



TUGAS AKHIR

PENINJAUAN PERHITUNGAN STRUKTUR ATAS

PLAT, BALOK, DAN KOLOM LANTAI 3

PROYEK GEDUNG DPRD KABUPATEN PEMALANG (TAHAP 2)

Oleh :

Netly Angela Dewi

400301170600114

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
SEMARANG**

2022

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

NAMA : Netly Angela Dewi

NIM : 40030117060114

Tanda Tangan :

Tanggal :

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

TUGAS AKHIR UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS

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

Nama : Netly Angela Dewi
NIM : 40030117060114
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 PERHITUNGAN STRUKTUR ATAS PLAT, BALOK, DAN KOLOM LANTAI 3 PROYEK GEDUNG DPRD KABUPATEN PEMALANG (TAHAP 2) beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan hak bebas royalti/noneksekutif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/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 :

Pada tanggal :

Yang menyatakan

(.....)

HALAMAN PENGESAHAN



TUGAS AKHIR **PENINJAUAN PERHITUNGAN STRUKTUR ATAS** **PLAT, BALOK DAN KOLOM (LANTAI 3)** **PROYEK GEDUNG DPRD KABUPATEN PEMALANG**

Tugas akhir ini telah diperiksa dan disahkan pada

hari :

tanggal :

Disusun oleh :

Netly Angela Dewi

40030117060114

Dosen Pembimbing

Lukman, ST, MT.

NIP. 196102121990031001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Diploma III

Teknik Sipil Sekolah Vokasi UNDIP

Asri Nurdiana, ST, MT.

NIP. 198512092012122001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan hikmat-Nya dalam penyusunan tugas akhir, sehingga dapat terselesaikan. Tugas akhir dengan judul **“PENINJAUAN PERHITUNGAN STRUKTUR ATAS PLAT, BALOK, DAN KOLOM (LANTAI 3) PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG DPRD KABUPATEN PEMALANG ”** 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 atas bantuannya kepada :

1. Allah Subhanahu Wa Ta ala yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta kelancaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan magang ini;
2. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
3. Ibu Asri Nurdiana, S.T, M.T, selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro;
4. Bapak Lukman , S.T, M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir di Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro;

5. Dosen dan staff Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro;
6. *Team* Proyek Pembangunan Gedung DPRD Kabupaten Pemalang;
7. Teman — teman Convictioni, PSDIII Teknik Sipil Angkatan 2017;
8. Semua pihak yang telah membantu sehingga penyusun dapat menyelesaikan
tugas akhir ini dengan baik.

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, 25 januari 2022

Penyusun

HALAMAN MOTTO

*"Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya
bersama kesulitan ada kemudahan." (QS. Al-Insyirah : 5-6)*

*"Ridha Allah tergantung ridha orang tuanya, dan murka Allah tergantung
murka keduanya." (HR. Thabrani)*

*"Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah
diusahakannya " (An Najm: 39)*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN MOTTO	vii
DAFTAR ISI.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	14ii
DAFTAR LAMPIRAN	14
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Judul Tugas Akhir.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Latar Belakang.....	15
1.3 Maksud dan Tujuan	16
1.4 Pembatasan Masalah.....	17
1.5 Sistematika Penulisan	17
BAB II METODOLOGI	
2.1 Metode Pengerjaan	19
2.2 Metode Penggambaran	19
2.3 Metode Penulisan.....	20
2.4 Metode Analisa.....	20
BAB III PERHITUNGAN PLAT LANTAI	
3.1 Uraian Umum.....	21
3.2 Pedoman Perhitungan Plat Lantai	21
3.3 Dasar Perhitungan.....	22
3.4 Konsep Perhitungan Tulangan.....	27
3.5 Perhitungan Plat Lantai.....	27
3.5.1 Menentukan Tebal Plat Lantai	29
3.5.2 Menentukan Tinggi Efektif Plat Lantai.....	31
3.5.3 Perhitungan Pembebanan Plat Lantai	32
3.5.4 Menghitung Momen yang bekerja.....	34
3.5.5 Menghitung Kebutuhan Tulangan Plat Lantai.....	38

	3.5.6 Rekapitulasi Momen dan Penulangan.....	50
BAB IV	PERHITUNGAN BALOK	
	4.1 Uraian Umum.....	52
	4.2 Perhitungan Pembebanan.....	53
	4.3 Analisa Statis.....	53
	4.4 Perhitungan Balok.....	53
	4.4.1 Data Perencanaan Balok.....	53
	4.4.2 Beban Akibat Plat Lantai.....	54
	4.5 Analisa Perhitungan Beban yang Bekerja pada Balok	55
	4.6 Perhitungan Balok Anak Basement Type B2	59
	4.6.1 Perhitungan Balok Anak Type B21'	60
	4.7 Perhitungan Balok Induk Type G1.....	Error! Bookmark not defined.
	4.7.1 Perhitungan Balok Induk Type G21...	Error! Bookmark not defined.
BAB V	PENINJAUAN KOLOM.....	1
BAB VI	PENUTUP	Error! Bookmark not defined.
	6.1 Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
	6.2 Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA.....		Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Penentuan Panjang Bentang (L).....	8
Gambar 3.1	Denah Plat Lantai As 5-6/ K-J.....	13
Gambar 3.2	Dimensi Plat Type A1.....	14
Gambar 3.3	Dimensi Plat Type A2.....	15
Gambar 3.4	Ilustrasi Tinggi Efektif Plat Lantai.....	17
Gambar 3.5	Ilustrasi Tinggi Efektif Plat Lantai.....	18
Gambar 3.6	Posisi Tumpuan Jepit Plat Lantai Type A1.....	20
Gambar 3.7	Posisi Tumpuan Jepit Plat Lantai Type A2.....	22
Gambar 3.8	Detail Penampang Tulangan Lapangan Arah X Plat Type A1.....	25
Gambar 3.9	Detail Penampang Tulangan Lapangan Arah Y Plat Type A2.....	26
Gambar 3.10	Detail Penampang Tulangan Tumpuan Arah X Plat Type A1.....	27
Gambar 3.12	Detail Penampang Tulangan Lapangan Arah Y Plat Type A1.....	28

Gambar 3.11	Denah Penulangan Plat Lantai Type A1.....	29
Gambar 3.124	Potongan Melintang arah x Plat Lantai Type A1.....	29
Gambar 3.13	Potongan Melintang arah y Plat Lantai Type A1.....	29
Gambar 3.16	Detail Penampang Tulangan Lapangan Arah X Plat Type A2.....	31
Gambar 3.17	Detail Penampang Tulangan Lapangan Arah Y Plat Type A2.....	32
Gambar 3.18	Detail Penampang Tulangan Tumpuan Arah X Plat Type A2.....	33
Gambar 3.19	Detail Penampang Tulangan Tumpuan Arah Y Plat Type A2.....	34
Gambar 3.14	Denah Penulangan Plat Lantai Type A2.....	35
Gambar 3.15	Potongan Melintang arah x Plat Lantai Type A2.....	35
Gambar 3.16	Potongan Melintang arah x Plat Lantai Type A2.....	35
Gambar 4.1	Denah Balok As 5-6/ J-K'	39
Gambar 4.2	Ilustrasi Pembebanan Equivalent.....	41
Gambar 4.3	Ilustrasi Pembebanan Trapezium.....	41

Gambar 4.4	Ilustrasi Pembebanan Segitiga.....	42
Gambar 4.5	Ilustrasi Pembebanan Balok Sistem Amplop.....	44
Gambar 4.6	Ilustrasi Momen dan Gaya Lintang.....	47
Gambar 4.6	Potongan Memanjang Balok Anak Type B21A.....	54
Gambar 4.7	Potongan Melintang Balok Anak Type B21	55
Gambar 4.8	Ilustrasi Pembebanan Sistem Amplop Balok Induk Type G21.....	55
Gambar 4.10	Potongan Memanjang Balok Induk Type G21.....	62
Gambar 4.11	Potongan Melintang Balok Induk Type S21	62
Gambar 4.12	Ilustrasi Pembebanan Sistem Amplop Balok Induk Type G24.....	63
Gambar 4.13	Potongan Memanjang Balok Induk Type G24.....	73
Gambar 4.14	Potongan Melintang Balok Induk Type G24.....	73
Gambar 5.1	Denah Kolom As 5-6/ J-K'	75
Gambar 5.2	Detail Kolom K21.....	76
Gambar 5.3	Potongan Memanjang Kolom K21.....	76

Gambar 5.4	Detail Kolom K22.....	81
Gambar 5.5	Potongan Memanjang Kolom K22.....	8

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Minimum Pelat Satu Arah.....	9
Tabel 3.1	Besar Beban Mati untuk Material Bangunan.....	11
Tabel 3.2	Besar Beban Mati Untuk Komponen Bangunan.....	11
Tabel 3.3	Beban Hidup Untuk Struktur Bangunan.....	12
Tabel 3.4	Tabel Perhitungan Momen Plat Lantai.....	23
Tabel 3.5	Momen dan Penulangan Plat Lantai.....	36
Tabel 6. 1	Hasil Peninjauan Ulang Plat Lantai.....	87
Tabel 6. 2	Kondisi Plat Lantai Sebenarnya.....	87
Tabel 6. 3	Hasil Peninjauan Ulang Balok.....	88
Tabel 6. 4	Kondisi Balok Sebenarnya.....	88
Tabel 6. 5	Hasil Peninjauan Ulang Kolom.....	89
Tabel 6. 6	Kondisi Kolom Sebenarnya.....	89

