (PMI) adalah lembaga pemerintah penyedia kebutuhan akan darah di Indonesia, oleh karena itu mereka harus bisa memenuhi kebutuhan darah tersebut yang mana dari hari ke hari kebutuhan akan darah masih tinggi. PMI memiliki beberapa fungsi dan tugas utama sebagai berikut :

1. Melakukan pembinaan dan penghargaan terhadap donor.

2. Melakukan kerjasama dan berkoordinasi dengan berbagai pihak lintas sektoral, baik untuk membangun kegiatan peyediaan darah maupun kegiatan kehumasan dari kegiatan Unit Transfusi Darah (UTD) Tingkat Nasional.
3. Merencanakan, meyiapkan dan melakukan penerapan Sistem Informasi Manajemen untuk jejaring data sebagai rangkuman kegiatan yang terpadu di setiap UTD di seluruh Indonesia.
4. Penyediaan darah transfusi dan jejaringnya secara nasional.
5. Sebagai rujukan berbagai masalah teknis dan manajemen pelayanan darah.
6. Sebagai Pusat Penelitian dan pengembangan dalam penapisan teknologi transfusi darah termasuk pengembangan produksi reagensia.
7. Membina kualitas teknis dan manajemen seluruh UTD PMI yang dibagi menjadi 5 regional agar sesuai dengan *Good Manufacturing Practice* (GMP).
8. Merencanakan logistik sarana dan prasarana untuk UTD seluruh Indonesia termasuk UTD Tingkat Nasional.
9. Meningkatkan kualitas sumber daya manusia (SDM) UTD PMI dengan berbagai pendidikan, pelatihan dan Seminar.

Data pada tahun 2019 yang didapatkan dari Kominfo Kabupaten Kampar mengatakan kebutuhan darah di Kabupaten Kampar dari waktu ke waktu terus meningkat, untuk mendukung hal itu maka dibutuhkan fasilitas yang menunjang kegiatan tersebut. Hal itu menjadi dasar pembuatan gedung baru PMI di Kabupaten Kampar.

Gedung ini menjadi sarana yang paling utama untuk mendukung kegiatan yang akan dilakukan oleh PMI Kabupaten Kampar, diantaranya donor darah, bank darah dan lain-lain. Pembaharuan gedung ini diharapkan mampu memfasilitasi kegiatan PMI Kabupaten Kampar dalam memaksimalkan kebutuhan masyarakat akan darah.

Terkait dengan pembangunan gedung baru ini maka penulis tertarik untuk menganalisis ulang struktur balok pada gedung ini, yang mana pada saat melakukan pra-penelitian ke lokasi gedung PMI Kabupaten Kampar didapatkan hasil bahwa balok gedung memiliki dimensi yang relatif besar. Sehingga dapat diketahui apakah balok pada gedung ini mengalami *overdesign* atau malah tidak memenuhi persyaratan yang ada.

Balok merupakan salah satu bagian penting dalam sebuah struktur bangunan. Balok adalah bagian struktur yang berfungsi menahan beban struktur atas dan menyalurkannya ke kolom. Material yang sering digunakan untuk struktur bangunan termasuk balok adalah beton bertulang. Beton bertulang adalah dua jenis material konstruksi yang difungsikan secara bersamaan yaitu beton dan baja tulangan. Beton merupakan material konstruksi yang lemah terhadap tarik tetapi kuat menahan tekan. Untuk memaksimalkan kerja beton agar kuat menahan tarik yang cukup besar pada serat-serat balok bagian tepi bawah maka dikombinasikan dengan baja tulangan. Baja tulangan merupakan material konstruksi yang kuat tariknya cukup tinggi sehingga dalam konstruksi balok beton bertulang tulangan baja berfungsi sebagai pemikul tegangan tarik. Kelebihan masing - masing elemen tersebut diharapkan dapat saling bekerja sama dalam

menahan gaya - gaya yang bekerja dalam struktur sebuah bangunan, dimana gaya tekan ditahan oleh beton dan gaya tarik dipikul oleh baja tulangan.

B. Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka rumusan masalah ini adalah apakah dalam perencanaan desain balok gedung PMI Kabupaten Kampar ini memenuhi kaedah perencanaan dengan standar teknik yang seharusnya.

C. Batasan Masalah Penelitian

Agar penyusunan dan pembahasan tugas akhir ini dapat terarah dan bisa dipahami maka dilakukan pembatasan masalah dan asumsi-asumsi yang digunakan sebagai berikut :

1. Struktur yang ditinjau adalah struktur balok.
2. Balok yang di tinjau adalah balok yang menopang beban lantai dan dinding atau disebut balok struktural.
3. Bangunan yang ditinjau bangunan bertingkat 2 lantai.
4. Beban yang digunakan hanya beban mati dan beban hidup.
5. Standar perencanaan merujuk pada SNI 2847-2019.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bentuk perencanaan lain dari perencanaan yang telah dilakukan pada struktur balok gedung PMI Kabupaten Kampar.

2. Untuk mengetahui detail dimensi dan tulangan pada balok yang dibutuhkan untuk menahan beban-beban yang bekerja pada struktur gedung PMI Kabupaten Kampar.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Bagi mahasiswa
Penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu dan menjadi bahan pertimbangan/rujukan jika akan membahas penelitian yang sejenis.
2. Bagi instansi terkait
Dapat menjadi bahan masukan dan pertimbangan bagi pihak konsultan dan kontraktor dalam merencanakan suatu struktur balok dikemudian hari.
3. Bagi peneliti
Penelitian ini dapat menambah wawasan dan mempertajam kemampuan untuk menganalisis bagi peneliti, sehingga dapat menjadi bekal di dunia kerja nantinya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Pustaka

Penelitian yang dilakukan Renaldi Oza (2018) yang berjudul Perencanaan Struktur Atas Asrama Putri Di Universitas Kadiri. Dilakukan perencanaan terhadap Struktur Atas Asrama Putri Di Universitas Kadiri. Perhitungan yang dilakukan berupa perhitungan momen dengan metode perhitungan momen ultimit menggunakan acuan SK SNI 2847-2013. Dalam hasil penelitiannya dapat disimpulkan sebelum melakukan perencanaan dan perancangan struktur alangkah lebih tepat apabila memahami lebih dahulu standar yang berlaku khususnya SNI (SK SNI 2847,2013) mengenai tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung. Untuk mendapat dan mempercepat perhitungan yang akurat hendaknya menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*. Untuk analisis pembebanan sebaiknya menggunakan perhitungan aplikasi dan perhitungan manual agar hasil yang di peroleh lebih akurat.

Penelitian yang dilakukan Faun Nurrokhman dan Arief Firmanto (2018) dalam penelitiannya yang berjudul Analisa dan Perencanaan Struktur Rumah Susun 4 Lantai Mahasiswa Universitas Boyolali. Analisis yang dilakukan dalam penelitiannya adalah analisis Dinamis Respon Spektrum. Hal ini dilakukan untuk menganalisis sebuah gedung dari beban gempa. Dalam hasil penelitiannya didapatkan bahwa analisis menggunakan *ETABS* dengan perhitungan manual terdapat perbedaan untuk penulangan kolomnya. Hasil analisis *ETABS* terdapat :

$K1= 10 \text{ D } 16$, $K2= 8 \text{ D } 16$, sedangkan dari perhitungan manual terdapat: $K1= 12 \text{ D } 22$, $K2= 10 \text{ D } 16$. Maka penulangan yang di gunakan adalah hasil dari perhitungan manual. Pemilihan pondasi menggunakan dua tipe: 1 pondasi *bore pile* diameter 80 cm, dengan daya dukung pondasi adalah 179,06 ton dan 1 pondasi *bore pile* diameter 60 cm, dengan daya dukung pondasi adalah 102,92 ton. Untuk membangun rumah susun 4 lantai di Universitas Boyolali ini menghabiskan dana sebesar Rp. 8.884.273.000,00.

Penelitian yang dilakukan oleh Lukas Mawira P. Kuswinardi (2021) yang berjudul Analisis Struktur dan Metode Pelaksanaan Kolom dan Balok Pada Pembangunan Gedung APD PLN Medan. Dalam penelitian ini dilakukan perencanaan struktur beton bertulang, yang mana perencanaan ini harus dilakukan dengan kepastian dalam hal keamanan. Hal yang perlu ditinjau dalam perencanaan suatu struktur balok adalah kekuatan, kekakuan, dan kemampuan menerima beban. Hasil akhir analisis dari program komputer *SAP2000 V.14* menunjukkan bahwa struktur balok dan kolom cukup aman untuk memikul beban mati, hidup, angin dan gempa. Hasil perencanaan didapat dimensi dan jumlah tulangan yang sudah memenuhi persyaratan, dimana untuk balok $\phi M_n > M_u$, dan untuk kolom $\phi M_n > M_u$, $\phi P_n > P_u$. Metode pelaksanaan yang dilakukan pada pekerjaan kolom dan balok telah sesuai dengan standar metode pelaksanaan pekerjaan struktur. Pada pekerjaan balok dan kolom proyek pembangunan Gedung Kantor APD (Area Pengatur Distribusi) PLN ini menggunakan acuan dan perancah sistem konvensional. Sistem ini terlihat dengan digunakannya plywood dengan ketebalan 12 mm dan perancah bambu. Pengecoran balok dan kolom menggunakan beton

dengan mutu K-300 ($f'c$ 25) dan nilai slump 7,5 – 15 cm. Pembongkaran bekisting pada balok dan kolom dapat dilakukan minimal 3 (tiga) hari setelah konstruksi dicor atau harus seijin Direksi/Pengawas Lapangan/Tim Pengelola Teknis Kegiatan.

Penelitian I. Sukmana (2017) yang berjudul Analisis Perencanaan Struktur *Showroom* Nissan Di Jakarta Pusat. Pada penelitian ini disimpulkan bahwa dalam perencanaan bangunan *showroom* Nissan yang menggunakan struktur baja profil struktur yang dipakai sudah mampu melayani beban yang terjadi pada *showroom* Nissan tentunya sesuai fungsi. Pada perencanaan balok dan kolom, pembebanan sama seperti pelat yaitu berdasarkan pada penggunaan atau kegunaannya dan disesuaikan dengan SNI – 1729 - 2015. Dari hasil perhitungan pelat lantai memakai tulangan $\varnothing 12$ lantai. Untuk balok induk dan balok anak menggunakan baja IWF 300, IWF 280 dan IWF 250.

Penelitian C. Elsandy (2018) dengan judul Analisis Perencanaan Struktur Gedung Lab FPIK Universitas Diponegoro Menggunakan Struktur Beton 2013. Analisis dan perancangan pada struktur Gedung Lab FPIK Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang yang disesuaikan dengan Tata Cara Perencanaan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI-1726-2012), Persyaratan Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI-1727-2013) terutama beban hidup dan Persyaratan Beton Struktural untuk bangunan Gedung (SNI-2847- 2013). Pada penelitian ini dapat disimpulkan Gedung Lab FPIK UNDIP ini dengan menggunakan dimensi kolom 60×60 cm, 50×50 cm, dan 45×35 cm dan balok dengan dimensi 60×40 cm, 50×40 cm,

dan 45×25 cm. Dengan tebal pelat lantai 13 cm dan atap 10 cm. Beberapa dimensi ini sesuai dengan dimensi kolom dan balok di lapangan hanya berbeda pada tulangan saja, sehingga dimensi kolom dan balok gedung lab FPIK dianggap layak. Dari hasil perhitungan pada pelat lantai memakai tulangan \varnothing 10-200 dan pelat atap \varnothing 8- 175 dengan f_y 400 Mpa. Untuk balok anak menggunakan tulangan D12 dan balok induk menggunakan tulangan D20 dan untuk tulangan gesernya berjarak 100mm, 125mm. Pada perhitungan kolom memakai tulangan D22 dengan tulangan geser berjarak 125mm dengan f_y 400 Mpa.

Penelitian H. Pratama (2021) yang berjudul Perhitungan Struktur Bangunan Parkir Sepeda Motor Universitas Negeri Malang. Analisis yang dilakukan menggunakan bantuan *software SANSPRO*. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa perencanaan struktur bangunan merupakan hal yang penting untuk menghasilkan suatu struktur yang stabil, kuat, dan awet. Sehingga hal terpenting dari perencanaan struktur merupakan perhitungan struktur bangunan agar tidak terjadi kesalahan pada saat pelaksanaan pembangunan. Pada perencanaan ini meliputi pekerjaan sehingga membutuhkan perhitungan yang tepat. Perhitungan struktur bangunan mengacu pada SNI 1727-2013 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain serta mengacu pada tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung 1991, yang telah disempurnakan dalam tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung yaitu SNI 03-2847-2002. Perhitungan perencanaan perhitungan struktur ini menggunakan perencanaan baban dan kombinasi beban pada pekerjaan ini juga menggunakan analisis struktur dengan menggunakan *SANSPRO* sehingga

menghasilkan perhitungan yang akurat, dimana struktur dirancang sedemikian rupa agar menghasilkan struktur bangunan terbaik yang mampu berfungsi secara tepat dan optimal.

Penelitian S. Nugraha (2016) berjudul Analisis Perencanaan Gedung Kantor Samsat Kabupaten Kuningan Dengan Menggunakan Struktur Beton SNI 2013. Perencanaan yang dilakukan dapat disimpulkan pelat lantai direncanakan dari beton yang dicor dengan tebal pelat pada lantai 1 setebal 15 cm, lantai 2 dan setebal 13 cm dan untuk Pelat atapnya setebal 10 cm, dengan pembedaan D10 dan D12. Pembebanan pada pelat didasarkan pada penggunaan atau kegunaan lantai tersebut dan disesuaikan dengan SNI 1726 – 2013 tentang pembebanan untuk struktur gedung. Dimensi balok menggunakan 250×500 dan 300×600 dengan tulangan D12 dan D16. Sedangkan dimensi kolom direncanakan 400×400 dengan pembedaan D16.

Penelitian R. Persada (2017) yang berjudul Analisis Perencanaan Struktur Hotel Dialog Grage Cirebon Menggunakan Struktur Beton SNI 2013. Perencanaan yang didapat dari hasil perhitungan hasil analisis adalah pembebanan disesuaikan fungsi dari bangunan yang mengacu SNI 2013 khususnya beban hidup. Perencanaan bangunan 11 lantai dengan fungsi utama sebagai ruangan hotel memiliki luas bangunan sekitar $\pm 20.400,287$ m² dengan menggunakan dimensi kolom, untuk lantai *Ground Floor* ialah kolom 50×125 dan kolom 70×100 , untuk lantai 1 adalah 55×105 dan 70×100 , untuk lantai 2 – 4 ialah kolom 55×90 dan kolom 60×100 , untuk lantai 5 – 7 ialah kolom 55×75 dan kolom 50×90 , untuk lantai 8 – 11 ialah kolom 55×60 dan kolom 50×70 , kemudian

untuk balok dengan dimensi 40×80 cm, 35×70 cm dan 30×60 cm, dengan tebal pelat lantai 13 cm dan atap menggunakan pelat dengan tebal 12 cm. Dari hasil perhitungan pada pelat lantai memakai tulangan D10. Untuk balok portal dan balok anak menggunakan tulangan D22, dan untuk tulangan gesernya berjarak, 150mm, 100mm, 170mm. Pada perhitungan kolom memakai tulangan D25, D29, dan D32 dengan tulangan geser berjarak 100mm dan 150mm. Pondasi menggunakan pondasi tiang pancang, ini didasarkan pada pengamatan yang sudah dilakukan.

Penelitian M. Fadli (2017) berjudul Analisis Perencanaan Struktur Hotel Ibis Budget Cirebon Dengan Menggunakan Struktur Beton SNI 2847-2013. Dengan meningkatnya wisatawan ke Kota Cirebon menjadikan potensi akan kebutuhan hotel meningkat. Pada perencanaan hotel ini dapat disimpulkan Pembebanan disesuaikan fungsi dari bangunan yang mengacu pada SNI 1727 – 2013 tentang pembebanan untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain, SNI 2847 – 2013 tentang Persyaratan beton untuk bangunan gedung, dan SNI 1726 – 2012 tentang gempa. Perencanaan bangunan 8 (delapan) lantai dan 1 (satu) semi *basement* dengan fungsi sebagai tempat penginapan dengan luas bangunan 8881,31 m² dengan menggunakan dimensi kolom 25×50 cm, 35×70 cm, 35×60 cm, 35×50 cm, 20×40 cm dan balok dengan dimensi 20×50 cm, 35×50 cm dengan tebal pelat *basement* sampai lantai 8 yaitu 13 cm dan pelat atap 10 cm. Dari hasil perhitungan pada pelat lantai memakai tulangan Ø 10. Untuk balok portal menggunakan tulangan pokok D16 D19 D25, dan tulangan sengkang Ø10. Pada perhitungan kolom memakai tulangan D16 D22 D25 D29. Setelah dilakukan

analisis, sesuai data teknis yang didapatkan ternyata hasil analisis difleksi nya masih sesuai SNI 2847-2013. Bahwa lendutan izin maksimum yang diijinkan untuk jenis komponen struktur konstruksi atap atau lantai yang menumpu atau disatukan dengan komponen nonstructural yang mungkin tidak akan rusak oleh lendutan yang besar.

