



TUGAS AKHIR

PENINJAUAN ULANG PERHITUNGAN STRUKTUR ATAS

HOTEL NOVOTEL DAN IBIS KULON PROGO

Oleh :

MUHAMMAD RADIFAN ABDURRAHMAN

40030118060089

Diajukan sebagai

salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Program Diploma III Teknik Sipil

Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2021

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

NAMA : MUHAMMAD RADIFAN A.

NIM : 40030118060089

Tanda Tangan :

Tanggal :

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Radifan Abdurrahman
NIM : 40030118060089
Jurusan/Program Studi : Diploma III Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil dan Perencanaan Wilayah
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksekutif** (*Non-Executive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PENINJAUAN ULANG PERHITUNGAN STRUKTUR ATAS RUMAH SUSUN UJUNG MENTENG, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan hak bebas royalti/noneksekutif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/memformat, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 11 Agustus 2021

Yang menyatakan,

MUHAMMAD RADIFAN A.

NIM. 40030118060089

HALAMAN PENGESAHAN



TUGAS AKHIR

PENINJAUAN ULANG PERHITUNGAN STRUKTUR ATAS HOTEL NOVOTEL DAN IBIS KULON PROGO

Tugas akhir ini telah diperiksa dan disahkan pada

hari : Rabu

tanggal : 11 Agustus 2021

Disusun oleh :

Muhammad Radifan Abdurrahman

40030118060089

Dosen Pembimbing

Drs. Hartono, MT.

NIP. 195912291986991001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Diploma III

Teknik Sipil Sekolah Vokasi UNDIP

Asri Nurdiana, ST, MT.

NIP. 198512092012122001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. atas segala berkat dan rahmat-Nya dalam penyusunan tugas akhir, sehingga dapat terselesaikan. Tugas Akhir dengan judul “**PENINJAUAN ULANG PERHITUNGAN STRUKTUR ATAS RUMAH SUSUN UJUNG MENTENG**” disusun guna melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan pendidikan pada Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta kelancaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas Akhir ini;
2. Kedua Orang Tua Bapak Ardy dan Alm. Ibu Anita serta Mas Farhan, Dek Zahra dan Dek Ariq sebagai kakak dan adik yang selalu memberikan motivasi, bimbingan dan doa serta dukungan moril, spiritual;
3. Ibu Asri Nurdiana, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro;
4. Bapak Bambang Setiabudi, S.T, M.T., selaku Dosen Wali Kelas di Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro;
5. Bapak Drs. Hartono, M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir di Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro;

6. Seluruh dosen dan staff Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro;
7. Semua pihak yang telah membantu sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik;
8. Teman-teman Ahwaya Nispatti khususnya Ilham Apri, Dzikriya Ahmad, Rizal Rebo, Arif Setiya, Aliya, dan Habbatul yang telah banyak membantu penulis selama penulis menempuh Pendidikan di Program Studi Diploma III Teknik Sipil, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro;
9. Teman-teman dekat khususnya Ilham dan Adi yang telah memberikan motivasi dan semangat;
10. Pacar saya Karenina yang selalu memberikan support terbaiknya.

Penulis menyadari akan ketidaksempurnaan maupun kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna kesempurnaan tugas akhir ini. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi insan teknik sipil khususnya dan semua pihak pada umumnya.

Semarang, 11 Agustus 2021

Penyusun

HALAMAN MOTTO

Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu,
Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar

-QS. Al Baqarah: 153-

Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan
kesanggupannya

-QS. Al Baqarah: 286-

Support yang besar akan memberikan dampak yang kuat, Usaha yang
kuat akan memberikan hasil yang indah

-Muhammad Radifan Abdurrahman-

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN MOTTO	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Judul Tugas Akhir.....	1
1.2 Latar Belakang.....	1
1.3 Maksud dan Tujuan	2
1.4 Pembatasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II METODOLOGI.....	5
2.1 Metode Pengerjaan	5
2.2 Metode Penggambaran	6
2.3 Metode Penulisan.....	6
2.4 Metode Analisa.....	6
BAB III PENINJAUAN PLAT LANTAI.....	8
3.1 Uraian Umum	8
3.2 Pedoman Perencanaan	8
3.3 Dasar Perencanaan.....	8
3.4 Konsep Perhitungan Penulangan Plat.....	12

3.5 Analisa Perencanaan Pelat Lantai.....	12
3.5.1 Peninjauan Tebal Plat Lantai	15
3.5.2 Penentuan Tinggi Efektif Plat Lantai	18
3.5.3 Perhitungan Beban Plat Lantai	20
3.5.4 Perhitungan Momen yang Bekerja dan Jumlah Penulangan ..	23
3.5.5 Menghitung Kebutuhan Penulangan.....	27
3.5.6 Rekapitulasi Momen dan Penulangan	40
BAB IV PENINJAUAN BALOK.....	41
4.1 Dasar Peninjauan	41
4.2 Perhitungan Pembebanan	42
4.3 Analisis Statis	42
4.4 Perhitungan Balok	42
4.4.1 Data Perencanaan Balok	42
4.4.2 Beban Akibat Plat Lantai.....	44
4.5 Analisa Perhitungan Beban yang Bekerja pada Balok	48
4.6 Perhitungan Balok Anak Lantai 14-16 (Balok Typical).....	50
4.7 Perhitungan Balok Induk Lantai 13-16 (Balok Typical).....	71
BAB V PENINJAUAN KOLOM	92
5.1 Dasar Peninjauan	92
5.2 Perhitungan Kolom.....	92
BAB VI PENINJAUAN TANGGA.....	104
6.1 Dasar Peninjauan	104
6.2 Perhitungan Tangga	107
6.3 Penulangan Plat Tangga	113
6.4 Penulangan Plat Bordes	114
6.5 Penulangan Balok Bordes.....	117
BAB VII PENUTUP	121

7.1 Kesimpulan.....	121
7.2 Saran	122
DAFTAR PUSTAKA	123
LAMPIRAN.....	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Penentuan Panjang Bentang (L).....	8
Gambar 3.2 Denah Plat Lantai 14-16.....	13
Gambar 3.3 Denah Tinjauan Plat Lantai 14-16 As 8-9 / C-E.....	14
Gambar 3.4 Ilustrasi Dimensi Pelat Lantai Tipe S12A	15
Gambar 3.5 Ilustrasi Dimensi Pelat Lantai Tipe S12B	16
Gambar 3.6 Ilustrasi Dimensi Pelat Lantai Tipe S12C	17
Gambar 3.7 Ilustrasi Tinggi Efektif Pelat Lantai Tipe S12A	18
Gambar 3.8 Ilustrasi Tinggi Efektif Plat Lantai Tipe S12B	19
Gambar 3.9 Ilustrasi Tinggi Efektif Plat Lantai Tipe S12C	20
Gambar 3.10 Posisi Tumpuan Jepit Pelat Lantai Tipe S12A	24
Gambar 3.11 Posisi Tumpuan Jepit Pelat Lantai Tipe S12B	25
Gambar 3.12 Posisi Tumpuan Jepit Pelat Lantai Tipe S12C	26
Gambar 3.13 Detail Penampang Tulangan Arah X	28
Gambar 3.14 Detail Penampang Tulangan Arah Y	29
Gambar 3.15 Denah Penulangan Pelat Lantai Tipe S12A	31
Gambar 3.25 Potongan Melintang Pelat Lantai Tipe S12A	31

<u>Gambar 3.17 Detail Penampang Tulangan Arah X</u>	32
<u>Gambar 3.18 Detail Penampang Tulangan Arah Y</u>	33
<u>Gambar 3.19 Denah Penulangan Pelat Lantai Tipe S12B</u>	35
<u>Gambar 3.20 Potongan Melintang Pelat Lantai Tipe S12B</u>	35
<u>Gambar 3.21 Detail Penampang Tulangan Arah X</u>	36
<u>Gambar 3.22 Detail Penampang Tulangan Arah Y</u>	37
<u>Gambar 3.23 Denah Penulangan Pelat Lantai Tipe S12C</u>	39
<u>Gambar 3.24 Potongan Melintang Pelat Lantai Tipe S12C</u>	39
<u>Gambar 4.1 Denah Balok Lantai 14-16</u>	43
<u>Gambar 4.2 Denah Tinjauan Ulang Balok Lantai 14-16 As 8-9 / D-E</u>	44
<u>Gambar 4.3 Ilustrasi Pembebanan <i>Equivalent</i></u>	49
<u>Gambar 4.4 Denah Tinjauan Lantai 14-16 Dengan Metode Amplop</u>	50
<u>Gambar 4.5 Potongan Melintang Balok Anak Tipe B2A4</u>	60
<u>Gambar 4.6 Potongan Memanjang Balok Anak Tipe B2A4</u>	61
<u>Gambar 4.7 Potongan Melintang Balok Anak Tipe B2A3</u>	70
<u>Gambar 4.8 Potongan Memanjang Balok Anak Tipe B2A3</u>	70
<u>Gambar 4.9 Potongan Melintang Balok Induk Tipe B45A</u>	81

Gambar 4.10 Potongan Memanjang Balok Induk Tipe B45A.....	81
Gambar 4.11 Potongan Memanjang Balok Induk Tipe B45.....	90
Gambar 4.12 Potongan Melintang Balok Induk Tipe B45	91
Gambar 5.1 Detail Kolom K-1	93
Gambar 5.2 Potongan Memanjang Kolom K-1 Lantai 14-15.....	93
Gambar 5.3 Potongan Memanjang Kolom K-1 Lantai 15-16.....	99
Gambar 6.1 Denah Tangga	107
Gambar 6.2 Detail Jarak Tangga Utama.....	108
Gambar 6.3 Sketsa Anak Tangga.....	109
Gambar 6.4 Pembebanan Tangga	111
Gambar 6.5 Momen Desain	112
Gambar 6.6 Penulangan Tangga	116
Gambar 6.7 Detail Balok Bordes	120

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Minimum Plat Satu Arah.....	9
Tabel 3.2 Besar Beban Mati Untuk Material Bangunan.....	11
Tabel 3.3 Besar Beban Mati Untuk Komponen Bangunan.....	11
Tabel 3.4 Beban Hidup Untuk Struktur Bangunan.....	12
Tabel 3.5 Hasil Perhitungan Momen dan Kebutuhan Penulangan	40
Tabel 4.1 Rekapitulasi Penulangan Tinjauan Balok.....	91
Tabel 6.1 Tabel Hasil Cross.....	112

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Judul Tugas Akhir

Pada penulisan tugas akhir ini, penulis mengajukan judul “PENINJAUAN ULANG PERHITUNGAN STRUKTUR ATAS (PLAT, BALOK, DAN KOLOM) RUMAH SUSUN UJUNG MENTENG”.

1.2 Latar Belakang

Setiap mahasiswa yang akan menyelesaikan studinya dalam Program Studi Diploma III Teknik Sipil Universitas Diponegoro diwajibkan untuk menyusun suatu karya ilmiah yang disebut tugas akhir. Penyusunannya dilaksanakan dengan persyaratan akademis, yakni mahasiswa telah selesai menyelesaikan laporan magang dan telah menempuh atau menyelesaikan 90 sks.

Pada penyusunan tugas akhir ini pokok bahasan yang akan diketengahkan adalah peninjauan mengenai perencanaan struktur atas yaitu pelat lantai, balok, dan kolom. Peninjauan gedung ini dilandasi oleh beberapa hal, diantaranya adalah :

1. Penulis ingin mempelajari lebih dalam lagi tentang struktur bangunan gedung.
2. Penulis berpendapat bahwa bangunan gedung di masa yang akan datang akan sangat dibutuhkan.
3. Keberhasilan suatu proyek konstruksi gedung sangat ditentukan oleh perencanaan yang baik dan ditunjang oleh pelaksanaan dilapangan.

4. Mahasiswa Program Studi Diploma III Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang diharapkan setelah lulus dapat menjadi tenaga yang terampil yang siap pakai dan mampu menguasai perencanaan suatu proyek bangunan.

1.3 Maksud dan Tujuan

Pada proses penyusunan tugas akhir diharapkan mahasiswa mampu merangkum dan mengaplikasikan semua pengalaman pendidikan untuk memecahkan masalah dalam bidang studi yang ditempuh secara sistematis, logis, kritis dan kreatif, berdasarkan data yang akurat dan didukung analitis yang tepat, dan menuangkannya dalam bentuk penulisan karya ilmiah. Secara akademis penulisan tugas akhir ini mempunyai tujuan adalah sebagai berikut :

1. Melengkapi syarat akhir kelulusan pada Program Studi Diploma III Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.
2. Melatih mahasiswa menganalisa suatu perencanaan proyek yang lebih baik yaitu dengan cara membuat suatu sistem perencanaan proyek yang efektif dan efisien dengan pengalaman yang didapat dari magang selama 90 hari.
3. Tolak ukur kemampuan mahasiswa dalam menyerap ilmu yang diperoleh selama perkuliahan serta mengukur kualitas, kreatifitas, dan kemampuan mahasiswa dalam mengembangkan gagasan serta mewujudkan secara nyata penerapan mata kuliah keteknikan secara terpadu, terencana, ilmiah dan sistematis.
4. Menambah pengalaman bagi mahasiswa dalam mempersiapkan diri menghadapi pekerjaan perencanaan yang sesungguhnya.
5. Melatih dan meningkatkan kreativitas serta kemampuan dalam mengembangkan gagasan bagi setiap mahasiswa.

1.4 Pembatasan Masalah

Peninjauan struktur atas pembangunan Rumah Susun Ujung Menteng dalam penulisan tugas akhir ini, penulis membatasi pembahasannya dengan peninjauan plat lantai, balok, dan kolom pada lantai 13-15.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dan penyajian bentuk laporan tugas akhir ini adalah dengan gambar kerja yang dituangkan dalam membagi beberapa bagian yang terdiri dari :

BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan judul tugas akhir, latar belakang, maksud dan tujuan, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II METODOLOGI

Menguraikan metode pengerjaan, penggambaran dan analisa.

BAB III PENINJAUAN PELAT LANTAI

Berisi tentang uraian umum, pedoman perencanaan, dasar perencanaan, konsep perhitungan penulangan, dan analisa perencanaan pelat lantai.

BAB IV PENINJAUAN BALOK

Berisi tentang uraian umum, pedoman perencanaan, dan analisa perencanaan balok.

BAB V PENINJAUAN KOLOM

Berisi tentang uraian umum, pedoman perencanaan, dan analisa perencanaan kolom.

BAB VI PENINJAUAN TANGGA

BAB VII PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi daftar literatur yang diperlukan dalam penyusunan tugas akhir.

LAMPIRAN

Berisi lampiran-lampiran penunjang dari tugas akhir ini.

BAB II

METODOLOGI

2.1 Metode Pengerjaan

Pengerjaan tugas akhir ini menggunakan metode-metode sebagai berikut.

1. Metode Diskriptif

Metode diskriptif (literatur) didapatkan dari buku-buku yang mempelajari tentang contoh-contoh analisa yang digunakan dalam perhitungan struktur. Metode literatur digunakan dalam pemecahan pemecahan permasalahan yang dihadapi dalam pembuatan tugas akhir ini.

2. Metode Observasi

Metode yang berupa pengamatan yang dapat berguna dalam perolehan data untuk pengerjaan tugas akhir.

3. Metode *Interview*

Metode yang berupa wawancara langsung kepada narasumber guna mendapatkan rujukan baik data maupun tata cara perencanaan sehingga berguna dalam penyelesaian tugas akhir.

4. Metode Bimbingan

Metode bimbingan dilakukan dengan dosen mengenai masalah yang dibahas untuk mendapatkan petunjuk dalam pembuatan tugas akhir.

2.2 Metode Penggambaran

Format penggambaran tugas akhir baik berupa hasil peninjauan perencanaan maupun gambar-gambar penunjang laporan tugas akhir ini, disesuaikan dengan tata cara menggambar teknik struktur bangunan dengan menggunakan program Auto CAD 2016.

2.3 Metode Penulisan

Penulisan dalam tugas akhir ini menyesuaikan ejaan yang disempurnakan (EYD) dan tata cara penulisan karya ilmiah dengan menggunakan bantuan program Microsoft Office 2016.

2.4 Metode Analisa

Pada tugas akhir ini penulis hanya menganalisa pada struktur atas saja (*upper structure*). Peninjauan struktur atas yang dimaksud adalah berupa perencanaan pelat lantai, balok dan kolom. Pengerjaan penganalisaan dibantu dengan menggunakan program Microsoft Excel 2016. Pada perencanaan tersebut penulis menyesuaikan dengan peraturan-peraturan berikut.

1. Standar tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SK SNI 03-2847-2002).
2. Standar tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SK SNI T-15-1991-03).
3. Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (PPURG 1987).
4. Buku “Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang” yang disusun oleh Ir. W.C. Vis dan Ir. Gideon Kusuma M.Eng. Perhitungan mekanika rekayasa

BAB III

PENINJAUAN PLAT LANTAI

3.1 Uraian Umum

Plat adalah struktur kaku yang secara khas terbuat dari material monolit dengan tinggi yang kecil dibandingkan dengan dimensi lainnya. Pada perencanaan pelat beton bertulang yang perlu dipertimbangkan tidak hanya pembebanan, tetapi juga ukuran dan syarat-syarat dari peraturan yang ada. Sistem perencanaan tulangan pelat pada dasarnya dibagi menjadi 2 macam yaitu pelat satu arah dan pelat dua arah. Peninjauan perencanaan pelat lantai pada proyek ini diperhitungkan dari struktur beton bertulang yang dicor menyatu dengan struktur utama bangunan.

3.2 Pedoman Perhitungan Pelat

Pedoman yang digunakan dalam perhitungan pelat lantai adalah sebagai berikut.

1. Standar tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SK SNI 03-2847-2002).
2. Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (PPURG 1987).
3. Buku “Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang” yang disusun oleh Ir. W.C.Vis dan Ir. Gideon Kusuma M.Eng.
4. Standar tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SK SNI T-15-1991-03).

3.3 Dasar Perencanaan

Pada perencanaan pelat beton bertulang, perlu diperhatikan beberapa ketentuan sebagai berikut.

1. Pada perhitungan pelat, lebar pelat diambil 1 meter ($b = 1000 \text{ mm}$)

2. Panjang bentang (L) \longrightarrow Pasal 10.7 SNI 03-2847-2002

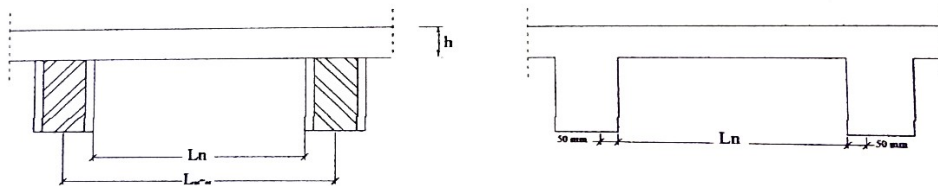
a. Pelat yang tidak menyatu dengan struktur pendukung

$$L = L_n + h \text{ dan } L \leq L_{as-as}$$

b. Pelat yang menyatu dengan struktur pendukung

Jika $L_n \leq 3,0 \text{ m}$, maka $L = L_n$

Jika $L_n > 3,0 \text{ m}$, maka $L = L_n + (2 \times 50 \text{ mm})$



Plat yang tidak menyatu
dengan pendukung

Plat yang menyatu dengan
pendukung

Gambar 3. 1 Penentuan Panjang Bentang (L)

3. Tebal minimum pelat (h) \longrightarrow Pasal 11.5 SNI 03-2847-2002

a. Pelat satu arah (Pasal 11.5.2.3 SNI 03-2847-2002), tebal minimal dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. 1 Minimum Pelat Satu Arah

Komponen	Tinggi Minimal (h)
----------	------------------------

Struktur	Dua Tumpuan	Satu ujung Menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lain yang akan rusak karena lendutan yang besar			
Pelat Solid satu arah	L/20	L/24	L/28	L/10
Balok atau pelat jalur satu arah	L/16	L/18,5	L/21	L/8

- b. Pelat dua arah (Pasal 11.5.3 SNI 03-2847-2002), tebal minimal pelat bergantung pada $\alpha_m = \alpha$ rata-rata, α adalah rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur pelat dengan rumus berikut. $\alpha = (E_{cb}/I_b) / (E_{cp}/I_p)$

1) Jika $\alpha_m < 0,2$, maka $h \geq 120$ mm

2) Jika $0,2 \leq \alpha_m < 2$ maka

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{fy}{1500})}{36 + 5 \times \beta (\alpha_m - 0,2)} \text{ dan } \geq 120 \text{ mm}$$

3) Jika $\alpha_m > 2$, maka

$$h = \frac{\ln(0,8 + \frac{fy}{1500})}{36 - 9 \times \beta} \text{ dan } \geq 120 \text{ mm}$$

dengan β = rasio bentang bersih pelat dalam arah memanjang dan memendek.

4. Tebal selimut beton minimal \rightarrow Pasal 9.7.1 SNI 03-2847-2002

a. Baja tulangan $D \leq 36$

Tebal selimut beton ≥ 20 mm

- b. Baja tulangan D44 – D56
 - Tebal selimut beton ≥ 20 mm – 40 mm
- 5. Jarak bersih antar tulangan s (Pasal 9.6.1 SNI 03-2847-2002) $s \geq D$ dan $s \geq 25$ mm
- 6. Jarak maksimal antar tulangan (as ke as)
 - a. Tulangan Pokok :
 - Plat satu arah : $s \leq 3.h$ dan $s \leq 450$ mm (pasal 12.5.4)
 - Plat dua arah : $s \leq 2.h$ dan $s \leq 450$ mm (pasal 15.3.2)
 - b. Tulangan Bagi $s \leq 5.h$ dan $s \leq 450$ mm (pasal 9.12.2.2)
- 7. Luas Tulangan Minimal Plat
 - Untuk $f_y = 240$ MPa, maka $A_s \geq 0,0025.b.h$
 - Untuk $f_y = 320$ MPa, maka $A_s \geq 0,0020.b.h$
 - Untuk $f_y = 400$ MPa, maka $A_s \geq 0,0018.b.h$
 - Untuk $f_y = 400$ MPa, maka $A_s \geq 0,0014.b.h$
- 8. Macam Pembebanan
 - Macam-macam beban yang direncanakan dan perlu pertimbangan kemungkinan terjadi sesuai Tata Cara erencanaan Struktur Beton untuk Gedung SNI 03-2847-2002, antara lain sebagai berikut.
 - a. Beban Mati atau *Dead Load* (q_D)
 - Beban mati adalah berat dari semua bagian bangunan gedung yang bersifat tetap, termasuk peralatan tetap yang tidak terpisahkan dari gedung.
 - Beban mati untuk gedung diatur dalam SNI 03-1727-1989-F.

Tabel 3. 2 Besar Beban Mati untuk Material Bangunan

Material	Specific Gravity (kg/m³)
Beton tanpa tulangan	2200
Beton bertulang	2400
Baja	7850
Kayu	1000
Pasir	1600

Sumber : SNI Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung
(SNI 03-1727-1989)

Tabel 3. 3 Besar Beban Mati untuk Komponen Bangunan

Komponen	Berat Satuan (kg/m³)
Mortar (per 1 cm)	21
Batu bata	250
Langit-langit (tidak termasuk penggantung)	11
Struktur penggantung langit-langit	7
Tegel semen	10
Keramik (tidak termasuk mortar)	24
Struktur atap baja	10 + 0,8 L

Sumber : SNI Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung
(SNI 03-1727-1989)

b. Beban Hidup atau *Life Load* (q_L)

Berat semua beban yang terjadi akibat penggunaan dari gedung tersebut, termasuk peralatan yang sering berpindah posisi sehingga mengakibatkan perubahan pada pembebanan yang ada.