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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

Pada penyusunan Tugas Akhir ini pokok bahasan yang akan dibahas adalah peninjauan mengenai perencanaan struktur atas yaitu plat lantai, balok, dan kolom. Peninjauan Gedung Apartemen Urban Signature Ciracas. Perhitungan gedung ini dilandasi oleh beberapa hal, diantaranya adalah :

1. Penulis ingin mempelajari lebih dalam tentang struktur bangunan gedung
2. Pendapat berpendapatan bahwa pembangunan suatu gedung di masa sekarang dan mendatang akan sangat pesat perkembangannya
3. Keberhasilan suatu proyek konstruksi gedung sangat ditentukan oleh perhitungan yang baik dan ditunjang oleh pelaksanaan nya di lapangan
4. Mahasiswa Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang diharapkan setelah lulus dapat menjadi

tenaga yang terampil yang siap pakai dan mampu menguasai perhitungan suatu proyek bangunan.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan tugas akhir dengan judul “ Peninjauan perhitungan struktur atas (plat, balok, dan kolom) lantai 3 proyek gedung DPRD Kab. Pematang Siantar

(tahap 2) adalah :

1. Mengamati dan meninjau proses pekerjaan struktur atas yang meliputi (plat, balok, dan kolom) serta metode pelaksanaan pekerjaan tersebut.
2. Mengamati dan meninjau pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan time schedule yang ada di proyek.

Tujuan dari penulisan tugas akhir dengan judul “ Peninjauan perhitungan struktur atas (plat, balok, dan kolom) lantai 3 proyek gedung DPRD Kab. Pematang Siantar

(tahap 2) adalah :

1. Merencanakan ulang plat pada proyek.
2. Merencanakan ulang balok pada proyek.
3. Merencanakan ulang kolom pada proyek.
4. Memahami penerapan metode pelaksanaan pada proyek.
5. Membuat time schedule.

1.3 Pembatasan Masalah

Peninjauan struktur atas pembangunan gedung perkantoran dalam penulisan tugas akhir ini, penulisan membatasi pembahasannya dengan peninjauan plat lantai, balok dan kolom pada lantai tipikal 3.

1.4 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 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

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 dan situs internet yang mendukung dan menunjang tentang contoh-contoh analisa yang digunakan dalam perhitungan struktur. Metode literatur digunakan dalam pemecahan-pemecahan yang dihadapi dalam pembuatan tugas akhir ini.

2. Metode Bimbingan

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

3. Metode Observasi

Metode yang berupa pengamatan yang dapat berguna dalam perolehan data untuk pengerjaan 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 menggantikan program *Auto CAD 2007*.

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 2010*.

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 plat lantai, balok dan kolom. Pengerjaan penganalisaan dibantu dengan menggunakan program *Microsoft Excel 2010*. 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 kusum M.Eng.
5. Perhitungan mekanika rekayasa

BAB III

PERHITUNGAN PLAT LANTAI

3.1 Uraian Umum

Plat adalah struktur planar kaku yang secara khas terbuat dari material monolit dengan tinggi yang kecil dibandingkan dengan dimensi-dimensi lainnya. Untuk merencanakan plat beton bertulang yang perlu dipertimbangkan tidak hanya pembebanan, tetapi juga ukuran dan syarat-syarat dari peraturan yang ada. Sistem perhitungan tulangan plat pada dasarnya dibagi menjadi 2 macam yaitu plat satu arah (*one way slab*) dan plat dua arah (*two way slab*). Perhitungan plat lantai ini diperhitungkan dari struktur beton bertulang yang dicor secara monolit (menyatu) dengan struktur utama bangunan.

3.2 Pedoman Perhitungan Plat Lantai

Pedoman yang digunakan dalam perhitungan plat 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
(SNI 2847:2013)

5. Standar tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SK SNI-T-15-1991-03)

3.3 Dasar Perhitungan

Pada perhitungan plat beton bertulang, perlu diperhatikan beberapa persyaratan/ketentuan sebagai berikut :

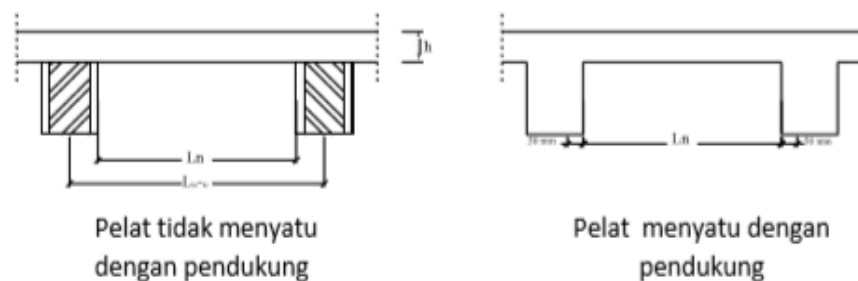
1. Pada perhitungan plat, lebar plat diambil 1 meter (**b=1000mm**)
2. Panjang Bentang (L) (Pasal 10.7 SNI 03-2847-2002)
 - a. Plat yang tidak menyatu dengan struktur pendukung

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

- b. Plat yang menyatu dengan struktur pendukung

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

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



Gambar 3.17 Penentuan Panjang Bentang

3. Tebal Minimum plat (h) (Pasal 11.5 SNI 03-2847-2002)
 - a. Untuk Plat satu arah (Pasal 11.5.2.3 SNI 03-2847-2002) tebal minimum plat dapat dilihat pada table sebagai berikut :

Tabel 3.6 Tabel Data Minimum Plat Satu Arah

Komponen Struktur	Tinggi Minimal (h)			
	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. Plat dua arah (Pasal 11.5.3 SNI 03-2847-2002), tebal minimal plat bergantung pada $\alpha_m = \alpha$ rata-rata, α adalah rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur plat dengan rumus

berikut:

$$\alpha = (E_c b / I_b) / (E_p / I_p)$$

- Jika $\alpha_m < 0,2$, maka

$$h \geq 120 \text{ mm}$$

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

$$h = \frac{L_n(0,8 + f_y/1500)}{36 + 5\beta(\alpha_m - 0,2)}$$

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

- Jika $\alpha_m > 2$, maka

$$h = \frac{L_n(0,8 - \frac{f_y}{1500})}{36 - 9\beta} \text{ dan } \geq 90 \text{ mm}$$

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

4. Tebal Selimut Beton minimal (Pasal 9.7.1 SNI 03-2847-2002))

1) Untuk baja tulangan $D \leq 36$

Tebal selimut beton ≥ 20 mm

2) Untuk 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)

Jarak bersih antar tulangan tidak boleh kurang dari db ataupun 25mm

6. Jarak maksimal antar tulangan (as ke as)

a. Tulangan Pokok

Plat 1 arah : $s \leq 3.h$ dan $s \leq 450$ mm (pasal 12.5.4)

Plat 2 arah : $s \leq 2.h$ dan $s \leq 450$ mm (pasal 15.3.2)

b. Tulangan bagi

$s \leq 5.h$ atau $s \leq 450$ mm (Pasal 9.12.2.2)

7. Luas Tulangan Plat minimum

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 $f_y \geq 400$ Mpa, Maka $A_s \geq 0,0014.b.h$

8. Macam Pembebanan

Macam-macam beban yang direncanakan dan perlu dipertimbangkan kemungkinan terjadi sesuai Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Gedung SNI 03-2847-2002, antara lain :

a. Beban Mati (*Dead Load*(qD))

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 3.7 Besar Beban Mati untuk Material Bangunan

Material	Specific Gravity (Kg/m ³)
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 3.8 Besar Beban Mati Untuk Komponen Bangunan

Komponen	Berat Satuan (Kg/m ²)
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 (*Life load (qL)*)

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

Tabel 3.9 Beban Hidup Untuk Struktur Bangunan

Komponen	Beban (Kg/m ²)
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,	400

u m b	bioskop, dan ruang mesin atau alat	
	Balkon atau tangga	300
	Lantai gedung parkir : S - Lantai bawah	800
	- Lantai atas	400

er : SNI Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung

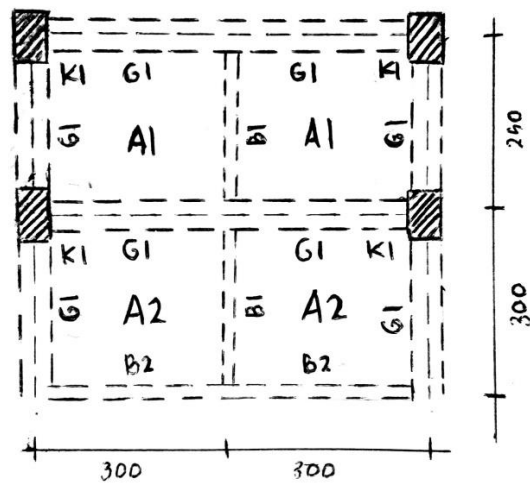
SNI 03-1727-1989

3.4 Konsep Perhitungan Tulangan

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 Perhitungan Plat Lantai

Konstruksi pada Proyek Urban Signature Ciracas ini menggunakan perencanaan tulangan dengan system plat dua arah (two way slab).