Penelitian T. Hatta (2017) dengan Judul Perencanaan Struktur Gedung The Plaza Sorong. Gedung ini direncanakan 13 lantai, dimana diharapkan menjadi pelopor pembangunan gedung-gedung tinggi yang ada di Papua maupun Papua Barat. Penelitian ini hanya merencanakan struktur atas bangunan yakni berupa pelat lantai, struktur balok dan kolom dengan bantuan aplikasi *SAP 2000*. Pada hasil penelitian didapati perencanaan untuk pelat lantai menggunakan beton dengan kualitas f_c 30 mpa, kualitas tulangan f_y 400 mpa dengan tebal pelat atap 100 mm dan pelat lantai 170mm. Dimensi balok menggunakan 450×900 mm, 300×600 mm dan 250×500 mm. Sedangkan dimensi kolom menggunakan 900×900 mm, 850×850 mm, 800×800 mm, 700×700 mm, 600×600 mm, 500×500, 400×400 mm. Dengan penulangan menggunakan D10, D16 dan D19.

B. Landasan Teori

1. Struktur

a. Pengertian

Struktur bangunan adalah bagian dari sebuah sistem bangunan yang bekerja untuk menyalurkan beban yang diakibatkan oleh adanya bangunan di atas tanah. Fungsi struktur dapat disimpulkan untuk memberi kekuatan

dan kekakuan yang diperlukan untuk mencegah sebuah bangunan mengalami keruntuhan. Struktur merupakan bagian bangunan yang menyalurkan beban-beban. Beban-beban tersebut menumpu pada elemen-elemen untuk selanjutnya disalurkan ke bagian bawah tanah bangunan, sehingga beban-beban tersebut akhirnya dapat ditahan. (Andrew Charleson,2018)

b. Perencanaan Struktur

Erly Suandy (2021) mengatakan bahwa perencanaan adalah sebuah proses dalam menentukan tujuan organisasi dan juga menyajikannya secara lebih jelas dengan berbagai strategi, taktik, dan operasi yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan utama organisasi secara keseluruhan.

Perencanaan merupakan bagian yang penting dari pembangunan suatu gedung atau bangunan lainnya. Perencanaan dari suatu konstruksi bangunan harus memenuhi berbagai syarat konstruksi yang telah ditentukan yaitu :

1) Kuat

Struktur gedung atau konstruksi lainnya harus direncanakan kekuatan batasnya terhadap pembebanan.

2) Kokoh

Struktur gedung harus direncanakan agar deformasi atau perubahan bentuk yang terjadi tidak melebihi deformasi yang telah ditentukan.

3) Ekonomis

Konstruksi yang dibangun harus dibuat dengan biaya semurah mungkin dan disesuaikan dengan biaya yang ada tanpa mengurangi mutu dan kekuatan bangunan.

4) Artistik (Estetika)

Konstruksi yang dibangun harus memperhatikan nilai-nilai keindahan, tata letak dan bentuk sehingga setiap orang yang menempatnya akan merasa aman dan nyaman.

c. Pedoman Perencanaan Struktur

Setiap perencanaan struktur memerlukan pedoman nilai ambang batas yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI), untuk mengetahui peraturan dan syarat-syarat keamanan tertentu yang berlaku di Indonesia.

Pedoman yang digunakan dalam perhitungan ulang struktur gedung PMI Kabupaten Kampar adalah pedoman :

- 1) Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847 - 2019).
- 2) Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2013).
- 3) Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung (SNI 03-1726-2019).
- 4) Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (RSNI2 1727-2018).
- 5) Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI 2847-2019).

2. Macam-Macam Pembebanan

Beban yang bekerja pada struktur dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu beban vertikal dan beban horisontal. Beban vertikal meliputi beban mati dan beban hidup, beban horisontal dalam hal ini yaitu berupa beban gempa.

a. Beban Mati

Beban mati merupakan semua berat sendiri gedung dan segala unsur tambahan yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut. Menurut SNI 1727:2013, yang termasuk beban mati adalah seperti dinding, lantai, atap, plafon, tangga dan *finishing*.

Beban Mati menurut Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1987 adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Berat Bahan Bangunan

No	Material	Berat	Keterangan
1	Baja	7850 Kg/m ³	
2	Batu alam	2600 Kg/m ³	
3	Batu belah, batu bulat, batu gunung	1500 Kg/m ³	Berat tumpuk
4	Batu karang	700 Kg/m ³	Berat tumpuk
5	Batu pecah	1450 Kg/m ³	
6	Batu tuang	7250 Kg/m ³	
7	Beton	2200 Kg/m ³	
8	Beton bertulang	2400 Kg/m ³	
9	Kayu	1000 Kg/m ³	Kelas I
10	Kerikil, koral	1650 Kg/m ³	Kering udara sampai lembab, tanpa diayak
11	Pasangan bata Merah	1700 Kg/m ³	
12	Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2200 Kg/m ³	

No	Material	Berat	Keterangan
13	Pasangan batu cetak	2200 Kg/m ³	
14	Pasangan batu karang	1450 Kg/m ³	
15	Pasir	1600 Kg/m ³	Kering udara sampai lembab
16	Pasir	1800 Kg/m ³	Jenuh air
17	Pasir kerikil, koral	1850 Kg/m ³	Kering udara sampai lembab
18	Tanah, lempung dan lanau	1700Kg/m ³	Kering udara sampai lembab
19	Tanah, lempung dan lanau	2000 Kg/m ³	Basah
20	Timah hitam/timbel	11400 Kg/m ³	

Sumber : SNI-2847-2019

Tabel 2. 2 Berat Komponen Gedung

No	Material	Berat	Keterangan
1	Adukan, per cm tebal : <ul style="list-style-type: none"> • Dari semen • Dari kapur, semen merah/tras 	21 kg/m ² 17 kg/m ²	
2	Aspal per cm tebal	14 kg/m ²	
3	Dinding pasangan bata merah : <ul style="list-style-type: none"> • Satu batu • Setengah batu 	450 kg/m ² 250 kg/m ²	
4	Dinding pasangan batako : <ul style="list-style-type: none"> • Berlubang : Tebal dinding 20 cm (HB 20) Tebal dinding 10 cm (HB 10) • Tanpa lubang : Tebal dinding 15 cm Tebal dinding 10 cm 	200 kg/m ² 120 kg/m ² 300 kg/m ² 200 kg/m ²	
5	Langit-langit dan dinding terdiri : <ul style="list-style-type: none"> • Semen asbes (eternit), tebal maks 4mm • Kaca, tebal 3-5mm 	11 kg/m ² 10 kg/m ²	Termasuk rusuk-rusuk, tanpa pengantung atau pangaku
6	Lantai kayu sederhana	40 kg/m ²	tanpa langit-langit,

No	Material	Berat	Keterangan
	dengan balok kayu		bentang maks. 5 m, beban hidup maks. 200 kg/m ²
7	Penggantung langit-langit (kayu)	7 kg/m ²	bentang maks. 5 m, jarak s.k.s min 0.80 m
8	Penutup atap genteng	50 kg/m ²	dengan reng dan usuk / kaso per m ² bidang atap
9	Penutup atap sirap	40 kg/m ²	dengan reng dan usuk / kaso per m ² bidang atap tanpa usuk
10	Penutup atap seng gelombang (BJLS-25)	10 kg/m ²	
11	Penutup lantai ubin, /cm tebal	24 kg/m ²	ubin semen portland, teraso dan beton, tanpa adukan
12	Semen asbes gelombang (5mm)	11 kg/m ²	

Sumber : SNI-2847-2019

b. Beban Hidup

Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, dan beban mati. (SNI 1727:2013).

Karakteristik beban hidup adalah dapat berpindah atau bergerak. Contoh beban hidup adalah berat manusia, perabot, dan barang yang disimpan.

Beban hidup untuk bangunan gedung menurut SNI 03-1727-2013 adalah sebagai berikut :

Tabel 2. 3 Beban Hidup Pada Lantai Bangunan

Hunian atau Penggunaan	Merata psf (kN/m ²)	Terpusat lb (kN)
Susunan tangga, rel pengamandan batang pegangan	Lihat pasal 4.5	
Helipad	60 (2,87) ^{de} tidak boleh direduksi	<i>e,f,g</i>
Rumah sakit :		
Ruang Operasi	60 (2,87)	1000 (4,45)
Ruang pasien	40 (1,92)	1000 (4,45)
Koridor diatas lantai pertama	80 (3,83)	1000 (4,45)
Hotel (lihat rumah tinggal)		
Perpustakaan		
Ruang baca	60 (2,87)	1000 (4,45)
Ruang penyimpanan	150 (7,18) ^{a, h}	1000 (4,45)
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)	1000 (4,45)
Pabrik		
Ringan	125 (6,00) ^a	2000 (8,90)
Berat	250 (11,97) ^a	3000(13,40)
Gedung Perkantoran :		
Ruang arsip dan komputer harus dirancang untuk beban yang lebih berat berdasarkan pada perkiraan hunian	100 (4,79)	2000 (8,90)
Lobi dan koridor pertama kantor	50 (2,40)	2000 (8,90)
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)	2000 (8,90)
Lembaga Hukum :		
Blok sel	40 (1,92)	
Koridor	100 (4,79)	
Tempat rekreasi		
Tempat bowling, Kolam renang, dan penggunaan yang sama	75 (3,59) ^a	
Bangsal dansa dan Ruang dansa	100 (4,79) ^a	
Gimnasium	100 (4,79) ^a	
Tempat menonton baikterbuka atau tertutup	100 (4,79) ^{a,k}	
Stadium dan tribun/arena dengan tempat duduk tetap (terikat pada lantai)	60 (2,87) ^{a,k}	

Hunian atau Penggunaan	Merata psf (kN/m ²)	Terpusat lb (kN)
Rumah tinggal		
Hunian (satu keluarga dan dua keluarga)		
Loteng yang tidak dapat didiami tanpa gudang	10 (0,48) ^l	
Loteng yang tidak dapat didiami dengan gudang	20 (0,96) ^m	
Loteng yang dapat didiami dan ruang tidur	30 (1,44)	
Semua ruang kecuali tangga dan balkon	40 (1,92)	
Semua hunian rumah tinggal lainnya	40 (1,92)	
Ruang pribadi dan koridor yang melayani mereka Ruang publik ^a dan koridor yang melayani mereka	100 (4,79)	

Sumber : SNI 03-1727-2013

Jika dikonversi maka dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Hunian atau penggunaan	Merata (Kg/m ²)	Terpusat lb (Kg)
Gedung Perkantoran :		
Ruang arsip dan komputer harus dirancang untuk beban yang lebih berat berdasarkan pada perkiraan hunian	488,444	907.55
Lobi dan koridor pertama kantor	244,731	907.55
Koridor di atas lantai pertama	390,551	907.55

c. Kombinasi Pembebanan

Dalam melakukan analisis desain suatu struktur bangunan, perlu adanya gambaran yang jelas mengenai perilaku dan besar beban yang bekerja pada struktur. Untuk keperluan desain, analisis dari sistem struktur perlu diperhitungkan terhadap adanya kombinasi pembebanan (*Load combination*) dari beberapa kasus beban yang dapat bekerja secara

bersamaan selama umur rencana. Kombinasi pembebanan yang perlu ditinjau pada struktur ada dua yaitu: Kombinasi pembebanan tetap dan kombinasi pembebanan sementara.

Kombinasi pembebanan tetap dianggap beban bekerja secara terusmenerus pada struktur selama umur rencana. Kombinasi pembebanan tetap disebabkan oleh bekerjanya beban mati dan beban hidup.

Kombinasi pembebanan sementara tidak bekerja secara terus menerus pada stuktur, tetapi pengaruhnya tetap diperhitungkan dalam analisis struktur. Kombinasi pembebanan ini disebabkan oleh bekerjanya beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Nilai-nilai tersebut dikalikan dengan suatu faktor magnifikasi yang disebut faktor beban, tujuannya agar struktur dan komponennya memenuhi syarat kekuatan dan layak pakai terhadap berbagai kombinasi beban.

Kombinasi beban menurut “Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain” (SNI 1727:2018) sebagai berikut:

- 1) $1,4 D$
- 2) $1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
- 3) $1,2 D + 1,6 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W)$
- 4) $1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
- 5) $0,9 D + 1,0 (W \text{ atau } E)$

Dengan : D = Beban Mati S = beban Salju E = Beban Gempa

L = Beban Hidup R = Beban Air hujan

W = Beban Angin L_r = Beban Hidup Atap

3. Perencanaan Balok

Balok dapat didefinisikan sebagai salah satu dari elemen struktur portal dengan bentang yang arahnya horizontal, sedangkan portal merupakan kerangka utama dari struktur bangunan khususnya bangunan gedung.

Beban yang bekerja pada balok biasanya berupa beban lentur, beban geser maupun torsi (momen puntir), sehingga perlu baja tulangan untuk menahan beban-beban tersebut. Tulangan ini berupa tulangan memanjang (yang menahan beban lentur) serta tulangan geser atau sengkang (yang menahan beban geser dan torsi).

Dalam merencanakan suatu balok bertulang perlu menentukan luas tulangan balok dengan skema perhitungan sebagai berikut :

a. Tinggi Balok Minimum

Untuk balok yang tidak bertumpu atau melekat pada partisi atau konstruksi lain yang mungkin rusak akibat lendutan yang besar, ketebalan keseluruhan pelat h tidak boleh kurang dari batas minimum pada Tabel dibawah.

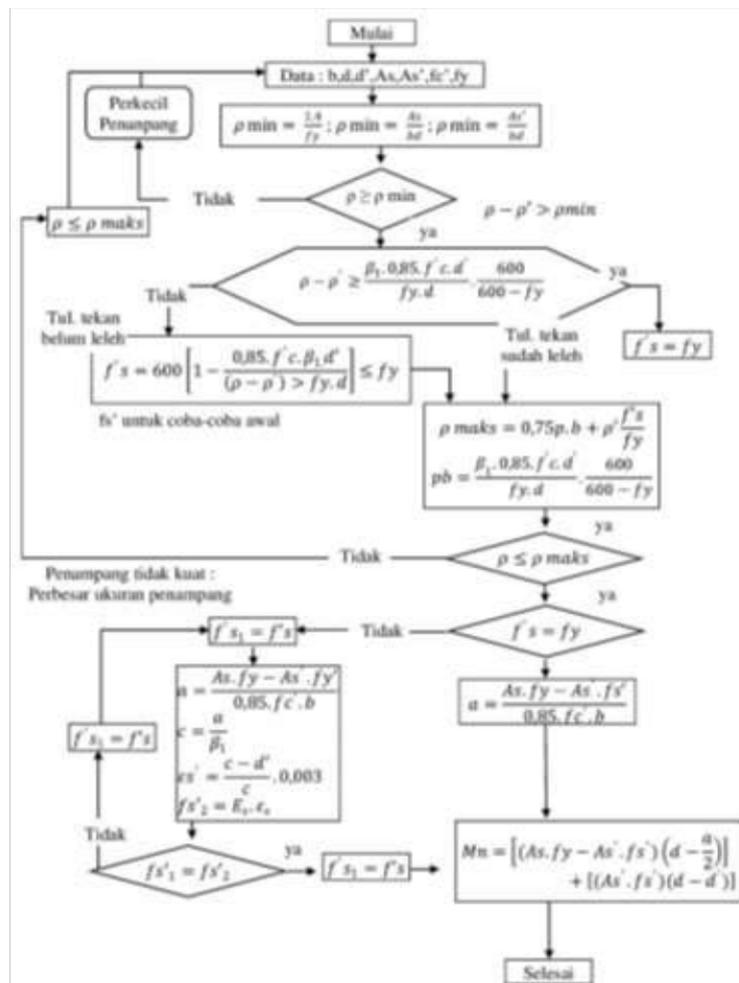
Tabel 2. 4 Tinggi Minimum Balok

Kondisi Perletakan	Minimum h
Perletakan sederhana	$l/16$
Menerus satu sisi	$l/18,5$
Menerus dua sisi	$l/21$
Kantilever	$l/8$

Sumber : SNI 2847-2019

b. Menentukan Luas Tulangan Balok

Menentukan luas tulangan yang harus digunakan / dipasang pada balok, maka perlu data yang berkaitan dengan dimensi balok (b , h , d , d_s dan d'_s), mutu bahan beton bertulang (f'_c dan f_y) dan beban yang bekerja pada balok ($M_u \rightarrow$ untuk menentukan M_n).