Tabel 3. 4 Beban Hidup untuk Struktur Bangunan

Komponen	Beban (kg/m³)
Beban hidup pada atap	100
Lantai rumah tinggal	200
Lantai sekolah, perkantoran, hotel, asrama, pasar, dan rumah sakit	250
Panggung penonton	500
Lantai ruang olahraga, pabrik, bengkel, gudang, tempat orang berkumpul, perpustakaan, toko buku, masjid, gereja, bioskop, dan ruang mesin atau lat	400
Balkon atau tangga	300
Lantai gedung parker :	
- Lantai bawah	800
- Lantai atas	400

Sumber : SNI Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung

(SNI 03-1727-1989)

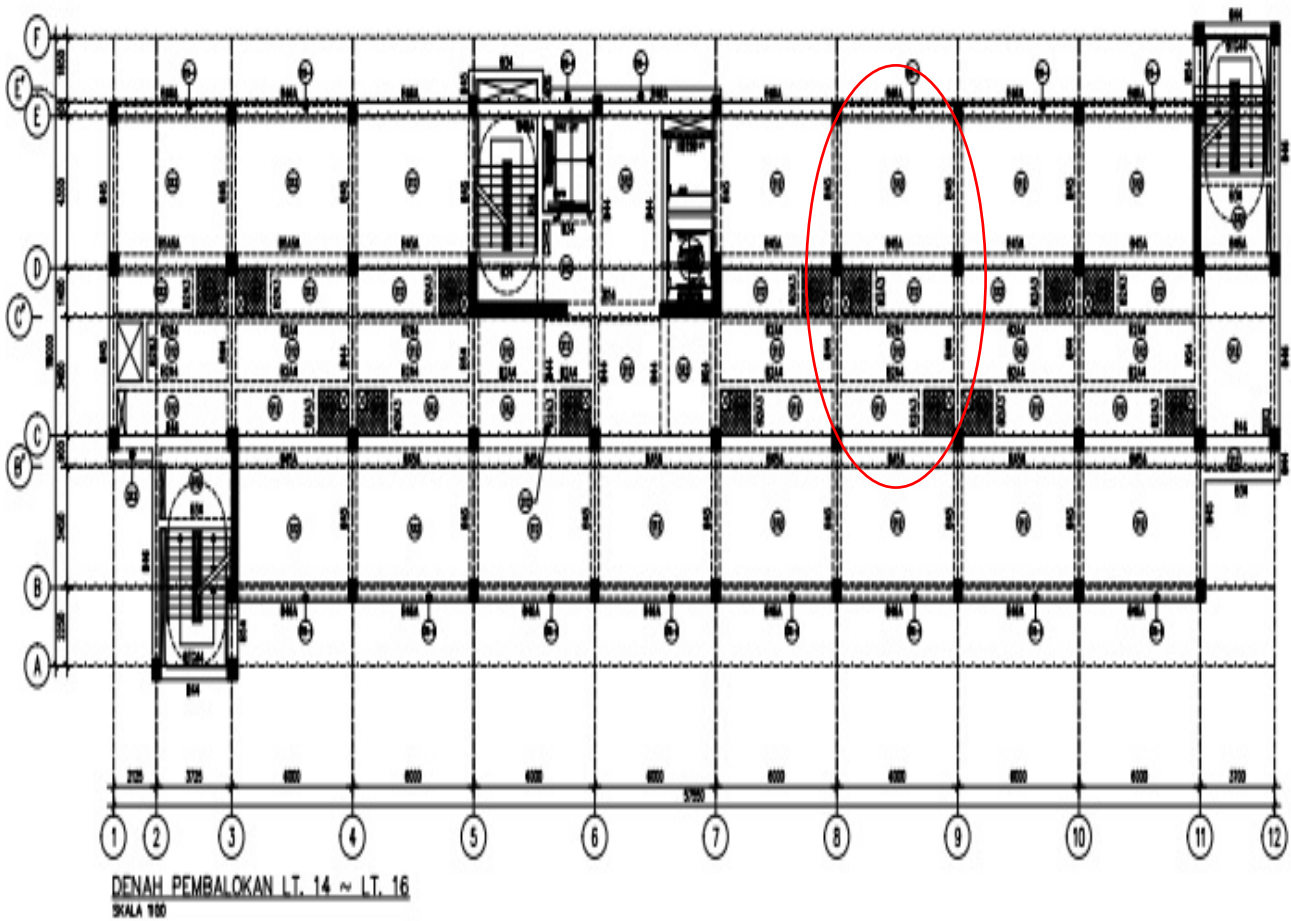
3.4 Konsep Perhitungan Pelat

Perhitungan penulangan ini diambil dari momen-momen yang menentukan dan dapat mewakili penulangan secara keseluruhan. Untuk melakukan perhitungan penulangan plat terlebih dahulu ditentukan ρ dari M_u / bd^2 dan ρ harus memenuhi syarat yaitu $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$. Jika ternyata ρ yang ada $< \rho_{min}$ maka digunakan ρ_{min} dan bila $\rho > \rho_{maks}$ maka harus redesain plat. Kemudian dicari tulangan dengan rumus $A_s = \rho \cdot b \cdot d$ dan ditentukan berapa diameter dan jumlah tulangan.

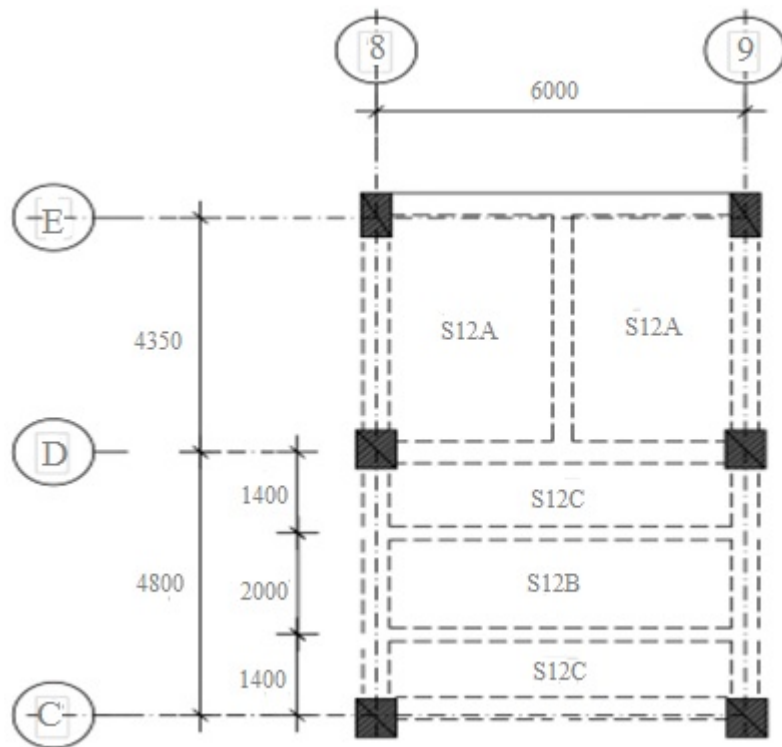
3.5 Analisa Perencanaan Pelat Lantai

Konstruksi pada proyek Rumah Susun Ujung Menteng ini menggunakan perencanaan tulangan dengan sistem pelat dua arah (*two way slab*). Pelat *two way*

slab merupakan pelat yang ditumpu oleh empat sisi yang saling sejajar dan terdapat tulangan pokok dengan dua arah. Pada lantai lima – delapan digunakan tulangan ulir. Pada gedung ini digunakan satu tipe pelat lantai, S1. Akan ditinjau keempat plat lantai tersebut. Berikut adalah denah pelat lantai yang ditinjau.



Gambar 3. 2 Denah Plat Lantai 5-8



Gambar 3. 3 Denah Tinjauan Plat Lantai 14-16 As 8-9 / C-E

Berikut data – data teknis perencanaan pelat lantai yang digunakan untuk peninjauan ulang pelat lantai pada proyek ini adalah :

- Mutu Beton ($f'c$) = 30 MPa
- Mutu Baja (f_y) = 420 MPa
- Berat Jenis Beton Bertulang = 2400 kg/m³
- Modulus Elastis untuk beton (E_c) = $4700 \times f'c = 4700 \times \sqrt{30} = 26,587$ MPa

(Berdasarkan pasal 3.15 SK SNI T-15-1991-03)

3.5.1 Peninjuan Tebal Pelat Lantai

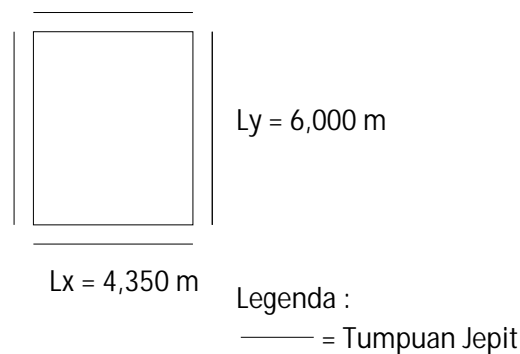
Pada penentuan tebal pelat lantai, penulis mengikuti Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SK-SNI-T-15-1991-03) pasal 3.2.5.3 ayat (3) yang menjelaskan bahwa tebal pelat lantai dapat ditentukan dengan rumus berikut.

$$h \text{ min} = \frac{Ln \left(0,8 + \left(\frac{fy}{1500} \right) \right)}{(36 + (9 \times \beta))}$$

$$h \text{ max} = \frac{Ln \left(0,8 + \left(\frac{fy}{1500} \right) \right)}{36}$$

dengan demikian tebal pelat lantai di proyek Rumah Susun Ujung Menteng dapat dihitung sebagai berikut.

- **Pelat Lantai Tipe S12A**



Gambar 3. 4 Ilustrasi Dimensi Pelat Lantai Tipe S12A

Data – data dimensi pelat lantai :

- Ln = panjang bentang memanjang
- Ln = Ly (Pasal 10.7 SNI 03-2847-2002)
= 6000 mm
= 600 cm
- β = Ly / Lx
= (600 / 435) cm

$$= 1,38 \text{ cm}$$

- $$h \text{ min} = \frac{\text{Ln} \left(0,8 + \left(\frac{f_y}{1500} \right) \right)}{(36 + (9 \times \beta))}$$

$$= \frac{600 \times \left(0,8 + \left(\frac{420}{1500} \right) \right)}{(36 + (9 \times 1,38))}$$

$$= 11,69 \text{ cm}$$

- $$h \text{ max} = \frac{\text{Ln} \left(0,8 + \left(\frac{f_y}{1500} \right) \right)}{36}$$

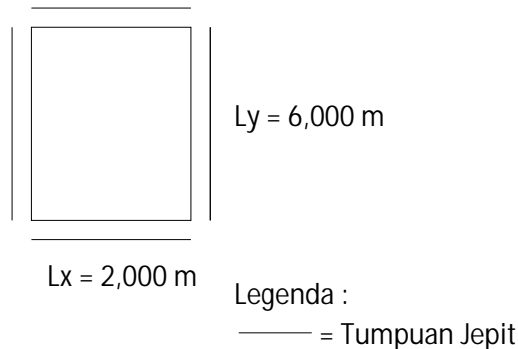
$$= \frac{600 \times \left(0,8 + \left(\frac{420}{1500} \right) \right)}{36}$$

$$= 18 \text{ cm}$$

Karena, $h \text{ min} (11,69 \text{ cm}) < h < h \text{ max} (18 \text{ cm})$

Maka tebal pelat lantai yang digunakan adalah 12 cm.

- **Pelat Lantai Tipe S12B**



Gambar 3. 5 Ilustrasi Dimensi Pelat Lantai Tipe S12B

Data – data dimensi pelat lantai :

- L_n = panjang bentang memanjang
- L_n = L_y (Pasal 10.7 SNI 03-2847-2002)
 - = 6000 mm
 - = 600 cm
- β = L_y / L_x

$$= (600 / 200) \text{ cm}$$

$$= 3 \text{ cm}$$

$$\bullet \quad h_{\min} = \frac{\text{Ln} \left(0,8 + \left(\frac{f_y}{1500} \right) \right)}{(36 + (9 \times \beta))}$$

$$= \frac{600 \times \left(0,8 + \left(\frac{420}{1500} \right) \right)}{(36 + (9 \times 3))}$$

$$= 10,29 \text{ cm}$$

$$\bullet \quad h_{\max} = \frac{\text{Ln} \left(0,8 + \left(\frac{f_y}{1500} \right) \right)}{36}$$

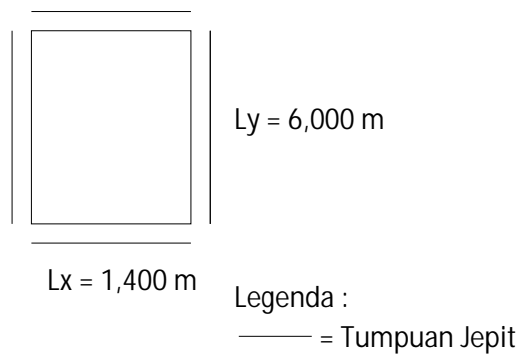
$$= \frac{600 \times \left(0,8 + \left(\frac{420}{1500} \right) \right)}{36}$$

$$= 18 \text{ cm}$$

Karena, $h_{\min} (10,29 \text{ cm}) < h < h_{\max} (18 \text{ cm})$

Maka tebal pelat lantai yang digunakan adalah 12 cm.

• **Pelat Lantai Tipe S12C**



Gambar 3. 6 Ilustrasi Dimensi Pelat Lantai Tipe S12C

Data – data dimensi pelat lantai :

- L_n = panjang bentang memanjang
- L_n = L_y (Pasal 10.7 SNI 03-2847-2002)
- = 6000 mm
- = 600 cm

- $\beta = L_y / L_x$
 $= (600 / 140) \text{ cm}$
 $= 4,29 \text{ cm}$
- $h_{\min} = \frac{\text{Ln} (0,8 + \frac{f_y}{1500})}{(36 + (9 \times \beta))}$
 $= \frac{600 \times (0,8 + \frac{420}{1500})}{(36 + (9 \times 4,29))}$
 $= 8,69 \text{ cm}$
- $h_{\max} = \frac{\text{Ln} (0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36}$
 $= \frac{550 \times (0,8 + \frac{420}{1500})}{36}$
 $= 18 \text{ cm}$

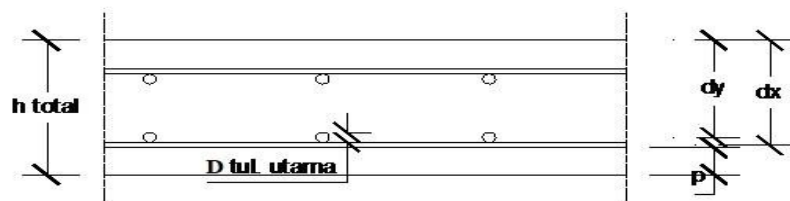
Karena, $h_{\min} (8,69 \text{ cm}) < h < h_{\max} (18 \text{ cm})$

Maka tebal pelat lantai yang digunakan adalah 12 cm.

3.5.2 Penentuan Tinggi Efektif Pelat Lantai

- **Pelat Lantai Tipe S1A**

- Tebal selimut beton = 20 mm
- D tulangan utama = 10 mm
- Tebal Pelat = 120 mm



Gambar 3. 7 Ilustrasi Tinggi Efektif Pelat Lantai Tipe S12A

- $d \text{ efektif } x = h - p - 0,5 D$

$$= 120 - 20 - 0,5 (10)$$

$$= 95 \text{ mm}$$

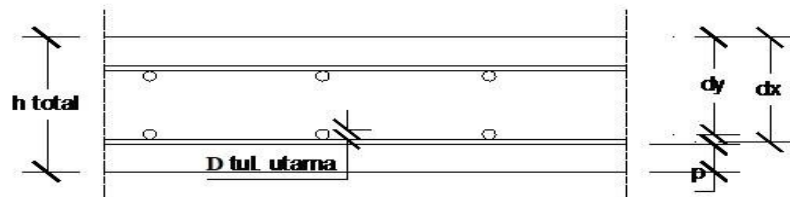
$$\blacksquare d \text{ efektif } y = h - p - \frac{1}{2} D - 1 D$$

$$= 120 - 20 - \frac{1}{2} (10) - 1 (10)$$

$$= 85 \text{ mm}$$

- **Pelat Lantai Tipe S12B**

- Tebal selimut beton = 20 mm
- D tulangan utama = 10 mm
- Tebal Pelat = 120 mm



Gambar 3. 8 Ilustrasi Tinggi Efektif Pelat Lantai Tipe S12B

$$\blacksquare d \text{ efektif } x = h - p - 0,5 D$$

$$= 120 - 20 - 0,5 (10)$$

$$= 95 \text{ mm}$$

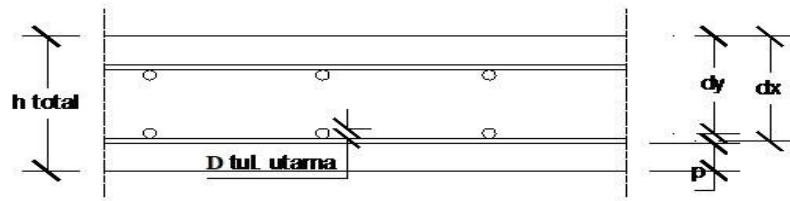
$$\blacksquare d \text{ efektif } y = h - p - \frac{1}{2} D - 1 D$$

$$= 120 - 20 - \frac{1}{2} (10) - 1 (10)$$

$$= 85 \text{ mm}$$

- **Pelat Lantai Tipe S12C**

- Tebal selimut beton = 20 mm
- D tulangan utama = 10 mm
- Tebal Pelat = 120 mm



Gambar 3. 9 Ilustrasi Tinggi Efektif Pelat Lantai Tipe S12C

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ d efektif x} &= h - p - 0,5 D \\
 &= 120 - 20 - 0,5 (10) \\
 &= 95 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ d efektif y} &= h - p - \frac{1}{2} D - 1 D \\
 &= 120 - 20 - \frac{1}{2} (10) - 1 (10) \\
 &= 85 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

3.5.3 Perhitungan Pembebanan Pelat Lantai

➤ Perhitungan Beban Pelat Lantai Tipe S12A

- **Beban Mati (W_D)** → PPURG – 1987 Tabel 1

1. Berat sendiri plat

$$\begin{aligned}
 &= \text{Tebal plat} \times \text{BJ beton} \\
 &= 0,12 \text{ m} \times 24 \text{ KN/m}^3 && = 2,88 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

2. Berat Spesi

$$\begin{aligned}
 &= \text{Tebal spesi} \times \text{BJ spesi} \\
 &= 0,02 \text{ m} \times 21 \text{ KN/m}^3 && = 0,42 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

3. Berat Keramik

$$\begin{aligned}
 &= \text{Tebal keramik} \times \text{BJ keramik} \\
 &= 0,01 \text{ m} \times 24 \text{ KN/m}^3 && = 0,24 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

4. Plafond + Penggantung

$$= (\text{BJ plafond} + \text{BJ penggantung}) \times 1$$

$$= 0,20 \text{ KN/m} \times 1$$

$$= 0,2 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Total } W_{DL} = 3,74 \text{ KN/m}^2$$

- **Beban Hidup (W_L)**

Berdasarkan PPPURG – 1987 Tabel 2, fungsi bangunan untuk sebuah Rusun mempunyai beban hidup sebesar. $W_L = 2,500 \text{ KN/m}^2$

- **Beban Berfaktor (W_U)**

Berdasarkan SNI 03- 2847-2002 Pasal 11.2-1

$$\begin{aligned} W_U &= 1,2 WD + 1,6 WL \\ &= 1,2 (3,74) + 1,6 (2,5) \\ &= 8,488 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

➤ **Perhitungan Beban Pelat Lantai Tipe S12B**

- **Beban Mati (W_D)** → PPPURG – 1987 Tabel 1

1. Berat sendiri plat

$$\begin{aligned} &= \text{Tebal plat} \times \text{BJ beton} \\ &= 0,12 \text{ m} \times 24 \text{ KN/m}^3 &&= 2,88 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

2. Berat Spesi

$$\begin{aligned} &= \text{Tebal spesi} \times \text{BJ spesi} \\ &= 0,02 \text{ m} \times 21 \text{ KN/m}^3 &&= 0,42 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

3. Berat Keramik

$$\begin{aligned} &= \text{Tebal keramik} \times \text{BJ keramik} \\ &= 0,01 \text{ m} \times 24 \text{ KN/m}^3 &&= 0,24 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

4. Plafond + Penggantung

$$\begin{aligned}
&= (\text{BJ plafond} + \text{BJ penggantung}) \times 1 \\
&= 0,20 \text{ KN/m} \times 1 &= 0,2 \text{ KN/m}^2
\end{aligned}$$

$$\text{Total } W_{DL} = 3,74 \text{ KN/m}^2$$

- **Beban Hidup (W_L)**

Berdasarkan PPPURG – 1987 Tabel 2, fungsi bangunan untuk sebuah Rusun mempunyai beban hidup sebesar. $W_L = 2,500 \text{ KN/m}^2$

- **Beban Berfaktor (W_U)**

Berdasarkan SNI 03- 2847-2002 Pasal 11.2-1

$$\begin{aligned}
W_U &= 1,2 WD + 1,6 WL \\
&= 1,2 (3,74) + 1,6 (2,5) \\
&= 8,488 \text{ KN/m}^2
\end{aligned}$$

➤ **Perhitungan Beban Pelat Lantai Tipe S12C**

- **Beban Mati (W_D)** → PPPURG – 1987 Tabel 1

1. Berat sendiri plat

$$\begin{aligned}
&= \text{Tebal plat} \times \text{BJ beton} \\
&= 0,12 \text{ m} \times 24 \text{ KN/m}^3 &= 2,88 \text{ KN/m}^2
\end{aligned}$$

2. Berat Spesi

$$\begin{aligned}
&= \text{Tebal spesi} \times \text{BJ spesi} \\
&= 0,02 \text{ m} \times 21 \text{ KN/m}^3 &= 0,42 \text{ KN/m}^2
\end{aligned}$$

3. Berat Keramik

$$\begin{aligned}
&= \text{Tebal keramik} \times \text{BJ keramik} \\
&= 0,01 \text{ m} \times 24 \text{ KN/m}^3 &= 0,24 \text{ KN/m}^2
\end{aligned}$$

4. Plafond + Penggantung

$$\begin{aligned} &= (\text{BJ plafond} + \text{BJ penggantung}) \times 1 \\ &= 0,20 \text{ KN/m} \times 1 \qquad \qquad \qquad = 0,2 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Total } W_{DL} = 3,74 \text{ KN/m}^2$$

- **Beban Hidup (W_L)**

Berdasarkan PPPURG – 1987 Tabel 2, fungsi bangunan untuk sebuah Hotel mempunyai beban hidup sebesar. $W_L = 2,500 \text{ KN/m}^2$

- **Beban Berfaktor (W_U)**

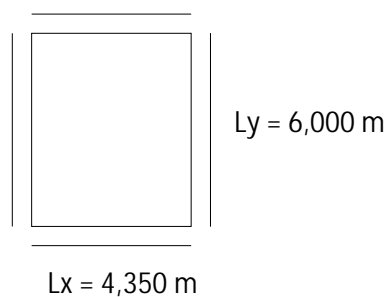
Berdasarkan SNI 03- 2847-2002 Pasal 11.2-1

$$\begin{aligned} W_U &= 1,2 WD + 1,6 WL \\ &= 1,2 (3,74) + 1,6 (2,5) \\ &= 8,488 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