Gambar 3.18 Denah Plat Lantai

Berikut ini adalah data-data penunjang Perhitungan Plat Lantai :

- Mutu Beton (f_c) = 35 MPa
- Mutu Baja (f_y) = 400 MPa
- Beban Beton Bertulang = 2400 kg/m³
- Tebal Spesi (ts) = 0,02 m
- Tebal Keramik (t_k) = 0,01 m
- Berat Jenis Beton = 24 KN/m³
- Berat Jenis Keramik = 24 KN/m³
- Berat Jenis Spesi = 21 KN/m³
- Berat Jenis Plafond = 0,18 KN/m³

Berdasarkan Pasal 3.15 SK SNI T-15-1991-03 Modulus elastisitas untuk beton dihitung dengan rumus :

$$E_c = 4700 * \sqrt{F'c}$$

$$E_c = 4700 * \sqrt{35}$$

$$E_c = 27.805 \text{ Mpa}$$

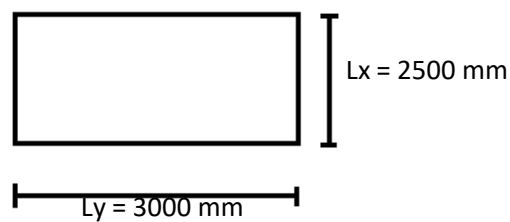
3.5.1 Menentukan Tebal Plat Lantai

Pada penentuan tebal plat lantai, penulis mengikuti Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013 Tabel 9.5(a) yang menjelaskan bahwa tebal plat lantai dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$\text{➤ Tebal Plat Lantai} = L_x/30$$

Dengan demikian tebal plat lantai proyek Gedung DPRD Kabupaten Pematang dapat dihitung sebagai berikut :

1. Plat Lantai Type A1



Gambar 3.19 Dimensi Plat Type A1

Data-data Dimensi Plat Lantai :

L_n = Panjang Bentang Memanjang

$$\text{➤ } L_n = L_y \text{ (Pasal 10.7 SNI 03-2847-2002)}$$

$$L_n = 3000 \text{ mm}$$

$$= 300 \text{ cm}$$

$$\text{➤ } \beta = L_y/L_x$$

$$= 300 / 250 \text{ cm}$$

$$= 1,2 \text{ cm}$$

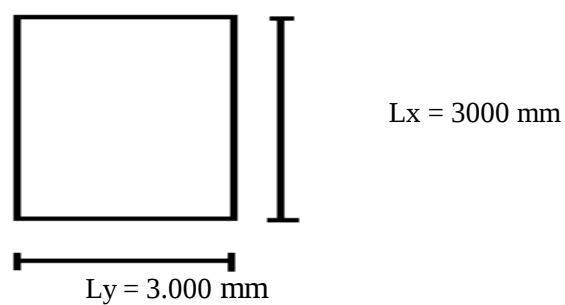
$$\text{➤ Tebal Plat Lantai} = L_x/30$$

$$= 250/30$$

$$= 8,3 \text{ cm}$$

Jadi tebal plat yang digunakan pada **Plat Type A1** adalah **9 cm**.

2. Plat Lantai Type A2



Gambar 3.20 Dimensi Plat Type A2

Data-data Dimensi Plat Lantai :

L_n = Panjang Bentang Memanjang

$$\text{➤ } L_n = L_y \text{ (Pasal 10.7 SNI 03-2847-2002)}$$

$$L_n = 3000 \text{ mm}$$

$$= 300 \text{ cm}$$

$$\text{➤ } \beta = L_y/L_x$$

$$= 300 / 300 \text{ cm}$$

$$= 1,00 \text{ cm}$$

$$\text{➤ } \text{Tebal Plat Lantai} = L_x/30$$

$$= 300 / 30$$

$$= 10 \text{ cm}$$

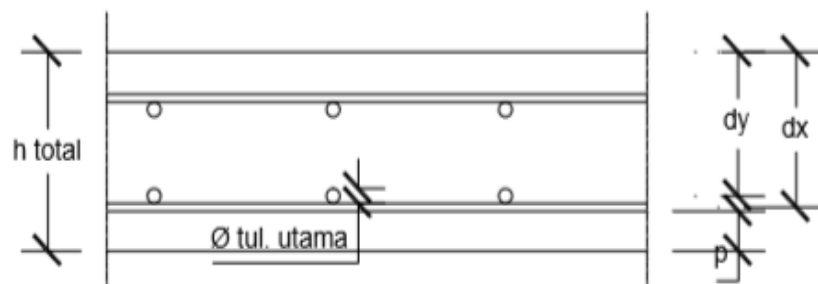
Jadi tebal plat yang digunakan pada **Plat Type A2** adalah **10 cm**.

3.5.2 Menentukan Tinggi Efektif Plat Lantai

Berikut ini adalah data-data penunjang perhitungan tinggi efektif plat lantai :

1. Plat Lantai Type A1

- Tebal selimut beton (p) = 20 mm
- Ø Tulangan Utama = 10 mm
- Tebal Plat Lantai = 120 mm

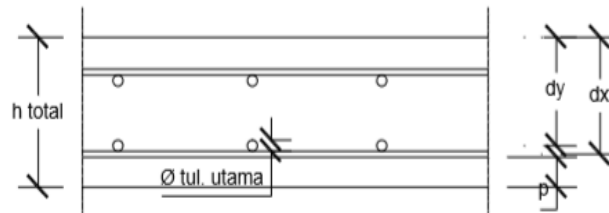


Gambar 3.21 Ilustrasi Tinggi Efektif Plat Lantai

- d efektif x $= h - p - \frac{1}{2} \varnothing$
 $= 120 - 20 - (0,5 \times 10)$
 $= 95 \text{ mm}$
- d efektif y $= h - p - \frac{1}{2} \varnothing - 1\varnothing$
 $= 120 - 20 - \frac{1}{2} (10) - 1(10)$
 $= 85 \text{ mm}$

2. Plat Lantai Type A2

- Tebal selimut beton (p) = 20 mm
- Ø Tulangan Utama = 10 mm
- Tebal Plat Lantai = 120 mm



Gambar 3.22 Ilustrasi Tinggi Efektif Plat Lantai

- $d \text{ efektif } x = h - p - \frac{1}{2} \varnothing$
- $= 120 - 20 - (0,5 \times 10)$
- $= 95 \text{ mm}$
- $d \text{ efektif } y = h - p - \frac{1}{2} \varnothing - 1\varnothing$
- $= 120 - 20 - \frac{1}{2} (10) - 1(10)$
- $= 85 \text{ mm}$

3.5.3 Perhitungan Pembebanan Plat Lantai

1. Plat Lantai Type A1

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

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Berat sendiri plat} &= \text{Tebal Plat} \times \text{BJ Beton} \times b \\
 &= 0,12 \times 24 \text{ KN/m}^3 \times 1\text{m} \\
 &= 2,88 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Berat Spesi} &= \text{Tebal Spesi} \times \text{BJ spesi} \times b \\
 &= 0,02 \times 21 \text{ KN/m}^3 \times 1\text{m}
 \end{aligned}$$

$$= 0,42 \text{ KN/m}^2$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ Berat Keramik} &= \text{Tebal Keramik} \times \text{BJ Keramik} \times b \\ &= 0,01 \times 24 \text{ KN/m}^3 \times 1\text{m} \\ &= 0,24 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4) \text{ Berat Plafond} &= (\text{BJ Plafond} + \text{BJ Penggantung}) \times 1 \\ &= 0,20 \text{ KN/m}^3 \times 1\text{m} \\ &= 0,20 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Total } W_D &= \text{Berat sendiri plat} + \text{Berat spesi} + \text{Berat} \\ &\quad \text{Keramik} + \text{Berat plafond} \\ &= 2,88 + 0,42 + 0,24 + 0,20 \\ &= 3,71 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

• **Beban Hidup (W_L)** $\longrightarrow$ (PPPURG -1987 TABEL 2)

$$W_L = 2,50 \text{ KN/m}^2$$

• **Beban Berfaktor (W_U)** $\longrightarrow$ (SNI 03- 2847-2002 Pasal 11.2-1)

$$\begin{aligned} W_U &= 1,2 W_D + 1,6 W_L \\ &= 1,2 (3,71) + 1,6 (2,50) \\ &= 8,452 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

2. Plat Lantai Type A2

• **Beban Mati (W_D)** $\longrightarrow$ (PPPURG — 1987 Tabel 1)

$$\begin{aligned} 1) \text{ Berat sendiri plat} &= \text{Tebal Plat} \times \text{BJ Beton} \times b \\ &= 0,12 \times 24 \text{ KN/m}^3 \times 1\text{m} \\ &= 2,88 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ Berat Spesi} &= \text{Tebal Spesi} \times \text{BJ spesi} \times b \\ &= 0,02 \times 21 \text{ KN/m}^3 \times 1\text{m} \end{aligned}$$

$$= 0,42 \text{ KN/m}^2$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ Berat Keramik} &= \text{Tebal Keramik} \times \text{BJ Keramik} \times b \\ &= 0,01 \times 24 \text{ KN/m}^3 \times 1\text{m} \\ &= 0,24 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4) \text{ Berat Plafond} &= (\text{BJ Plafond} + \text{BJ Penggantung}) \times 1 \\ &= 0,20 \text{ KN/m}^3 \times 1\text{m} \\ &= 0,20 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

- **Berat Total W_D** = Berat sendiri plat + Berat spesi + Berat Keramik + Berat plafond

$$\begin{aligned} &= 2,88 + 0,42 + 0,24 + 0,20 \\ &= 3,71 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

- **Beban Hidup (W_L)** $\longrightarrow$ (PPPURG -1987 TABEL 2)

$$W_L = 2,50 \text{ KN/m}^2$$

- **Beban Berfaktor (W_U)** $\longrightarrow$ SNI 03- 2847-2002 Pasal 11.2-1

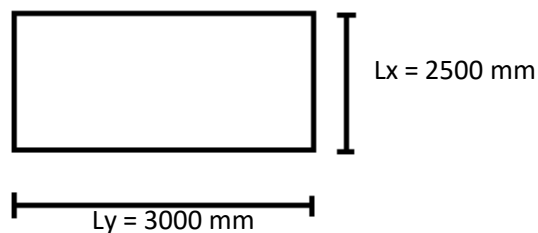
$$\begin{aligned} W_U &= 1,2 W_D + 1,6 W_L \\ &= 1,2 (3,71) + 1,6 (2,50) \\ &= 8,452 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

3.5.4 Menghitung Momen yang bekerja

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

(Tabel terlampir).