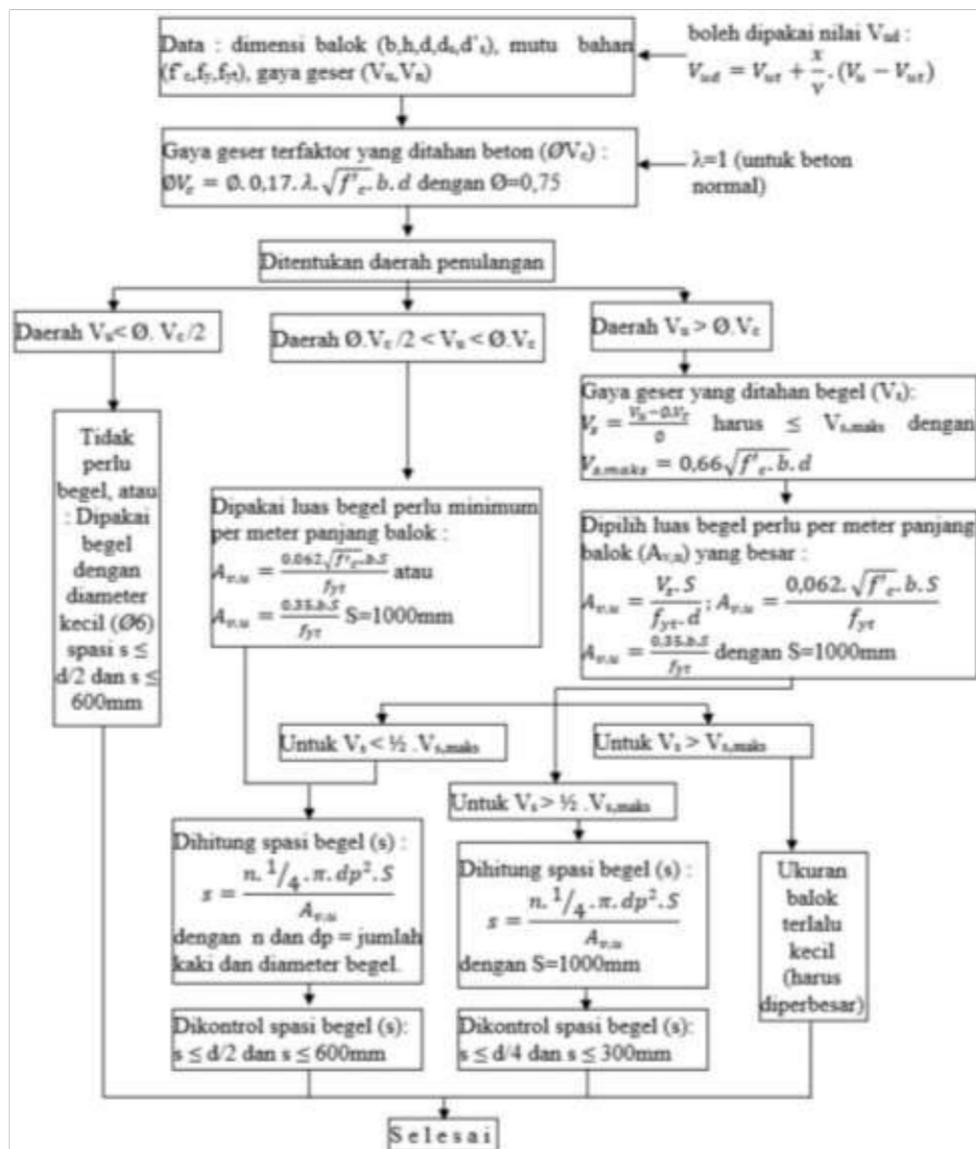


Gambar 2. 1 Diagram Alir Analisis Penampang Bertulang Rangkap

c. Perhitungan Sengkang Balok

Dengan memperhatikan dan menggunakan rumus-rumus terkait dengan sengkang balok, maka langkah hitungan sengkang balok dapat ditentukan berdasarkan 3 tahap sebagai berikut :

- 1) Dihitung gaya geser V_u dan gaya geser yang ditahan oleh beton (ϕV_c).
- 2) Dihitung gaya geser yang ditahan oleh sengkang (V_s).
- 3) Dihitung luas sengkang yang diperlukan untuk setiap 1 m panjang balok ($A_{v,u}$) dan jarak antar sengkang atau spasi sengkang.



Gambar 2. 2 Skema Hitungan Sengkang Balok

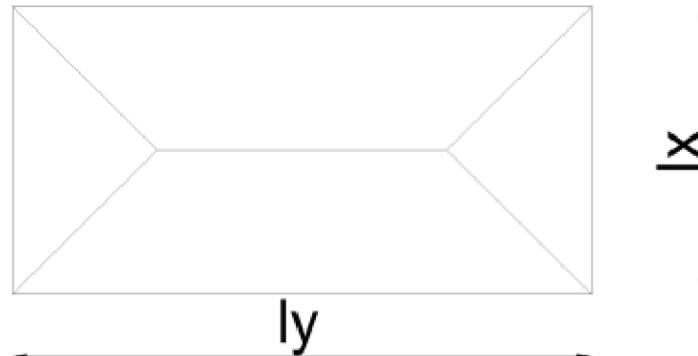
d. Distribusi Pembebanan Balok dari Pelat

Distribusi beban pada pelat dapat dilihat dari fenomena pembebanan pelat. Bila suatu pelat persegi dengan tumpuan sederhana di empat sisinya dan dibebani hingga retak dan akhirnya runtuh maka dapat ditarik beberapa kesimpulan:

- 1) Retak yang pertama terjadi tegak lurus bentang pendek.
- 2) Retak berlanjut hingga pertemuan tumpuan dengan sudut 45° .
- 3) Pola retak (bentuk amplop) identik dengan pembagian beban pelat ke balok.

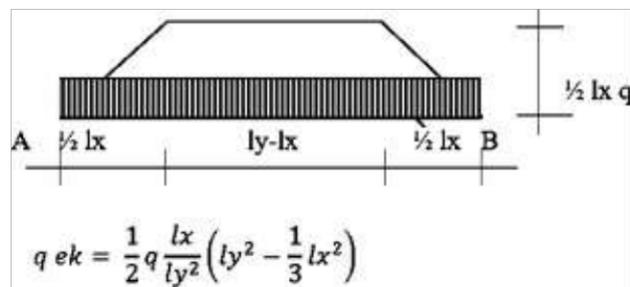
Bentuk beban pelat dapat segitiga atau trapesium. Beban ini diteruskan ke balok yang selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk mencari gaya dalam balok. Perhitungan gaya dalam balok bila menggunakan tabel seperti tertulis pada SNI , harus mengikuti aturan seperti beban harus terbagi merata. Salah satu cara pendekatan dan umum adalah dengan merubah beban segitiga atau trapesium kedalam beban merata berdasarkan momen maksimum yang terjadi ditengah balok.

Pada perencanaan balok, distribusi beban pelat terhadap balok berupa amplop, sehingga dinamakan metode amplop. Dalam metode amplop terdapat 2 jenis bentuk pelat yaitu bentuk segitiga dan bentuk trapesium. Beban pelat yang terdistribusi dalam bentuk segitiga ataupun trapesium, diekuivalenkan menjadi beban merata. Hal ini akan memudahkan dalam menghitung gaya-gaya dalam pada balok tersebut.



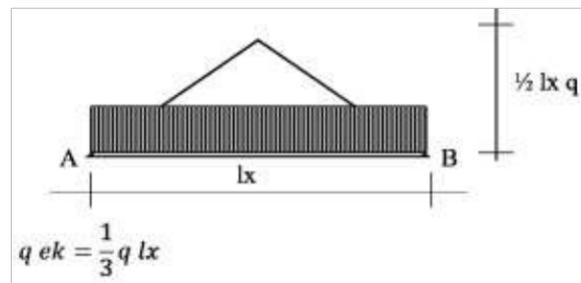
Gambar 2. 3 Metode Amplop

Beban merata pada bidang trapesium :



Gambar 2. 4 Beban Trapesium Pada Pelat Lantai

Beban merata pada bidang segitiga : ebar



Gambar 2. 5 Beban Segitiga Pada Pelat Lantai

4. Mutu Beton dan Baja Tulangan

a. Beton

Sifat-Sifat beton pada umumnya dipengaruhi oleh kualitas bahan, cara pengerjaan, dan cara perawatannya. Karakteristik semen mempengaruhi kualitas beton dan kecepatan pengerasannya. Gradasi agregat halus mempengaruhi pengerjaannya, sedang gradasi agregat kasar mempengaruhi

kekuatan beton. Pada saat keras, beton diharapkan mampu memikul beban sehingga sifat utama yang harus dimiliki oleh beton adalah kekuatannya. Kekuatan beton terutama dipengaruhi oleh banyaknya air dan semen yang digunakan atau tergantung pada faktor air semen dan derajat kekompakannya.

Agar mutu beton yang ditetapkan dapat dilaksanakan dengan pasti di lapangan, maka di dalam pembuatannya harus dipertimbangkan baik-baik segala hal yang mempengaruhi mutu beton antara lain:

- 1) Jumlah semen pada tiap m³ beton.
- 2) Faktor air semen.
- 3) Gradasi agregat.
- 4) Kekerasan agregat.
- 5) Kebesihan agregat.
- 6) Jenis dan kualitas semen.
- 7) Cara dan lama pengadukan.
- 8) Cara pemadatan.
- 9) *Finishing* dan *transport*.
- 10) Temperatur.
- 11) Pemeliharaan.
- 12) Umur beton.

b. Baja Tulangan

Baja tulangan untuk konstruksi beton bertulang ada bermacam-macam jenis dan mutu tergantung dari pabrik yang membuatnya. Ada dua jenis

baja tulangan, tulangan polos (*Plain bar*) dan tulangan ulir (*Deformed bar*). Beton tidak dapat menahan gaya tarik melebihi nilai tertentu tanpa mengalami keretakan. Oleh karena itu, agar beton dapat bekerja dengan baik dalam sistem struktur, beton perlu dibantu dengan memberinya perkuatan penulangan yang berfungsi menahan gaya tarik. Penulangan beton menggunakan bahan baja yang memiliki sifat teknis yang kuat menahan gaya tarik. Baja beton yang digunakan dapat berupa batang baja lonjoran atau kawat rangkai las (*wire mesh*) yang berupa batang-batang baja yang dianyam dengan teknik pengelasan.

Baja beton dikodekan berurutan dengan huruf :

- 1) BJ berarti baja.
- 2) TP berarti Tulangan polos.
- 3) TD berarti Tulangan Deformasi (Ulir).

Angka yang terdapat pada kode tulangan menyatakan batas leleh karakteristik yang dijamin. Baja beton BJTP 24 dipasok sebagai baja beton polos, dan bentuk dari baja beton BJTD 40 adalah *deform* atau dipuntir . Baja beton yang dipakai dalam bangunan harus memenuhi norma persyaratan terhadap metode pengujian dan pemeriksaan untuk bermacam macam mutu baja beton menurut tabel.

Tabel 2. 5 Sifat Mekanik Baja Tulangan

Simbol Mutu	Tegangan leleh minimum (kN/cm²)	Kekuatan tarik minimum (kN/cm²)	Perpanjangan minimum (%)
BJTP-24	24	39	18

Simbol Mutu	Tegangan leleh minimum (kN/cm²)	Kekuatan tarik minimum (kN/cm²)	Perpanjangan minimum (%)
BJTP-30	30	49	14
BJTD-30	30	49	14
BJTD-35	35	50	18
BJTD-40	40	57	16

Sumber : SNI-2052-2017

5. Keruntuhan Lentur pada Balok.

Jenis-jenis keruntuhan lentur pada balok adalah sebagai berikut :

a. Keruntuhan Tarik (*Ductile*)

Pada keruntuhan jenis ini, tulangan leleh sebelum beton hancur (yaitu mencapai regangan batas tekannya). Keruntuhan jenis ini terjadi pada penampang dengan rasio tulangan yang kecil. Balok yang mengalami keruntuhan ini disebut “*underreinforced*”.

b. Keruntuhan Tarik (*Brittle/Getas*)

Pada kondisi ini, beton hancur sebelum tulangan leleh. Keruntuhan seperti ini terjadi pada penampang dengan rasio tulangan yang besar. Balok yang mengalami keruntuhan ini disebut “*overreinforced*”

c. Keruntuhan Seimbang (*Balance*)

Pada kondisi ini, beton hancur dan besi tulangan leleh terjadi secara bersamaan. Balok seperti ini mempunyai tulangan yang seimbang.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kantor Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Kampar Provinsi Riau. Waktu penelitian dimulai bulan Juli - Agustus 2021 dengan mengumpulkan data-data yang diperlukan untuk penelitian.

B. Metode Pengumpulan Data

Data diperlukan untuk mencapai tujuan dari penelitian. Data dalam penelitian ini terbagi atas 2 (dua) yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang berupa data-data yang diperoleh dan dikumpulkan melalui wawancara secara langsung dengan para responden, yang mana data-data tersebut bisa diperoleh langsung dari pihak perencana dan disetujui instansi terkait. Sedangkan data sekunder berupa jurnal penelitian yang relevan yang didapat dengan cara mencari melalui situs, atau artikel yang tersedia di internet, mendatangi langsung ke kantor-kantor atau instansi yang terkait.

Pengumpulan data dan informasi bangunan gedung, baik data sekunder maupun data primer dilakukan dengan teliti. Data yang didapatkan adalah *Shop Drawing* gedung.

C. Metode Analisis Data

Analisis perhitungan desain struktur dibantu dengan menggunakan bantuan program komputer yaitu *Microsoft Excel*.

Langkah-langkah dalam analisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan dimensi balok.

Pada tahap ini ditentukan apakah balok sudah memenuhi syarat sesuai dengan tabel 2.4, dimana pada gedung PMI ini perletakan baloknya menggunakan perletakan sederhana sehingga rumus menentukan tinggi minimal balok adalah :

$$h = l/16$$

Dan untuk menentukan lebar baloknya menggunakan rumus :

$$b_{min} = 2/3 h ; b = 1/2 h$$

2. Menghitung Pembebanan.

Pada tahap ini ditentukan beban yang bekerja pada balok. Beban yang diterima balok dari pelat lantai berupa beban trapesium atau juga segitiga. Beban-beban ini harus diubah menjadi beban merata dengan rumus sesuai dengan gambar 2.4 dan gambar 2.5.

Beban mati merupakan beban sendiri dari struktur gedung, beban mati bisa dihitung dengan beracuan pada tabel 2.1. Untuk beban hidup yang bekerja pada pelat lantai bisa dihitung sesuai peruntukan fungsi gedungnya, hal ini telah diatur dalam tabel 2.3. Setelah beban mati dan beban hidup diketahui maka q_u bisa diketahui dengan persamaan kombinasi pembebanan sebagai berikut :

$$q_u = 1,2DL + 1,6LL$$

3. Menentukan luas tulangan balok.

Pada tahap ini dilakukan perhitungan luas tulangnya sesuai dengan diagram analisis pada gambar 2.1. Pada tahap awal ialah menentukan dimensi balok sesuai data yang ada. Setelah beban ultimate ditentukan maka dihitung rasio tulangan izin dengan $\rho_{\min} \geq \rho$ jika tidak memenuhi persyaratan maka penampang diperkecil. Jika telah memenuhi persyaratan maka ditentukan apakah tulangan tekan sudah leleh apa belum dengan rumus :

$$\rho - \rho' \geq \frac{\beta_1 \cdot 0,85 \cdot f'c \cdot d'}{f_y \cdot d} \cdot \frac{600}{600 - f_y}$$

Jika tulangan sudah leleh maka dihitung rasio tulangan izin ρ_{\max} dapat dihitung dengan :

$$pb = \frac{\beta_1 \cdot 0,85 \cdot f'c \cdot d'}{f_y \cdot d} \cdot \frac{600}{600 - f_y}$$

$$\rho_{maks} = 0,75p \cdot b + \rho' \frac{f's}{f_y}$$

Jika tidak memenuhi syarat $\rho \leq \rho_{maks}$ maka penampang diperbesar, selanjutnya tentukan luas tulangan dengan :

$$a = \frac{As \cdot f_y - As' \cdot f_s'}{0,85 \cdot f'c \cdot b}$$

Kemudian dihitung momen pikul Mn dengan :

$$Mn = \left[(As \cdot f_y - As' \cdot f_s') \left(d - \frac{a}{2} \right) \right] + [(As' \cdot f_s')(d - d')]$$

Perhitungan luas tulangan dinyatakan selesai jika

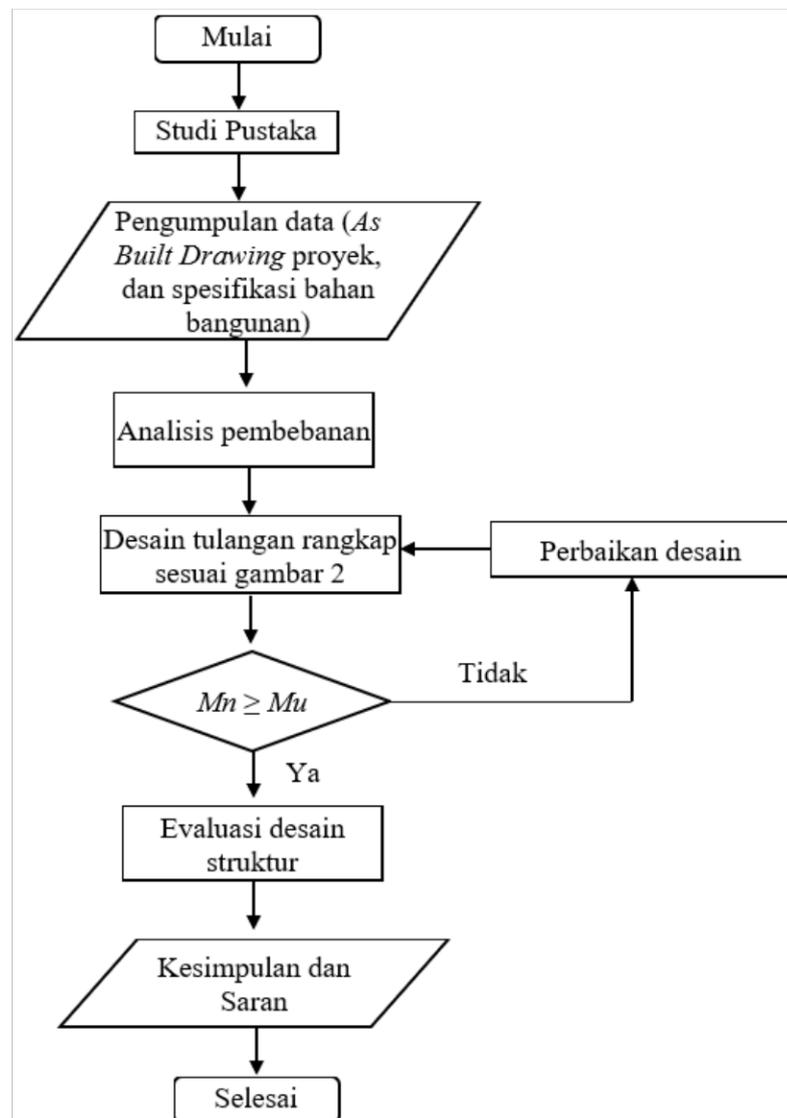
$$Mn \geq Mu$$

4. Evaluasi

Pada tahap ini balok yang $Mn \geq Mu$, berarti balok tersebut telah sesuai dengan perencanaan balok yang ada, jika tidak memenuhi maka balok harus didesain ulang. Balok yang Mn nya berselisih jauh dengan Mu maka balok dinyatakan *overdesign*, balok seperti ini sebaiknya didesain ulang.