3.5.4 Perhitungan Momen yang bekerja dan Jumlah Penulangan

Momen penentu yang bekerja pada pelat berdasarkan CUR 4 tabel 4.2.b

- **Pelat Lantai Tipe S12A**



Gambar 3. 10 Posisi Tumpuan Jepit Pelat Lantai Tipe S12A

Dari tabel Gideon didapat :

- $C = \frac{ly}{lx} = \frac{6,000}{4,350} = 1,4$

Maka, $C_{lx} = 42$ $C_{tx} = 72$

$C_{ly} = 18$ $C_{ty} = 55$

Dengan koefisien : $W_u = 8,488 \text{ KN/m}^2$

Momen yang terjadi :

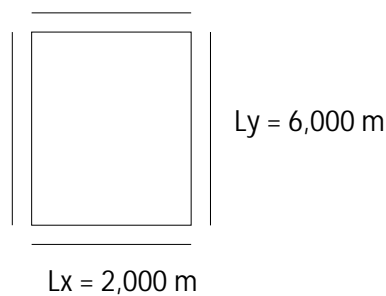
- $M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{lx}$
 $= 0,001 \times 8,488 \times 4,350^2 \times 42$
 $= 6,8 \text{ KNm}$

- $M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{ly}$
 $= 0,001 \times 8,488 \times 4,350^2 \times 18$
 $= 2,9 \text{ KNm}$

- $M_{tx} = - 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{tx}$
 $= - 0,001 \times 8,488 \times 4,350^2 \times 72$
 $= - 11,6 \text{ KNm}$

- $M_{ty} = - 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{ty}$
 $= - 0,001 \times 8,488 \times 4,350^2 \times 55$
 $= - 8,8 \text{ KNm}$

• **Pelat Lantai Tipe S12B**



Gambar 3. 11 Posisi Tumpuan Jepit Pelat Lantai Tipe S12B

Dari tabel Gideon didapat :

- $C = \frac{ly}{lx} = \frac{6,000}{2,000} = 3$

Maka, $Clx = 65$ $Ctx = 83$

$Cly = 14$ $Cty = 49$

Dengan koefisien : $Wu = 8,488 \text{ KN/m}^2$

Momen yang terjadi :

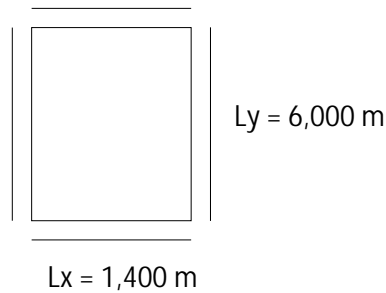
- $Mlx = 0,001 \times Wu \times Lx^2 \times Clx$
 $= 0,001 \times 8,488 \times 2^2 \times 65$
 $= 2,2 \text{ KNm}$

- $Mly = 0,001 \times Wu \times Lx^2 \times Cly$
 $= 0,001 \times 8,488 \times 2^2 \times 14$
 $= 0,5 \text{ KNm}$

- $Mtx = - 0,001 \times Wu \times Lx^2 \times Ctx$
 $= - 0,001 \times 8,488 \times 2^2 \times 83$
 $= - 2,8 \text{ KNm}$

- $Mty = - 0,001 \times Wu \times Lx^2 \times Cty$
 $= - 0,001 \times 8,488 \times 2^2 \times 49$
 $= - 1,7 \text{ KNm}$

- **Pelat Lantai Tipe S12C**



Gambar 3. 12 Posisi Tumpuan Jepit Pelat Lantai Tipe S12C

Dari tabel Gideon didapat :

- $C = \frac{l_y}{l_x} = \frac{6,000}{1,400} = 4,3$

Maka, $C_{lx} = 65$ $C_{tx} = 83$

$C_{ly} = 14$ $C_{ty} = 49$

Dengan koefisien : $W_u = 8,488 \text{ KN/m}^2$

Momen yang terjadi :

- $M_{lx} = 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{lx}$
 $= 0,001 \times 8,488 \times 1,400^2 \times 65$
 $= 1,1 \text{ KNm}$
- $M_{ly} = 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{ly}$
 $= 0,001 \times 8,488 \times 1,400^2 \times 14$
 $= 0,2 \text{ KNm}$
- $M_{tx} = - 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{tx}$
 $= - 0,001 \times 8,488 \times 1,400^2 \times 83$
 $= - 1,4 \text{ KNm}$
- $M_{ty} = - 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{ty}$
 $= - 0,001 \times 8,488 \times 1,400^2 \times 49$
 $= - 0,8 \text{ KNm}$

3.5.5 Menghitung Kebutuhan Penulangan

- Pelat Lantai Tipe S12A

- Penulangan Lapangan Arah X :

$$M_{lx} = 6,8 \text{ KNm}$$

$$\text{Ø tulangan} = 10 \text{ mm}$$

$$K = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{6,8}{1 \cdot (0,095^2)} = 753,46 \text{ KN/m}^2$$
$$= 0,753 \text{ MPa}$$

Berdasarkan SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5 diperoleh rumus :

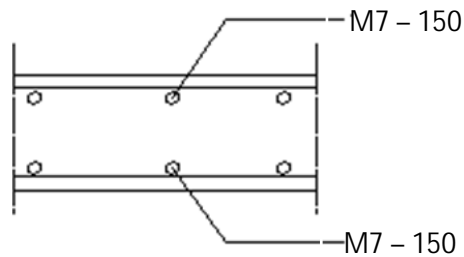
- $\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,0033$

- $A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$
$$= 0,0033 \times 1000 \times 95$$
$$= 313,5 \text{ mm}$$

dari tabel A-5 dipilih tulangan D10-200 ($A_s = 393 \text{ mm}^2$), kemudian besi tulangan dikonversi ke wire mesh

$$A_{s \text{ rencana wire mesh}} = A_s \times f_y / f_{yw}$$
$$= 393 \times 240 / 420$$
$$= 224,57 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan wire mesh, M7 – 150 ($A_s = 257 \text{ mm}^2$)



Gambar 3. 13 Detail Penampang Tulangan Arah X

- **Penulangan Lapangan Arah Y :**

$$M_{ly} = 2,9 \text{ KNm}$$

$$\text{Ø tulangan} = 10 \text{ mm}$$

$$K = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{2,9}{1 \cdot (0,085^2)} = 401,38 \text{ KN/m}^2$$

$$= 0,401 \text{ MPa}$$

Berdasarkan **SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5** diperoleh rumus :

- ρ minimum $= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,0033$
- As rencana $= \rho \times b \times d$
 $= 0,0033 \times 1000 \times 85$
 $= 280,5 \text{ mm}$

dari tabel A-5 dipilih tulangan D10-250 ($A_s = 314 \text{ mm}^2$), kemudian

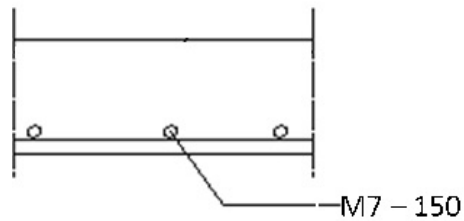
besi tulangan dikonversi ke wire mesh

$$A_{s \text{ rencana wire mesh}} = A_s \times f_y / f_{yw}$$

$$= 314 \times 240 / 420$$

$$= 179,43 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan wire mesh, M7 - 150 ($A_s = 257 \text{ mm}^2$)



Gambar 3. 14 Detail Penampang Tulangan Arah Y

- **Penulangan Tumpuan Arah -X :**

$$M_{tx} = 11,6 \text{ KNm}$$

$$\text{Ø tulangan} = 10 \text{ mm}$$

$$K = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{11,6}{1 \cdot (0,095^2)} = 1285,32 \text{ KN/m}^2$$

$$= 1,285 \text{ MPa}$$

Berdasarkan **SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5** diperoleh rumus :

- $\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,0033$

- $A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$

$$= 0,0033 \times 1000 \times 95$$

$$= 313,5 \text{ mm}^2$$

dari tabel A-5 dipilih tulangan D10-200 ($A_s = 393 \text{ mm}^2$) Kemudian

besi tulangan dikonversi ke wire mesh

$$A_{s \text{ rencana wire mesh}} = A_s \times f_y / f_{yw}$$

$$= 393 \times 240 / 420$$

$$= 224,57 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan wire mesh, M7 – 150 (257 mm²)

- **Penulangan Tumpuan Arah -Y :**

$$M_{ty} = 8,8 \text{ KNm}$$

$$\text{Ø tulangan} = 10 \text{ mm}$$

$$K = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{8,8}{1 \cdot (0,085^2)} = 1217,99 \text{ KN/m}^2$$
$$= 1,218 \text{ MPa}$$

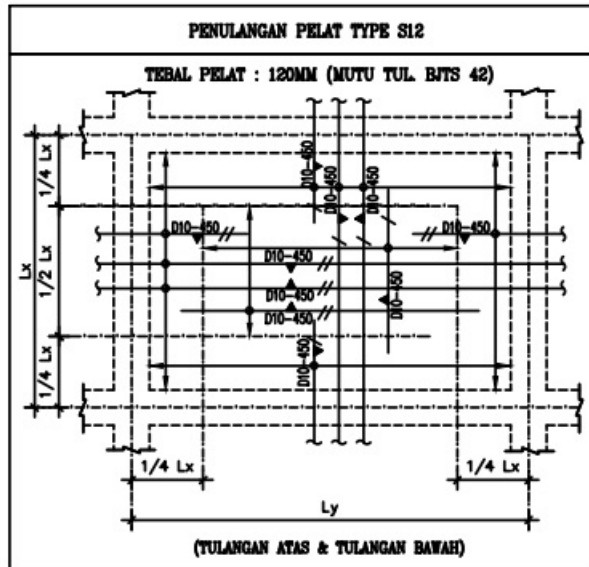
Berdasarkan **SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5** diperoleh rumus :

- $\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0033$
- $A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$
$$= 0,0033 \times 1000 \times 85$$
$$= 280,5 \text{ mm}$$

dari tabel A-5 dipilih tulangan D10-250 ($A_s = 314 \text{ mm}^2$), kemudian besi tulangan dikonversi ke wire mesh

$$A_{s \text{ rencana wire mesh}} = A_s \times f_y / f_{yw}$$
$$= 314 \times 240 / 420$$
$$= 179,43 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan wire mesh, M7 – 150 ($A_s = 257 \text{ mm}^2$)



Gambar 3. 15 Denah Penulangan Pelat Lantai Tipe S12A



Gambar 3. 16 Potongan Melintang Pelat Lantai Tipe S12A

- Pelat Lantai Tipe S12B

- Penulangan Lapangan Arah X :

$$M_{lx} = 2,2 \text{ KNm}$$

$$\text{Ø tulangan} = 10 \text{ mm}$$

$$K = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{2,2}{1 \cdot (0,095^2)} = 243,77 \text{ KN/m}^2$$

$$= 0,244 \text{ MPa}$$

Berdasarkan SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5 diperoleh rumus :

- ρ minimum = $\frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,0033$
- A_s rencana = $\rho \times b \times d$
 $= 0,0033 \times 1000 \times 95$
 $= 313,5 \text{ mm}$

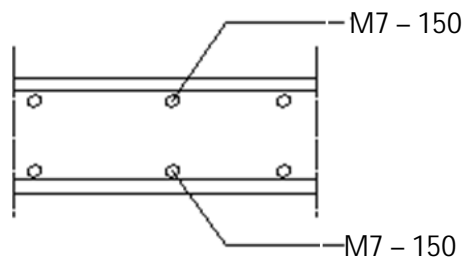
dari tabel A-5 dipilih tulangan D10-200 ($A_s = 393 \text{ mm}^2$), kemudian besi tulangan dikonversi ke wire mesh

$$A_{s \text{ rencana wire mesh}} = A_s \times f_y / f_{yw}$$

$$= 393 \times 240 / 420$$

$$= 224,57 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan wire mesh, M7 – 150 ($A_s = 257 \text{ mm}^2$)



Gambar 3. 17 Detail Penampang Tulangan Arah X

- **Penulangan Lapangan Arah Y :**

$$M_{ly} = 0,5 \text{ KNm}$$

$$\varnothing \text{ tulangan} = 10 \text{ mm}$$

$$K = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{0,5}{1 \cdot (0,085^2)} = 69,2 \text{ KN/m}^2$$

$$= 0,069 \text{ MPa}$$

Berdasarkan SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5 diperoleh rumus :

- ρ minimum $= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,0033$
- As rencana $= \rho \times b \times d$
 $= 0,0033 \times 1000 \times 85$
 $= 280,5 \text{ mm}$

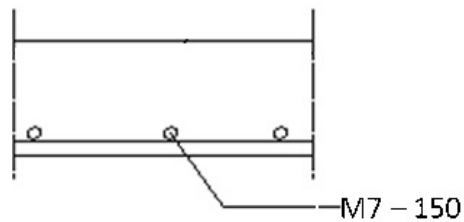
dari tabel A-5 dipilih tulangan D10-250 ($A_s= 314 \text{ mm}^2$),Kemudian besi tulangan dikonversi ke wire mesh

$$A_{s \text{ rencana wire mesh}} = A_s \times f_y/f_{yw}$$

$$= 314 \times 240/420$$

$$= 179,43 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan wire mesh, M7 – 150 ($A_s= 257 \text{ mm}^2$)



Gambar 3. 18 Detail Penampang Tulangan Arah Y

- **Penulangan Tumpuan Arah -X** :

$$M_{tx} = 2,8 \text{ KNm}$$

$$\varnothing \text{ tulangan} = 10 \text{ mm}$$

$$K = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{2,8}{1 \cdot (0,095^2)} = 310,25 \text{ KN/m}^2$$

$$= 0,31 \text{ MPa}$$

Berdasarkan SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5 diperoleh rumus :

- $\rho \text{ minimum} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,0033$
- $A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$
 $= 0,0033 \times 1000 \times 95$
 $= 313,5 \text{ mm}$

dari tabel A-5 dipilih tulangan D10-200 ($A_s= 393 \text{ mm}^2$) Kemudian besi tulangan dikonversi ke wire mesh

$$A_{s \text{ rencana wire mesh}} = A_s \times f_y/f_{yw}$$

$$= 393 \times 240/420$$

$$= 224,57 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan wire mesh, M7 – 150 (257 mm²)

- **Penulangan Tumpuan Arah -Y :**

$$M_{ty} = 1,7 \text{ KNm}$$

$$\varnothing \text{ tulangan} = 10 \text{ mm}$$

$$K = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{1,7}{1 \cdot (0,085^2)} = 235,29 \text{ KN/m}^2$$

$$= 0,235 \text{ MPa}$$

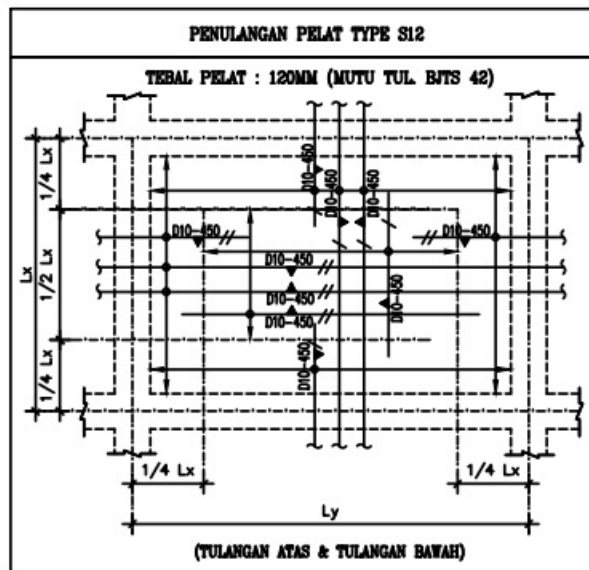
Berdasarkan **SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5** diperoleh rumus :

- $\rho \text{ minimum} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0033$
- $A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$
 $= 0,0033 \times 1000 \times 85$
 $= 280,5 \text{ mm}$

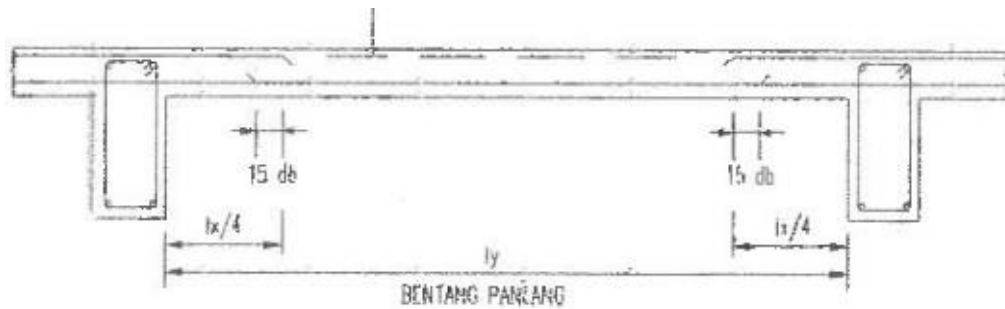
dari tabel A-5 dipilih tulangan D10-250 ($A_s= 314 \text{ mm}^2$),Kemudian besi tulangan dikonversi ke wire mesh

$$\begin{aligned}
 A_{s \text{ rencana wire mesh}} &= A_s \times f_y / f_{yw} \\
 &= 314 \times 240 / 420 \\
 &= 179,43 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Dipilih tulangan wire mesh, M7 – 150 ($A_s = 257 \text{ mm}^2$)



Gambar 3. 19 Denah Penulangan Pelat Lantai Tipe S12B



Gambar 3. 20 Potongan Melintang Pelat Lantai Tipe S12B

• **Pelat Lantai Tipe S12C**

- **Penulangan Lapangan Arah X** :

$$M_{lx} = 1,1 \text{ KNm}$$

$$\varnothing \text{ tulangan} = 10 \text{ mm}$$

$$K = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{1,1}{1 \cdot (0,095^2)} = 121,88 \text{ KN/m}^2$$

$$= 0,122 \text{ MPa}$$

Berdasarkan **SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5** diperoleh rumus :

- ρ minimum = $\frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,0033$
- A_s rencana = $\rho \times b \times d$
 $= 0,0033 \times 1000 \times 95$
 $= 313,5 \text{ mm}$

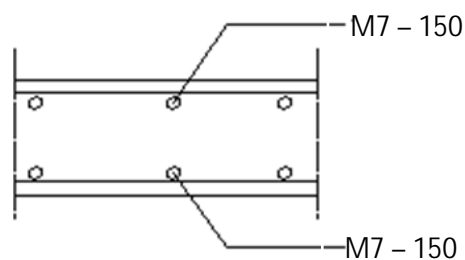
dari tabel A-5 dipilih tulangan D10-200 ($A_s= 393 \text{ mm}^2$),Kemudian besi tulangan dikonversi ke wire mesh

$$A_{s \text{ rencana wire mesh}} = A_s \times f_y/f_{yw}$$

$$= 393 \times 240/420$$

$$= 224,57 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan wire mesh, M7 – 150 ($A_s= 257 \text{ mm}^2$)



Gambar 3. 21 Detail Penampang Tulangan Arah X

- **Penulangan Lapangan Arah Y :**

$$M_{ly} = 0,2 \text{ KNm}$$

$$\text{\O} \text{ tulangan} = 10 \text{ mm}$$

$$K = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{0,2}{1 \cdot (0,085^2)} = 27,68 \text{ KN/m}^2$$

$$= 0,028 \text{ MPa}$$

Berdasarkan **SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5** diperoleh rumus :

- ρ minimum $= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,0033$
- As rencana $= \rho \times b \times d$
 $= 0,0033 \times 1000 \times 85$
 $= 280,5 \text{ mm}$

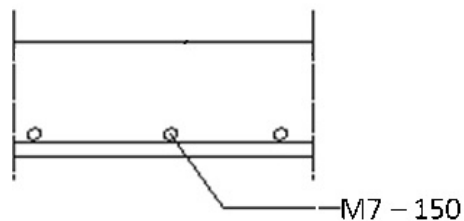
dari tabel A-5 dipilih tulangan D10-250 ($A_s = 314 \text{ mm}^2$), Kemudian besi tulangan dikonversi ke wire mesh

$$A_{s \text{ rencana wire mesh}} = A_s \times f_y / f_{yw}$$

$$= 314 \times 240 / 420$$

$$= 179,43 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan wire mesh, M7 – 150 ($A_s = 257 \text{ mm}^2$)



Gambar 3. 22 Detail Penampang Tulangan Arah Y

- **Penulangan Tumpuan Arah -X** :

$$M_{tx} = 1,4 \text{ KNm}$$

$$\text{Ø tulangan} = 10 \text{ mm}$$

$$K = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{1,4}{1 \cdot (0,095^2)} = 155,12 \text{ KN/m}^2$$

$$= 0,155 \text{ MPa}$$

Berdasarkan **SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5** diperoleh rumus :

- $\rho \text{ minimum} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,0033$
- $A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d$

$$= 0,0033 \times 1000 \times 95$$

$$= 313,5 \text{ mm}^2$$

dari tabel A-5 dipilih tulangan D10-20 ($A_s = 393 \text{ mm}^2$) Kemudian besi tulangan dikonversi ke wire mesh

$$A_{s \text{ rencana wire mesh}} = A_s \times f_y / f_{yw}$$

$$= 393 \times 240 / 420$$

$$= 224,57 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan wire mesh, M7 – 150 (257 mm²)

- **Penulangan Tumpuan Arah -Y :**

$$M_{ty} = 0,8 \text{ KNm}$$

$$\text{Ø tulangan} = 10 \text{ mm}$$

$$K = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{0,8}{1 \cdot (0,085^2)} = 110,73 \text{ KN/m}^2$$

$$= 0,111 \text{ MPa}$$

Berdasarkan **SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5** diperoleh rumus :

- $\rho \text{ minimum} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0033$

- $As_{rencana} = \rho \times b \times d$
 $= 0,0033 \times 1000 \times 85$
 $= 280,5\text{mm}$

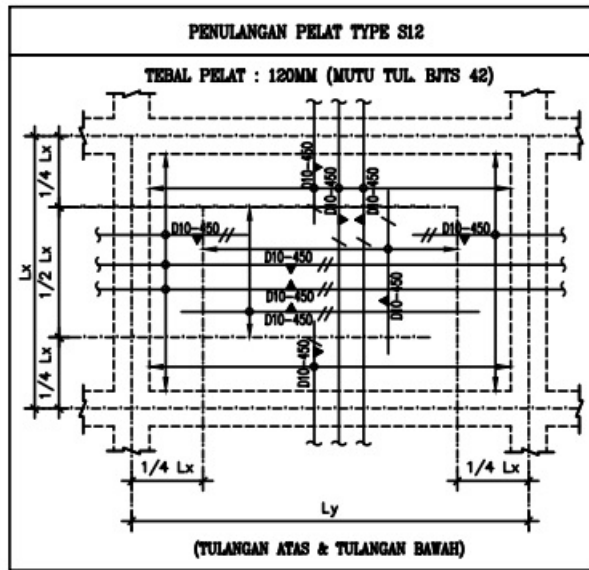
dari tabel A-5 dipilih tulangan D10-250 ($As= 314 \text{ mm}^2$),Kemudian besi tulangan dikonversi ke wire mesh

$$As_{rencana} \text{ wire mesh} = As \times fy/fyw$$

$$= 314 \times 240/420$$

$$= 179,43 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan wire mesh, M7 – 150 ($As= 257 \text{ mm}^2$)



Gambar 3. 23 Denah Penulangan Pelat Lantai Tipe S12C



Gambar 3. 24 Potongan Melintang Pelat Lantai Tipe S12C

3.5.6 Rekapitulasi Momen dan Penulangan

Tabel 3. 5 Momen dan Penulangan Pelat Lantai

NO	TIPE PLAT	TEBAL PLAT (m)	Ly/Lx	C	MOMEN (Mu) (KNm)	K (Mpa)	□	As Rencana (mm ²)	As Terpakai (mm ²)	Ø Tulangan
1	S12A	12	1,4	42	6,8	0,753	0,0033	224,57	257	M7 – 150
2		12	1,4	18	2,9	0,401	0,0033	224,57	257	M7 – 150
3		12	1,4	72	11,6	1,285	0,0033	224,57	257	M7 – 150
4		12	1,4	55	8,8	1,218	0,0033	224,57	257	M7 – 150
5	S12B	12	3	65	2,2	0,244	0,0033	224,57	257	M7 – 150
6		12	3	14	0,5	0,069	0,0033	224,57	257	M7 – 150
7		12	3	83	2,8	0,31	0,0033	224,57	257	M7 – 150
8		12	3	49	1,7	0,235	0,0033	224,57	257	M7 – 150
9	S12C	12	4,3	65	1,1	0,122	0,0033	224,57	257	M7 – 150
10		12	4,3	14	0,2	0,028	0,0033	224,57	257	M7 – 150
11		12	4,3	83	1,4	0,155	0,0033	224,57	257	M7 – 150
12		12	4,3	49	0,8	0,111	0,0033	224,57	257	M7 – 150

Keterangan :

Nilai C : didapat dari dasar-dasar perencanaan beton bertulang

Nilai Mu : table CUR 4.2.b

Nilai b : 1,00 m

Nilai d : pada arah x menggunakan $d = dx$, sedangkan pada arah y menggunakan $d = dy$

Nilai ρ dan K : table A-10 untuk $f_c' = 30$ MPa, $f_y = 420$ MPa

Nilai As rencana : didapat dari $\rho \times b \times d$ dimana ρ adalah ρ_{min} bila $\rho_{min} > \rho_{an}$ atau ρ_{an} jika $\rho_{an} > \rho_{min}$

Ø Tulangan : table A-5 untuk menentukan luas penampang baja per meter panjang plat

BAB IV

PENINJAUAN BALOK

4.1 Dasar Peninjauan

Peninjauan pada perencanaan balok terdiri dari dua bagian, yaitu perhitungan balok melintang dan perhitungan balok memanjang serta dibuat secara dua dimensi. Perhitungan balok ini meliputi perhitungan pembebanan beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa.