1. Plat Lantai Type A1



Gambar 3.23 Posisi Tumpuan Jepit Plat Lantai Type A1

Dari Tabel Gideon didapat :

$$C = \frac{l_y}{l_x} = 32,5^{\frac{3}{2,5}} = 1,2$$

$$\begin{array}{lll} \text{Maka,} & C_{lx} = 34 & C_{tx} = 63 \\ & C_{ly} = 22 & C_{ty} = 54 \end{array}$$

- Dengan Beban Berfaktor $W_U = 8,452 \text{ KN/m}^2$

Momen yang terjadi :

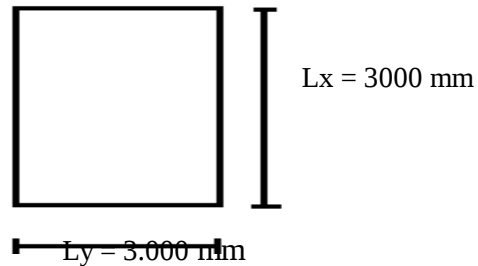
$$\begin{aligned} M_{Lx} &= 0,001 \times W_U \times L_x^2 \times C_{lx} \\ &= 0,001 \times 8,452 \times (2,5)^2 \times 34 \\ &= 1,796 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Ly} &= 0,001 \times W_U \times L_x^2 \times C_{ly} \\ &= 0,001 \times 8,452 \times (2,5)^2 \times 22 \\ &= 1,162 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Tx} &= -0,001 \times W_U \times L_x^2 \times C_{tx} \\ &= -0,001 \times 8,452 \times (2,5)^2 \times 63 \\ &= -3,328 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Ty} &= -0,001 \times W_U \times L_x^2 \times C_{ty} \\ &= -0,001 \times 8,452 \times (2,5)^2 \times 54 \\ &= -2,852 \text{ KNm} \end{aligned}$$

2. Plat Lantai Type A2



Gambar 3.24 Posisi Tumpuan Jepit Plat Lantai Type A2

Dari Tabel Gideon didapat :

$$C = \frac{l_y}{l_x} = \frac{3}{3} = 1$$

Maka,

$Cl_x = 25$	$Ctx = 51$
$Cly = 25$	$Cty = 51$

- Dengan Beban Berfaktor $W_U = 8,452 \text{ KN/m}^2$

Momen yang terjadi :

$$\begin{aligned} ML_x &= 0.001 \times W_U \times L_x^2 \times Cl_x \\ &= 0,001 \times 8,452 \times (3)^2 \times 25 \\ &= 1,9017 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ML_y &= 0.001 \times W_U \times L_x^2 \times Cl_y \\ &= 0,001 \times 8,452 \times (3)^2 \times 25 \\ &= 1,9017 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MT_x &= -0.001 \times W_U \times L_x^2 \times Ctx \\ &= -0,001 \times 8,452 \times (3)^2 \times 51 \\ &= -3,879 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MT_y &= -0.001 \times W_U \times L_x^2 \times Cty \\ &= -0,001 \times 8,452 \times (3)^2 \times 51 \end{aligned}$$

$$= -3,879 \text{ KNm}$$

Tabel 3.10 Tabel Perhitungan Momen Plat Lantai

Tipe Plat		$W_u \times Lx^2$	M_{lx}	M_{ly}	M_{tx}	M_{ty}
		Kn	kNm	kNm	kNm	KNm
Tipe A1	Ly = 3.000 mm	12,1708	1,796	1,162	-3,328	-2,852
	Lx = 2.500 mm					
	Ly/Lx = 1,2 mm					
Tipe A2	Ly = 3.000 mm	8,452	1,9017	1,9017	-3,879	-3,879
	Lx = 3.000 mm					
	Ly/Lx = 1 mm					

Jadi, Momen yang dipakai (terbesar) adalah :

- $M_{lx} = 1,9017 \text{ kNm}$
- $M_{ly} = 1,9017 \text{ kNm}$
- $M_{tx} = 3,879 \text{ kNm}$
- $M_{ty} = 3,879 \text{ kNm}$
- $J_{dx} = 0,8 \times dx = 0,8 \times 95 = 76$
- $J_{dy} = 0,8 \times dy = 0,8 \times 85 = 68$
- Tinggi efektif, $dx = h - p - \frac{1}{2} \emptyset$
 $= 120 - 20 - \frac{1}{2} (10)$
 $= 95 \text{ mm}$
- Tinggi efektif, $dy = h - p - \frac{1}{2} \emptyset - 1\emptyset$
 $= 120 - 20 - \frac{1}{2} (10) - 1(10)$
 $= 85 \text{ mm}$

3.5.5 Menghitung Kebutuhan Tulangan Plat Lantai

1. Plat Lantai Type S31

a. Penulangan Lapangan Arah X :

- M_{lx} = 1,769 kNm
- $\varnothing$ tulangan = 10 mm
- Panjang Efektif (d_x) = 95 mm

$$\bullet \quad K = \frac{M_u}{b \cdot d_x^2} = \frac{8,192}{1 \cdot (0,115)^2} = 0,199 \text{ MPa}$$

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

$$\bullet \quad A_s \geq 0,0018 b \cdot h$$

$$\bullet \quad \rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad A_s \text{ rencana} &= \rho_{\text{min}} \times b \times d_x \\ &= 0,0035 \times 1000 \times 95 \\ &= 332,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\bullet \quad A_s \geq 0,0018 b \cdot h$$

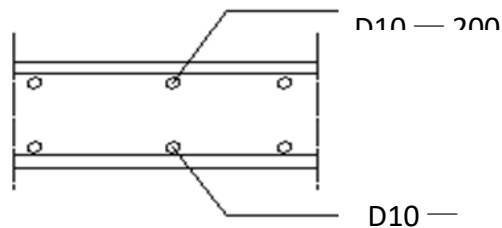
$$A_s \geq 0,0018 \times 1000 \times 120$$

$$A_s \geq 216 \text{ mm}^2$$

- $s \leq 3 \cdot h$ dan $s \leq 450 \text{ mm}$ (pasal 12.5.4)

Jadi, Tulangan yang digunakan pada area Lapangan arah X Plat Type

A1 adalah Ø10-200 → $A_s = 393 \text{ mm}^2$; tabel A-5 (Tabel terlampir)



Gambar 3.25 Detail Penampang Tulangan Lapangan Arah X Plat Type A1

b. Penulangan Lapangan Arah Y :

- M_{ly} = 1,162 kNm
- Ø tulangan = 10 mm
- Panjang Efektif (d_y) = 85 mm

$$\bullet \quad K = \frac{M_u}{b \cdot d_y^2} = \frac{1,162}{1 \cdot (0,85)^2} = 1,621 \text{ MPa}$$

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

$$\bullet \quad \rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad A_s \text{ rencana} &= \rho_{\text{min}} \times b \times d_y \\ &= 0,0035 \times 1000 \times 85 \\ &= 297,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\bullet \quad A_s \geq 0,0018 b \cdot h$$

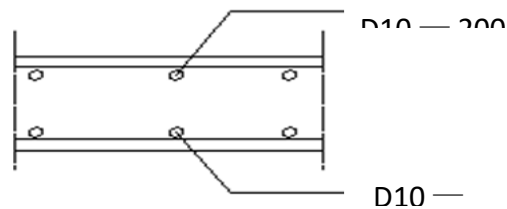
$$A_s \geq 0,0018 \times 1000 \times 120$$

$$A_s \geq 216 \text{ mm}^2$$

- $s \leq 3.h$ dan $s \leq 450 \text{ mm}$ (pasal 12.5.4)

Jadi, Tulangan yang digunakan pada area Lapangan arah Y Plat Type

A1 adalah Ø10-200 → $A_s = 393 \text{ mm}^2$; Tabel A-5 (Tabel terlampir)



Gambar 3.26 Detail Penampang Tulangan Lapangan Arah Y Plat Type A1

c. Penulangan Tumpuan Arah X :

- $M_{tx} = 3,328 \text{ kNm}$
- $\varnothing$ tulangan = 10 mm
- Panjang Efektif (d_x) = 95 mm

$$\bullet \quad K = \frac{M_u}{b \cdot d_x^2} = \frac{3,328}{1 \cdot (0,95)^2} = 3,328 \frac{1}{(0,95)^2} = 0,368 \text{ MPa}$$