D. Bagan Alir Penelitian

Berikut ini adalah bagan alir penelitian :



Skema 3. 1 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perencanaan Dimensi Balok dan Pelat Lantai

1. Dimensi Balok

Data-data perhitungan :

Panjang bentang balok terpanjang : 4,5 m

Untuk menghitung tinggi balok digunakan rumus sesuai SNI 2847-2019, dimana untuk perletakan sederhana menggunakan rumus :

$$h_{min} = \frac{l}{16}$$

Dengan :

h_{min} = Tinggi minimum balok

l = Panjang Bentang

$$h_{min} = \frac{4,5}{16} = 0,281 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan untuk tinggi balok $h_{min} = 0,281 \text{ m}$, nilai ini adalah nilai minimum untuk tinggi balok, maka bisa direncanakan untuk tinggi balok lebih besar dari 0,281 m menjadi 0,350 m atau 350 mm.

Untuk menentukan lebar balok digunakan rumus :

$$b_{min} = \frac{h}{2}$$

Dengan :

b_{min} = Lebar minimum balok

maka :

$$b_{min} = \frac{350}{2}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan lebar balok $b_{min} = 175 \text{ mm}$, nilai ini adalah nilai minimum untuk lebar balok. Pada perencanaan digunakan lebar balok lebih besar dari 175 mm, bisa digunakan $b = 200 \text{ mm}$. Jadi hasil perhitungan tinggi dan lebar balok digunakan untuk tinggi balok 350 mm dan lebar balok 200 mm.

Untuk mempermudah pemahaman dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 1 Perhitungan Dimensi Balok

No	Deskripsi	SNI	Simbol	Panjang (M)	Panjang (mm)	Pembulatan (mm)
1	Panjang Bentang		l	4,5	4500	
2	Tinggi Balok	2847-2019. Tabel 9.3.1.1	h	0,281	281	350
3	Lebar Balok		b	0,175	175	200

2. Tebal Pelat Lantai

Mutu baja yang direncanakan untuk penulangan pelat lantai digunakan $f_y = 240 \text{ Mpa}$, sehingga untuk menentukan tinggi pelat lantai sesuai SNI 2847-2019 adalah sebagai berikut.

$$h_{min} = \frac{lh}{36}$$

dengan :

h_{min} = Tinggi minimum pelat lantai

lh = Bentang terpanjang

$$h_{min} = \frac{4,5}{36} = 0,125 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan pelat lantai didapatkan hasil untuk tinggi pelat lantai minimum adalah 0,125 m. Hal ini menunjukkan tinggi pelat lantai harus lebih besar dari 0,125 m, maka direncanakan untuk tinggi balok menjadi 0,130 m atau 130 mm.

Atau bisa dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 2 Perhitungan Tebal Pelat Lantai

No	Deskripsi	SNI	Simbol	Panjang (m)	Panjang (mm)	Pembulatan (mm)
1	Bentang Terpanjang		lh	4,5	4500	
2	Tinggi Plat	2847-2019. Tabel 8.3.1.1	h	0,125	125	130

B. Analisis pembebanan

1. Beban Mati

a. Pelat Lantai

Pelat lantai terbuat dari beton bertulang dimana masaa jenis beton bertulang sesuai SNI 1727-2018 adalah 24 Kn/m^3 . Maka berat beton bertulang untuk pelat lantai dengan tinggi $h = 0,13$ m adalah $0,13 \times 24 = 3,120 \text{ kn/m}^2$.

Untuk rekapitulasi beban mati pada pelat lantai dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 3 Beban Mati Pada Pelat Lantai

No	Deskripsi	Tinggi (m)	Masa Jenis (Kn/m^3)	SNI	Berat (Kn/m^2)
1	Beton Bertulang	0,13	24	RSNI 1727-2018	3,120
2	Spesi	0,03	20,4	RSNI 1727-2018	0,612
3	Keramik	0,013	23,6	RSNI 1727-2018	0,307
4	Plafon				0,200
Total Berat Plat					4,239

b. Balok dan Dinding

Pada perencanaan balok didapatkan hasil hitungan adalah 200 mm × 350 mm. Untuk perhitungan berat sendiri balok adalah $0,35 \times 0,2 \times 24 = 1,680 \text{ Kn/m}^2$. Rekapitulasi perhitungan berat balok dan dinding dapat dilihat pada tabel dibawah :

Tabel 4. 4 Perhitungan Berat Sendiri Balok

No	Deskripsi	Tinggi (m)	Lebar (m)	Masa Jenis (Kn/m ³)	Berat (Kn/m ²)
1	Balok	0,35	0,2	24	1,680
2	Dinding (1/2 Bata)	4,1	1	2,5	10,250

2. Beban Hidup

Beban hidup ditentukan dengan peruntukan fungsi pada gedung, pada kasus ini untuk lantai 2 gedung digunakan untuk area perkantoran dan sesuai dengan SNI 1727-2013 maka beban hidupnya adalah $3,83 \text{ kn/m}^2$.

3. Pembebanan Pelat

Jenis pembebanan pada pelat ada 2 yaitu pelat 1 arah dan pelat 2 arah dan untuk pelat 2 arah menggunakan metode amplop. Metode amplop adalah metode dimana pada pelat terdapat 2 jenis beban yaitu beban segitiga dan beban trapezium. Untuk menentukan apakah pelat itu 1 arah atau 2 arah digunakan persamaan :

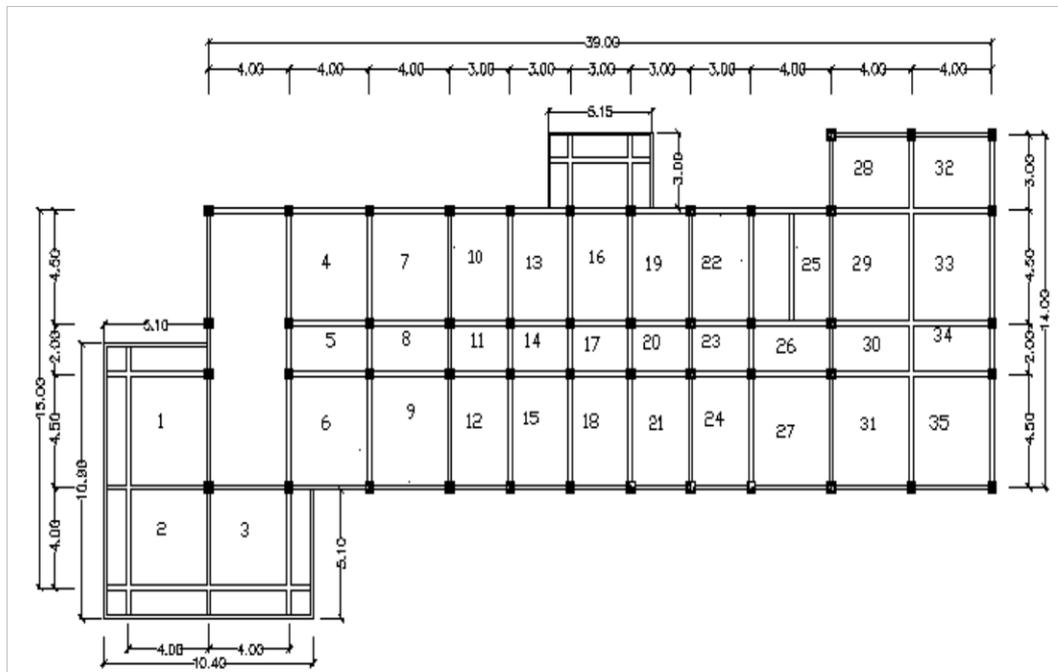
$$\frac{l_y}{l_x} = < 2 \text{ (2 arah)} \text{ atau } \frac{l_y}{l_x} = \geq 2 \text{ (1 arah)}$$

Dimana :

l_y = bentang Panjang pada pelat

l_x = bentang pendek pada pelat

Berikut denah pelat pada gedung :



Gambar 4. 1 Kode Pada Pelat Lantai 2

Hitung Pelat dengan kode 1:

$$\frac{l_y}{l_x} = < 2 \text{ (2 arah) atau } \frac{l_y}{l_x} = \geq 2 \text{ (1 arah)}$$

$$l_y = 4,5 \text{ m}$$

$$l_x = 4 \text{ m}$$

$$\frac{l_y}{l_x} = \frac{4,5}{4} = 1,1$$

Karena $1,1 < 2$ maka untuk pelat dengan kode 1 adalah pelat 2 arah.

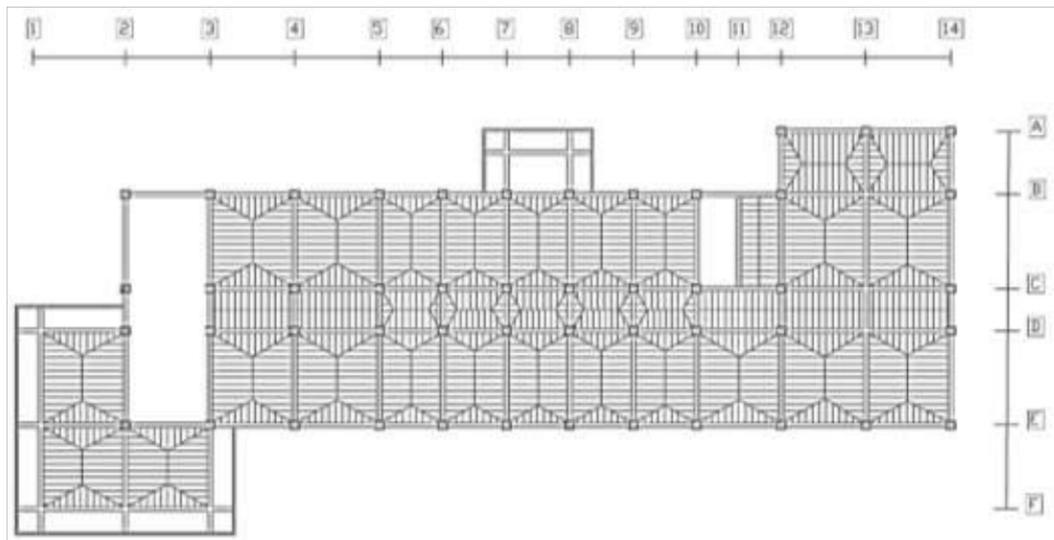
Pada tabel dibawah disajikan hasil perhitungan jenis pelat pada gedung

Tabel 4. 5 Perhitungan Jenis Arah Pada Pelat

Kode Plat	ly	lx	ly/lx	Hasil
1	4,5	4	1,125	2 Arah
2	4,5	4	1,125	2 Arah
3	4	4	1	2 Arah
4	4,5	4	1,125	2 Arah
5	4	2	2	1 Arah
6	4,5	4	1,125	2 Arah
7	4,5	4	1,125	2 Arah
8	4	2	2	1 Arah
Kode Plat	ly	lx	ly/lx	hasil
9	4,5	4	1,125	2 Arah
10	4,5	3	1,5	2 Arah
11	3	2	1,5	2 Arah
12	4,5	3	1,5	2 Arah
13	4,5	3	1,5	2 Arah
14	3	2	1,5	2 Arah
15	4,5	3	1,5	2 Arah
16	4,5	3	1,5	2 Arah
17	3	2	1,5	2 Arah
18	4,5	3	1,5	2 Arah
19	4,5	3	1,5	2 Arah
20	3	2	1,5	2 Arah
21	4,5	3	1,5	2 Arah
22	4,5	3	1,5	2 Arah
23	3	2	1,5	2 Arah
24	3	4,5	0,7	2 Arah
25	4,5	2	2,3	1 Arah
26	4	2	2,0	1 Arah
27	4,5	4	1,1	2 Arah
28	4	3	1,3	2 Arah
29	4,5	4	1,1	2 Arah
30	4	2	2,0	1 Arah
31	4,5	4	1,13	2 Arah
32	4	3	1,33	2 Arah
33	4,5	4	1,13	2 Arah
34	4	2	2,00	1 Arah
35	4,5	4	1,13	2 Arah

Setelah jenis pelat diketahui maka penggambaran bentuk distribusi gaya dapat digambarkan. Pada pelat dengan hasil pelat 2 arah bentuk trapesium digambarkan pada balok dengan bentang yang panjang (ly) penyangga pelat dan bentuk segitiga digambarkan pada bagian balok dengan bentang yang pendek (lx) penyangga pelat. Dan pada pelat dengan hasil

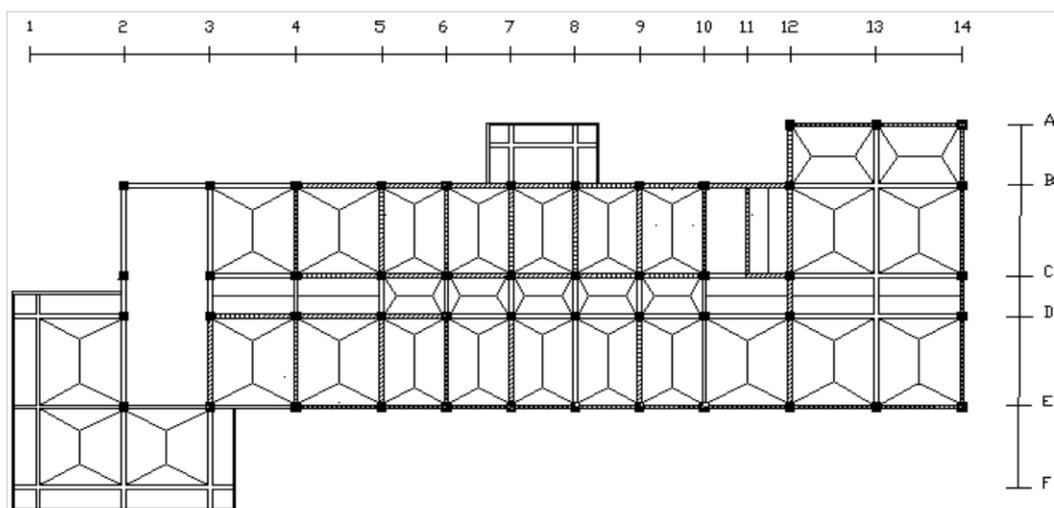
pelat 1 arah bentuk distribusi gaya berbentuk segi panjang dengan bertumpu pada balok dengan bentang yang panjangnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4. 2 Arah Pembagian Gaya Beban Pada Pelat Lantai

4. Perhitungan Beban Ultimate

Berikut gambar pemberian kode pada balok dan denah dinding pada bangunan lantai 2 :



Gambar 4. 3 Denah Perletakan Dinding Dan Bentuk Beban Pada Pelat Lantai

Beban yang bekerja pada pelat 2 arah berupa beban trapesium dan beban segitiga dihitung dengan rumus berikut.