- **Beban Mati**

Beban gravitasi termasuk beban mati yang terdiri dari berat sendiri balok dan berat sendiri pelat lantai.

- **Beban Hidup**

Beban hidup besarnya berasal dari fungsi bangunan tersebut, dan ditentukan berdasarkan pada Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983.

- **Beban Gempa**

Beban gempa direncanakan agar struktur tersebut dapat menahan gempa yang sewaktu-waktu dapat terjadi sehingga bangunan tersebut tidak roboh. Perhitungan beban gempa direncanakan sebagai struktur dengan daktilitas terbatas. Perencanaan beban gempa berdasarkan pada Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung SNI1726-2002.

4.2 Perhitungan Pembebanan

Berdasarkan SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang Bangunan Gedung, maka beban yang diperhitungkan adalah:

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

Keterangan :

DL = Beban Mati

LL = Beban Hidup

4.3 Analisa Statis

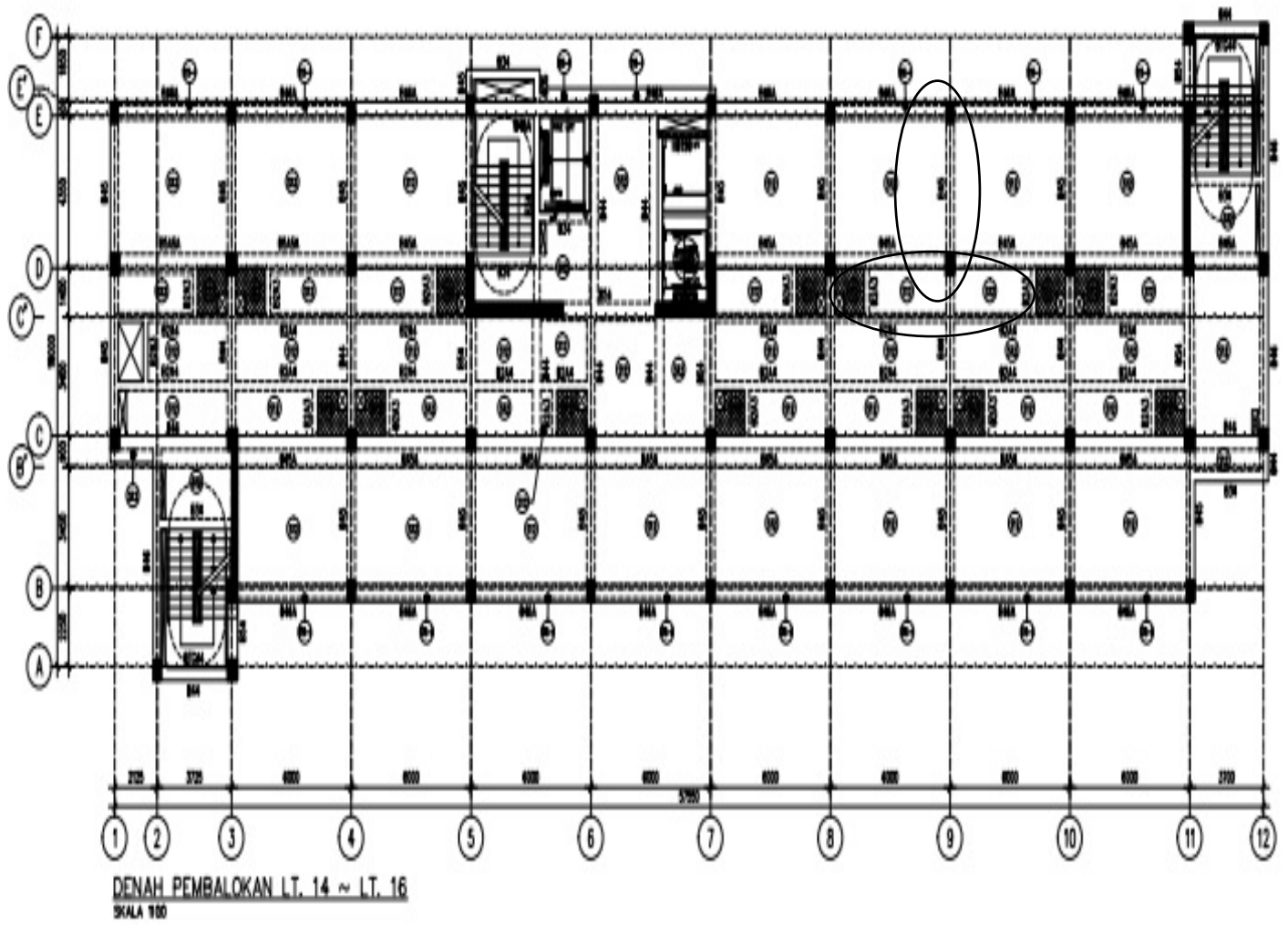
Perhitungan pembebanan dengan menggunakan system amplop dengan menggunakan sudut 45° . Ada dua macam pembebanan yang dihasilkan dari system amplop ini yaitu segitiga dan trapesium untuk perhitungan pembebanan yang diperhitungkan antara lain beban mati dan beban hidup, sedangkan untuk analisa statika meliputi perhitungan momen, gaya lintang, dan gaya normal dengan anggapan bahwa balok tersebut menggunakan perletakan jepit.

4.4 Perhitungan Balok

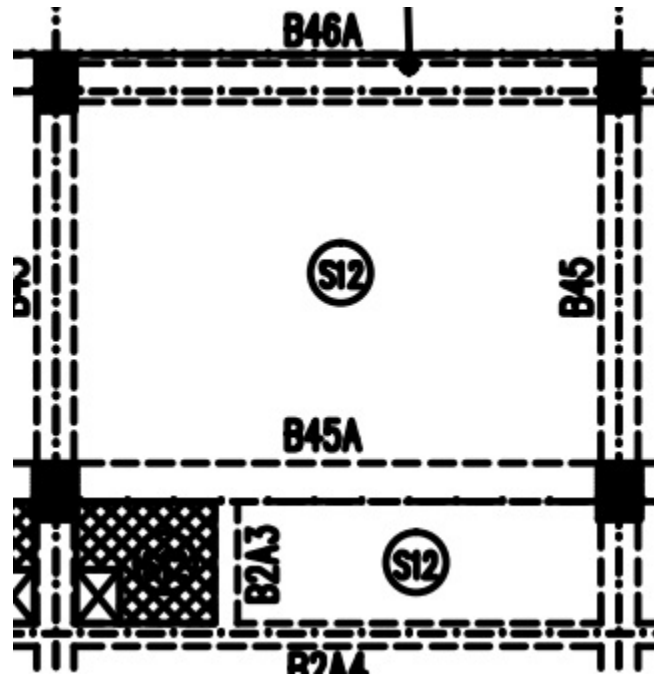
4.4.1 Data Perencanaan Balok

Berikut data-data perencanaan balok As 8-9/ D-E

- Mutu Beton (f_c) = 30 MPa
- Mutu Baja (f_y) = 420



Gambar 4. 1 Denah Balok Lantai 5-8



Gambar 4. 2 Denah Tinjauan Ulang Balok Lantai 14-16 As 8-9 / D-E

4.4.2 Beban Akibat Plat Lantai

1) Lantai 14

Pelat Lantai Tipe S12

a. Beban Mati (W_D) → PPURG – 1987 Tabel 1

1. Berat sendiri plat

$$= \text{Tebal plat} \times \text{BJ beton}$$

$$= 0,12 \text{ m} \times 24 \text{ KN/m}^3 = 2,88 \text{ KN/m}^2$$

2. Berat Spesi

$$= \text{Tebal spesi} \times \text{BJ spesi}$$

$$= 0,02 \text{ m} \times 21 \text{ KN/m}^3 = 0,42 \text{ KN/m}^2$$

3. Berat Keramik

$$= \text{Tebal keramik} \times \text{BJ keramik}$$

$$= 0,01 \text{ m} \times 24 \text{ KN/m}^3 = 0,24 \text{ KN/m}^2$$

4. Plafond + Penggantung

$$= (\text{BJ plafond} + \text{BJ penggantung}) \times 1$$

$$= 0,20 \text{ KN/m} \times 1 = 0,2 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Total } W_{DL} = 3,74 \text{ KN/m}^2$$

b. Beban Hidup (W_L)

Berdasarkan PPPURG – 1987 Tabel 2, fungsi bangunan untuk sebuah apartment/hotel/rusun mempunyai beban hidup sebesar.

$$W_L = 2,500 \text{ KN/m}^2$$

c. Beban Berfaktor (W_U)

Berdasarkan SNI 03- 2847-2002 Pasal 11.2-1

$$\begin{aligned} W_U &= 1,2 WD + 1,6 WL \\ &= 1,2 (3,74) + 1,6 (2,5) \end{aligned}$$

$$= 8,488 \text{ KN/m}^2$$

2) Lantai 15

Pelat Lantai Tipe S12

a. Beban Mati (W_D) → PPURG – 1987 Tabel 1

1. Berat sendiri plat

$$= \text{Tebal plat} \times \text{BJ beton}$$

$$= 0,12 \text{ m} \times 24 \text{ KN/m}^3 = 2,88 \text{ KN/m}^2$$

2. Berat Spesi

$$= \text{Tebal spesi} \times \text{BJ spesi}$$

$$= 0,02 \text{ m} \times 21 \text{ KN/m}^3 = 0,42 \text{ KN/m}^2$$

3. Berat Keramik

$$= \text{Tebal keramik} \times \text{BJ keramik}$$

$$= 0,01 \text{ m} \times 24 \text{ KN/m}^3 = 0,24 \text{ KN/m}^2$$

4. Plafond + Penggantung

$$= (\text{BJ plafond} + \text{BJ penggantung}) \times 1$$

$$= 0,20 \text{ KN/m} \times 1 = 0,2 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Total } W_{DL} = 3,74 \text{ KN/m}^2$$

b. Beban Hidup (W_L)

Berdasarkan PPPURG – 1987 Tabel 2, fungsi bangunan untuk sebuah apartment/hotel mempunyai beban hidup sebesar.

$$W_L = 2,500 \text{ KN/m}^2$$

c. Beban Berfaktor (W_U)

Berdasarkan SNI 03- 2847-2002 Pasal 11.2-1

$$\begin{aligned} W_U &= 1,2 W_D + 1,6 W_L \\ &= 1,2 (3,74) + 1,6 (2,5) \\ &= 8,488 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

3) Lantai 16

Pelat Lantai Tipe S12

a. Beban Mati (W_D) → PPPURG – 1987 Tabel 1

1. Berat sendiri plat

$$\begin{aligned} &= \text{Tebal plat} \times \text{BJ beton} \\ &= 0,13 \text{ m} \times 24 \text{ KN/m}^3 &&= 2,88 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

2. Berat Spesi

$$\begin{aligned} &= \text{Tebal spesi} \times \text{BJ spesi} \\ &= 0,02 \text{ m} \times 21 \text{ KN/m}^3 &&= 0,42 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

3. Berat Keramik

$$\begin{aligned} &= \text{Tebal keramik} \times \text{BJ keramik} \\ &= 0,01 \text{ m} \times 24 \text{ KN/m}^3 &&= 0,24 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

4. Plafond + Penggantung

$$\begin{aligned} &= (\text{BJ plafond} + \text{BJ penggantung}) \times 1 \\ &= 0,20 \text{ KN/m} \times 1 &= 0,2 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Total } W_{DL} = 3,74 \text{ KN/m}^2$$

b. Beban Hidup (W_L)

Berdasarkan PPPURG – 1987 Tabel 2, fungsi bangunan untuk sebuah apartment/hotel/rusun mempunyai beban hidup sebesar.

$$W_L = 2,500 \text{ KN/m}^2$$

c. Beban Berfaktor (W_U)

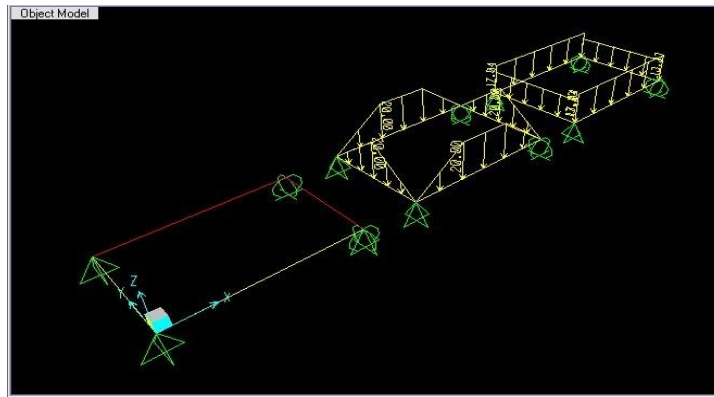
Berdasarkan SNI 03- 2847-2002 Pasal 11.2-1

$$\begin{aligned} W_U &= 1,2 WD + 1,6 WL \\ &= 1,2 (3,74) + 1,6 (2,5) \\ &= 8,488 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

4.5 Analisa Perhitungan Beban yang Bekerja pada Balok

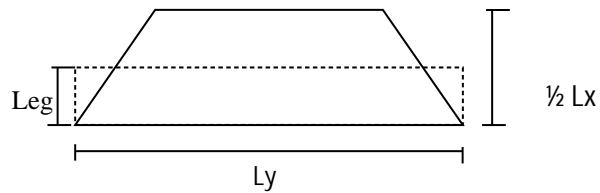
a. Perhitungan Lebar *Equivalent*

Prinsip perhitungan ini untuk mengubah beban segitiga dan beban trapesium yang ada di pelat menjadi beban merata pada balok, maka beban pelat harus diubah menjadi beban *equivalent* yang besarnya dapat ditentukan sebagai berikut :



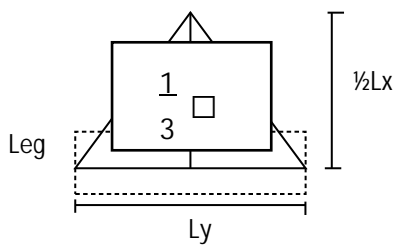
Gambar 4. 3 Ilustrasi Pembebanan *Equivalent*

1. Lebar *Equivalent* Tipe I

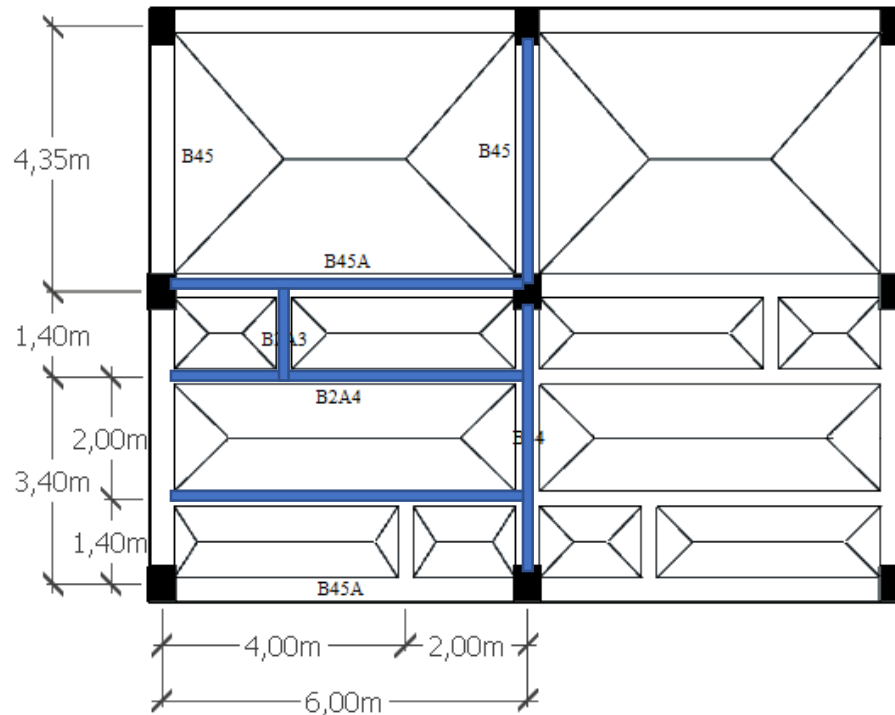


$$\text{Leq} = \frac{1}{6} Lx \left\{ 3 - 4 \left(\frac{Lx}{2 \times Ly} \right)^2 \right\}$$

2. Lebar *Equivalent* Tipe II



Dengan menggunakan pembebanan menggunakan system ampol pembebanan yang di hasilkan pada plat lantai yg di tinjau sebagai berikut :



Gambar 4. 4 Denah Tinjauan Lanantai 14-16 Dengan Metode Amplop

4.6 Lantai 14-16 (balok typical)

Perhitungan Balok Anak Tipe B2A4

Data yang diperlukan :

- D tulangan utama = 16 mm

- D tulangan sengkang = 10 mm
- Tebal selimut beton = 40 mm
- Dimensi balok B2A4 = 250×400mm

Cek dimensi balok anak,

syarat : $h = \frac{1}{15} - \frac{1}{10} \times L$ dan $b = \frac{1}{2} \times L$

$h = \frac{1}{15} \times L$ sampai $\frac{1}{10} \times L$

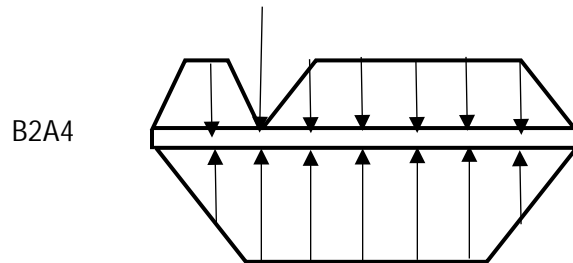
$h = \frac{1}{15} \times 6 \text{ m} = 0,4 \text{ m} = 400 \text{ mm}$, digunakan 400 mm.

$b = \frac{1}{2} \times 0,4 \text{ m} = 0,2 \text{ m} = 200 \text{ mm}$, digunakan 250 mm.

Jadi, dimensi balok yang digunakan = 250 × 400mm (OK)

A. Perhitungan Pembebanan

- Menghitung L_{eq}



- Menghitung Beban Equivalen

- **Lebar Equivalen Trapesium Atas Kiri**

Lx = 0,7 m ; Ly = 2 m

$$\begin{aligned} \text{Leq D1} &= \frac{1}{6}Lx\left\{3 - 4\left(\frac{Lx}{2Ly}\right)^2\right\} \\ &= \frac{1}{6} \times 0,7 \left\{3 - 4\left(\frac{0,7}{2 \times 2}\right)^2\right\} \\ &= 0,337 \text{ m} \end{aligned}$$

Lebar Equivalen Trapesium Atas Kanan

Lx = 0,7 m ; Ly = 4 m

$$\begin{aligned} \text{Leq D2} &= \frac{1}{6}Lx\left\{3 - 4\left(\frac{Lx}{2Ly}\right)^2\right\} \\ &= \frac{1}{6} \times 0,7 \left\{3 - 4\left(\frac{0,7}{2 \times 4}\right)^2\right\} \\ &= 0,347 \text{ m} \end{aligned}$$

Lebar Equivalent Trapesium bawah

Lx = 1 m ; Ly = 6 m

$$\begin{aligned} \text{Leq D3} &= \frac{1}{6}Lx\left\{3 - 4\left(\frac{Lx}{2Ly}\right)^2\right\} \\ &= \frac{1}{6} \times 1 \left\{3 - 4\left(\frac{1}{2 \times 6}\right)^2\right\} \\ &= 0,495 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Leq} &= \text{Leq D1} + \text{Leq D2} + \text{Leq D3} \\ &= 0,337 + 0,347 + 0,495 \\ &= 1,179 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Menghitung Beban Hidup, Beban Mati, dan Beban Terfaktor**

$$\begin{aligned}
 \text{Berat sendiri balok} &= b \times (h - \text{tebal plat}) \times \text{BJ beton} \\
 &= 0,25 \times (0,4 - 0,12) \times 2400 \\
 &= 168 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Equivalent Plat} &= L_{eq} \times W_u \text{ Plat} \\
 &= 1,179 \text{ m} \times 8,488 \text{ kg/m} \\
 &= 1000,74 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Beban Dinding Partisi} &= \text{Tebal} \times \text{Tinggi} \times \text{Lebar} \times \text{BJ} \\
 \text{(Bata Ringan)} &= 0,2 \times 3,5 \times 1 \times 420 \\
 &= 294 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total } q_D = 1462,74 \text{ kg/m}$$

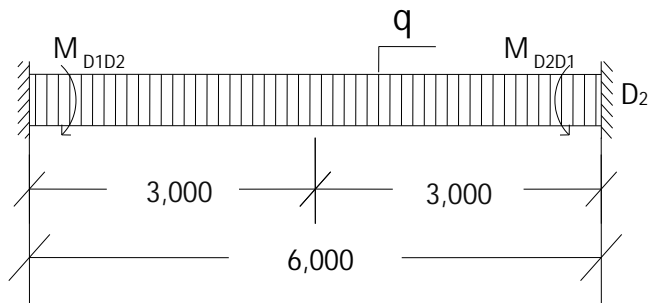
$$\begin{aligned}
 - \text{ **Beban Hidup (} q_L \text{)}** q_L &= L_{eq} \times \text{beban hidup yang dipakai} \\
 &= 1,179 \times 250 \text{ kg/m}^2 \\
 &= 294,75 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ **Beban Terfaktor (} q_U \text{)}** q_U &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\
 &= 1,2 (1462,74) + 1,6 (294,75) \\
 &= 2226,89 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

- **Menghitung Beban Terpusat akibat balok anak B-2A4 (P)**

$$\begin{aligned}
 P1 = Rv &= \frac{1}{2} \times L_{B2A4} \times q_{B2A4} \\
 &= \frac{1}{2} \times 6 \times 1972,96 \\
 &= 5918,88 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

B. Menghitung Momen dan Gaya Lintang



$$\begin{aligned}
 M \text{ tumpuan} &= \frac{1}{12} \times qu \times L^2 + \frac{1}{8} \times P \times L \\
 &= \frac{1}{12} \times 2226,89 \times 6^2 + \frac{1}{8} \times 5918,88 \times 6 \\
 &= 11119,83 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M \text{ lapangan} &= \frac{1}{24} \times qu \times L^2 + \frac{1}{16} \times P \times L \\
 &= \frac{1}{24} \times 2226,89 \times 6^2 + \frac{1}{16} \times 5918,88 \times 6 \\
 &= 5559,92 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

$$Wu = qu \times L + P$$

$$= 2226,89 \text{ kg/m} \times 6 \text{ m} \times 5918,88$$

$$= 19280,22 \text{ kg}$$

$$V_u = \frac{1}{2} \times W_u \times L$$

$$= \frac{1}{2} \times 19280,22 \times 6 \text{ m}$$

$$= 57840,66 \text{ kgm}$$

C. Menghitung Jumlah Tulangan Utama dan Tulangan Sengkang

Data yang diperlukan :

- Dimensi Balok = 250 × 400 mm
- Diamter Tulangan Utama = 16 mm
- Diamter Tulangan Sengkang = 10 mm
- Tebal Selimut Beton = 40 mm
- d = $h - p - D_{\text{Sengkang}} - \frac{1}{2} D_{\text{Tul. Utama}}$
 $= 400 - 40 - 10 - \frac{1}{2} (16)$
 $= 342 \text{ mm}$

- **Menghitung Tulangan Utama**

Untuk Momen Positif , Mlapangan = 5560 kgm

Periksa balok sebagai tulangan tunggal dengan $\rho = \rho_{\text{maks}}$

$$\begin{aligned}\rho_b &= 0,85 \beta_1 \frac{f'_c \left(\frac{600}{600+f_y} \right)}{f_y} \\ &= 0,85 \times 0,85 \times \frac{30}{420} \left(\frac{600}{600+420} \right) \\ &= 0,0302\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{max}} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0302 \\ &= 0,0227\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0227 \times 250 \times 342 \\ &= 1940 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Tinggi balok tekan beton (a)

$$\begin{aligned}a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b} \\ &= \frac{1940 \times 420}{0,85 \times 30 \times 250} \\ &= 128 \text{ mm}\end{aligned}$$

Momen Maksimum (M_{maks})

$$\begin{aligned}M_{\text{maks}} &= \phi M_n \\ &= \phi \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2} \right)\end{aligned}$$

$$= 0,80 \times 1940 \times 420 \times \left(342 - \frac{128}{2}\right)$$

$$= 181 \text{ kNm} > M_u = 56 \text{ kNm}$$

Walaupun M_{maks} jauh lebih besar dari M perlu, tulangan tekan masih diperlukan untuk menahan momen 5560 kgm.