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

$$\bullet \quad \rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad A_s \text{ rencana} &= \rho_{\text{min}} \times b \times d_x \\ &= 0,0035 \times 1000 \times 95 \end{aligned}$$

$$= 332,5 \text{ mm}$$

- $A_s \geq 0,0018 b.h$

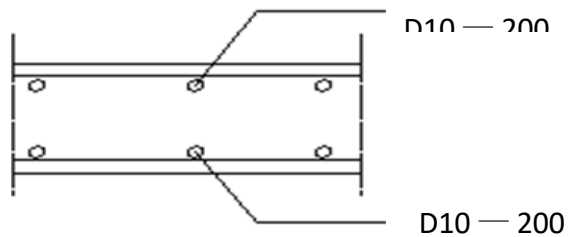
$$A_s \geq 0,0018 \times 1000 \times 120$$

$$A_s \geq 216 \text{ mm}^2$$

- $s \leq 3.h$ dan $s \leq 450 \text{ mm}$ (pasal 12.5.4)

Jadi, Tulangan yang digunakan pada area Lapangan arah X Plat Type

A1 adalah Ø10-200 → $A_s = 393 \text{ mm}^2$; Tabel A-5 (Tabel terlampir)



Gambar 3.27 Detail Penampang Tulangan Tumpuan Arah X Plat Type A1

d. Penulangan Lapangan Arah Y :

- $M_{ty} = 2,852 \text{ kNm}$
- $\varnothing$ tulangan = 10 mm
- Panjang Efektif (d_y) = 85 mm

- $K = M_{ub} \cdot d_y^2 \frac{\frac{M_u}{b \cdot d_y^2}}{1 \cdot (0,95)^2} = 2,852 \cdot (0,95)^2 \frac{2,852}{1 \cdot (0,95)^2} = 0,445 \text{ MPa}$

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

- ρ minimum $= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$

- As rencana $= \rho_{\min} \times b \times d$
 $= 0,0035 \times 1000 \times 85$
 $= 297,5 \text{ mm}$

- $A_s \geq 0,0018 b \cdot h$

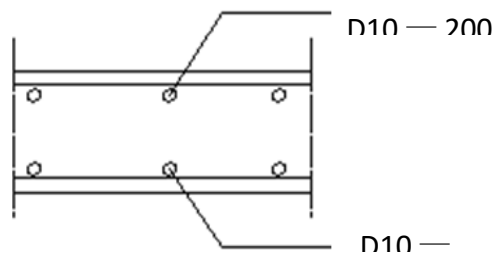
$$A_s \geq 0,0018 \times 1000 \times 120$$

$$A_s \geq 216 \text{ mm}^2$$

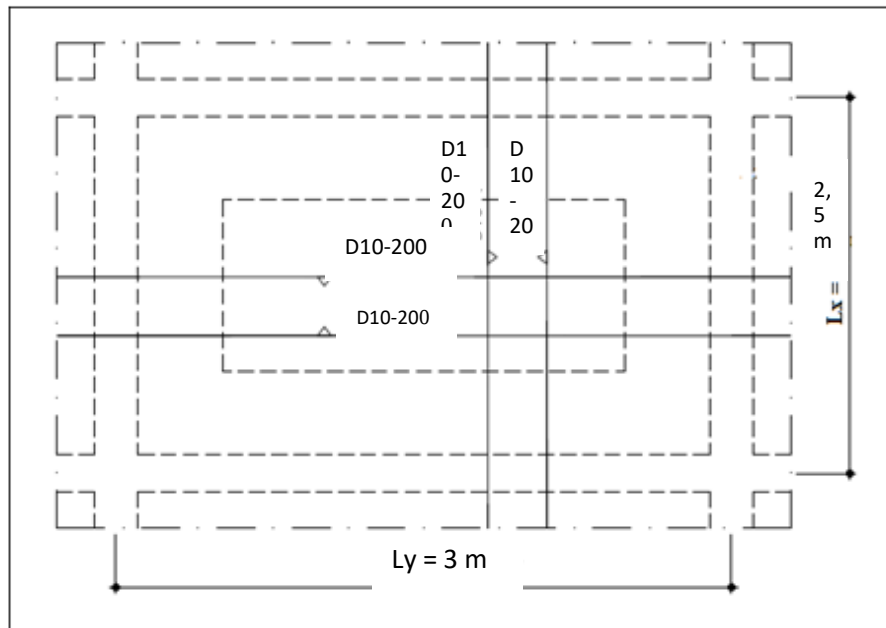
- $s \leq 3 \cdot h$ dan $s \leq 450 \text{ mm}$ (pasal 12.5.4)

Jadi, Tulangan yang digunakan pada area Lapangan arah Y Plat Type

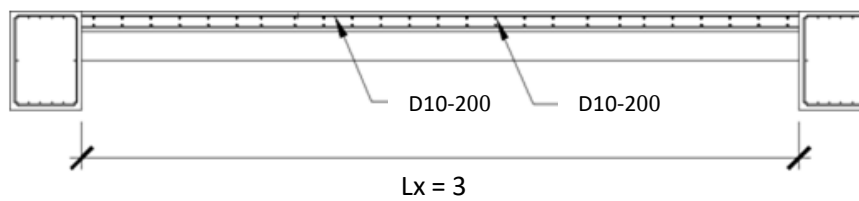
A1 adalah Ø10-200 → $A_s = 393 \text{ mm}^2$; Tabel A-5 (Tabel terlampir)



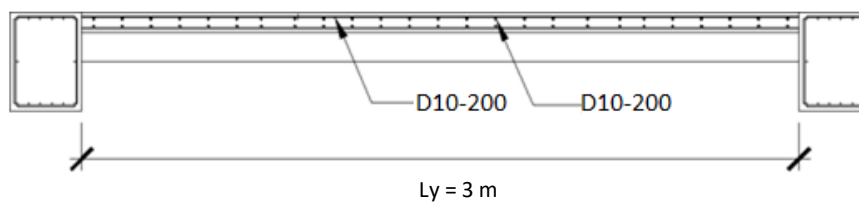
Gambar 3.28 Detail Penampang Tulangan Lapangan Arah Y Plat Type A1



Gambar 3.29 Denah Penulangan Plat Lantai Type A1



Gambar 3.304 Potongan Melintang arah x Plat Lantai Type A1



Gambar 3.31 Potongan Melintang arah y Plat Lantai Type A1

2. Plat Lantai Type A2

a. Penulangan Lapangan Arah X :

- $M_{lx} = 1,9017 \text{ kNm}$

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

- $\text{Panjang Efektif (dx)} = 95 \text{ mm}$

- $K = \frac{M_u}{b \cdot d \cdot x^2} = \frac{1,9017}{1 \cdot (0,95)^2} = 0,210 \text{ MPa}$

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

- $A_s \geq 0,0018 b \cdot h$

- $\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$

- $A_s \text{ rencana} = \rho_{\text{min}} \times b \times dx$
 $= 0,0035 \times 1000 \times 95$
 $= 332,5 \text{ mm}$

- $A_s \geq 0,0018 b \cdot h$

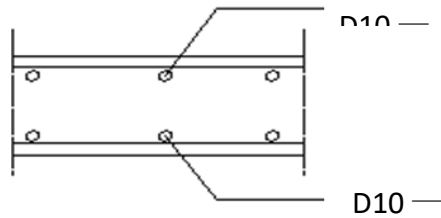
$$A_s \geq 0,0018 \times 1000 \times 120$$

$$A_s \geq 216 \text{ mm}^2$$

- $s \leq 3 \cdot h \text{ dan } s \leq 450 \text{ mm (pasal 12.5.4)}$

Jadi, Tulangan yang digunakan pada area Lapangan arah X Plat Type

A2 adalah Ø10-200 → $A_s = 393 \text{ mm}^2$; Tabel A-5 (Tabel terlampir)



Gambar 3.16 Detail Penampang Tulangan Lapangan Arah X Plat Type A2

b. Penulangan Lapangan Arah Y :

- M_{ly} = 1,9017 kNm
- $\varnothing$ tulangan = 10 mm
- Panjang Efektif (d_y) = 85 mm

$$\bullet \quad K = \frac{M_u}{b \cdot d_x^2} = \frac{1,9017}{1 \cdot (0,85)^2} = 0,263 \text{ MPa}$$

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

$$\bullet \quad A_s \geq 0,0018 b \cdot h$$

$$\bullet \quad \rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad A_s \text{ rencana} &= \rho_{\text{min}} \times b \times d_x \\ &= 0,0035 \times 1000 \times 85 \\ &= 297,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\bullet \quad A_s \geq 0,0018 b \cdot h$$

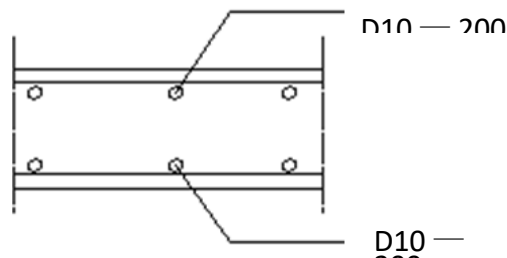
$$A_s \geq 0,0018 \times 1000 \times 120$$

$$A_s \geq 216 \text{ mm}^2$$

- $s \leq 3.h$ dan $s \leq 450 \text{ mm}$ (pasal 12.5.4)

Jadi, Tulangan yang digunakan pada area Lapangan arah Y Plat Type

A2 adalah Ø10-200 → $A_s = 393 \text{ mm}^2$; Tabel A-5 (Tabel terlampir)