Untuk beban Segitiga :

$$q_{eq} = \frac{w \times lx}{3}$$

Dengan :

w = beban yang bekerja

lx = panjang alas segitiga

Untuk beban Trapesium :

$$q_{eq} = \frac{w \times lx}{2} \times \left(1 - \frac{1}{3 \times \left(\frac{ly}{lx} \right)^2} \right)$$

Dengan :

w = beban yang bekerja

ly = bentang terpanjang dari trapezium

lx = bentang terpendek dari trapezium

Beban yang bekerja pada pelat 1 arah berupa beban merata diubah dengan rumus :

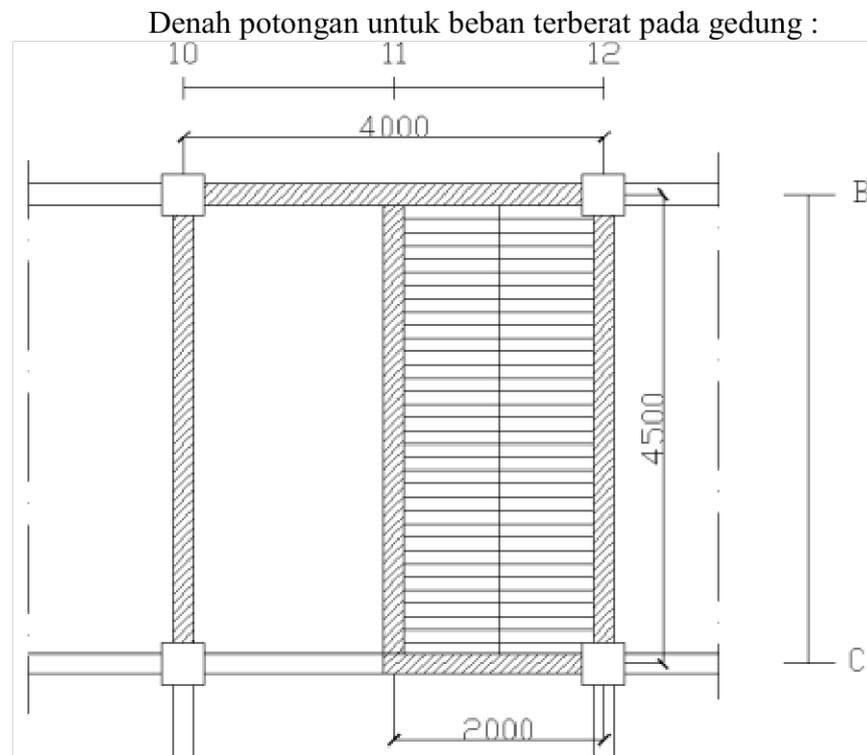
$$q_{eq} = \frac{w \times lx}{2}$$

Dengan :

w = beban yang bekerja

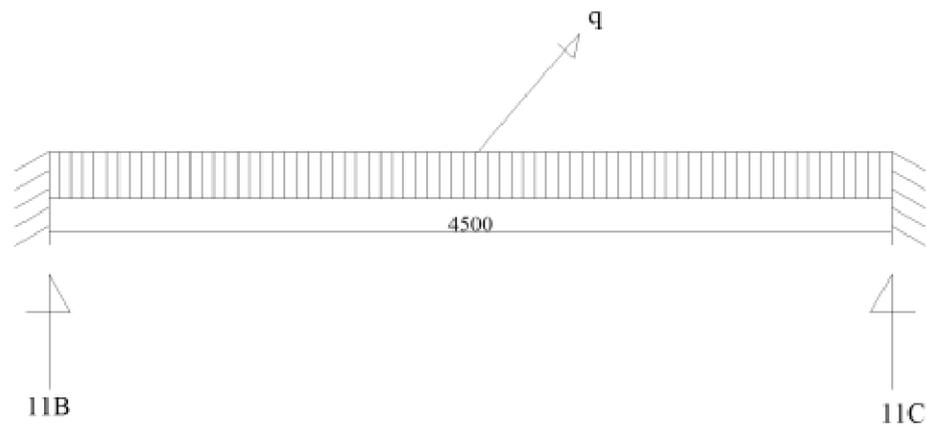
lx = panjang bentang beban

Pada perhitungan didapati bahwa q_u terbesar terjadi pada balok B 10-12 dan juga pada Balok C 10-12. Dimana perhitungannya sebagai berikut.



Gambar 4. 4 Potongan Gambar Beban Terberat Pada Balok Gedung

Gambar untuk balok 11B – 11C



Gambar 4. 5 Balok 11B-11C

Beban yang bekerja :

Berat sendiri Balok = $1,68 \text{ Kn/m}^2$

Berat dinding = $10,25 \text{ Kn/m}^2$

Berat Pelat = $4,239 \text{ Kn/m}^2$

Beban Hidup = $3,83 \text{ Kn/m}^2$

Tinggi Bentang = 2 m

Perhitungan :

$$q_{eq} = \frac{4,239 \times 2}{2}$$

$$q_{eq} = 4,239 \text{ Kn/m}^2$$

$$q_u = 1,2 \text{ D}l + 1,6 \text{ L}l$$

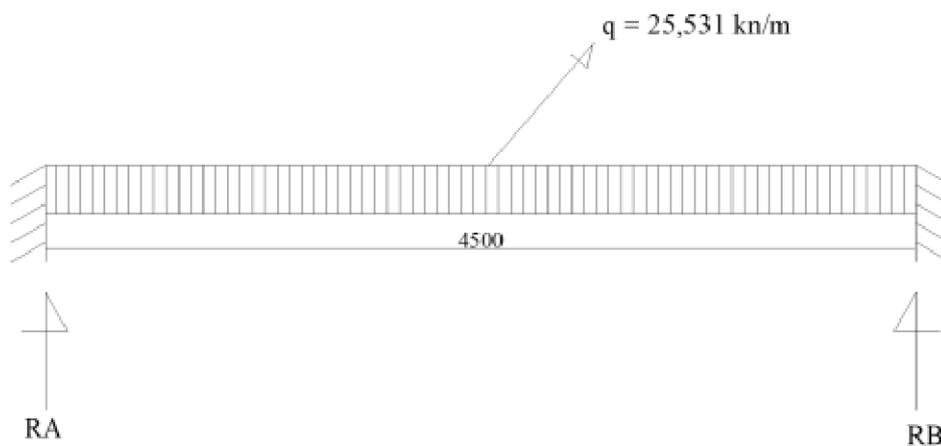
$$q_u = 1,2 \times (4,239 + 10,25 + 1,68) + 1,6 \times 3,83$$

$$q_u = 1,2 \times 16,169 + 6,128$$

$$q_u = 19,403 + 6,128$$

$$q_u = 25,531 \text{ Kn/m}^2$$

Jika digambarkan maka kondisi perletakan beban pada balok 11B – 11C adalah sebagai berikut :



Dihitung reaksi di RA dan RB :

Dengan :

$$\Sigma m = 0$$

$$\Sigma m = 0$$

$$\Sigma RB = 0$$

$$RA \times 4,5 + ((q \times 4,5) \times (4,5 : 2)) = 0$$

$$4,5 RA + ((25,531 \times 4,5) \times 2,25 = 0$$

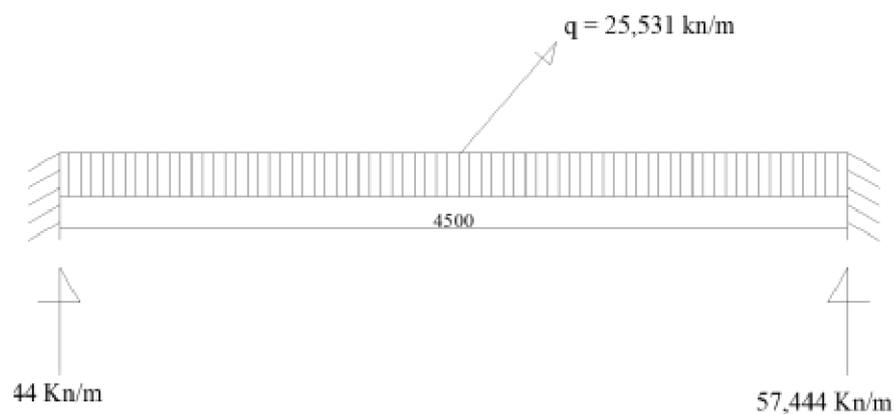
$$4,5 RA + 114,889 \times 2,25 = 0$$

$$4,5 RA + 258,501 = 0$$

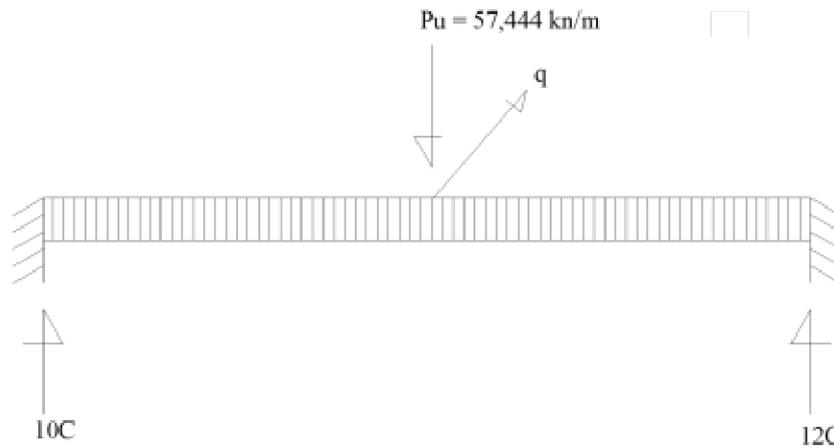
$$RA = \frac{258,501}{4,5}$$

$$RA = 57,444 \text{ Kn/m}$$

Karena RA dan RB simetris maka RA = RB. Dapat digambarkan sebagai berikut :



Untuk menopang gaya tekan yang ada maka diperlukan gaya topang yang sama besar pula, maka untuk penggambaran pada balok 10C – 12C adalah sebagai berikut :



Untuk perhitungan beban pada balok 10C – 12C adalah sebagai berikut.

Beban yang bekerja :

$$P_u = 57,444 \text{ kn/m}^2$$

$$q = 57,444 : 2 = 28,722 \text{ kn/m}^2$$

$$\text{Beban Dinding} = 10,25 \text{ kn/m}^2$$

$$\text{Beban Balok} = 1,68 \text{ kn/m}^2$$

$$\text{Berat Pelat} = 4,239 \text{ kn/m}^2$$

$$\text{Tinggi bentang} = 2 \text{ m}$$

$$\text{Beban Hidup} = 3,83 \text{ kn/m}^2$$

Perhitungan :

$$q_{eq} =$$

$$q_{eq} = \frac{4,239 \times 2}{2}$$

$$q_{eq} = 4,239 \text{ kn/m}^2$$

$$q_u = 1,2 \text{ D}l + 1,6 \text{ L}L$$

$$q_u = 1,2 \times (10,25 + 1,68 + 28,722 + 4,239) + 1,6 \times 3,83$$

$$qu = 1,2 \times 44,891 + 6,128$$

$$qu = 53,869 + 6,128$$

$$qu = 59,997 \text{ Kn/m}^2$$

Untuk perhitungan semua beban pada balok lantai 2 dapat dilihat pada lampiran 1.

C. Perencanaan Tulangan

1. Momen Tumpuan dan Lapangan

a. Momen Tumpuan

$$qu = 59,997 \text{ Kn/m}^2$$

$$Mu = \frac{1}{12} \times qu \times l^2$$

$$Mu = \frac{1}{12} \times 59,997 \times 4,5^2$$

$$Mu = 101,245 \text{ Kn/m}^2$$

b. Momen Lapangan

$$qu = 59,997 \text{ Kn/m}^2$$

$$Mu = \frac{1}{8} \times qu \times l^2$$

$$Mu = \frac{1}{8} \times 59,997 \times 4,5^2$$

$$Mu = 151,867 \text{ Kn/m}^2$$

2. Data Perencanaan Penampang Balok

$$fc = 21 \text{ Mpa}$$

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

$$\emptyset = 0,8$$

$$\beta_1 = 0,85 \text{ (untuk } f_c < 30 \text{ Mpa)}$$

$$l = 4500 \text{ mm}$$

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

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter Tulangan} = 19 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter Sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal Selimut Beton} = 40 \text{ mm (SNI 2847-2019)}$$

$$d' = \text{selimut beton} + \text{diameter sengkang} + \frac{1}{2} \text{ diameter tulangan}$$

$$d' = 40 + 10 + \frac{1}{2} 21$$

$$d' = 60,5 \text{ mm}$$

$$d = h - d'$$

$$d = 350 - 60,5$$

$$d = 289,5 \text{ mm}$$

3. Perhitungan Tulangan Utama

a. Tumpuan

Hitung :

$$\rho_{min} < \rho_1$$

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

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

$$\rho_{min} = 0,0035$$

$$\rho b = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c}{f_y} \times \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho b = \frac{0,85 \times 0,85 \times 21}{400} \times \left(\frac{600}{600 + 400} \right)$$

$$\rho b = 0,0228$$

$$\rho_1 = 0,5 \times \rho b$$

$$\rho_1 = 0,5 \times 0,0228$$

$$\rho_1 = 0,0114$$

$$0,0035 < 0,0114$$

$$\rho_{min} < \rho_1 \rightarrow Ok$$

Cek apakah tulangan rangkap atau tunggal dengan :

$$Mn_1 < Mu \text{ (Tulangan Rangkap)}$$

$$Mn_1 > Mu \text{ (Tulangan Tunggal)}$$

$$As_1 = \rho_1 \times b \times d$$

$$As_1 = 0,0114 \times 200 \times 289,5$$

$$As_1 = 658,866 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{As_1 \times f_y}{0,85 \times f_c \times b}$$

$$a = \frac{658,866 \times 400}{0,85 \times 21 \times 200}$$

$$a = 73,823 \text{ mm}$$

$$Mn_1 = As_1 \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$Mn_1 = 658,866 \times 400 \times \left(289,5 - \frac{73,823}{2} \right)$$

$$Mn_1 = 66.568.836 \text{ nmm}$$

$$Mn_1 = 66,569 \text{ knm}$$

$$66,569 < 101,245$$

$$Mn_1 < Mu \text{ (Tulangan Rangkap)}$$

Cek tulangan leleh atau tidak.

$$\rho_1 \geq \frac{0,85 \times f_c \times \beta_1 \times d'}{f_y \times d}$$

$$0,0114 \geq \frac{0,85 \times 21 \times 0,85 \times 60,5}{400 \times 289,5}$$

$$0,0114 \geq 0,0079 \text{ (Tulangan leleh, } f_s' = f_y)$$

$$Mn_2 = \frac{Mu}{\phi} - Mn_1$$

$$Mn_2 = \frac{101,245}{0,8} - 66,569$$

$$Mn_2 = 59,987 \text{ Kn/m}$$

$$Mn_2 = 59.986.946,95 \text{ Nmm}$$

$$As' = \frac{Mn_2}{f_s' \times (d - d')}$$

$$As' = \frac{59.986.946,95}{400 \times (289,5 - 60,5)}$$

$$As' = 654,879 \text{ mm}^2$$

Hitung :

$$As' = As_2$$

$$As = As_1 + As_2$$

$$As = 658,866 + 654,879$$

$$As = 1.313,745 \text{ mm}^2$$

Cek terhadap ρ maks tulangan rangkap

$$\rho \leq 0,75 \times \rho_b + \rho' \times \frac{f_s'}{f_y}$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \times d}$$

$$\rho = \frac{1.313,745}{200 \times 289,5}$$

$$\rho = 0,0277$$

$$\rho' = \frac{A_s'}{b \times d}$$

$$\rho' = \frac{654,879}{200 \times 289,5}$$

$$\rho' = 0,0113$$

$$\rho \leq 0,75 \times \rho_b + \rho' \times \frac{f_s'}{f_y}$$

$$0,0277 \leq 0,75 \times 0,0288 + 0,0113 \times \frac{400}{400}$$

$$0,0277 < 0,0285 \rightarrow Ok$$

Jadi tulangan yang terpasang memenuhi syarat.

Cek terhadap M_u yang dapat dipikul tulangan rangkap dengan M_u

$$\text{rencana} < \phi \times M_n$$

$$a = \frac{A_s \times f_y - A_s' \times f_s'}{0,85 \times f_c \times b}$$

$$a = \frac{1313,745 \times 400 - 654,879 \times 400}{0,85 \times 21 \times 200}$$

$$a = 73,823 \text{ mm}$$

$$Mn = (As \times fy - As' \times fs') \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + (As' \times fs') \times (d - d')$$

$$Mn = (1313,745 \times 400 - 654,879 \times 400) \times \left(289,5 - \frac{73,822}{2}\right) \\ + (654,879 \times 400) \times (289,5 - 60,5)$$

$$Mn = 126.555.783,8 \text{ Nmm}$$

$$Mn = 126,556 \text{ Knm}$$

$$\emptyset \times Mn = 0,8 \times 126,556 = 101,245 \text{ Knm}$$

$$Mu \text{ rencana} \leq \emptyset \cdot Mn$$

$$101,245 \text{ Knm} = 101,245 \text{ Knm}$$

Pemilihan Tulangan, dipakai tulangan D19

$$AD19 = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

$$AD19 = \frac{3,14 \times 19^2}{4}$$

$$AD19 = 346,185 \text{ mm}^2$$

Dibutuhkan jumlah tulangan tarik, $n =$

$$n = \frac{As \text{ Perlu}}{A\emptyset19}$$

$$n = \frac{1.313,745}{346,185}$$

$$n = 3,795 \approx 4 \text{ Batang}$$

Untuk daerah tumpuan dan tulangan tarik pada hasil analisis didapatkan hasil tulangan adalah 4D19.