Dengan $\phi M_n' = 56 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} A_s' &= \frac{\phi M_n'}{\phi f_y (d-d')} \\ &= \frac{56}{0,8 \times 420 \times (342)} \\ &= 487 \text{ mm}^2 \quad \text{dipakai tulangan 3D16 (} A_s' = 603 \text{ mm}^2 \text{)} \end{aligned}$$

Dengan perbandingan momen A_s direduksi

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{111}{181} \times 1940 \\ &= 1189 \text{ mm}^2 \quad \text{dipakai tulangan 6D16 (} A_s' = 1206 \text{ mm}^2 \text{)} \end{aligned}$$

Sehingga tulangan lapangan digunakan tulangan atas 6D16 dan tulangan bawah 3D16

Untuk Momen Negatif , $M_{tumpuan} = 11120 \text{ kgm}$

Periksa balok sebagai tulangan tunggal dengan $\rho = \rho_{maks}$

$$\begin{aligned} \rho_b &= 0,85 \beta_1 \frac{f_c}{f_y} \left(\frac{600}{600+f_y} \right) \\ &= 0,85 \times 0,85 \times \frac{30}{420} \left(\frac{600}{600+420} \right) \\ &= 0,0302 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0302 \\ &= 0,0227\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0227 \times 250 \times 342 \\ &= 1940 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Tinggi balok tekan beton (a)

$$\begin{aligned}a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b} \\ &= \frac{1940 \times 420}{0,85 \times 30 \times 250} \\ &= 128 \text{ mm}\end{aligned}$$

Momen Maksimum (M_{maks})

$$\begin{aligned}M_{\text{maks}} &= \phi M_n \\ &= \phi \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \\ &= 0,80 \times 1940 \times 420 \times \left(342 - \frac{128}{2}\right) \\ &= 181 \text{ kNm} > M_u = 111 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Walaupun M_{maks} jauh lebih besar dari M_{perlu} , tulangan masih diperlukan untuk menahan momen positif 11120 kgm.

Dengan $\phi M_n' = 111 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{\phi M_n'}{\phi f_y (d-d')} \\ &= \frac{111}{0,8 \times 420 \times (342)} \\ &= 970 \text{ mm}^2 \quad \text{dipakai tulangan 5D16 (} A_s' = 1005 \text{ mm}^2 \text{)} \end{aligned}$$

Dengan perbandingan momen A_s direduksi

$$\begin{aligned} A_s' &= \frac{56}{181} \times 1940 \\ &= 600,22 \text{ mm}^2 \quad \text{dipakai tulangan 3D16 (} A_s' = 603 \text{ mm}^2 \text{)} \end{aligned}$$

Sehingga tulangan tumpuan digunakan tulangan atas 3D16 dan tulangan bawah 5D16

- **Menghitung Tulangan Sengkang (Geser)**

$$W_u = 19280,22 \text{ MPa}$$

$$V_u = 57840,66 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} V_u' &= \frac{V_u}{0,8 \times b \times d} \\ &= \frac{57840,66}{0,8 \times 250 \times 342} \\ &= 0,846 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi v_c &= \phi v_c \times b \times d \\ &= 0,5 \times 250 \times 342 \end{aligned}$$

$$= 42750 \text{ N}$$

$$= 42,75 \text{ KN}$$

$$y = \frac{V_u - \phi v_c}{W_u}$$

$$= \frac{57840,66 - 42750}{13909}$$

$$= 1,09 \text{ m}$$

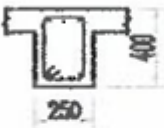

$$= 1090 \text{ mm}$$

$$\text{As Sengkang} = \frac{b \times y}{3F_y}$$

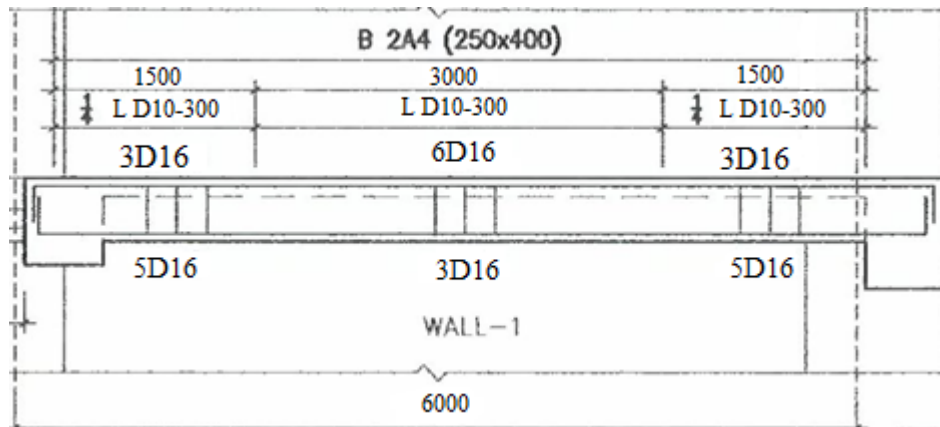
$$= \frac{250 \times 1090}{3 \times 420}$$

$$= 218 \text{ mm}^2$$

Menurut tabel A-5 Luas Penampang Tulangan Baja Per Meter Panjang Pelat berdasarkan SK-SNI T-15- 1991-03 digunakan $\phi 10-300$ dengan $As = 218 \text{ mm}^2$ dan $\phi 10-300$ dengan $As = 262 \text{ mm}^2$.

B-2A4 (250x400)			
POTONGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
			
TUL. ATAS	3D16	6D16	3D16
TUL. SAMPING	-	-	-
TUL. BAWAH	5D16	3D16	5D16
TUL. SENGGANG	D10-300	D10-300	D10-300
TUL. PENGIKAT	-	-	-

Gambar 4. 5 Potongan Melintang Balok Anak Tipe B2A4



Gambar 4. 6 Potongan Memanjang Balok Anak Tipe B2A4

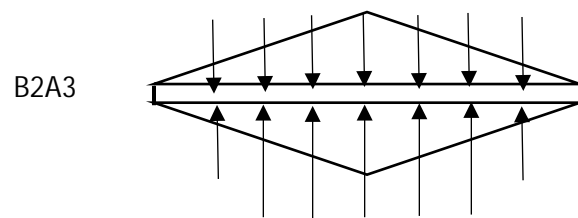
Perhitungan Balok Anak Tipe B2A3 Data yang diperlukan :

- D tulangan utama = 16 mm
- D tulangan sengkang = 10 mm

- Tebal selimut beton = 40 mm
- Dimensi balok B2A3 = 250×300mm

A. Perhitungan Pembebanan

- Menghitung Leq



- Menghitung Beban Equivalen
- Lebar Equivalen Segitiga Atas

$$L_x = 1 \text{ m} ; L_y = 1,4 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Leq D1} &= \frac{1}{3}L_x \\ &= \frac{1}{3} \times 0,1 \\ &= 0,333 \text{ m} \end{aligned}$$

Lebar Equivalen Segitiga Bawah

$$L_x = 2 \text{ m} ; L_y = 1,4 \text{ m}$$

$$\text{Leq D2} = \frac{1}{3}L_x$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{3} \times 2 \\
&= 0,667 \text{ m} \\
\text{Leq} &= \text{Leq D1} + \text{Leq D2} \\
&= 0,333 + 0,667 \\
&= 1 \text{ m}
\end{aligned}$$

- **Menghitung Beban Hidup, Beban Mati, dan Beban Terfaktor**

$$\begin{aligned}
\text{Berat sendiri balok} &= b \times (h - \text{tebal plat}) \times \text{BJ beton} \\
&= 0,25 \times (0,3 - 0,12) \times 2400 \\
&= 188 \text{ kg/m}
\end{aligned}$$

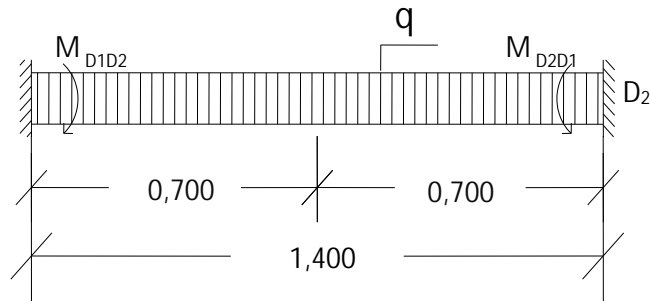
$$\begin{aligned}
\text{Beban Equivalent Plat} &= \text{Leq} \times \text{Wu Plat} \\
&= 1 \text{ m} \times 8,488 \text{ kg/m} \\
&= 848,8 \text{ kg/m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Beban Dinding Partisi} &= \text{Tebal} \times \text{Tinggi} \times \text{Lebar} \times \text{BJ} \\
\text{(Bata Ringan)} &= 0,2 \times 3,5 \times 1 \times 420 \\
&= 294 \text{ kg/m}
\end{aligned}$$

$$\text{Total } q_D = 1310,8 \text{ kg/m}$$

- **Beban Hidup (q_L)** $q_L = L_{eq} \times \text{beban hidup yang dipakai}$
 $= 1 \times 250 \text{ kg/m}^2$
 $= 250 \text{ kg/m}$
- **Beban Terfaktor (q_U)** $q_U = 1,2 q_D + 1,6 q_L$
 $= 1,2 (1310,8) + 1,6 (250)$
 $= 1972,96 \text{ kg/m}$

D. Menghitung Momen dan Gaya Lintang



$$\begin{aligned}
 M_{\text{tumpuan}} &= \frac{1}{12} \times q_U \times L^2 \\
 &= \frac{1}{12} \times 1972,96 \times 1,4^2 \\
 &= 3222,5 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{\text{lapangan}} &= \frac{1}{24} \times q_U \times L^2 \\
 &= \frac{1}{24} \times 2226,89 \times 1,4^2 \\
 &= 1818,68 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_u &= q_u \times L \\
 &= 1972,96 \text{ kg/m} \times 1,4 \text{ m} \\
 &= 2762,14 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_u &= \frac{1}{2} \times W_u \times L \\
 &= \frac{1}{2} \times 2762,14 \times 6 \text{ m} \\
 &= 8286,42 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

E. Menghitung Jumlah Tulangan Utama dan Tulangan Sengkang

Data yang diperlukan :

- Dimensi Balok = 250 × 300 mm
- Diamter Tulangan Utama = 16 mm
- Diamter Tulangan Sengkang = 10 mm
- Tebal Selimut Beton = 40 mm
- d = $h - p - D_{\text{Sengkang}} - \frac{1}{2} D_{\text{Tul. Utama}}$
 $= 300 - 40 - 10 - \frac{1}{2} (16)$
 $= 242 \text{ mm}$

- **Menghitung Tulangan Utama**

Untuk Momen Positif , Mlapangan = 1819 kgm

Periksa balok sebagai tulangan tunggal dengan $\rho = \rho_{\text{maks}}$

$$\begin{aligned}\rho_b &= 0,85 \beta_1 \frac{f'_c \left(\frac{600}{600+f_y} \right)}{f_y} \\ &= 0,85 \times 0,85 \times \frac{30}{420} \left(\frac{600}{600+420} \right) \\ &= 0,0302\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{max}} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0302 \\ &= 0,0227\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0227 \times 250 \times 242 \\ &= 1374 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Tinggi balok tekan beton (a)

$$\begin{aligned}a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b} \\ &= \frac{1374 \times 420}{0,85 \times 30 \times 250} \\ &= 91 \text{ mm}\end{aligned}$$

Momen Maksimum (M_{maks})

$$\begin{aligned}M_{\text{maks}} &= \phi M_n \\ &= \phi \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2} \right)\end{aligned}$$

$$= 0,80 \times 1374 \times 420 \times \left(242 - \frac{91}{2}\right)$$

$$= 70 \text{ kNm} > M_u = 18 \text{ kNm}$$

Walaupun M_{maks} jauh lebih besar dari M perlu, tulangan tekan masih diperlukan untuk menahan momen 1819 kgm.

Dengan $\phi M_n' = 18 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} A_s' &= \frac{\phi M_n'}{\phi f_y (d-d')} \\ &= \frac{18}{0,8 \times 420 \times (242)} \\ &= 212,37 \text{ mm}^2 \quad \text{dipakai tulangan 2D16 (} A_s' = 402 \text{ mm}^2 \text{)} \end{aligned}$$

Dengan perbandingan momen A_s direduksi

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{32}{70} \times 1374 \\ &= 628 \text{ mm}^2 \quad \text{dipakai tulangan 4D16 (} A_s' = 804 \text{ mm}^2 \text{)} \end{aligned}$$

Sehingga tulangan lapangan digunakan tulangan atas 2D16 dan tulangan bawah 2D16

Untuk Momen Negatif , $M_{tumpuan} = 3223 \text{ kgm}$

Periksa balok sebagai tulangan tunggal dengan $\rho = \rho_{maks}$

$$\begin{aligned} \rho_b &= 0,85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \left(\frac{600}{600+f_y} \right) \\ &= 0,85 \times 0,85 \times \frac{30}{420} \left(\frac{600}{600+420} \right) \\ &= 0,0302 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0302 \\ &= 0,0227\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0227 \times 250 \times 242 \\ &= 1374 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Tinggi balok tekan beton (a)

$$\begin{aligned}a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b} \\ &= \frac{1374 \times 420}{0,85 \times 30 \times 250} \\ &= 91 \text{ mm}\end{aligned}$$

Momen Maksimum (M_{maks})

$$\begin{aligned}M_{\text{maks}} &= \phi M_n \\ &= \phi \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \\ &= 0,80 \times 1374 \times 420 \times \left(242 - \frac{91}{2}\right) \\ &= 70 \text{ kNm} > M_u = 32 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Walaupun M_{maks} jauh lebih besar dari M_{perlu} , tulangan masih diperlukan untuk menahan momen positif 3223 kgm.

Dengan $\phi M_n' = 32 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{\phi M_n'}{\phi f_y (d-d')} \\ &= \frac{32}{0,8 \times 420 \times (242)} \\ &= 245 \text{ mm}^2 \quad \text{dipakai tulangan 2D16 (} A_s' = 402 \text{ mm}^2 \text{)} \end{aligned}$$

Dengan perbandingan momen A_s direduksi

$$\begin{aligned} A_s' &= \frac{18}{70} \times 1374 \\ &= 137 \text{ mm}^2 \quad \text{dipakai tulangan 2D16 (} A_s' = 402 \text{ mm}^2 \text{)} \end{aligned}$$

Sehingga tulangan tumpuan digunakan tulangan atas 4D16 dan tulangan bawah 2D16

- **Menghitung Tulangan Sengkang (Geser)**

$$W_u = 2762,14 \text{ MPa}$$

$$V_u = 8286,42 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} V_u' &= \frac{V_u}{0,8 \times b \times d} \\ &= \frac{8286,42}{0,8 \times 250 \times 242} \\ &= 0,171 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi v_c &= \phi v_c \times b \times d \\ &= 0,5 \times 250 \times 242 \end{aligned}$$

$$= 30250 \text{ N}$$

$$= 30,25 \text{ KN}$$

$$y = \frac{V_u - \phi v_c}{W_u}$$

$$= \frac{8286,42 - 30250}{2762,14}$$

$$= 0,79 \text{ m}$$

$$= 790 \text{ mm}$$

$$\text{As Sengkang} = \frac{b \times y}{3F_y}$$

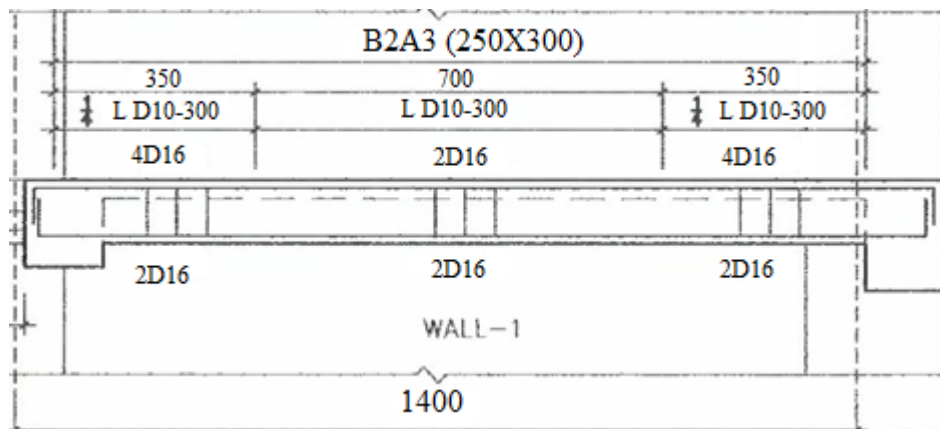
$$= \frac{250 \times 790}{3 \times 420}$$

$$= 156,75 \text{ mm}^2$$

Menurut tabel A-5 Luas Penampang Tulangan Baja Per Meter Panjang Pelat berdasarkan SK-SNI T-15- 1991-03 digunakan Ø10-300 dengan As = 156,75 mm² dan Ø10-300 dengan As = 262 mm².

B2A3 (250X300)			
POTONGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
TUL. ATAS	4D16	2D16	4D16
TUL. SAMPING	-	-	-
TUL. BAWAH	2D16	2D16	2D16
TUL. SENKANG	D10-300	D10-300	D10-300
TUL. PENGIKAT	-	-	-

Gambar 4. 7 Potongan Melintang Balok Anak Tipe B2A3



Gambar 4. 8 Potongan Memanjang Balok Anak Tipe B2A3

Perhitungan Balok Induk Tipe B45A

Data yang diperlukan :

- D tulangan utama = 19 mm

- D tulangan sengkang = 10 mm
- Tebal selimut beton = 40 mm
- Dimensi balok B45A = 400 × 550 mm

Cek dimensi balok induk,

$$\text{syarat : } h = \frac{1}{12} - \frac{1}{10} \times L \text{ dan } b = \frac{1}{2} - \frac{2}{3} \times h$$

$$h = \frac{1}{12} \times L \text{ sampai } \frac{1}{10} \times L$$

$$= \frac{1}{12} \times 6 \text{ m} = 0,5 \text{ m} = 500 \text{ mm} \text{ sampai } \frac{1}{10} \times 6 \text{ m} = 0,6 \text{ m} = 600 \text{ mm}$$

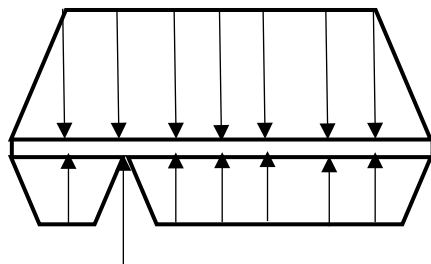
digunakan 550 mm.

$$b = \frac{1}{2} \times 550 \text{ mm} = 275 \text{ mm} \text{ sampai } \frac{2}{3} \times 550 \text{ mm} = 400 \text{ mm}$$

digunakan 400 mm.