Gambar 3.17 Detail Penampang Tulangan Lapangan Arah Y Plat Type A2

c. Penulangan Tumpuan Arah X :

- $M_{lx} = 3,879 \text{ kNm}$

- $\varnothing$ tulangan = 10 mm

- Panjang Efektif (d_x) = 95 mm

- $K = \frac{M_u}{b \cdot d_x^2} = \frac{3,879}{1 \cdot (0,95)^2} = 0,429 \text{ MPa}$

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

- $A_s \geq 0,0018 b \cdot h$

- $\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$

- $A_s \text{ rencana} = \rho_{\min} \times b \times d_x$
 $= 0,0035 \times 1000 \times 95$
 $= 332,5 \text{ mm}$

- $A_s \geq 0,0018 b.h$

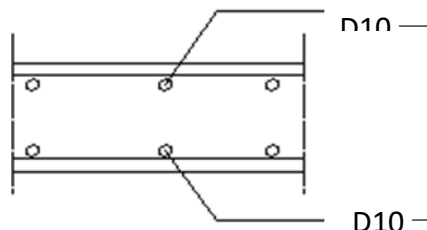
$$A_s \geq 0,0018 \times 1000 \times 120$$

$$A_s \geq 216 \text{ mm}^2$$

- $s \leq 3.h$ dan $s \leq 450 \text{ mm}$ (pasal 12.5.4)

Jadi, Tulangan yang digunakan pada area Tumpuan arah X Plat Type

A2 adalah Ø10-200 → $A_s = 393 \text{ mm}^2$; Tabel A-5 (Tabel terlampir)



Gambar 3.1832 Detail Penampang Tulangan Tumpuan Arah X Plat Type A2

d. Penulangan Tumpuan Arah Y :

- $M_{ly} = 3,879 \text{ kNm}$

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

- $\text{Panjang Efektif (d}_y\text{)} = 85 \text{ mm}$

- $K = M_{ub} \cdot d_x^2 \cdot \frac{\mu}{b \cdot d_x^2} = 3,879 \cdot (0,85)^2 \cdot \frac{3,879}{1 \cdot (0,85)^2} = 0,536 \text{ MPa}$

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

$$\bullet A_s \geq 0,0018 b.h$$

$$\bullet \rho \text{ minimum} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\begin{aligned} \bullet A_s \text{ rencana} &= \rho \text{ min} \times b \times d_x \\ &= 0,0035 \times 1000 \times 115 \\ &= 402,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\bullet A_s \geq 0,0018 b.h$$

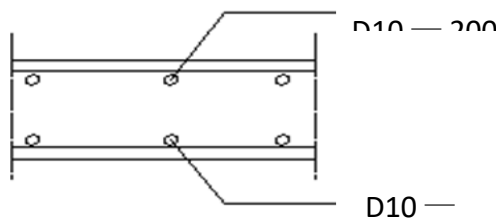
$$A_s \geq 0,0018 \times 1000 \times 120$$

$$A_s \geq 216 \text{ mm}^2$$

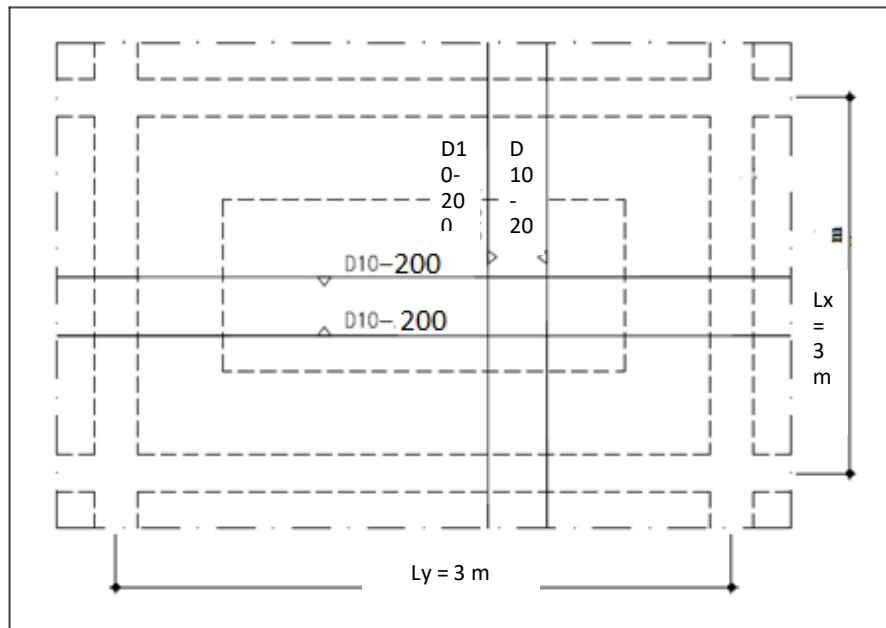
$$\bullet s \leq 3.h \text{ dan } s \leq 450 \text{ mm (pasal 12.5.4)}$$

Jadi, Tulangan yang digunakan pada area Tumpuan arah Y Plat Type

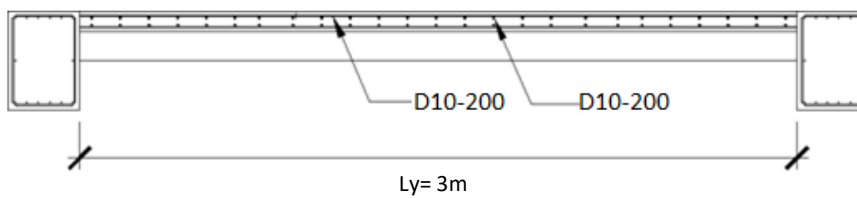
A2 adalah Ø10-200 → $A_s = 393 \text{ mm}^2$; Tabel A-5 (Tabel terlampir)



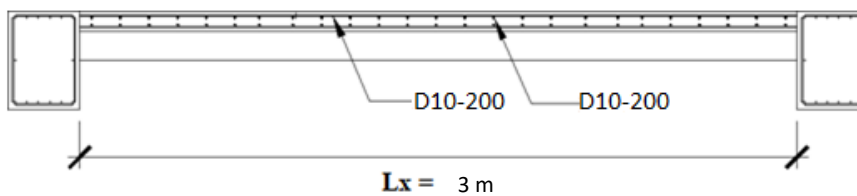
Gambar 3.19 Detail Penampang Tulangan Tumpuan Arah Y Plat Type A2



Gambar 3.33 Denah Penulangan Plat Lantai Type A2



Gambar 3.34 Potongan Melintang arah x Plat Lantai Type A2



Gambar 3.35 Potongan Melintang arah y Plat Lantai Type A2

3.5.6 Rekapitulasi Momen dan Penulangan

Tabel 3.11 Momen dan Penulangan Plat Lantai

No	Type Plat Lantai (mm)	Tebal Plat (mm)	L_y/L_x	C	Momen (Mu) (KNm)	K (MPa)	ρ	As Rencana (mm ²)	As Terpakai (mm ²)	Ø tulangan
1	A1	120	1,2	34	1,796	0,199	0,0035	332,5	393	Ø 10 — 200
2		120	1,2	22	1,162	0,160	0,0035	297,5	393	Ø 10 — 200
3		120	1,2	63	3,328	0,368	0,0035	332,5	393	Ø 10 — 200
4		120	1,2	54	2,852	0,445	0,0035	297,5	393	Ø 10 — 200
5	A2	120	1	25	1,9017	0,210	0,0035	332,5	393	Ø 10 — 200
6		120	1	25	1,9017	0,263	0,0035	297,5	393	Ø 10 — 200
7		120	1	51	3,879	0,429	0,0035	332,5	393	Ø 10 — 200
8		120	1	51	3,879	0,536	0,0035	297,5	393	Ø 10 — 200

Keterangan :

Nilai koef → didapat dari dasar — dasar perencanaan beton bertulang

Nilai Mu → didapat dari $W_u \cdot I_x^2 \cdot \text{koef}$

Nilai b → 1,00 m

Nilai d → pada arah x menggunakan $d = d_x$, sedangkan pada arah y menggunakan $d = d_y$

Nilai p_{min} → didapat dari dasar — dasar perencanaan beton bertulang

Nilai p_{max} → didapat dari dasar — dasar perencanaan beton bertulang

Nilai AS rencana → didapat dari : $p \cdot b \cdot d$ dimana p adalah p_{min} bila $p_{min} > p_{an}$ atau p_{an} jika $p_{an} > p_{min}$

Tulangan → didapat dari grafik dan perhitungan beton bertulang

BAB IV

PERHITUNGAN BALOK

4.1 Uraian Umum

Pada perencanaan balok memiliki peninjauan yang 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 plat 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 SNI- 1726-2002.