Dibutuhkan jumlah tulangan tekan, $n =$

$$n = \frac{As \text{ Perlu}}{A\emptyset 19}$$

$$n = \frac{654,879}{346,185}$$

$$n = 1,892 \approx 2 \text{ Batang}$$

Untuk daerah tumpuan dan tulangan tekan pada hasil analisis didapatkan hasil tulangan adalah 2D19.

b. Lapangan

Hitung :

$$\rho \text{ min} < \rho_1$$

$$\rho \text{ min} = \frac{1,4}{fy}$$

$$\rho \text{ min} = \frac{1,4}{400}$$

$$\rho \text{ min} = 0,0035$$

$$\rho b = \frac{0,85 \times \beta_1 \times fc}{fy} \times \left(\frac{600}{600 + fy} \right)$$

$$\rho b = \frac{0,85 \times 0,85 \times 21}{400} \times \left(\frac{600}{600 + 400} \right)$$

$$\rho b = 0,0228$$

$$\rho_1 = 0,5 \times \rho b$$

$$\rho_1 = 0,5 \times 0,0228$$

$$\rho_1 = 0,0114$$

$$0,0035 < 0,0114$$

$$\rho \text{ min} < \rho_1 \rightarrow Ok$$

Cek apakah tulangan rangkap atau tunggal dengan :

$$Mn_1 < Mu \text{ (Tulangan Rangkap)}$$

$$Mn_1 > Mu \text{ (Tulangan Tunggal)}$$

$$As_1 = \rho_1 \times b \times d$$

$$As_1 = 0,0114 \times 200 \times 289,5$$

$$As_1 = 658,866 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{As_1 \times fy}{0,85 \times fc \times b}$$

$$a = \frac{658,866 \times 400}{0,85 \times 21 \times 200}$$

$$a = 73,823 \text{ mm}$$

$$Mn_1 = As_1 \times fy \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$Mn_1 = 658,866 \times 400 \times \left(289,5 - \frac{73,823}{2}\right)$$

$$Mn_1 = 66.568.836 \text{ nmm}$$

$$Mn_1 = 66,569 \text{ knm}$$

$$66,569 < 101,245$$

$$Mn_1 < Mu \text{ (Tulangan Rangkap)}$$

Cek tulangan leleh atau tidak.

$$\rho_1 \geq \frac{0,85 \times fc \times \beta_1 \times d'}{fy \times d}$$

$$0,0114 \geq \frac{0,85 \times 21 \times 0,85 \times 60,5}{400 \times 289,5}$$

$$0,0114 \geq 0,0079 \text{ (Tulangan leleh, } fs' = fy)$$

$$Mn_2 = \frac{Mu}{\phi} - Mn_1$$

$$Mn_2 = \frac{151,867}{0,8} - 66,569$$

$$Mn_2 = 123,265 \text{ Kn/m}$$

$$Mn_2 = 123.264.838,8 \text{ Nmm}$$

$$As' = \frac{Mn_2}{fs' \times (d - d')}$$

$$As' = \frac{123.264.838,8}{400 \times (289,5 - 60,5)}$$

$$As' = 1345,686 \text{ mm}^2$$

Hitung :

$$As' = As2$$

$$As = As1 + As2$$

$$As = 658,866 + 1345,686$$

$$As = 2.004,552 \text{ mm}^2$$

Cek terhadap ρ maks tulangan rangkap

$$\rho \leq 0,75 \times \rho_b + \rho' \times \frac{fs'}{fy}$$

$$\rho = \frac{As}{b \times d}$$

$$\rho = \frac{2.004,552}{200 \times 289,5}$$

$$\rho = 0,0346$$

$$\rho' = \frac{As'}{b \times d}$$

$$\rho' = \frac{1345,686}{200 \times 289,5}$$

$$\rho' = 0,0232$$

$$\rho \leq 0,75 \times \rho_b + \rho' \times \frac{f_s'}{f_y}$$

$$0,0346 \leq 0,75 \times 0,0288 + 0,0232 \times \frac{400}{400}$$

$$0,0346 < 0,0403 \rightarrow Ok$$

Jadi tulangan yang terpasang memenuhi syarat.

Cek terhadap Mu yang dapat dipikul tulangan rangkap dengan Mu

rencana $\leq \phi \cdot Mn$

$$a = \frac{As \times f_y - As' \times f_s'}{0,85 \times f_c \times b}$$

$$a = \frac{2.004,552 \times 400 - 1345,686 \times 400}{0,85 \times 21 \times 200}$$

$$a = 73,823 \text{ mm}$$

$$Mn = (As \times f_y - As' \times f_s') \times \left(d - \frac{a}{2}\right) + (As' \times f_s') \times (d - d')$$

$$Mn = (2.004,552 \times 400 - 1.345,686 \times 400) \times \left(289,5 - \frac{73,823}{2}\right)$$

$$+ (1.345,686 \times 400) \times (289,5 - 60,5)$$

$$Mn = 189.833.675,6 \text{ Nmm}$$

$$Mn = 189,834 \text{ Knm}$$

$$\phi \times Mn = 0,8 \times 189,834 = 151,867 \text{ Knm}$$

$$Mu \text{ rencana} \leq \phi \cdot Mn$$

$$151,867 \text{ Knm} = 151,867 \text{ Knm}$$

Pemilihan Tulangan, dipakai tulangan D19

$$A_{\emptyset 19} = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

$$A_{\emptyset 19} = \frac{3,14 \times 19^2}{4}$$

$$A_{\emptyset 19} = 346,185 \text{ mm}^2$$

Dibutuhkan jumlah tulangan tarik, $n =$

$$n = \frac{As \text{ Perlu}}{A_{\emptyset 19}}$$

$$n = \frac{2.004,552}{346,185}$$

$$n = 5,7904 \approx 6 \text{ Batang}$$

Untuk daerah Lapangan dan tulangan tarik pada hasil analisis didapatkan hasil tulangan adalah 6D19.

Dibutuhkan jumlah tulangan tekan, $n =$

$$n = \frac{As \text{ Perlu}}{A_{\emptyset 19}}$$

$$n = \frac{1345,686}{346,185}$$

$$n = 3,8872 \approx 4 \text{ Batang}$$

Untuk daerah lapangan dan tulangan tekan pada hasil analisis didapatkan hasil tulangan adalah 4D19.

4. Tulangan Sengkang

Data Perencanaan :

$$f_c = 21 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

Selimut Beton = 40 mm

$$q_u = 59,997 \text{ Knm}$$

$$l = 4500 \text{ mm atau } 4,5 \text{ m}$$

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

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$d = 289,5 \text{ mm atau } 0,2895 \text{ m}$$

$\lambda = 1$ (Beton Normal, SNI 2847-2019)

$$A_s \text{ 6D19} = 2.077,11 \text{ mm}^2$$

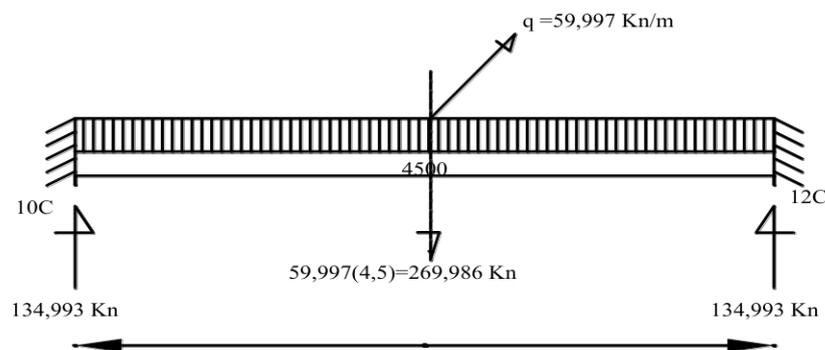
Hitung gaya geser ultimate yang terjadi akibat beban luar.

$$V_u = \frac{q_u \times l}{2}$$

$$V_u = \frac{59,997 \times 4,5}{2}$$

$$V_u = 134,993 \text{ Kn}$$

Dapat digambarkan sebagai berikut.



Untuk Nilai V_u sejauh d dari muka tumpuan, $d = 0,2895$ m

$$V_u d = 134,993 - 59,997(0,2895)$$

$$V_u d = 117,624 \text{ Kn atau } 117.623,758 \text{ N}$$

Mu pada jarak $d = 0,2895$ adalah :

$$Mu = V_u \times d - \frac{qu \times d^2}{2}$$

$$Mu = 134,993 \times 0,2895 - \frac{59,997 \times 0,2895^2}{2}$$

$$Mu = 36,566 \text{ Knm atau } 36566251,95 \text{ Nmm}$$



Hitung Nilai V_c , diambil dari nilai minimum (SNI 2847-2019) antara :

- $\left(0,16 \times \lambda \times \sqrt{f_c} + 17 \times \rho_w \times \frac{V_u \times d}{Mu}\right) \times b \times d$

$$\rho_w = \frac{As6D19}{b \times d}$$

$$\rho_w = \frac{2.077,11}{200 \times 289,5}$$

$$\rho_w = 0,036$$

$$\left(0,16 \times 1 \times \sqrt{21} + 17 \times 0,036 \times \frac{117.623,758 \times 289,5}{36566251,95}\right) \times 200$$

$$\times 289,5 = 75.335,993 \text{ N}$$

- $(0,16 \times \lambda \times \sqrt{f_c} + 17 \times \rho_w) \times b \times d$

$$(0,16 \times 1 \times \sqrt{21} + 17 \times 0,036) \times 200 \times 289,5 = 77.763,851 \text{ N}$$

- $0,29 \times \lambda \times \sqrt{fc} \times b \times d$

$$0,29 \times 1 \times \sqrt{21} \times 200 \times 289,5 = 76.946,028 \text{ N}$$

Maka diambil $V_c = 75.335,993 \text{ N}$

Periksa Kecukupan Penampang.

$$\phi (V_c + 0,66 \times \sqrt{fc} \times b \times d) > V_{ud}$$

$$0,75 (75.335,993 + 0,66 \times \sqrt{21} \times 200 \times 289,5) = 187,841 \text{ N}$$

$$187,841 > 117,624 \rightarrow \text{OK}$$

Hitung $\theta V_c, \frac{1}{2}\theta V_c, V_{c1}$

- $\theta V_c = \phi(0,17\lambda\sqrt{fc} \times b \times d)$

$$\theta V_c = 0,75(0,17 \times 1 \times \sqrt{21} \times 200 \times 289,5)$$

$$\theta V_c = 33.829,72 \text{ N}$$

- $\frac{1}{2}\theta V_c = 16.914,86 \text{ N}$

- $V_{c1} = 0,33\sqrt{fc} \times b \times d$

$$V_{c1} = 0,33\sqrt{21} \times 200 \times 289,5$$

$$V_{c1} = 87.559,27 \text{ N}$$

Karena $V_{ud} > \theta V_c$ ($117.623,758 > 33.829,72$) maka dibutuhkan tulangan Sengkang. Tulangan sengkang dimulai sejauh d dari muka tumpuan sampai $\frac{1}{4}$ Bentang (1,125 m).

Hitung A_v maksimum dari 3 persamaan berikut (SNI 2847-2019 Pasal 10.6.2.2).

- $A_v/S = (V_{ud} - \theta V_c)/(\phi f_y \times d)$

$$\frac{Av}{S} = \frac{117.623,758 - 33829,72}{0,75 \times 240 \times 289,5}$$

$$\frac{Av}{S} = 1,608$$

- $(Av \text{ min})/S = 0,062\sqrt{fc} (b/fy)$

$$\frac{Av \text{ min}}{s} = 0,062\sqrt{21} \left(\frac{200}{240} \right) = 0,237$$

- $Av \text{ min}/s = 0,35 b/fy$

$$\frac{Av \text{ min}}{s} = \frac{0,35 \times 200}{240} = 0,292$$

Maka diambil $Av/s = 1,608$

Rencanakan diameter sengkang Ø10

$$AsD10 = \frac{\pi \times r^2}{4}$$

$$AsD10 = \frac{3,14 \times 10^2}{4}$$

$$AsD10 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$S_1 = \frac{2 \times AsD10}{\frac{Av}{s}}$$

$$S_1 = \frac{2 \times 78,5}{1,608}$$

$$S_1 = 97,635 \approx 75 \text{ mm}$$

Hitung Nilai V_s

$$V_s = \frac{Vu - \phi V_c}{\phi}$$

$$V_s = \frac{117.623 - 33.829,72}{0,75}$$

$$V_s = 111.725,4 \text{ N}$$

$$V_s > V_{c1}$$

$$111.725,4 > 87.559,27$$

Maka S_2 maksimum berdasarkan SNI 2847-2019 adalah $d/4$.

$$S_2 = \frac{d}{4}$$

$$S_2 = \frac{289,5}{4}$$

$$S_2 = 72,375 \text{ mm} \approx 50 \text{ mm}$$

$$\text{Dan } S_3 = 600$$

Dari S_1 , S_2 dan S_3 diambil nilai terkecil yaitu $S_2 = 50 \text{ mm}$

Untuk daerah tumpuan dari 0,2895 m ke $\frac{1}{4}$ bentang dipasang tulangan sengkang $\emptyset 10-50$.

Perhitungan sengkang daerah lapangan dari $\frac{1}{4}$ bentang sampai $\frac{1}{2}$ bentang.

$$d = 1,125 \text{ m}$$

$$V_u d = 134,993 - 59,997(1,125)$$

$$V_u d = 67,496 \text{ Kn atau } 67.496,42 \text{ N}$$

Karena $V_{ud} > \emptyset V_c$ ($67.496,42 > 33.829,72$) maka dibutuhkan tulangan sengkang, perhitungannya sebagai berikut.

Hitung A_v maksimum dari 3 persamaan berikut (SNI 2847-2019 Pasal 10.6.2.2).

- $A_v/S = (V_{ud} - \emptyset V_c)/(\emptyset f_y \times d)$

$$\frac{Av}{S} = \frac{67.496,42 - 33829,72}{0,75 \times 240 \times 289,5}$$

$$\frac{Av}{S} = 0,646$$

- $(Av \text{ min})/S = 0,062\sqrt{fc} (b/fy)$

$$\frac{Av \text{ min}}{s} = 0,062\sqrt{21} \left(\frac{200}{240} \right) = 0,237$$

- $Av \text{ min}/s = 0,35 b/fy$

$$\frac{Av \text{ min}}{s} = \frac{0,35 \times 200}{240} = 0,292$$

Maka diambil $Av/s = 0,646$

Rencanakan diameter sengkang Ø10

$$AsD10 = \frac{\pi \times r^2}{4}$$

$$AsD10 = \frac{3,14 \times 10^2}{4}$$

$$AsD10 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$S_1 = \frac{2 \times AsD10}{\frac{Av}{s}}$$

$$S_1 = \frac{2 \times 78,5}{0,646}$$

$$S_1 = 243,008 \approx 225 \text{ mm}$$

Hitung Nilai V_s

$$V_s = \frac{Vu - \phi V_c}{\phi}$$

$$V_s = \frac{67.496,418 - 33.829,72}{0,75}$$

$$V_s = 44.888,93 \text{ N}$$

$$V_s < V_{c1}$$

$$44.888,93 < 87.559,27$$

Maka S_2 maksimum berdasarkan SNI 2847-2019 adalah $d/2$.

$$S_2 = \frac{d}{2}$$

$$S_2 = \frac{289,5}{2}$$

$$S_2 = 144,75 \text{ mm} \approx 125 \text{ mm}$$

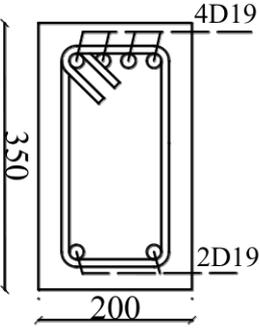
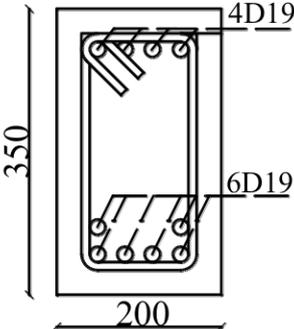
$$\text{Dan } S_3 = 600$$

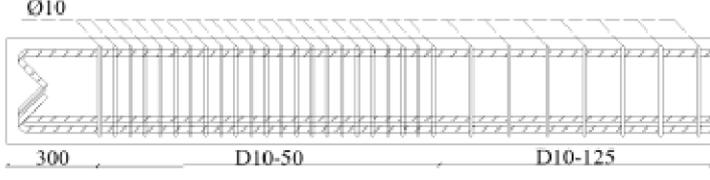
Dari S_1 , S_2 dan S_3 diambil nilai terkecil yaitu $S_2 = 125 \text{ mm}$

Untuk daerah tumpuan dari 0,2895 m ke $\frac{1}{4}$ bentang dipasang tulangan sengkang $\emptyset 10$ -125.