Jadi, dimensi balok yang digunakan = 400 × 550 mm (**OK**)

A. Perhitungan Pembebanan



- **Menghitung Beban Equivalen**

- **Lebar Equivalent Trapesium Atas**

$$L_x = 2,175 \text{ m} ; L_y = 6 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Leq D1} &= \frac{1}{6} L_x \left\{ 3 - 4 \left(\frac{L_x}{2L_y} \right)^2 \right\} \\ &= \frac{1}{6} \times 2,175 \left\{ 3 - 4 \left(\frac{2,175}{2 \times 6} \right)^2 \right\} \\ &= 0,976 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Lebar Equivalen Trapesium Bawah Kiri**

$$L_x = 1,4 \text{ m} ; L_y = 2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Leq D2} &= \frac{1}{6} L_x \left\{ 3 - 4 \left(\frac{L_x}{2L_y} \right)^2 \right\} \\ &= \frac{1}{6} \times 1,4 \left\{ 3 - 4 \left(\frac{1,4}{2 \times 2} \right)^2 \right\} \\ &= 0,585 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Lebar Equivalent Trapesium Bawah Kanan**

$$L_x = 1,4 \text{ m} ; L_y = 4 \text{ m}$$

$$\text{Leq D3} = \frac{1}{6} L_x \left\{ 3 - 4 \left(\frac{L_x}{2L_y} \right)^2 \right\}$$

$$= \frac{1}{6} \cdot 1,4 \left\{ 3 - 4 \left(\frac{1,4}{2 \times 4} \right)^2 \right\}$$

$$= 0,67 \text{ m}$$

$$\text{Leq} = \text{Leq D1} + \text{Leq D2} + \text{Leq D3}$$

$$= 0,976 + 0,585 + 0,67$$

$$= 2,231 \text{ m}$$

- **Menghitung Beban Hidup, Beban Mati, dan Beban Terfaktor**

$$\text{Berat sendiri balok} = b \times (h - \text{tebal plat}) \times \text{BJ beton}$$

$$= 0,4 \times (0,55 - 0,12) \times 2400$$

$$= 412,8 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban Equivalent Plat} = \text{Leq} \times \text{Wu Plat}$$

$$= 2,231 \text{ m} \times 8,488 \text{ kg/m}$$

$$= 1893,67 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban Dinding Partisi} = \text{Tebal} \times \text{Tinggi} \times \text{Lebar} \times \text{BJ}$$

$$\text{(Bata Ringan)} = 0,2 \times 3,5 \times 1 \times 500$$

$$= 350 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total } q_D = 2656,47 \text{ kg/m}$$

- **Beban Hidup (q_L)** $q_L = L_{eq} \times \text{beban hidup yang dipakai}$

$$= 2,231 \text{ m} \times 250 \text{ kg/m}^2$$

$$= 557,75 \text{ kg/m}$$

- **Beban Terfaktor (q_U)** $q_U = 1,2 q_D + 1,6 q_L$

$$= 1,2 (2656,47) + 1,6 (557,75)$$

$$= 5425 \text{ kg/m}$$

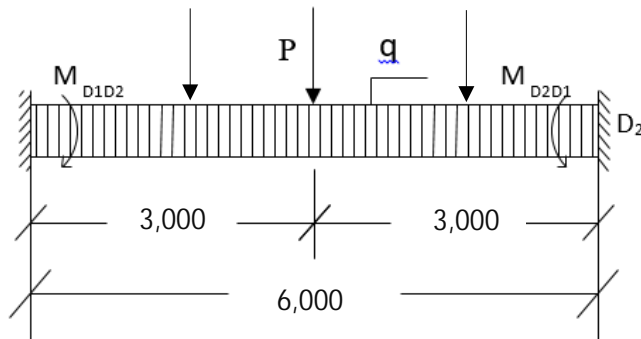
- **Menghitung Beban Terpusat akibat balok anak B45A (P)**

$$P_1 = R_v = \frac{1}{2} \times L_{B2A4} \times q_{B2A4}$$

$$= \frac{1}{2} \times 6 \times 1972,96$$

$$= 5918,88 \text{ kg/m}$$

F. Menghitung Momen dan Gaya Lintang



$$\begin{aligned}
 M \text{ tumpuan} &= \frac{1}{12} \times qu \times L^2 + \frac{1}{8} \times P \times L \\
 &= \frac{1}{12} \times 5425 \times 6^2 + \frac{1}{8} \times 5918,88 \times 6 \\
 &= 20714,16 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M \text{ lapangan} &= \frac{1}{24} \times qu \times L^2 + \frac{1}{16} \times P \times L \\
 &= \frac{1}{24} \times 5425 \times 6^2 + \frac{1}{16} \times 5918,88 \times 6 \\
 &= 10357,08 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Wu &= qu \times L + P \\
 &= 5425 \text{ kg/m} \times 6 \text{ m} + 5918,88 \\
 &= 38468,88 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Vu &= \frac{1}{2} \times Wu \times L \\
 &= \frac{1}{2} \times 38468,88 \text{ kg} \times 6 \text{ m} \\
 &= 115406,64 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

G. Menghitung Jumlah Tulangan Utama dan Tulangan Sengkang

Data yang diperlukan :

- Dimensi Balok = 400 × 550 mm

- Diameter Tulangan Utama = 19 mm
- Diameter Tulangan Sengkang = 10 mm
- Tebal Selimut Beton = 40 cm
- $d = h - p - D_{\text{Sengkang}} - \frac{1}{2} D_{\text{Tul. Utama}}$
 $= 550 - 40 - 10 - \frac{1}{2} (19)$
 $= 490,5 \text{ mm}$

Menghitung Tulangan Utama

Untuk Momen Positif , Mlapangan = 10357 kgm

Periksa balok sebagai tulangan tunggal dengan $\rho = \rho_{\text{maks}}$

$$\begin{aligned} \rho_b &= 0,85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \left(\frac{600}{600+f_y} \right) \\ &= 0,85 \times 0,85 \times \frac{30}{420} \left(\frac{600}{600+420} \right) \\ &= 0,0302 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{max}} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0302 \\ &= 0,0227 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0227 \times 400 \times 490,5 \end{aligned}$$

$$= 4453,74 \text{ mm}^2$$

Tinggi balok tekan beton (a)

$$\begin{aligned} a &= \frac{As \times fy}{0,85 \times f'c \times b} \\ &= \frac{4453,74 \times 420}{0,85 \times 30 \times 400} \\ &= 183 \text{ mm} \end{aligned}$$

Momen Maksimum (M_{maks})

$$\begin{aligned} M_{maks} &= \phi M_n \\ &= \phi \times As \times fy \times (d - \frac{a}{2}) \\ &= 0,80 \times 4453,74 \times 420 \times (490,5 - \frac{183}{2}) \\ &= 597 \text{ kNm} > Mu = 104 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Walaupun M_{maks} jauh lebih besar dari M perlu, tulangan tekan masih diperlukan untuk menahan momen 10357 kgm.

Dengan $\phi M_n' = 104 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned} As' &= \frac{\phi M_n'}{\phi fy(d-d')} \\ &= \frac{104}{0,8 \times 420 \times (490,5)} \\ &= 1256 \text{ mm}^2 \quad \text{dipakai tulangan 5D19 (As' = 1418 mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

Dengan perbandingan momen As direduksi

$$\begin{aligned}
 A_s &= \frac{207}{597} \times 4453,74 \\
 &= 776 \text{ mm}^2 \quad \text{dipakai tulangan 3D19 (As'=851 mm}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

Sehingga tulangan lapangan digunakan tulangan atas 3D19 dan tulangan bawah 5D19

Untuk Momen Negatif , Mtumpuan = 20714 kgm

Periksa balok sebagai tulangan tunggal dengan $\rho = \rho_{\text{maks}}$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= 0,85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \left(\frac{600}{600+f_y} \right) \\
 &= 0,85 \times 0,85 \times \frac{30}{420} \left(\frac{600}{600+420} \right) \\
 &= 0,0302
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{max}} &= 0,75 \times \rho_b \\
 &= 0,75 \times 0,0302 \\
 &= 0,0227
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,0227 \times 400 \times 490,5 \\
 &= 4453,74 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Tinggi balok tekan beton (a)

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b}$$

$$= \frac{4453,74 \times 420}{0,85 \times 30 \times 400}$$

$$= 183 \text{ mm}$$

Momen Maksimum (M_{maks})

$$M_{maks} = \quad \phi M_n$$

$$= \quad \phi \times A_s \times f_y \times (d - \frac{a}{2})$$

$$= \quad 0,80 \times 1932 \times 420 \times (340,5 - \frac{183}{2})$$

$$= \quad 597 \text{ kNm} > M_u = 207 \text{ kNm}$$

Walaupun M_{maks} jauh lebih besar dari M_{perlu} , tulangan masih diperlukan untuk menahan momen 20714 kgm.

Dengan $\phi M_n' = 207 \text{ kNm}$

$$A_s = \frac{\phi M_n'}{\phi f_y (d - d')$$

$$= \frac{207}{0,8 \times 420 \times (490,5)}$$

$$= 631 \text{ mm}^2 \quad \text{dipakai tulangan 3D19 (} A_s' = 831 \text{ mm}^2 \text{)}$$

Dengan perbandingan momen A_s direduksi

$$A_s' = \frac{104}{597} \times 4453,74$$

$$= 1154 \text{ mm}^2 \quad \text{dipakai tulangan 5D19 (} A_s' = 1418 \text{ mm}^2 \text{)}$$

Sehingga tulangan tumpuan digunakan tulangan atas 5D19 dan tulangan bawah 3D19

- **Menghitung Tulangan Sengkang (Geser)**

$$W_u = 38468,88 \text{ MPa}$$

$$V_u = 115406,64 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} V_u' &= \frac{V_u}{0,8 \times b \times d} \\ &= \frac{115406,64}{0,8 \times 400 \times 490,5} \\ &= 0,735 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset v_c &= \emptyset v_c \times b \times d \\ &= 0,5 \times 400 \times 490,5 \\ &= 98100 \text{ N} \\ &= 98,10 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y &= \frac{V_u - \emptyset v_c}{W_u} \\ &= \frac{115406,64 - 98100}{41538} \\ &= 0,417 \text{ m} \\ &= 417 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{As Sengkang} = \frac{b \times y}{3F_y}$$

$$= \frac{400 \times 417}{3 \times 420}$$

$$= 132 \text{ mm}^2$$

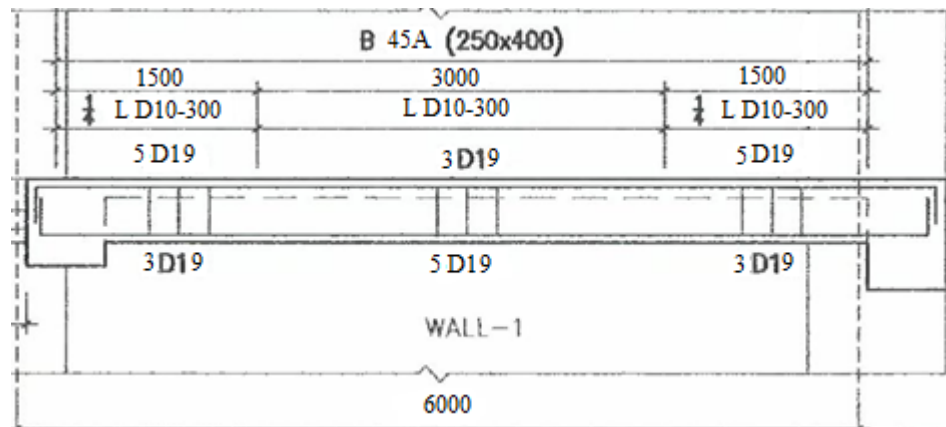
Menurut tabel A-5 Luas Penampang Tulangan Baja Per Meter Panjang

Pelat berdasarkan SK-SNI T-15- 1991-03 digunakan Ø10-300 dengan $A_s = 132 \text{ mm}^2$

dan Ø10-300 dengan $A_s = 262 \text{ mm}^2$.

B-45A (400x550)			
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
POTONGAN			
TUL. ATAS	5D19	3 D19	5D19
TUL. SAMPING	-	-	-
TUL. BAWAH	3 D19	5D19	3 D19
TUL. SENKANG	D10- 300	D10-300	D10-300
TUL. PENGKAT	-	-	-

Gambar 4. 9 Potongan Melintang Balok Induk Tipe B45A



Gambar 4. 10 Potongan Memanjang Balok Induk Tipe B45A

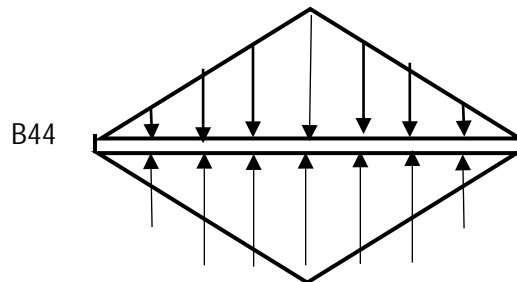
Perhitungan Balok Induk B45 Data yang

diperlukan :

- D tulangan utama = 19 mm
- D tulangan sengkang = 10 mm
- Tebal selimut beton = 40 mm
- Dimensi balok B45 = 400×500mm

A. Perhitungan Pembebanan

- Menghitung Leq



- Menghitung Beban Equivalen

- Lebar Equivalen Segitiga Atas

$$L_x = 3 \text{ m} ; L_y = 4,350 \text{ m}$$

$$\text{Leq D1} = \frac{1}{3} \times L_x$$

$$= \frac{1}{3} \times 3$$

$$= 1 \text{ m}$$

- Lebar Equivalen Segitiga bawah

$$L_x = 3 \text{ m} ; L_y = 4,350 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
\text{Leq D2} &= \frac{1}{3} \times Lx \\
&= \frac{1}{3} \times 3 \\
&= 1 \text{ m} \\
\text{Leq} &= D1 + \text{Leq D2} \\
&= 1 \text{ m} + 1 \text{ m} \\
&= 2 \text{ m}
\end{aligned}$$

- **Menghitung Beban Hidup, Beban Mati, dan Beban Terfaktor**

$$\begin{aligned}
\text{Berat sendiri balok} &= b \times (h - \text{tebal plat}) \times \text{BJ beton} \\
&= 0,4 \times (0,5 - 0,12) \times 2400 \\
&= 364,8 \text{ kg/m}
\end{aligned}$$

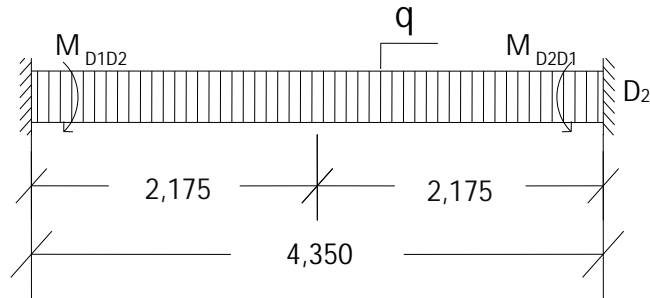
$$\begin{aligned}
\text{Beban Equivalent Plat} &= \text{Leq} \times \text{Wu Plat} \\
&= 2 \text{ m} \times 8,488 \text{ kg/m} \\
&= 1697,6 \text{ kg/m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Beban Dinding Partisi} &= \text{Tebal} \times \text{Tinggi} \times \text{Lebar} \times \text{BJ} \\
\text{(Bata Ringan)} &= 0,2 \times 3,5 \times 1 \times 420 \\
&= 294 \text{ kg/m}
\end{aligned}$$

$$\text{Total } q_D = 2356,4 \text{ kg/m}$$

- **Beban Hidup (q_L)** $q_L = L_{eq} \times \text{beban hidup yang dipakai}$
 $= 2 \times 250 \text{ kg/m}^2$
 $= 500 \text{ kg/m}$
- **Beban Terfaktor (q_U)** $q_U = 1,2 q_D + 1,6 q_L$
 $= 1,2 (2356,4) + 1,6 (500)$
 $= 3627,38 \text{ kg/m}$

H. Menghitung Momen dan Gaya Lintang



$$\begin{aligned} M_{\text{tumpuan}} &= \frac{1}{12} \times q_U \times L^2 \\ &= \frac{1}{12} \times 3627,38 \times 4,350^2 \\ &= 5719,93 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$M_{\text{lapangan}} = \frac{1}{24} \times q_U \times L^2$$

$$= \frac{1}{24} \times 3627,38 \times 4,350^2$$

$$= 2859,96 \text{ kgm}$$

$$W_u = q_u \times L$$

$$= 3627,38 \text{ kg/m} \times 4,350 \text{ m}$$

$$= 15779,1 \text{ kgm}$$

$$V_u = \frac{1}{2} \times W_u \times L$$

$$= \frac{1}{2} \times 15779,1 \times 4,350 \text{ m}$$

$$= 34319,54 \text{ kgm}$$

I. Menghitung Jumlah Tulangan Utama dan Tulangan Sengkang

Data yang diperlukan :

- Dimensi Balok = 400 × 500 mm
- Diameter Tulangan Utama = 19 mm
- Diameter Tulangan Sengkang = 10 mm
- Tebal Selimut Beton = 40 mm
- d = $h - p - D_{\text{Sengkang}} - \frac{1}{2} D_{\text{Tul. Utama}}$
 $= 500 - 40 - 10 - \frac{1}{2} (19)$
 $= 440,5 \text{ mm}$

- **Menghitung Tulangan Utama**

Untuk Momen Positif , Mlapangan = 2860 kNm

Periksa balok sebagai tulangan tunggal dengan $\rho = \rho_{maks}$

$$\begin{aligned}\rho_b &= 0,85 \beta_1 \frac{f'_c \left(\frac{600}{600+f_y} \right)}{f_y} \\ &= 0,85 \times 0,85 \times \frac{30}{420} \left(\frac{600}{600+420} \right) \\ &= 0,0302\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{max} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0302 \\ &= 0,0227\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0227 \times 400 \times 440,5 \\ &= 3999,74 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Tinggi balok tekan beton (a)

$$\begin{aligned}a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b} \\ &= \frac{3999,74 \times 420}{0,85 \times 30 \times 400} \\ &= 165 \text{ mm}\end{aligned}$$

Momen Maksimum (M_{maks})

$$\begin{aligned}
M_{\text{maks}} &= \phi M_n \\
&= \phi \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \\
&= 0,80 \times 3999,74 \times 420 \times \left(440,5 - \frac{165}{2}\right) \\
&= 481 \text{ kNm} > M_u = 29 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

Walaupun M_{maks} jauh lebih besar dari M perlu, tulangan tekan masih diperlukan untuk menahan momen 2860 kgm.

Dengan $\phi M_n' = 29 \text{ kNm}$

$$\begin{aligned}
A_s' &= \frac{\phi M_n'}{\phi f_y (d - d')} \\
&= \frac{29}{0,8 \times 420 \times (440,5)} \\
&= 385 \text{ mm}^2 \quad \text{dipakai tulangan 2D19 (} A_s' = 567 \text{ mm}^2)
\end{aligned}$$

Dengan perbandingan momen A_s direduksi

$$\begin{aligned}
A_s &= \frac{57}{481} \times 3999,74 \\
&= 241 \text{ mm}^2 \quad \text{dipakai tulangan 2D19 (} A_s' = 587 \text{ mm}^2)
\end{aligned}$$

Sehingga tulangan lapangan digunakan tulangan atas 2D19 dan tulangan bawah 2D19

Untuk Momen Negatif, $M_{\text{tumpuan}} = 5720 \text{ kgm}$

Periksa balok sebagai tulangan tunggal dengan $\rho = \rho_{\text{maks}}$

$$\rho_b = 0,85 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\begin{aligned}
&= 0,85 \times 0,85 \times \frac{30}{420} \left(\frac{600}{600+420} \right) \\
&= 0,0302 \\
\rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\
&= 0,75 \times 0,0302 \\
&= 0,0227 \\
A_s &= \rho \times b \times d \\
&= 0,0227 \times 400 \times 440,5 \\
&= 3999,74 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

Tinggi balok tekan beton (a)

$$\begin{aligned}
a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c \times b} \\
&= \frac{3999,74 \times 420}{0,85 \times 30 \times 400} \\
&= 165 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Momen Maksimum (M_{\max})

$$\begin{aligned}
M_{\max} &= \phi M_n \\
&= \phi \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2} \right)
\end{aligned}$$

$$= 0,80 \times 3999,74 \times 420 \times \left(440,5 - \frac{165}{2}\right)$$

$$= 481 \text{ kNm} > M_u = 57 \text{ kNm}$$

Walaupun M_{maks} jauh lebih besar dari M_{perlu} , tulangan masih diperlukan untuk menahan momen 5720 kgm.

Dengan $\phi M_n' = 57 \text{ kNm}$

$$A_s = \frac{\phi M_n'}{\phi f_y (d-d')}$$

$$= \frac{57}{0,8 \times 420 \times (440,5)}$$

$$= 195 \text{ mm}^2 \quad \text{dipakai tulangan 2D19 (} A_s' = 567 \text{ mm}^2 \text{)}$$

Dengan perbandingan momen A_s direduksi

$$A_s' = \frac{29}{481} \times 3999,74$$

$$= 473 \text{ mm}^2 \quad \text{dipakai tulangan 2D19 (} A_s' = 567 \text{ mm}^2 \text{)}$$

Sehingga tulangan tumpuan digunakan tulangan atas 2D19 dan tulangan bawah 2D19

- **Menghitung Tulangan Sengkang (Geser)**

$$W_u = 15779,1 \text{ MPa}$$

$$V_u = 34319,54 \text{ MPa}$$

$$V_u' = \frac{V_u}{0,8 \times b \times d}$$

$$= \frac{34319,54}{0,8 \times 400 \times 440,5}$$

$$= 0,243 \text{ MPa}$$

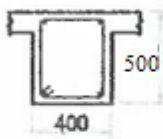
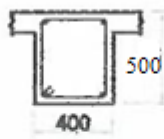
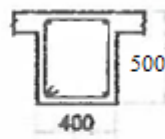
$$\begin{aligned}\emptyset_{vc} &= \emptyset_{vc} \times b \times d \\ &= 0,5 \times 400 \times 440,5 \\ &= 42500 \text{ N} \\ &= 42,50 \text{ KN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}y &= \frac{V_u - \emptyset_{vc}}{W_u} \\ &= \frac{34319,54 - 88100}{15779,1} \\ &= 3,4 \text{ m} \\ &= 3400 \text{ mm}\end{aligned}$$

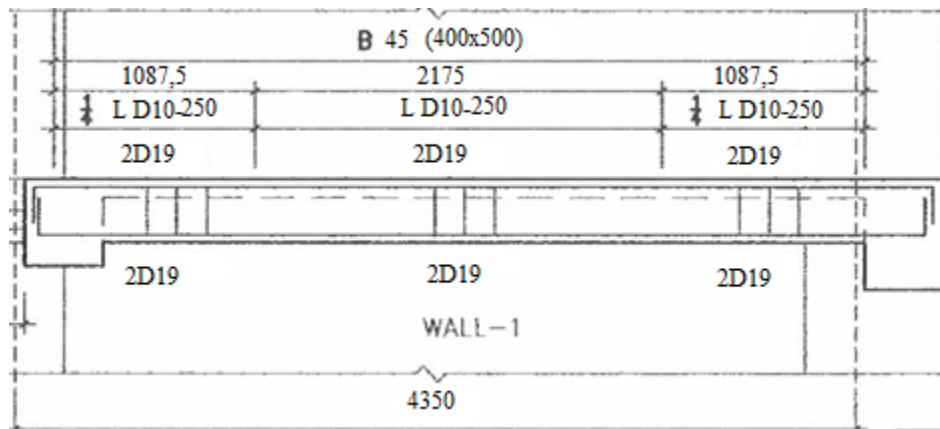
$$\begin{aligned}\text{As Sengkang} &= \frac{b \times y}{3F_y} \\ &= \frac{400 \times 3400}{3 \times 420} \\ &= 1079,37 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Menurut tabel A-5 Luas Penampang Tulangan Baja Per Meter Panjang

Pelat berdasarkan SK-SNI T-15- 1991-03 digunakan $\emptyset 10-250$ dengan $As = 1079,37$
 mm^2 dan $\emptyset 10-250$ dengan $As = 1134 \text{ mm}^2$

B-45 (400x500)			
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN
POTONGAN			
TUL. ATAS	2D19	2D19	2D19
TUL. SAMPING	-	-	-
TUL. BAWAH	2D19	2D19	2D19
TUL. SENGGANG	D10-250	D10-250	D10-250
TUL. PENGKAT	-	-	-

Gambar 4. 11 Potongan Melintang Balok Anak Tipe B45



Gambar 4. 12 Potongan Memanjang Balok Anak Tipe B45

LANTAI		DIMENSI	TULANGAN
--------	--	---------	----------

Tabel 4. 1 Rekapitulasi Penulangan Tinjauan Balok			GUPUN			LAPANGAN		
			ATAS	BAWAH	SENGKANG	ATAS	BAWAH	SENGKANG
14-16	B2A4	250 X 400	3D16	2D16	D10-300	2D16	3D16	D10-300
	B2A3	250 X 300	3D16	5D16	D10-300	6D16	3D16	D10-300
	B45A	400 X 550	6D19	3D19	D10-300	3D19	5D19	D10-300
	B45	400 X 500	2D19	2D29	D10-250	2D19	2D19	D10-250

BAB V

PENINJAUAN KOLOM

5.1 Dasar Peninjauan

Kolom merupakan struktur utama yang menerima beban bangunan dan beban lainnya, fungsi kolom ini sebagai penerus beban ke pondasi. Struktur ini menggunakan beton bertulang, karena kolom tegak lurus maka membutuhkan material yang tahan terhadap gaya tekan dan tarik.