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

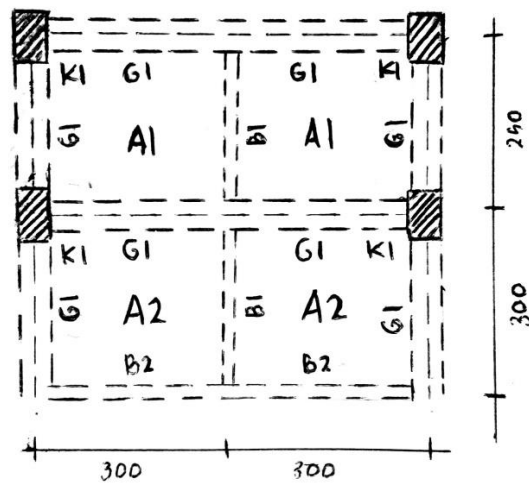
Perhitungan pembebanan dengan menggunakan system amlop dengan menggunakan sudut 45° . Ada dua macam pembebanan yang dihasilkan dari system amlop ini yaitu segitiga dan trapesium untuk perhitungan pembebanan yang diperhitungkan antara lain beban mati dan beban hidup, sedangkan untuk analisa statika meliputi 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 adalah data — data perencanaan balok As :

- Mutu Beton (f_c) = 35 MPa
- Mutu Baja (f_y) = 40 MPa
- Beban Beton Bertulang = 2400 kg/m³



Gambar 4.9 Denah Balok As 5-6/ J-K'

4.4.2 Beban Akibat Plat Lantai

Plat Lantai Type A1

➤ Beban Mati (W_D) (PPPURG — 1987 Tabel 1)

- | | |
|-----------------------|--|
| 1) Berat sendiri plat | = Tebal Plat x BJ Beton x b |
| | = $0,12 \times 24 \text{ KN/m}^3 \times 1\text{m}$ |
| | = $2,88 \text{ KN/m}^2$ |
| 2) Berat Spesi | = Tebal Spesi x BJ spesi x b |
| | = $0,02 \times 21 \text{ KN/m}^3 \times 1\text{m}$ |
| | = $0,42 \text{ KN/m}^2$ |
| 3) Berat Keramik | = Tebal Keramik x BJ Keramik x b |
| | = $0,01 \times 24 \text{ KN/m}^3 \times 1\text{m}$ |

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

$$\begin{aligned} 4) \text{ Berat Plafond} &= (\text{BJ Plafond} + \text{BJ Penggantung}) \times 1 \\ &= 0,20 \text{ KN/m}^3 \times 1\text{m} \\ &= 0,20 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } \textbf{Berat Total } W_D &= \text{Berat sendiri plat} + \text{Berat spesi} + \\ &\quad \text{Berat keramik} + \text{Berat Plafond} \\ &= 2,88 + 0,42 + 0,24 + 0,20 \\ &= 3,74 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

➤ **Beban Hidup (W_L)** (PPPURG -1987 TABEL 2)

$$W_L = 2,50 \text{ KN/m}^2$$

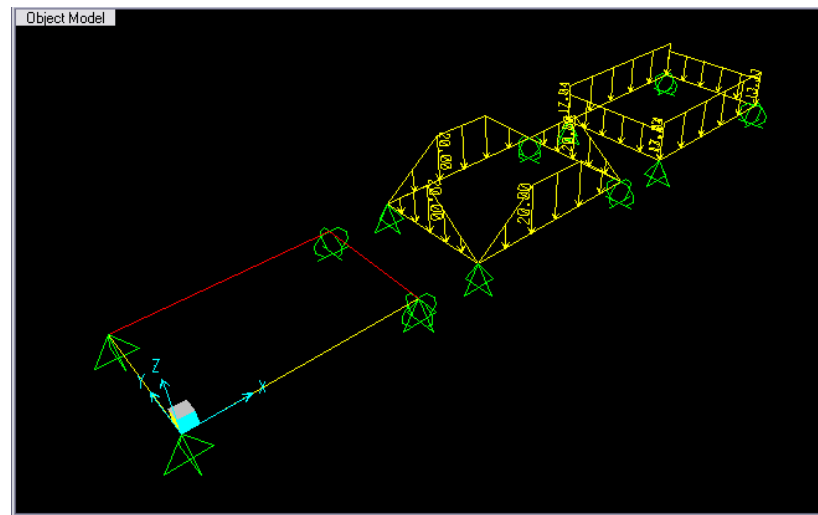
➤ **Beban Berfaktor (W_U)** (SNI 03- 2847-2002 Pasal 11.2-1)

$$\begin{aligned} W_U &= 1,2 W_D + 1,6 W_L \\ &= 1,2 (3,74) + 1,6 (2,50) \\ &= 8,488 \text{ KN/m}^2 \end{aligned}$$

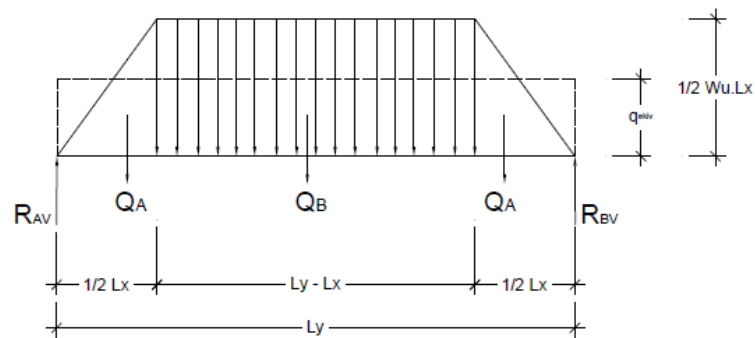
4.5 Analisa Perhitungan Beban yang Bekerja pada Balok

- Perhitungan Lebar Equivalent

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



Gambar 4.10 Ilustrasi Pembebanan Equivalent



1. Lebar Equivalent Tipe I

Dimana :

Gambar 4. 11 Ilustrasi Pembebanan Trapezium

$$R_{av} = R_{bv} = q \cdot (1-a)/2 \quad q = \frac{1}{2} W_u \cdot L_x$$

$$I = I_y \quad a = \frac{1}{2} L_x$$

Maka :

$$R_A = R_B = \frac{\frac{1}{2} W_u L_x (L_y - \frac{1}{2} L_x)}{2}$$

$$= \frac{1}{8} W_u L_x (2L_y - L_x)$$

$$M_{max} = \frac{1}{24} W_u (3L_y^2 - 4L_x^2)$$

$$= \frac{1}{24} W_u L_x (3L_y^2 - 4 \cdot \frac{1}{2} L_x^2)$$

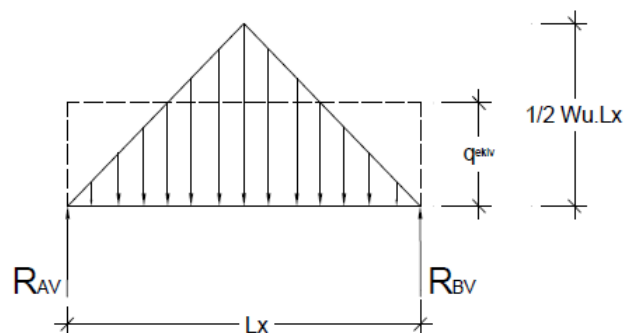
$$= \frac{1}{48} W_u L_x (3L_y^2 - L_x^2)$$

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

$$\frac{1}{8} Q_{ek} I_y^2 = \frac{1}{48} W_u L_x (3L_y^2 - L_x^2)$$

$$Q_{ek} = \frac{1}{6} L_x \left[3 - \left[3 - 4 \left(\frac{L_x}{2L_y} \right)^2 \right] \right]$$

2. Lebar Equivalent Tipe II



Gambar 4.12 Ilustrasi Pembebanan Segitiga

$$\begin{aligned}
 R_A = R_B &= \text{skw } 12^{1/2} \cdot [q \cdot Lx \cdot \text{skw } 12 \cdot \text{skw } 12 + q \cdot Lx \cdot \text{skw } 12 \cdot \text{skw } 12] \\
 &= \text{skw } 12^{1/2} \cdot [(q \cdot Lx \cdot 1/2 \cdot 1/2) + (q \cdot Lx \cdot 1/2 \cdot 1/2)] \\
 &= \text{skw } 12^{1/2} \cdot [q \cdot Lx \cdot \text{skw } 14 + q \cdot Lx \cdot \text{skw } 14] \\
 &= \text{skw } 12^{1/2} \cdot [(q \cdot Lx \cdot 1/4) + (q \cdot Lx \cdot 1/4)] \\
 &= \text{skw } 12^{1/2} \cdot q \cdot Lx
 \end{aligned}$$

Jika $q = \text{skw } 12^{1/2} \cdot W_u \cdot Lx$, maka :

$$\begin{aligned}
 R_A = R_B &= \text{skw } 14^{1/4} \text{ skw } 12 W_u \cdot Lx^{(1/2 W_u \cdot Lx)} \cdot Lx \\
 &= \text{skw } 18^{1/8} W_u \cdot Lx^2
 \end{aligned}$$

Maka segitiga ditengah bentang :

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= R_A \cdot \text{skw } 12^{1/2} \cdot Lx - [q \cdot Lx \cdot \text{skw } 12 \cdot \text{skw } 12 \cdot Lx \cdot \text{skw } 12 \cdot \text{skw } 13] \\
 &= R_A \cdot \text{skw } 12^{1/2} \cdot Lx - [q \cdot Lx \cdot 224 \cdot \left(\frac{q \cdot Lx^2}{24}\right)]
 \end{aligned}$$

Jika $R_A = \text{skw } 18^{1/8} \cdot W_u \cdot Lx^2$ dan $q = \text{skw } 12^{1/2} W_u \cdot Lx$, maka :

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= \text{skw } 18 W_u \cdot Lx^2^{(1/8 W_u \cdot Lx^2)} \cdot \text{skw } 12^{1/2} Lx - \text{skw } 12 W_u \cdot Lx \cdot \text{skw } Lx 224 \left(\frac{1/2 W_u \cdot Lx - Lx^2/24}{24}\right) \\
 &= \text{skw } 116^{1/16} W_u \cdot Lx^3 - \text{skw } 148^{1/48} W_u \cdot Lx^3
 \end{aligned}$$

$$M_{\max} = \text{skw } 124^{1/24} W_u \cdot Lx^3$$

Beban segitiga tersebut diekuivalensi menjadi beban persegi sehingga :