5. Penggambaran Tulangan

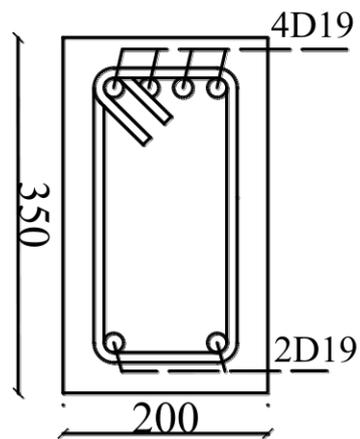
Untuk mempermudah pemahaman, dibawah ini disajikan tabel detail hasil perencanaan balok.

Letak Potongan	Tumpuan	Lapangan
Penampang		
Dimensi	200 x 350	
Tulangan Atas	4D19	4D19

Letak Potongan	Tumpuan	Lapangan
Tulangan Bawah	2D19	6D19
Sengkang	Ø10 - 50	Ø10 - 125
		

D. Kontrol Perencanaan

1. Tumpuan



$$f_c = 21 \text{ Mpa}$$

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

$$A_s \text{ 4D19} = 1384,74 \text{ mm}^2$$

$$A_{s'} \text{ 2D19} = 692,37 \text{ mm}^2$$

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$d = 289,5 \text{ mm}$$

$$d' = 60,5 \text{ mm}$$

$$\beta_1 = 0,85$$

M_u Tekan = 101,245 Knm

Hitung :

$$\rho > \rho_{min}$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$$\rho = \frac{1384,74}{200 \times 289,5}$$

$$\rho = 0,024$$

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

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

$$\rho_{min} = 0,004$$

$$\rho > \rho_{min}$$

$$0,024 > 0,004 \rightarrow \text{OK}$$

$$\rho' = \frac{A_s'}{b \times d}$$

$$\rho' = \frac{692,37}{200 \times 289,5}$$

$$\rho' = 0,012$$

Cek tulangan leleh atau tidak

$$\rho - \rho' < K \text{ (Tulangan Belum Leleh)}$$

$$\rho - \rho' > K \text{ (Tulangan Leleh) } f_s' = f_y$$

$$\rho - \rho' = 0,024 - 0,012 = 0,012$$

$$K = \beta_1 \times \frac{0,85 \times f_c \times d'}{f_y \times d}$$

$$K = 0,85 \times \frac{0,85 \times 21 \times 60,5}{400 \times 289,5}$$

$$K = 0,008$$

$$\rho - \rho' > K \text{ (Tulangan Leleh) } f_s' = f_y$$

$$0,012 > 0,008 \text{ (Tulangan Leleh) } f_s' = f_y$$

Cek $\rho \leq \rho \text{ Maks}$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c}{f_y} \times \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times 0,85 \times 21}{400} \times \left(\frac{600}{600 + 400} \right)$$

$$\rho_b = 0,023$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \times \rho_b + \rho' \times \frac{f_s'}{f_y}$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \times 0,023 + 0,012 \times \frac{400}{400}$$

$$\rho_{maks} = 0,029$$

$$\rho \leq \rho_{maks}$$

$$0,024 < 0,029 \rightarrow \text{OK}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y - A_s' \times f_s'}{0,85 \times f_c \times b}$$

$$a = \frac{1384,74 \times 400 - 692,37 \times 400}{0,85 \times 21 \times 200}$$

$$a = 77,576 \text{ mm}$$

Hitung Mn dan Mu

$$Mn = \left[(As \times fy - As' \times fs) \times \left(d - \frac{a}{2} \right) \right] + [(As' \times fs) \times (d - d')]$$

$$Mn = \left[(1384,74 \times 400 - 692,37 \times 400) \times \left(289,5 - \frac{77,576}{2} \right) \right] \\ + [(692,37 \times 400) \times (289,5 - 60,5)]$$

$$Mn = 132.855.213,8 \text{ nmm}$$

$$Mn = 132,855 \text{ Knm}$$

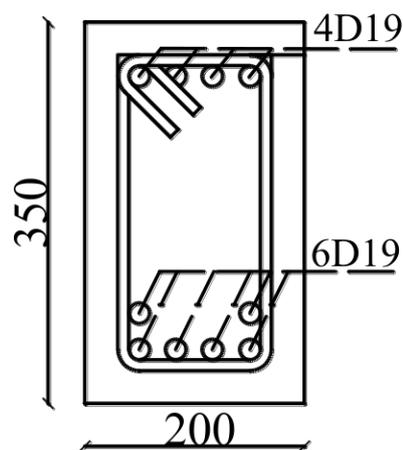
$$Mu = 0,8 \times Mn$$

$$Mu = 0,8 \times 132,855$$

$$Mu = 106,284 \text{ Knm}$$

Maksud dari perhitungan Mu diatas bahwa perencanaan ini mampu menopang beban sebesar 106,284 Knm. Sedangkan beban yang bekerja sebesar 101,245 knm. Dengan perencanaan ini disimpulkan bahwa penampang kuat.

2. Lapangan



$$fc = 21 \text{ Mpa}$$

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

$$A_s \text{ 6D19} = 2.077,11 \text{ mm}^2$$

$$A_s' \text{ 4D19} = 1384,74 \text{ mm}^2$$

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$d = 289,5 \text{ mm}$$

$$d' = 60,5 \text{ mm}$$

$$\beta_1 = 0,85$$

$$M_u \text{ Tekan} = 151,867 \text{ Knm.}$$

Hitung :

$$\rho > \rho \text{ min}$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$$\rho = \frac{2.077,11}{200 \times 289,5}$$

$$\rho = 0,036$$

$$\rho \text{ min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$\rho \text{ min} = \frac{1,4}{400}$$

$$\rho \text{ min} = 0,004$$

$$\rho > \rho \text{ min}$$

$$0,036 > 0,004 \rightarrow \text{OK}$$

$$\rho' = \frac{As'}{b \times d}$$

$$\rho' = \frac{1.384,74}{200 \times 289,5}$$

$$\rho' = 0,024$$

Cek tulangan leleh atau tidak

$$\rho - \rho' < K \text{ (Tulangan Belum Leleh)}$$

$$\rho - \rho' > K \text{ (Tulangan Leleh) } fs' = fy$$

$$\rho - \rho' = 0,036 - 0,024 = 0,012$$

$$K = \beta_1 \times \frac{0,85 \times fc \times d'}{fy \times d}$$

$$K = 0,85 \times \frac{0,85 \times 21 \times 60,5}{400 \times 289,5}$$

$$K = 0,008$$

$$\rho - \rho' > K \text{ (Tulangan Leleh) } fs' = fy$$

$$0,012 > 0,008 \text{ (Tulangan Leleh) } fs' = fy$$

Cek $\rho \leq \rho$ Maks

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta_1 \times fc}{fy} \times \left(\frac{600}{600 + fy} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times 0,85 \times 21}{400} \times \left(\frac{600}{600 + 400} \right)$$

$$\rho_b = 0,023$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \times \rho_b + \rho' \times \frac{fs'}{fy}$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \times 0,023 + 0,024 \times \frac{400}{400}$$

$$\rho_{maks} = 0,041$$

$$\rho \leq \rho_{maks}$$

$$0,036 < 0,041 \rightarrow \text{OK}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y - A_s' \times f_s'}{0,85 \times f_c \times b}$$

$$a = \frac{2.077,11 \times 400 - 1384,74 \times 400}{0,85 \times 21 \times 200}$$

$$a = 77,576 \text{ mm}$$

Hitung Mn dan Mu

$$M_n = \left[(A_s \times f_y - A_s' \times f_s) \times \left(d - \frac{a}{2} \right) + [(A_s' \times f_s) \times (d - d')] \right]$$

$$M_n = \left[(2077 \times 400 - 1384,74 \times 400) \times \left(289,5 - \frac{77,576}{2} \right) + [(1384,74 \times 400) \times (289,5 - 60,5)] \right]$$

$$M_n = 196.276.305,8 \text{ nmm}$$

$$M_n = 196,276 \text{ Knm}$$

$$M_u = 0,8 \times M_n$$

$$M_u = 0,8 \times 196,276$$

$$M_u = 157,021 \text{ Knm}$$

Maksud dari perhitungan Mu diatas bahwa perencanaan ini mampu menopang beban sebesar 157,021 Knm. Sedangkan beban yang bekerja sebesar 151,867 knm. Dengan perencanaan ini disimpulkan bahwa penampang kuat.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil redesain dengan analisis menggunakan SNI 2847-2019 “*Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*” didapati hasil perencanaan sebagai berikut.

1. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan didapati dimensi balok 200×350 dengan menggunakan beton kualitas f_c 21 Mpa.
2. Ukuran Tinggi untuk Pelat lantai berdasarkan SNI 2847-2019 didapati ukuran tinggi sebesar 130 mm.
3. Perencanaan tulangan balok pada daerah tumpuan, yaitu pada tulangan atas menggunakan 4D19 dan tulangan bawah menggunakan 2D19 dan dengan f_y baja 400 Mpa.
4. Perencanaan balok pada daerah lapangan berdasarkan analisis SNI 2847-2019 didapati hasil untuk tulangan atas 4D19 dan tulangan bawah 6D19 dengan f_y baja 400 Mpa.
5. Daerah sengkang pada perencanaan menggunakan $\emptyset 10-50$ untuk daerah tumpuan dan $\emptyset 10-125$ untuk daerah lapangan. Untuk f_y baja menggunakan kualitas yang sama yaitu f_y 240 Mpa.

B. Saran

Berdasarkan apa yang diperoleh dari hasil analisis desain balok berdasarkan SNI 2847 – 2019 “*Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*” adapun saran sebagai berikut:

1. Analisis yang akan dilakukan sebaiknya menggunakan standar terbaru pada saat penelitian dilakukan.
2. Konsep perencanaan harus disesuaikan dengan fungsi bangunan tersebut yang mengacu Standar yang sudah disesuaikan (SNI–2847-2019), dengan demikian kekuatan dari bangunan tersebut bisa menampung beban sesuai dengan kapasitasnya.
3. Penelitian tugas akhir ini bisa dijadikan literatur tambahan atau sebagai bahan evaluasi bagi penelitian tugas akhir selanjutnya, dengan harapan pada hasil evaluasi penelitian tugas akhir tersebut nantinya akan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrean, S. (2015). *Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Variasi Ratio Tulangan Tarik*. Jurnal Sipil Statik Maret, 3(3), 175–182.
- Astutiuk, Y. S. (2018). *Analisa Struktur Balok Dengan Metode Momen (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Grand Mall Batam)*. UJMC, 4, 53–65.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. SNI No.1727-2013. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2018. *Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. SNI No.1727-2018. Badan Standarisasi Indonesia. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. SNI No.2847 – 2019. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*. SNI No. 03-1726-2019. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Cornelis, R. (2014). *Kajian Kuat Tekan Beton Pasca Bakar Dengan Dan Tanpa Perendaman Berdasarkan Variasi Mutu Beton*. Jurnal Teknik Sipil, 3(2), 161–172.
- Elsandy, C. (2018). *Analisis Perencanaan Struktur Gedung Lab FPIK Universitas Diponegoro Menggunakan Struktur Beton 2013*. VII(2), 133–144.
- Fadli, M. H. (2017). *Analisis Perencanaan Struktur Hotel Ibis Budget Cirebon Dengan Menggunakan Struktur Beton SNI 2847-2013*. Jurnal Konstruksi, 6(5), 477–488.
<http://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Konstruksi/article/view/3773>
- Hatta, T. . (2017). *Perencanaan Struktur Gedung the Plaza Sorong*. Jurnal Teknik Sipil : Rancang Bangun, 3(1). <https://doi.org/10.33506/rb.v3i1.10>
- Kampar, D. (2019). *Ketua PMI Kampar : Semoga PMI Dapat penuhi Kebutuhan Permintaan Darah*. Wwv.Kominfosandi.Kamparkab.Go.Id. <https://kominfosandi.kamparkab.go.id/2019/04/28/ketua-pmi-kampar-semoga-pmi-dapat-penuhi-kebutuhan-permintaan-darah/>
- Kuswinardi, L. M. p, Sinurat, R. T. ., & Tobing, P. (2021). *Analisa Struktur dan Metode Pelaksanaan Kolom dan Balok pada Pembangunan Gedung APD PLN Medan*. 1(1), 6–14.

- Lestari, I. (2020). *Perencanaan Struktur Atas Gedung Alumni Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
- Nugraha, S. (2016). *Analisis Perencanaan Gedung Kantor Samsat Kabupaten Kuningan Dengan Menggunakan Struktur Beton SNI 2013*. *Jurnal Konstruksi*, 5(6), 519–526. <http://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Konstruksi/article/view/3773>
- Nurrokhman, F., & Firmanto, A. (2018). *Analisis dan Perencanaan Struktur Rumah Susun 4 Lantai Mahasiswa Universitas Boyolali*. VII(3), 219–228.
- Oza, R. (2018). *Perencanaan Struktur Atas Asrama Putri Di Universitas Kadiri*. 1(2), 182–191.
- Palimbunga, Y. (2017). *Perhitungan Struktur Rencana Gedung Kantor Pelayanan Perbendaharaan Negara Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur*. Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- Persada, R. M. (2017). *Analisis Perencanaan Struktur Hotel Dialog Grage Cirebon Menggunakan Struktur Beton SNI 2013*. *CIREBON Jurnal Konstruksi*, 6(5), 463–476. <http://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Konstruksi/article/view/3773>
- Pratama, H. S. Y. (2021). *Perhitungan Struktur Bangunan Parkir Sepeda Motor Universitas Negeri Malang*. III(1), 57–66.
- Riyanto, A. (2018). *Analisa Perhitungan Volume Besi Dan Beton Pada Struktur Kolom Gedung Tower 1 Proyek Meisterstadt Batam*. Universitas Batam.
- Santoso, C. A. (2012). *Perencanaan Struktur Gedung Hotel Malya Di Bandung*. Universitas Adma Jaya Yogyakarta.
- Setiawan, A (2020). *Inilah Contoh Cara Mendesain Tulangan Sengkang/Geser* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=26a8URb15G8>
- Sukmana, I. (2017). *Analisis Perencanaan Struktur Showroom Nissan Di Jakarta Pusat*. *Jurnal Konstruksi*, 6(6), 527–534. <http://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Konstruksi/article/view/3773>
- Vivo. (2020) 16 juli. *Manual: Distribusi dan Transfer Beban Pada Struktur Beton Bertulang* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=XjCvpWBzJnE&t=2783s>
- Widyansyah, S. (2017). *Perencanaan Struktur Gedung Lima Lantai Pasar Johor Kota Semarang*. Universitas Semarang.