Dalam perencanaan kolom ini menggunakan mutu beton $f_c' = 30$ Mpa dan mutu tulangan $f_y = 420$ Mpa. Perhitungan kolom ini meliputi :

- **Beban Mati**

Beban gravitasi termasuk beban mati yang terdiri dari berat sendiri drop panel, berat sendiri kolom dan berat sendiri pelat lantai yang bekerja.

- **Beban Hidup**

Beban hidup besarnya dari fungsi bangunan tersebut, dan ditentukan berdasarkan pada Peraturan Pembebanan Indonesia untuk gedung 1983.

5.2 Perhitungan Kolom

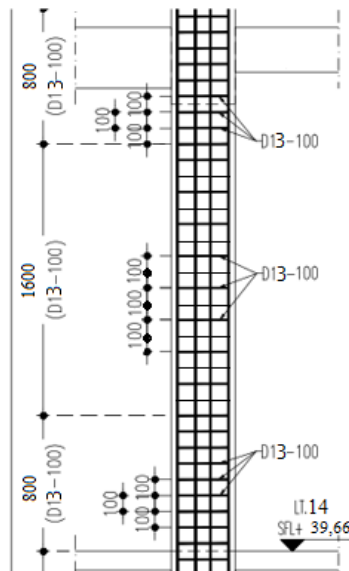
Data umum perencanaan	:
➤ Mutu Beton	: 30 MPa
➤ Mutu Baja	: 420 MPa
➤ Tulangan Pokok	: D19
➤ Tulangan Sengkang	: D13
➤ Ukuran Rencana Kolom	: 450 × 600 mm

➤ Tebal selimut beton : 40mm

Tipe Kolom	K-1	
Level	mutu beton (fc' 30 Mpa)	
LT.16 +48.00		
LT.15 +42.86		
LT.14 +39.66		

Gambar 5. 1 Detail Kolom K-1

a. Kolom lantai 14-15



Gambar 5. 2 Potongan Memanjang Kolom K-1 Lantai 14-15

Kolom dengan dimensi 450 × 600 mm dan tulangan pokok 16D19 maka,

$$\begin{aligned} A_s' = A_s &= 0,25 \times \pi \times D^2 \times 18 \\ &= 0,25 \times \pi \times 19^2 \times 16 \\ &= 4534 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan 16D19 ($A_s = 4534 \text{ mm}^2$)

$$\begin{aligned} d' &= t_s + \left(\frac{1}{2} \times D \text{ tul pokok}\right) + D \text{ tul sengkang} \\ &= 40 + \left(\frac{1}{2} \times 19\right) + 13 \\ &= 62,5 \leq 90 \quad \mathbf{OK} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= h - d' \\ &= 600 - 62,5 \\ &= 537,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Mencari MU

$$\begin{aligned} 0,7225 \times b \times c \times f_c' &= A_s \times f_y \\ 0,7225 \times 450 \times c \times 30 &= 4534 \times 420 \\ c &= 195,236 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_u = A_s \times 0,8 \times f_y \times (d - 0,425 \times c)$$

$$= 4534 \times 0,8 \times 420 \times (537,5 - 0,425 \times 195,236)$$

$$= 692433836,6 \text{ Nmm}$$

$$= 692,43 \text{ kNm}$$

Mencari PU

(PU) belum diketahui, oleh sebab itu perlu asumsi nilai (e) untuk mendapatkan nilai (PU), (e) = 900 mm

Jadi,

$$e = \frac{Mu.(10)^3}{Pu}$$

$$900 = \frac{Mu.(10)^3}{Pu}$$

$$Pu = \frac{692,43 \cdot (10)^3}{900}$$

$$Pu = 769,367 \text{ kn}$$

Jumlah penulangan diperkirakan 2%

Ukuran kolom 450 mm x 600 mm, $d' = 62,5 \text{ mm}$

$$Po = 0,85 fc' (Ag - Ast) + fy Ast$$

$$Po = Ag (0,85 \cdot fc' (1 - p) + fy \cdot p)$$

$$P_o = A_g (0,85 \cdot 30 \cdot (1 - 2\%) + 420 \cdot 2\%)$$

$$P_n = 0,8 P_o \quad \text{Kolom Beugul}$$

$$P_u / \Phi = 0,8 A_g (0,85 \cdot 30 \cdot (1 - 0,02) + 420 \cdot 0,02)$$

$$P_u = \Phi 0,8 A_g (0,85 \cdot 30 \cdot (1 - 0,02) + 420 \cdot 0,02)$$

$$769,367 = 0,65 \cdot 0,8 A_g (0,85 \cdot 30 \cdot (1 - 0,02) + 420 \cdot 0,02)$$

$$A_g = \frac{769,367}{0,65 \times 0,8 (0,85 \cdot 30 \cdot (1 - 0,02) + 420 \cdot 0,02)}$$

$$= 44,31 \text{ mm}^2$$

Dicoba dengan tulangan 16D19 pada kolom ($A_s = 4534 \text{ mm}^2$)

$$\rho = \frac{4534}{450 \times 600}$$

$$= 0,017$$

Pemeriksaan P_u terhadap beban seimbangan P_{ub}

$$d = 600 - 62,5 = 537,5$$

$$C_b = \frac{500 \times d}{500 + f_y}$$

$$= \frac{500 \times 537,5}{500 + 420}$$

$$= 292,12 \text{ mm}$$

$$\beta_1 = 0,85 \text{ (faktor reduksi)}$$

$$a_b = \beta_1 \cdot C_b = 0,85 \cdot 292,12 = 248,3 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s' = \frac{C_b - d \times 0,003}{C_b} < \frac{f_y}{E_s}$$

$$= 0,0024 < \frac{420}{200000}$$

= 0,0024 > 0,0021 Jadi, tulangan mencapai luluh ketika beton hancur.

$$f_s' = E_s \cdot \epsilon_s' = 200000 \cdot 0,0024$$

$$= 480 \text{ Mpa}$$

$$f_s' > f_y = 480 \text{ MPa} > 420 \text{ M Pa}$$

$$P_u = 0,65 [(0,85 \times f_c' \times a_b \times b) + (A_s' \times f_s') - (A_s \times f_y)]$$

$$= 0,65 [(0,85 \times 30 \times 248,3 \times 450) + (4534 \times 480) - (4534 \times 420)] 10^{-3}$$

$$= 2025,89 \text{ kN}$$

$$\phi P_n = 0,65 (2025,89) > P_u$$

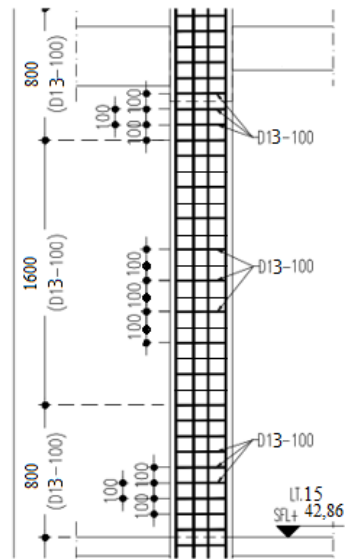
$$= 1316,83 > 769,367 \text{ kN(AMAN)}$$

Memeriksa kekuatan penampang

$$\begin{aligned}
P_n &= \frac{A_s \cdot f_y'}{(d-d')} + 0,5 + \frac{b \cdot h \cdot f_c'}{(d')^2} + 1,18 \\
&= \frac{4534 \times 420}{900} + 0,5 + \frac{450 \times 600 \times 30}{(537,5)^2} + 1,18 \\
&= 795193,8462 + 1193359,603 \\
&= 1988589,449 \text{ N} \\
&= 1988,59 \text{ kN} \\
\phi P_{nb} &= 0,65 (P_n) > P_u \\
&= 0,65 (1988,59) \\
&= 1292,589 \text{ kN} > 769,367 \text{ kN} \dots \dots \dots (\text{AMAN})
\end{aligned}$$

Jadi, berdasarkan analisa diatas, tulangan utama kolom K-1 lantai 14-15 menggunakan 16D19 aman untuk digunakan.

b. Kolom lantai 15-16



Gambar 5. 3 Potongan Memanjang Kolom K-1 Lantai 15-16

Kolom dengan dimensi 450 × 600 mm dan tulangan pokok 16D19 maka,

Kolom dengan dimensi 450 × 600 mm dan tulangan pokok 16D19 maka,

$$As' = As = 0,25 \times \pi \times D^2 \times 18$$

$$= 0,25 \times \pi \times 19^2 \times 16$$

26D25

$$= 4534 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan 16D19 ($As = 4534 \text{ mm}^2$)

$$d' = ts + (\frac{1}{2} \times D \text{ tul pokok}) + D \text{ tul sengkang}$$

$$= 40 + (\frac{1}{2} \times 19) + 13$$

$$= 62,5 \leq 90 \quad \mathbf{OK}$$

$$\begin{aligned} d &= h - d' \\ &= 600 - 62,5 \\ &= 537,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Mencari MU

$$0,7225 \times b \times c \times f_c' = A_s \times f_y$$

$$0,7225 \times 450 \times c \times 30 = 4534 \times 420$$

$$c = 195,236 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_u &= A_s \times 0,8 \times f_y \times (d - 0,425 \times c) \\ &= 4534 \times 0,8 \times 420 \times (537,5 - 0,425 \times 195,236) \\ &= 692433836,6 \text{ Nmm} \\ &= 692,43 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Mencari PU

(PU) belum diketahui, oleh sebab itu perlu asumsi nilai (e) untuk mendapatkan nilai (PU), (e) = 900 mm

Jadi,

$$e = \frac{M_u \cdot (10)^3}{P_u}$$

$$900 = \frac{Mu.(10)^3}{Pu}$$

$$Pu = \frac{692,43 .(10)^3}{900}$$

$$Pu = 769,367 \text{ kn}$$

Jumlah penulangan diperkirakan 2%

Ukuran kolom 450 mm x 600 mm, $d' = 62,5$ mm

$$Po = 0,85 fc' (Ag - Ast) + fy Ast$$

$$Po = Ag (0,85 . fc' (1 - p) + fy . p)$$

$$Po = Ag (0,85 . 30 . (1 - 2\%) + 420 . 2\%)$$

$$Pn = 0,8 Po \quad \text{Kolom Beugeul}$$

$$Pu / \Phi = 0,8 Ag (0,85 . 30 . (1 - 0,02) + 420 . 0,02)$$

$$Pu = \Phi 0,8 Ag (0,85 . 30 . (1 - 0,02) + 420 . 0,02)$$

$$769,367 = 0,65 0,8 Ag (0,85 . 30 . (1 - 0,02) + 420 . 0,02)$$

$$Ag = \frac{769,367}{0,65 \times 0,8 (0,85 . 30 . (1 - 0,02) + 420 . 0,02)}$$

$$= 44,31 \text{ mm}^2$$

Dicoba dengan tulangan 16D19 pada kolom ($As = 4534 \text{ mm}^2$)

$$\rho = \frac{4534}{450 \times 600}$$

$$= 0,017$$

Pemeriksaan Pu terhadap beban seimbangan Pub

$$d = 600 - 62,5 = 537,5$$

$$C_b = \frac{500 \times d}{500 + f_y}$$

$$= \frac{500 \times 537,5}{500 + 420}$$

$$= 292,12 \text{ mm}$$

$$\beta_1 = 0,85 \text{ (faktor reduksi)}$$

$$a_b = \beta_1 \cdot C_b = 0,85 \cdot 292,12 = 248,3 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s' = \frac{C_b - d \cdot 0,003}{C_b} < \frac{f_y}{E_s}$$

$$= 0,0024 < \frac{420}{200000}$$

= 0,0024 > 0,0021 Jadi, tulangan mencapai luluh ketika beton hancur.

$$f_s' = E_s \cdot \epsilon_s' = 200000 \cdot 0,0024$$

$$= 480 \text{ Mpa}$$

$$f_s' > f_y = 480 \text{ MPa} > 420 \text{ M Pa}$$

$$\begin{aligned}
P_{ub} &= 0,65 [(0,85 \times f_c' \times a_b \times b) + (A_s' \times f_s') - (A_s' \times f_y)] \\
&= 0,65[(0,85 \times 30 \times 248,3 \times 450) + (4534 \times 480) - (4534 \times 420)]10^{-3} \\
&= 2025,89 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\phi P_{nb} &= 0,65 (2025,89) > P_u \\
&= 1316,83 > 769,367 \text{ kN} \dots\dots\dots(\text{AMAN})
\end{aligned}$$

Memeriksa kekuatan penampang

$$\begin{aligned}
P_n &= \frac{A_s \cdot f_y'}{(d-d')} + 0,5 + \frac{b \cdot h \cdot f_c'}{(d^2)} + 1,18 \\
&= \frac{4534 \times 420}{(537,5-62,5)} + 0,5 + \frac{450 \times 600 \times 30}{(537,5)} + 1,18 \\
&= 795193,8462 + 1193359,603 \\
&= 1988589,449 \text{ N} \\
&= 1988,59 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\phi P_n &= 0,65 (P_n) > P_u \\
&= 0,65 (1988,59) \\
&= 1292,589 \text{ kN} > 769,367 \text{ kN} \dots\dots\dots(\text{AMAN})
\end{aligned}$$

Jadi, berdasarkan analisa diatas, tulangan utama kolom K-1 lantai 15-16 menggunakan 16D19 aman untuk digunakan.

BAB VI

PENINJAUAN TANGGA

6.1 Dasar Peninjauan

Struktur bangunan terdiri dari komponen struktur atas dan bawah, struktur bawah yaitu pondasi, struktur atas adalah sloof sampai atap, kemudian jika sebuah bangunan memiliki jumlah lantai lebih dari satu ada yang disebut komponen pendukung, yaitu tangga, excalator dan lift. Pada sebuah perencanaan struktur bangunan tentu kita harus mengetahui dan memahami apa yang akan direncanakan, seperti pada tulisan ini saya memaparkan pemahaman perencanaan tangga dari mulai istilah-istalah komponen bangunan tangga sampai dengan perhitungan.

Sebagai sarana vertikal antar lantai, tangga harus memberikan rasa aman dan nyaman bagi pemakainya. Dalam merencanakan tangga harus memenuhi persyaratan:

a. Anak Tangga

Istilah yang bisa dipakai dalam membuat tangga adalah ukuran “tinggi” dan “lebar” anak tangga. Yang dimaksud dengan lebar anak tangga (*Antrede*) adalah ukuran area pada anak tangga dimana kaki menjejak di atasnya. Sedangkan tinggi anak tangga (*Optride*) adalah perbedaan tinggi antara satu anak tangga dengan anak tangga lainnya.

Untuk mencapai tingkat kenyamanan yang ideal, ukuran lebar anak tangga (*Antrede*) antara 20 – 33 cm, sementara tinggi anak tangga (*Optride*) antara 15 – 18 cm.

Agar tidak mengganggu kenyamanan, ada sebuah rumus yang bisa menjadi patokan dalam menentukan tinggi (*Optride*) dan lebar anak tangga (*Antrede*). Tinggi

anak tangga (*Optride*) dilambangkan dengan (a) dan lebar anak tangga (*Antrede*) dilambangkan dengan (b).

Idealnya adalah $2a + b = 60$ s/d 65 cm. Jika $2a + b > 65$ cm, maka tangga tersebut akan sangat curam. Sementara itu, jika $2a + b < 60$, maka tangga akan sangat landai. Memiliki tangga curam memang menghemat tempat, karena anak tangganya tidak lebar. Tetapi tangga seperti ini tidak nyaman dan lebih berbahaya buat anak kecil atau orang lanjut usia.

Ukuran tinggi (*Optride*) dan lebar (*Antrede*) anak tangga mempengaruhi kecuraman sebuah tangga. Semakin besar tinggi (*Optride*) anak tangga, akan semakin curam tangga tersebut. Sedangkan jika Anda ingin tangga yang landai, maka lebar (*Antrede*) tangga harus besar.

Ketinggian setiap anak tangga (*Optride*) juga harus tepat sama dari yang paling bawah sampai yang paling atas. Jika satu anak tangga saja berbeda ukurannya, akan terasa canggung bagi yang melewatinya karena seseorang biasanya selalu melangkah dengan irama yang sama.

b. Kemiringan Tangga

Ukuran kemiringan tangga (dalam derajat) adalah perbandingan tinggi tangga (lantai bawah dengan lantai atas) dengan panjang tangga (ruang yang dibutuhkan untuk tangga). Koefisien kemiringan tangga dapat dihitung dengan rumus:

$$z = y / x$$

z = koefisien kemiringan tangga y y

= tinggi tangga (cm)

x = panjang tangga (cm)

Koefisien kemiringan ($z = 1$) berarti $y = x$ dan membentuk kemiringan 45° . Berdasarkan kemiringannya, tangga dibedakan atas:

- Lantai miring, $6^\circ - 20^\circ$, Koefisien kemiringan 0,1 – 0,36
- Tangga landai, $20^\circ - 24^\circ$, Koefisien kemiringan 0,36 – 0,44
- Tangga biasa, $24^\circ - 45^\circ$, Koefisien kemiringan 0,44 – 1,0
- Tangga curam, tangga hemat, $45^\circ - 75^\circ$, Koefisien kemiringan 1,0 – 3,7
- Tangga naik, tangga tingkat, $75^\circ - 90^\circ$, Koefisien kemiringan $> 3,7$

Untuk mendapatkan tangga yang ideal dengan kemiringan $24^\circ - 45^\circ$, tinggi tangga (y) tidak boleh lebih besar dari panjang tangga (x), maksimal $y = x$. tangga yang terlalu landai (y jauh lebih kecil dari x) juga tidak nyaman, karena kaki terpaksa menaiki anak tangga lebih banyak dengan ketinggian tertentu.

c. Pagar Dan Pegangan Tangga

Ada yang mengatakan pagar dan pegangan tangga (*railing*) tidak diperlukan, asal tingkat kenyamanan dan keamanan cukup tinggi. Artinya, aspek kenyamanan dititikberatkan pada pengaturan ukuran lebar dan tinggi anak tangga. Namun, demi keamanan, terutama jika memiliki anggota keluarga yang masih kecil, (*railing*) tetap dipergunakan.

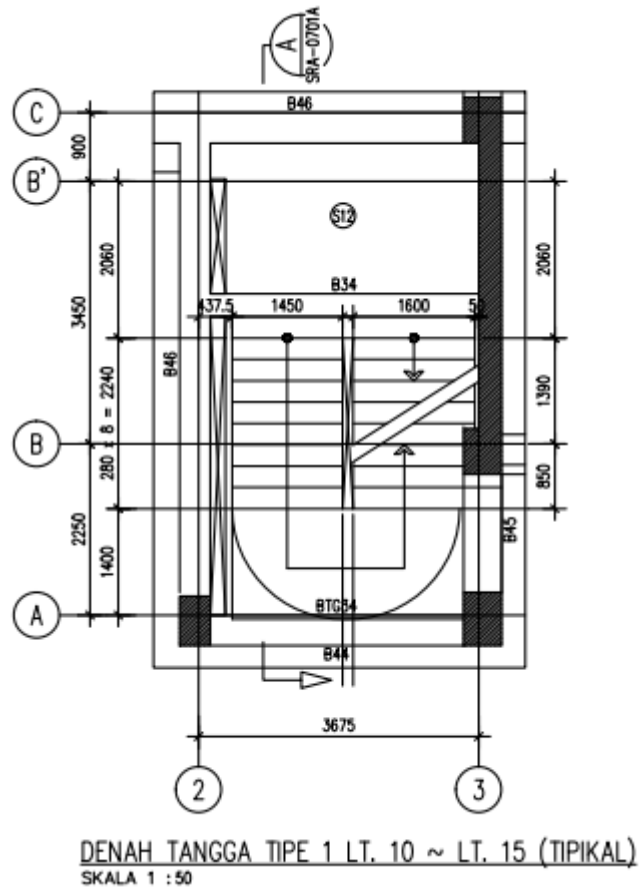
Sedangkan tiang pada pagar tangga (*baluster*) berfungsi sebagai pengaman. Dengan adanya (*baluster*), orang akan terhindar dari resiko terjatuh saat menaiki atau menuruni tangga. Oleh karenanya (*baluster*) harus dibuat cukup rapat, tinggi 90 – 100 cm, dan tidak menghasilkan bagian yang tajam, agar anak anak tidak terluka bila harus berpengaruh pada (*bluster*).

Bordes

Untuk memberikan kenyamanan, ada pula aturan baku bagi pembuatan tangga. Setiap ketinggian maksimum 12 anak tangga (setinggi 1,5 – 2m) harus dibuat bordes (*landing*), yaitu suatu platform datar yang cukup luas untuk melangkah secara horizontal

sebanyak kurang lebih tiga atau empat langkah sebelum mendaki ke anak tangga berikutnya.