LAMPIRAN

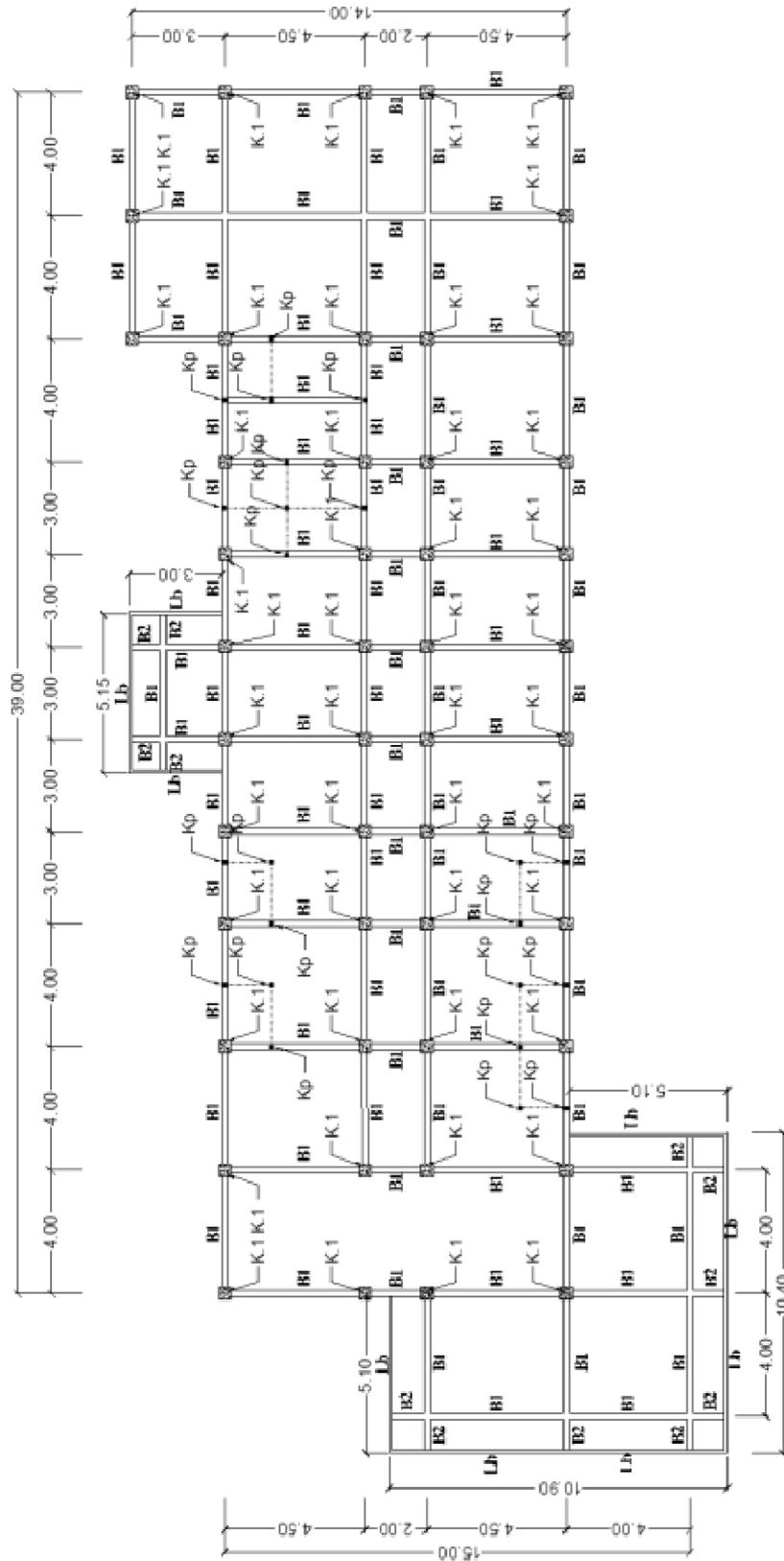
LAMPIRAN I
REKAPITULASI BEBAN YANG
BEKERJA PADA BALOK

No	Kode Balok	LL	DL Balok	DL Dinding	DL Plat	Segitiga				Trapezium					
						1		2		1		2			
						lx	q eq	lx	q eq	ly	lx	q eq	ly		
1	A	12 ~ 13	3,83	1,68	10,25	4,239					4	3	5,166		
2		13 ~ 14	3,83	1,68	10,25	4,239					4	3	5,166		
3	B	2 ~ 3	3,83	1,68	0	4,239									
4		3 ~ 4	3,83	1,68	0	4,239	4	5,652							
5		4 ~ 5	3,83	1,68	10,25	4,239	4	5,652							
6		5 ~ 6	3,83	1,68	10,25	4,239	3	4,239							
7		6 ~ 7	3,83	1,68	10,25	4,239	3	4,239							
8		7 ~ 8	3,83	1,68	10,25	4,239	3	4,239							
9		8 ~ 9	3,83	1,68	10,25	4,239	3	4,239							
10		9 ~ 10	3,83	1,68	10,25	4,239	3	4,239							
11		10 ~ 12	3,83	1,68	10,25	4,239									
12		12 ~ 13	3,83	1,68	0	4,239	4	5,652			4	3	5,166		
13		13 ~ 14	3,83	1,68	0	4,239	4	5,652			4	3	5,166		
14		C	3 ~ 4	3,83	1,68	0	4,239	4	5,652						
15			4 ~ 5	3,83	1,68	10,25	4,239	4	5,652						
16	5 ~ 6		3,83	1,68	10,25	4,239	3	4,239			3	2	3,611		
17	6 ~ 7		3,83	1,68	10,25	4,239	3	4,239			3	2	3,611		
18	7 ~ 8		3,83	1,68	10,25	4,239	3	4,239			3	2	3,611		
19	8 ~ 9		3,83	1,68	10,25	4,239	3	4,239			3	2	3,611		
20	9 ~ 10		3,83	1,68	10,25	4,239	3	4,239			3	2	3,611		
21	10 ~ 12		3,83	1,68	10,25	4,239									
22	12 ~ 13		3,83	1,68	0	4,239	4	5,652							
23	13 ~ 14		3,83	1,68	0	4,239	4	5,652							
24	D	1 ~ 2	3,83	1,68	0	4,239	4	5,652							
25		3 ~ 4	3,83	1,68	10,25	4,239	4	5,652							
26		4 ~ 5	3,83	1,68	10,25	4,239	4	5,652							
27		5 ~ 6	3,83	1,68	10,25	4,239	3	4,239			3	2	3,611		
28		6 ~ 7	3,83	1,68	0	4,239	3	4,239			3	2	3,611		
29		7 ~ 8	3,83	1,68	0	4,239	3	4,239			3	2	3,611		
30		8 ~ 9	3,83	1,68	0	4,239	3	4,239			3	2	3,611		
31		9 ~ 10	3,83	1,68	0	4,239	3	4,239			3	2	3,611		
32		10 ~ 12	3,83	1,68	0	4,239	4	5,652							
33		12 ~ 13	3,83	1,68	0	4,239	4	5,652							
34		13 ~ 14	3,83	1,68	0	4,239	4	5,652							
35	E	1 ~ 2	3,83	1,68	0	4,239	4	5,652	4	5,652					
36		2 ~ 3	3,83	1,68	0	4,239	4	5,652							
37		3 ~ 4	3,83	1,68	0	4,239	4	5,652							
38		4 ~ 5	3,83	1,68	10,25	4,239	4	5,652							
39		5 ~ 6	3,83	1,68	10,25	4,239	3	4,239							
40		6 ~ 7	3,83	1,68	10,25	4,239	3	4,239							

No	Kode Balok	LL	DL Balok	DL Dinding	DL Plat	Segitiga				Trapeسيوم						
						1		2		1			2			
						lx	q eq	lx	q eq	ly	lx	q eq	ly	lx	q eq	
62	5	B ~ C	3,8	1,68	10,25	4,239					5	4	6,245	5	3	5,4
63		C ~ D	3,8	1,68	0	4,239	2	2,826								
64		D ~ E	3,8	1,68	10,25	4,239					5	4	6,245	5	3	5,4
65	6	B ~ C	3,8	1,68	10,25	4,239					5	3	5,416	5	3	5,4
66		C ~ D	3,8	1,68	0	4,239	2	2,826	2	2,826						
67		D ~ E	3,8	1,68	10,25	4,239					5	3	5,416	5	3	5,4
68	7	B ~ C	3,8	1,68	10,25	4,239					5	3	5,416	5	3	5,4
69		C ~ D	3,8	1,68	0	4,239	2	2,826	2	2,826						
70		D ~ E	3,8	1,68	10,25	4,239					5	3	5,416	5	3	5,4
71	8	B ~ C	3,8	1,68	10,25	4,239					5	3	5,416	5	3	5,4
72		C ~ D	3,8	1,68	0	4,239	2	2,826	2	2,826						
73		D ~ E	3,8	1,68	0	4,239					5	3	5,416	5	3	5,4
74	9	B ~ C	3,8	1,68	10,25	4,239					5	3	5,416	5	3	5,4
75		C ~ D	3,8	1,68	0	4,239	2	2,826	2	2,826						
76		D ~ E	3,8	1,68	10,25	4,239					5	3	5,416	5	3	5,4
77	10	B ~ C	3,8	1,68	10,25	4,239					5	3	5,416			
78		C ~ D	3,8	1,68	0	4,239	2	2,826								
79		D ~ E	3,8	1,68	0	4,239					5	3	5,416	5	4	6,2
80	11	B ~ C	3,8	1,68	10,25	4,239										
81	12	A ~ B	3,8	1,68	10,25	4,239	3	4,239								
82		B ~ C	3,8	1,68	10,25	4,239					5	4	6,245			
83		C ~ D	3,8	1,68	10,25	4,239										
84		D ~ E	3,8	1,68	10,25	4,239					5	4	6,245	5	4	6,2
85	13	A ~ B	3,8	1,68	0	4,239	3	4,239	3	4,239						
86		B ~ C	3,8	1,68	0	4,239					5	4	6,245	5	4	6,2
87		C ~ D	3,8	1,68	0	4,239										
88		D ~ E	3,8	1,68	0	4,239					5	4	6,245	5	4	6,2
89	14	A ~ B	3,8	1,68	10,25	4,239	3	4,239								
90		B ~ C	3,8	1,68	10,25	4,239					5	4	6,245			
91		C ~ D	3,8	1,68	10,25	4,239										
92		D ~ E	3,8	1,68	10,25	4,239					5	4	6,245			

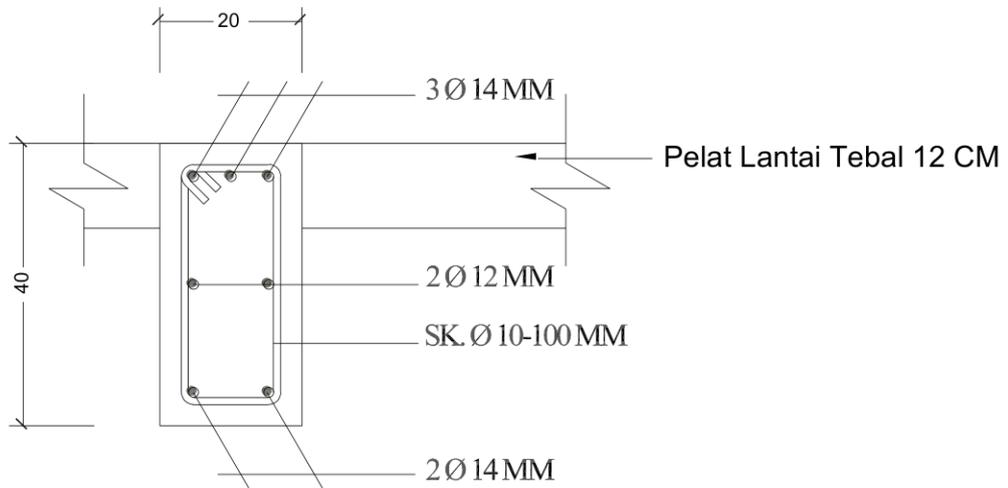
LAMPIRAN II
PERENCANAAN GEDUNG PMI
KABUPATEN KAMPAR

1. DENAH BALOK LANTAI 2 GEDUNG PMI KABUPATEN KAMPAR



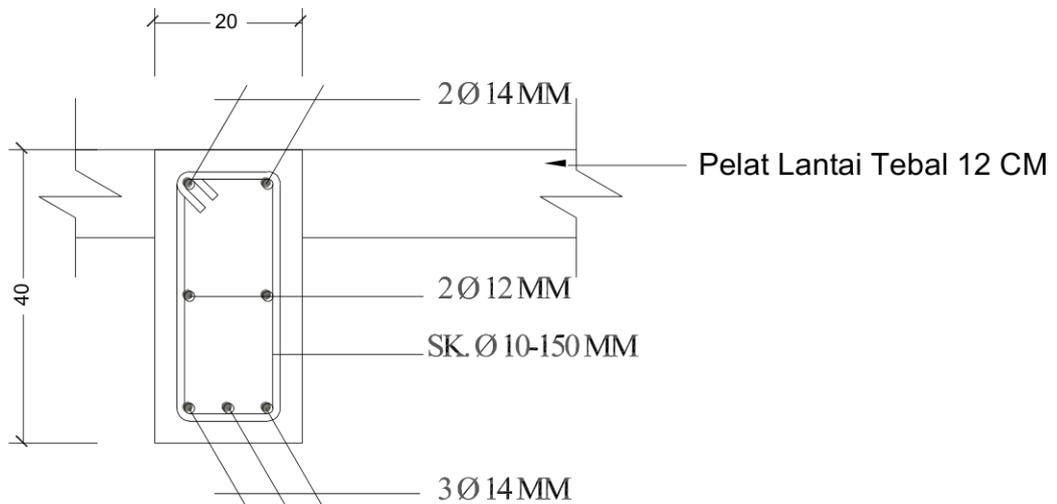
DENAH BALOK DAN KOLON (L2)

3. DETAIL BALOK GEDUNG PMI KABUPATEN KAMPAR



DETAIL BALOK TYPE-B1(TUMPUAN)

:



DETAIL BALOK TYPE-B1' (LAPANGAN)

LAMPIRAN III
LEMBAR KONSULTASI



CAJATAN KONSULTASI DENGAN PEMBIMBING

Nama Mahasiswa : Arif Gusman
Jurusan/NIM : Teknik Sipil (1722201001)
Tempat :

Tanggal	Topik/Masalah yang Dibahas	Saran Perbaikan	Paraf Dosen
1-4-2021	- Daftar tabel - Lembar pengesahan - Kaku pengantar	Dihilangkan saja	
7-4-2021	- susunan batasan masalah, tujuan, dan manfaat	Batasan masalah tertebak selanjutnya rumusan masalah, tujuan dan manfaat	
16-4-2021	- Tinjauan pustaka	Penelitian yang relevan atau landasan teori	
29-4-2021	- Metode penelitian	Tambahkan metode analisis data	
1-5-2021	- Daftar isi - Tulisan - Diagram alir	Penulisan bab Kupresan tabulasi Susunan penulisan flowchart	
15-5-2021	- Bab III - Persetujuan Lempro	Jelasan tentang-tentang analisisnya	

Diketahui Oleh :

Dosen Pembimbing

Arif Gusman, N.T.



Yayasan Pahlawan Tuanku Tambusai Riau
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI RIAU

Kampus : R. Tuanku Tambusai No. 21 Bangkinang Komplek Riau Telp. (08122216077) (08122458760)

CATATAN KONSULTASI DENGAN PEMBIMBING

Nama Mahasiswa : Arif Gunawan
Jurusan/NIM : Teknik Sipil/1722201003
Tempu :

Tanggal	Topik/Masalah yang Dibahas	Saran Perbaikan	Paraf Dosen
1 - 4 - 2021	Perbaikan kutipan	hilangkan narasumber perbaiki font	
7 - 4 - 2021	Perbaiki font	font pada nomor diganti font pada halaman	
15 - 4 - 2021	Manfaat penelitian	Tambahkan manfaat	
19 - 4 - 2021	spasi Paragraf	Tambahkan spasi setelah Paragraf	
29 - 4 - 2021	Isilah Aang	Isilah aang dimungkinan	
6 - 5 - 2021	Keseluruhan Lembar	Tambahkan ppt	

Diketahui Oleh :

Dosen Pembimbing

(Hanya untuk keperluan konsultasi)



Yayasan Pahlawan Tuanku Tambusai Riau
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI RIAU

Alamat : Jl. Tuanku Tambusai, Km 12 Bangsanang, Kerteh-Riau Telp. 0819121677 (08122414734)

CATATAN KONSULTASI DENGAN PEMBIMBING

Nama Mahasiswa : Arif Gunawan
Jurusan/NIM : Teknik Sipil/1722201503
Tanggal :

Tanggal	Topik/Masalah yang Dibahas	Saran Perbaikan	Paraf Dosen
24 - 6 - 2021	Bab IV	Tamlokkan pembahasan	
25 - 6 - 2021	Perhitungan	Masukan data Kakuat Ercel	
1 - 7 - 2021	Can sumber air	Untuk data keapitan bulan Desember dan lainnya	
4 - 7 - 2021	Gambar	Menggunakan autocad dan rapihan	
16 - 7 - 2021	Perhitungan	gunakan / can referensi lain	
24 - 7 - 2021	Perbaikan	Kesimpulan dan saran	
29 - 7 - 2021	Perbaikan	Tambah saran All Semkas	

Ditertama Oleh :

Dosen Pembimbing

Jenny Sartawane, P.T.



Yayasan Pahlawan Tuanku Tambusai Riau
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI RIAU

Jalan 18. Tuanku Tambusai No. 23 Bengkayang Kampar Riau Telp. (0757) 211771, 281122, 281770

CATATAN KONSULTASI DENGAN PEMBIMBING

Nama Mahasiswa : Arif Gunawan
Jurusan/NTM : Teknik Sipil (1722701003)
Tempat :

Tanggal	Topik/Masalah yang Dibahas	Saran Perbaikan	Pada Dosen
24 - 6 - 2021	terlah 25kg	dimainkan	
30 - 6 - 2021	dan penulisan	sesuaikan dengan buku referensi	
8 - 7 - 2021	jumlah antar spes	buat dua	
16 - 7 - 2021	penulisan rumus	Rumus menggunakan lambang matematika	
19 - 7 - 2021	Rumus	diletakkan di tengah	
24 - 7 - 2021	Bambar	Perbesar gambar	
28 - 7 - 2021	Referensi	Gunakan penulisan yang benar	
		Azi Samhaji	

Dibuat pada Tanggal

Dosen Pembimbing

(Hewi) Aderuadatu ST, MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



NAMA : ARIF GUNAWAN
NIM : 1722201003
TEMPAT/TANGGAL LAHIR : PULAU BALAI, 04 MARET 1998
JENIS KELAMIN : LAKI-LAKI
AGAMA : ISLAM
ALAMAT : DUSUN PULAU BALAI, RT 001 RW
005, DESA EMPAT BALAI, KECAMATAN
KAMPAR, KABUPATEN KAMPAR,
PROVINSI RIAU, 28463
NO. HP ,: +62 822 6851 4572
EMAIL : argunar6@gmail.com
NAMA ORANG TUA
AYAH : YUSFIK HELMI
IBU : ASMAWATI
RIWAYAT PENDIDIKAN
2004-2010 SDN 001 PULAU BALAI
2010-2013 MTSN MODEL NEGERI KUOK
2013-2016 MAN KUOK
2017-2021 UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU
TAMBUSAI, S1 TEKNIK SIPIL