6.2 Perhitungan Tangga



Gambar 6. 1 Denah Tangga

A. Analisa Kelayakan Tangga Data yang direncanakan sebagai berikut:

f_c : 30 MPa

f_y : 420 MPa

Tinggi tangga = 320 cm

a. Perencanaan Antride dan Optride

Diperkirakan tinggi anak tangga (optrede) = 17,6 cm

$$\text{Jumlah anak tangga} : \frac{320}{17,6} = 18 \text{ buah}$$

Syarat Tangga :

$$2 \times \text{optride} + 1 \times \text{antride} = 60 \sim \text{cm}$$

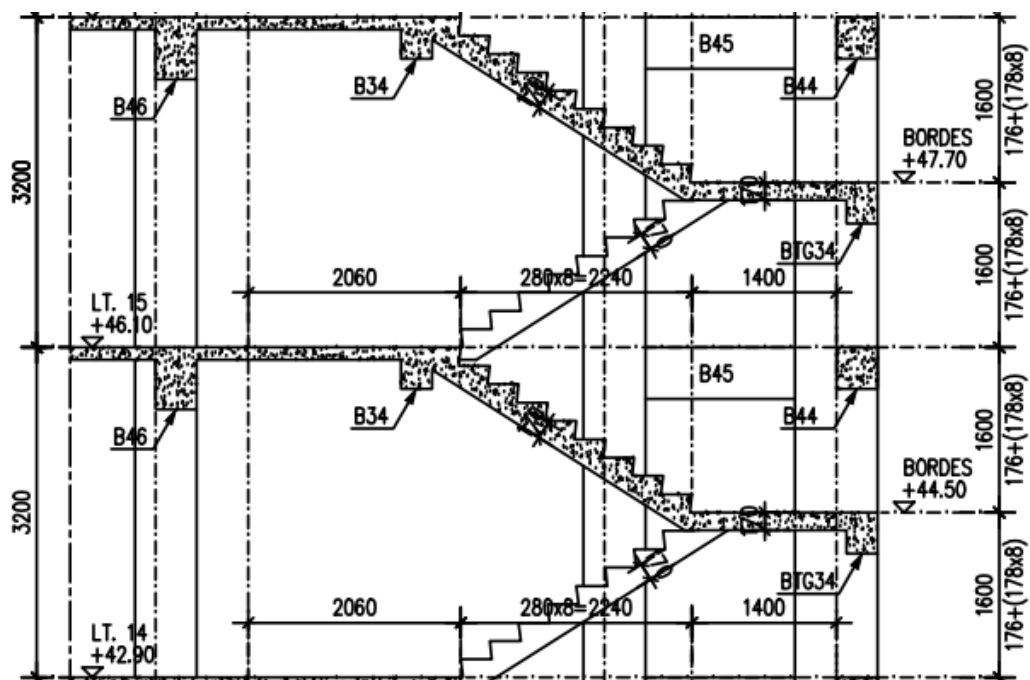
$$2 \times (17,6) + 1 \times \text{antride} = 60 \text{ cm}$$

$$\text{Antride} = 19 \text{ cm}$$

Sudut Kemiringan Tangga $< 45^\circ$

$$\alpha = \text{Arc tg} \left(\frac{160}{224} \right) = 36^\circ$$

b. Lebar pelat tangga dan pelat bordes



Gambar 6. 2 Detail jarak tangga utama

B. Perhitungan Pembebanan Tangga

$$l = \sqrt{1,4 + 2,24^2} = 2,533$$

Tebal plat tangga

$$h_{\min} = \frac{l}{20} \times \left(0,4 + \frac{f_y}{700} \right)$$

$$= \frac{2533}{20} \times \left(0,4 + \frac{420}{700}\right)$$

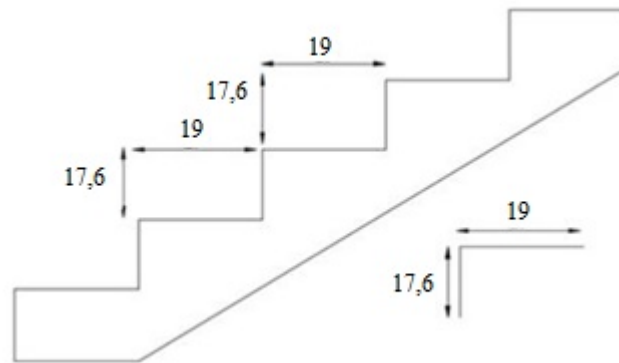
$$= 126,65 \text{ mm} \sim 170 \text{ mm (Jadi, untuk tebal pelat tangga 170 mm)}$$

Tebal plat bordes

$$h_{\min} = \frac{l}{20} \times \left(0,4 + \frac{f_y}{700}\right)$$

$$= \frac{1400}{20} \times \left(0,4 + \frac{420}{700}\right)$$

$$= 70 \text{ mm} \sim 170 \text{ mm (Jadi, untuk tebal pelat bordes 80 mm)}$$



Gambar 6. 3 Sketsa Anak Tangga

$$T = 17,6 \times \cos(36^\circ)$$

$$= 14,24$$

$$t = \frac{1}{2} \times 11,96$$

$$= 7,12$$

$$t = 14,24 + 7,12$$

$$= 21,36$$

A. Perhitungan pembebanan tangga

Beban Mati (W_D)

- Berat sendiri plat + anak tangga	= 0,2136 x 18 x 1	= 3,845 kN/m	
- Berat penutup lantai	= 0,24 x 1	= 0,24 kN/m	
- Berat adukan	= 0,21 x 1	= 0,21 kN/m	
- Berat sandaran	= 0,2 x 1	= 0,2 kN/m	+
		<hr/>	
		W_D	= 4,495 kN/m

Beban Hidup (W_L)

$$W_L = 3 \text{ kN/m}^2 \times 1 \text{ m} = 3 \text{ kN/m}$$

Beban terfaktor

$$W_u = 1,2 W_D + 1,6 W_L$$

$$= 1,2 (4,495) + 1,6 (3)$$

$$= 10,194 \text{ kN/m}$$

Pembebanan bordes

Beban Mati (W_D)

- Berat sendiri plat	= 0,17 x 18 x 1	= 3,06 kN/m
- Berat penutup lantai	= 0,24 x 1	= 0,24 kN/m
- Berat adukan	= 0,21 x 1	= 0,21 kN/m
- Berat sandaran	= 0,2 x 1	= 0,2 kN/m

+

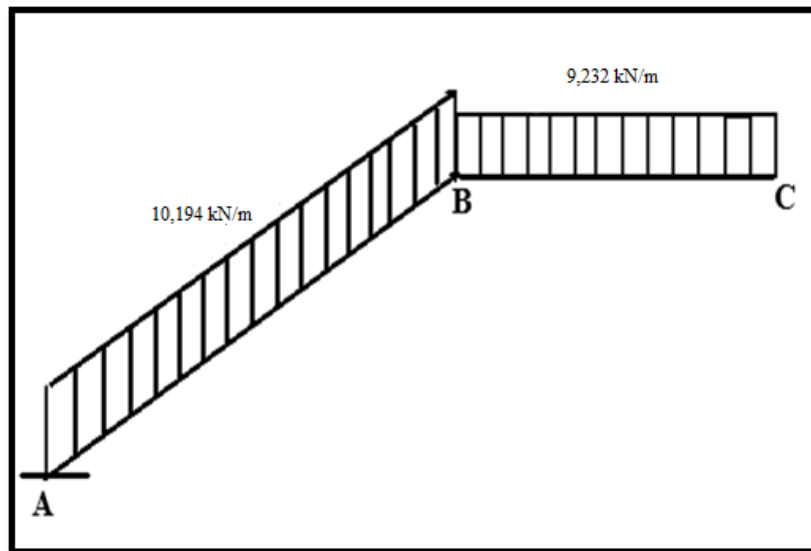
W_D = 3,71 kN/m

Beban Hidup (W_L)

$$W_L = 3 \text{ kN/m}^2 \times 1 \text{ m} = 3 \text{ kN/m}$$

Beban terfaktor

$$\begin{aligned} W_u &= 1,2 W_D + 1,6 W_L \\ &= 1,2 (3,71) + 1,6 (3) \\ &= 9,252 \text{ kN/m} \end{aligned}$$



Gambar 6. 4 Pembebanan tangga

1. Momen Inersia

$$I_{AB} = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12} \times 120 \times 18^3 = 58320 \text{ cm} \quad \text{Dimisalkan 1}$$

$$I_{BC} = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12} \times 120 \times 18^3 = 58320 \text{ cm} \quad \text{Dimisalkan 1}$$

2. Faktor Kekakuan

$$K_{AB} = K_{BA} = \frac{4EI}{L} = \frac{4E1}{2,533} = 1,58$$

$$K_{BC} = K_{CB} = \frac{4EI}{L} = \frac{4E1}{1,4} = 2,86$$

3. Faktor Distribusi

$$U_{A-B} = \frac{1,58}{1,58+2,86} = 0,356$$

$$UB-C = \frac{2,86}{1,58+2,86} = 0,644$$

4. Momen primer

$$M_{AB} = \frac{+q \cdot \cos^2 \alpha \cdot l^2}{12} = \frac{+10,194 \cdot \cos^2(36) \cdot 2,533^2}{12} = +4,41$$

$$M_{BA} = \frac{-q \cdot \cos^2 \alpha \cdot l^2}{12} = \frac{-10,356 \cdot \cos^2(36) \cdot 2,533^2}{12} = -4,41$$

$$M_{BC} = \frac{+q \cdot l^2}{12} = \frac{+9,232 \cdot 1,4^2}{12} = +1,51$$

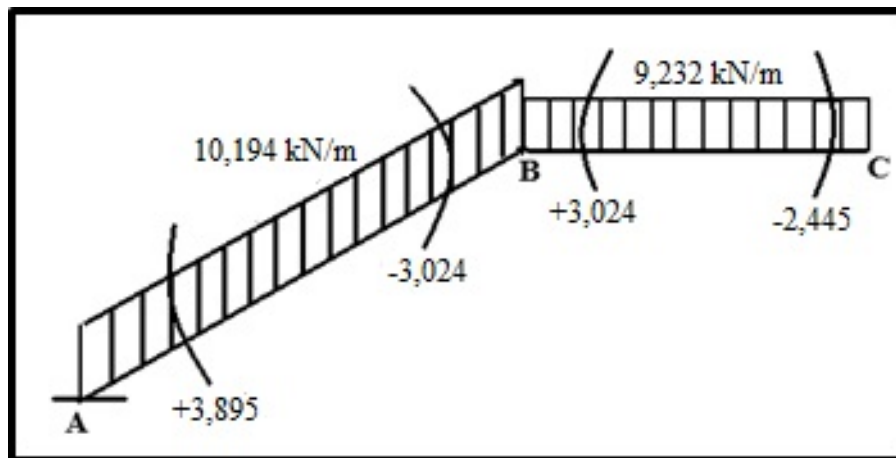
$$M_{CB} = \frac{-q \cdot l^2}{12} = \frac{-9,232 \cdot 1,4^2}{12} = -1,51$$

5. Analisa Struktur Menggunakan Metode Cross

Tabel 6. 1 Hasil Cross A-C

SIMPUL	A	B		C
BATANG	AB	BA	BC	CB
FD	-	0.356	0.644	-
MP	4,41	-4,41	1,51	-1,51
MD	-	1,03	1,87	-
MI	-0,515			-0,935
MD	-	0	0	-
Mtotal	3,895	-3,024	3,024	-2,445
Mreaksi	-3,895	3,024	-3,024	2,445

6. Momen Desain



Gambar 6. 5 Momen Desain

6.3 Penulangan Pelat Tangga

Tebal Pelat Tangga = 170 mm

Selimut Beton = 40 mm

F_c' = 30 MPa

F_y = 420 MPa

Tulangan = D10

D = $h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D$

= $170 - 40 - \frac{1}{2} 10$

= 125 mm

1. Tul. Tumpuan A

M_u = 3,895 KNm

$$K = \frac{M_u \times 10^6}{\phi \times b \times d^2} = \frac{3,895 \times 10^6}{0,8 \times 1700 \times 125^2} = 0,3116$$

Berdasarkan tabel A-28 Buku istiwawan nilai $k = 0,3116$ maka menggunakan $\rho = 0,0035$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 125$$

$$= 437,5 \text{ mm}^2$$

Maka dari tabel A-6 Buku Istiawan diambil tulangan dengan luas penampang yang paling mendekati yaitu D10 – 150 ($A_s = 524 \text{ mm}^2$)

2. Tul. Tumpuan B

$$M_u = 3,024 \text{ KNm}$$

$$K = \frac{M_u \times 10^6}{\phi \times b \times d^2} = \frac{3,024 \times 10^6}{0,8 \times 1700 \times 125^2} = 0,242$$

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

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 125$$

$$= 437,5 \text{ mm}^2$$

Maka dari tabel A-6 Buku Istiawan diambil tulangan dengan luas penampang yang paling mendekati yaitu D10 – 150 ($A_s = 524 \text{ mm}^2$)

3. Tul. Lapangan

$$M_u = 2,445 \text{ KNm}$$

$$K = \frac{M_u \times 10^6}{\phi \times b \times d^2} = \frac{2,445 \times 10^6}{0,8 \times 1700 \times 125^2} = 0,196$$

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

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 125$$

$$= 437,5 \text{ mm}^2$$

Maka dari tabel A-6 Buku Istiawan diambil tulangan dengan luas penampang yang paling mendekati yaitu D10 – 150 ($A_s = 524 \text{ mm}^2$)

6.4 Penulangan plat bordes

Tebal Pelat Tangga = 170 mm

Selimut Beton = 40 mm

F_c' = 30 MPa

F_y = 420 MPa

Tulangan = D10

$$\begin{aligned} D &= h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D \\ &= 170 - 40 - \frac{1}{2} 10 \\ &= 125 \text{ mm} \end{aligned}$$

1. Tul. Tumpuan B

$M_u = 3,024 \text{ KNm}$

$$K = \frac{M_u \times 10^6}{\phi \times b \times d^2} = \frac{3,024 \times 10^6}{0,8 \times 1700 \times 125^2} = 0,242$$

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

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 125 \\ &= 437,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka dari tabel A-6 Buku Istiawan diambil tulangan dengan luas penampang yang paling mendekati yaitu D10 – 150 ($A_s = 524 \text{ mm}^2$)

2. Tul. Tumpuan C

$$Mu = 2,445 \text{ KNm}$$

$$K = \frac{Mu \times 10^6}{\phi \times b \times d^2} = \frac{1,88 \times 10^6}{0,8 \times 1300 \times 125^2} = 0,196$$

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

$$\begin{aligned} As &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 125 \\ &= 437,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka dari tabel A-6 Buku Istiawan diambil tulangan dengan luas penampang yang paling mendekati yaitu D10 – 150 ($As = 524 \text{ mm}^2$)

3. Tul. Lapangan

$$Mu = 2,445 \text{ KNm}$$

$$K = \frac{Mu \times 10^6}{\phi \times b \times d^2} = \frac{2,445 \times 10^6}{0,8 \times 1700 \times 85^2} = 0,196$$

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

$$\begin{aligned} As &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 125 \\ &= 437,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka dari tabel A-6 Buku Istiawan diambil tulangan dengan luas penampang yang paling mendekati yaitu D10 – 150 ($As = 524 \text{ mm}^2$)

4. Tul. Pembagi

$$As = 0,002 \cdot b \cdot h$$

$$= 0,002 \cdot 1700 \cdot 170$$

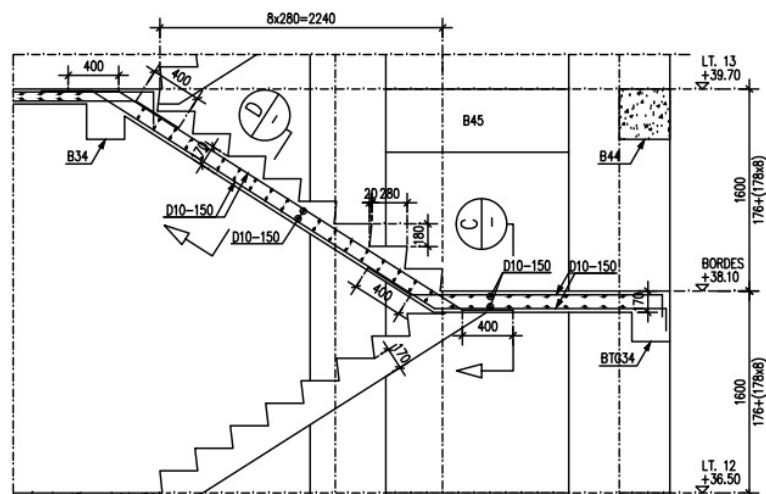
$$= 518 \text{ mm}^2$$

Menurut **tabel A-6 Luas Penampang Tulangan Baja Per Meter Panjang Plat**

berdasarkan SK-SNI T-15-1991-03 untuk $A_s = 518 \text{ mm}^2$ dengan diameter

tulangan sengkang $\varnothing 10$, maka dicari luas yang mendekati yaitu : $\varnothing 10 - 150$

dengan $A_s = 524 \text{ mm}^2$



Gambar 6. 6 Penulangan Tangga

6.5. Penulangan Balok Bordes

$$F_c' = 30 \text{ MPa}$$

$$F_y = 420 \text{ MPa}$$

$$\text{Dimensi Balok} = 250 \times 500$$

$$\text{Tulangan utama} = D16$$

$$\text{Tulangan sengkang} = D10$$

$$\text{Selimut beton} = 40$$

$$D = h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} D$$

$$= 400 - 40 - \frac{1}{2} (16)$$

$$= 352 \text{ mm}$$

a. Perhitungan Beban

Beban Mati (W_D)

- Berat Balok	$= 0,3 \times 18 \times 1$	$= 5,4 \text{ kN/m}$
- Berat plesteran	$= 0,21 \times 1$	$= 0,21 \text{ kN/m}$
- Berat dinding	$= 2,5 \times 1$	$= 2,5 \text{ kN/m}$
- Berat sendiri plat	$= 0,08 \times 1 \times 18$	$= 1,44 \text{ kN/m}$
- Berat sandaran	$= 0,2 \times 1$	$= 0,2 \text{ kN/m}$

$$W_D = 8,85 \text{ kN/m}$$

Beban Hidup (W_L)

$$W_L = 3 \text{ kN/m}^2 \times 1 \text{ m} = 3 \text{ kN/m}$$

Beban terfaktor (W_u)

$$\begin{aligned} W_u &= 1,2 W_D + 1,6 W_L \\ &= 1,2 (8,85) + 1,6 (3) \\ &= 15,42 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Tulangan

1. Tulangan Tumpuan

$$\begin{aligned} M_{\text{tumpuan}} &= \frac{1}{12} \times W_u \times l^2 \\ &= \frac{1}{12} \times 15,42 \times 3,675^2 \end{aligned}$$

$$= 17,355 \text{ KNm}$$

$$K = \frac{M_{\text{tumpuan}} \times 10^6}{\phi \times b \times d^2} = \frac{17,355 \times 10^6}{0,8 \times 250 \times 452^2} = 0,425$$

Pada tabel $\rho < \rho_{\min} = 0,0035$

$$\begin{aligned} \text{As} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0035 \cdot 250 \cdot 452 \\ &= 395,5 \end{aligned}$$

Menggunakan tulangan (3D16 – As pakai 603 mm²)

Tulangan lapangan

$$\begin{aligned} M_{\text{lapangan}} &= \frac{1}{24} \times W_u \times l^2 \\ &= \frac{1}{24} \times 15,24 \times 3,675^2 \\ &= 8,576 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$K = \frac{M_{\text{lapangan}} \times 10^6}{\phi \times b \times d^2} = \frac{8,576 \times 10^6}{0,8 \times 250 \times 452^2} = 0,21$$

Pada tabel $\rho < \rho_{\min} = 0,0035$

$$\begin{aligned} \text{As} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0035 \cdot 250 \cdot 452 \\ &= 395,5 \end{aligned}$$

Menggunakan tulangan (3D16 – As pakai 850,5)

Penulangan geser balok

$$D_{\text{eff}} = 452$$

$$M = \frac{1}{12} \times W_u \times l^2$$

$$= \frac{1}{12} \times 15,24 \times 3,675^2$$

$$= 8,576 \text{ KNm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot D_{\text{eff}}$$

$$= \frac{1}{6} \sqrt{30} \cdot 250 \cdot 452$$

$$= 103,15 \text{ KN}$$

$$p = D + \frac{1}{2} h \text{ kolom}$$

$$= 452 + \frac{1}{2} h \text{ kolom}$$

$$= 452 + \frac{1}{2} 320 \text{ mm}$$

$$= 723 \text{ mm}$$

$$= 0,723 \text{ m}$$

$$x = \frac{1}{2} \times L$$

$$= \frac{1}{2} \times 2,533$$

$$= 1,27 \text{ m}$$

$$V_u \text{ kritis} = \frac{v_u \cdot (x-p)}{x}$$

$$= \frac{8,576 \cdot (1,27 - 0,723)}{1,27}$$

$$= 3,6$$

$$\phi V_c = 0,75 \cdot V_c$$

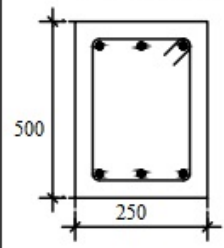
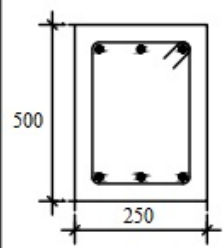
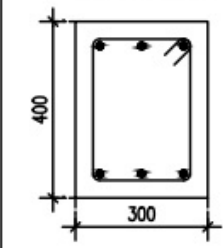
$$= 0,75 \cdot 103,15$$

$$= 77,36$$

$V_u \text{ Kritis} < \phi V_c$

$3,6 < 77,36$ = Tidak perlu digunakan tulangan geser

Digunakan Tulangan sengkang praktis, dipakai D10- 100

SKEDUL PENULANGAN BALOK BORDES TANGGA			
TIPE BALOK PERLETAKAN	TUMPUAN / BEBAS	LAPANGAN	TUMPUAN / BEBAS
POTONGAN			
TULANGAN ATAS	3 D16	3 D16	3 D16
TULANGAN BAWAH	3 D16	3 D16	3 D16
TULANGAN BAGI SENGKANG	- D10-100	- D10-150	- D10-100

Gambar 6. 7 Detail Balok Bordes

BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Peninjauan ulang Struktur Atas Rusun PIK Pulo Gadung Tahap II lantai 5-8 didesain dengan menggunakan pedoman-pedoman perencanaan gedung bertingkat. Secara garis besar, perhitungan struktur atas pada bab sebelumnya dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pelat Lantai

Pada gedung ini terdapat 1 tipe pelat lantai, yaitu S1. Ppada lantai basement digunakan tipe S1. Jenis struktur untuk pelat lantai digunakan beton cor (pelat beton) dengan $f_c' 30$ Mpa. Pelat lantai tipe S1 menggunakan tulangan baja $f_y 420$ Mpa. Pelat lantai tipe S1 tebal 12 cm dengan penggunaan WM7-150.

2. Balok

Penulis membatasi peninjauan perhitungan balok yaitu :

a. Lantai 4-7 :

Balok anak tipe B7 (30 x 60 cm) dan balok induk tipe B1 (40 x70 cm) Semua tipe balok menggunakan $f_c' 30$ dn $f_y 420$ Mpa. Tulangan yang digunakan adalah D25 untuk tulangan utama dan $\emptyset 10$ untuk tulangan Sengkang

3. Kolom

Penulis membatasi peninjauan perhitungan kolom yaitu tipe K3. Kolom tipe K3 menggunakan beton dengan mutu $f_c' 35$ Mpa dan $f_y 420$ Mpa. Dimensi kolom yang digunakan adalah 40 x 80 cm. Untuk tulangan utama dipakai D25 dan tulangan sengkang D13

4. Tangga

Jenis struktur untuk tangga digunakan beton cor (pelat beton) dengan $f_c' = 30$ Mpa. Dengan dimensi optride 15,4 cm dan antride 29 cm, tebal plat 13 cm. Digunakan tulangan D16-150 dan D10-150.

7.2 Saran

Beberapa saran dari penulis yang perlu diperhatikan dalam perencanaan suatu konstruksi struktur adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan struktur gedung tidak hanya berpedoman secara teori tetapi dipertimbangkan pula pada kondisi *real* di lapangan.
2. Ikuti ketentuan dalam peraturan-peraturan perencanaan struktur, sehingga didapat nilai yang paling ekonomis.
3. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, maka dibutuhkan pemahaman yang menyeluruh tentang tahap-tahap dalam proses perencanaan, dan teori-teori yang didapat dibangku kuliah harus selalu dikembangkan.
4. Kelengkapan data mutlak dalam merencanakan suatu bangunan bertingkat sehingga perencanaan bisa lebih mendekati kondisi sebenarnya.
5. Estimasi beban dan analisa statika harus benar, agar didapatkan suatu konstruksi yang aman dan memenuhi syarat seperti yang telah ditentukan dalam perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1991. Standart Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T - 15- 1991 – 03). Bandung: Yayasan LPMB.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2002. Standart Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002). Yayasan Badan Penerbit PU.
- Dipohusodo, Istimawan. 1994. Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T 15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Ramadhani, Selvia Rozi. 2019. Peninjauan Ulang Perhitungan Struktur Atas Apartemen Tentrem Semarang. Semarang: Tidak diterbitkan.
- Mualim, Ibni Ufis. 2016. Peninjauan Perhitungan Pelat Lantai, Balok, Kolom Serta Rencana Anggaran Biaya Pembangunan Proyek POP! Hotel. Semarang: Tidak diterbitkan.
- Fauzi, Erdina Nur. 2018. Peninjauan Perhitungan Struktur Bawah dan Struktur Atas (Kolom, Balok, Plat Lantai) pada Proyek Pembangunan Hotel Patra Jasa Cirebon. Semarang: Tidak diterbitkan.
- Vis, W.C. dan Kusuma, Gideon. 1995. Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang. Jakarta: Erlangga.