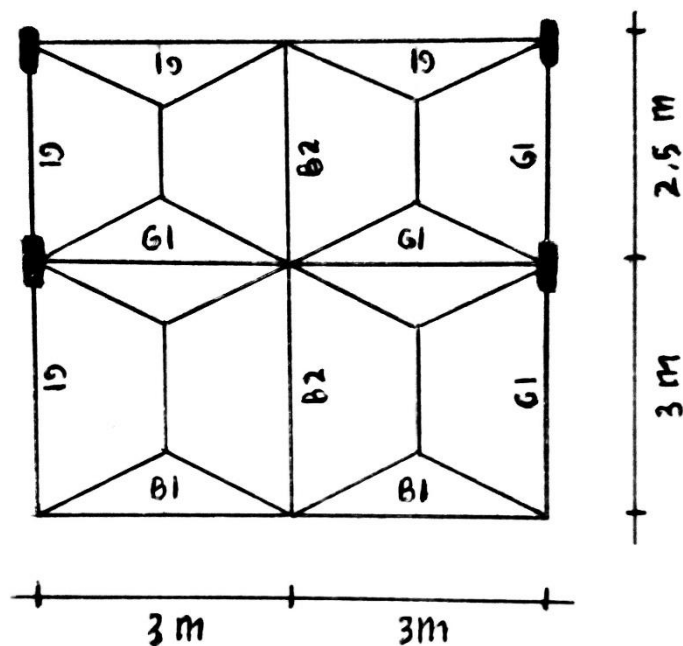
$$M_{\max} = \text{skw } 18^{1/8} q_{\text{eq}} \cdot Lx^2$$

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

$$\text{skw } 124^{1/24} W_u \cdot Lx^3 = \text{skw } 18^{1/8} q_{\text{eq}} \cdot Lx^2$$

$$Leq = 1/3 Lx$$

Perhitungan pembebanan balok menggunakan system amplop, pembebanan balok yang ditinjau pada lantai basement sebagai berikut :

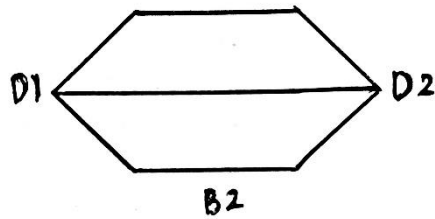


Gambar 4.13 Ilustrasi Pembebanan Balok Sistem Amplop

4.6 Perhitungan Balok Anak Basement Type B2

Data yang digunakan :

- Ø tulangan utama = 16 mm
- Ø tulangan Sengkang = 10 mm
- Tebal selimut beton = 30 mm
- Ukuran Balok B21 = 200 x 400 mm
- Jumlah Balok/Lantai = 2 buah



Gambar 4.14 Ilustrasi Pembebanan Sistem Amplop Balok Anak Type B2

$$L_x = 3 \text{ m} ; L_y = 3 \text{ m}$$

4.6.1 Perhitungan Balok Anak Type B1 As 5-6 / 5-6/ J-K'

A. Perhitungan Pembebanan

1. Menghitung Beban Equivalent

- Lebar Equivalent Trapesium Atas

$$L_x = 3 \text{ m} ; L_y = 3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Leq } D_1 &= \frac{1}{16} L_x \left[3 - 4 \frac{L_x^2}{L_y^2} \left[3 - 4 \left(\frac{L_x}{2L_y} \right)^2 \right] \right] \\ &= \frac{1}{16} (3) \left[3 - 4 \frac{3^2}{3^2} \left[3 - 4 \left(\frac{3}{2 \cdot 3} \right)^2 \right] \right] \\ &= 1 \text{ m} \end{aligned}$$

- Lebar Equivalent Trapesium Bawah

$$L_x = 4,45 \text{ m} ; L_y = 5 \text{ m}$$

$$\text{Leq } D_2 = \frac{1}{16} L_x \left[3 - 4 \frac{L_x^2}{L_y^2} \left[3 - 4 \left(\frac{L_x}{2L_y} \right)^2 \right] \right]$$

$$= 16^{\frac{1}{6}} (3) \left[3 - 4 \cdot \left(\frac{3}{3} \right)^2 \right]$$

$$= 1 \text{ m}$$

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

$$= 1 \text{ m} + 1 \text{ m}$$

$$= 2 \text{ m}$$

2. Menghitung Beban Hidup, Beban Mati, dan Terfaktor

- Beban Mati (qD)

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

$$= 0,20 \times (0,40 - 0,12) \times 2400$$

$$= 134,4 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban Plat} = (\text{Leq D1} + \text{Leq D2}) \times 400$$

$$= (1,00 + 1,00) \times 400$$

$$= 800 \text{ kg/m}$$

$$\text{TOTAL} = \text{Berat sendiri balok} + \text{Beban plat}$$

$$= 134,4 \text{ kg/m} + 800 \text{ kg/m}$$

$$= 934,4 \text{ kg/m}$$

- Beban Hidup (qL)

$$\mathbf{qL} = \text{Leq} \times \text{beban hidup yang dipakai}$$

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

$$= 500 \text{ kg/m}$$

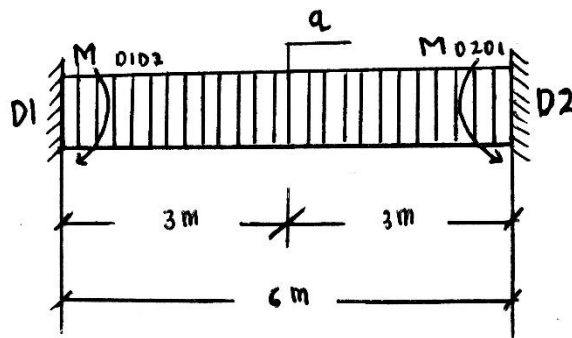
- Beban Berfaktor (qU)

$$\mathbf{qU} = 1,2 \text{ qD} + 1,6 \text{ qL}$$

$$= 1,2 (934,4) + 1,6 (500)$$

$$= 1932,08 \text{ kg/m}$$

B. Menghitung Momen dan Gaya Lintang



Gambar 4.6 Ilustrasi Momen dan Gaya Lintang

- $$M \text{ tumpuan} = 112^{\frac{1}{12}} \times q_u \times L^2$$

$$= 112^{\frac{1}{12}} \times 1932,08 \text{ kg/m} \times (6 \text{ m})^2$$

$$= 57,962 \text{ kNm}$$

- $$M \text{ lapangan} = 124^{\frac{1}{24}} \times q_u \times L^2$$

$$= 124^{\frac{1}{24}} \times 1932,08 \text{ kg/m} \times (6 \text{ m})^2$$

$$= 28,981 \text{ kNm}$$

- $$W_u = q_u \times L$$

$$= 1932,08 \text{ kg/m} \times 6 \text{ m}$$

$$= 11592,48 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad V_u &= 12^{\frac{1}{2}} \times W_u \times L \\
 &= 12^{\frac{1}{2}} \times 11592,48 \text{ kg} \times 6 \text{ m} \\
 &= 5796,24 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

C. Menghitung Jumlah Tulangan Utama dan Tulangan Sengkang

Data yang diperlukan :

- Ukuran Balok = 200 x 400 mm
- Ø tulangan utama = 16 mm
- Ø tulangan sengkang = 10 mm
- Tebal selimut beton (p) = 30 mm
- d = h — p — Ø sengkang — $\frac{1}{2}$ Ø tulangan utama
- = 400 — 30 — 10 — $\frac{1}{2}$ (10)
- = 352 mm

➤ Menghitung Tulangan Tumpuan

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad \rho_b &= 0,85 \times \beta_1 \times \frac{f'_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\
 &= 0,85 \times \beta_1 \times \frac{f'_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}
 \end{aligned}$$

$$= 0,85 \times 0,85 \times \frac{35}{400} \times 600600 +$$

$$\frac{600}{400 + 400}$$

$$= 0,0037$$

- $\rho_{\max} = 0,5 \rho_b$
 $= 0,5 \times 0,00379$
 $= 0,00185$

- $A_{s1} = \rho \times b \times d$
 $= 0,00185 \times 200 \times 352$
 $= 133,056 \text{ mm}$

- $a = \frac{A_{s1} \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b}$
 $= \frac{133,056 \times 400}{0,85 \times 35 \times 200}$
 $= 8,945$

- $M_{n1} = A_{s1} \times f_y \times d \left(d - \frac{a}{2} \right) \times 10^{-6}$
 $= 133,056 \times 400 \times 352 \times \left(352 - \frac{8,945}{2} \right) \times 10^{-6}$
 $= 18,496 \text{ kN.m}$

- $M_{u1} = \phi_{\text{tulangan}} \times M_{n1}$
 $= 0,16 \times 18,496$
 $= 2,959 \text{ kN.m}$

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ Mn2} &= \frac{M_{tump} - M_{u1}}{0,8} \\
 &= \frac{57,962 - 2,959}{0,8} \\
 &= 68,746 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= \text{tebal selimut beton} + \frac{1}{2} \phi \text{ tulangan} \\
 &= 30 \text{ mm} + \frac{1}{2}(16) \text{ mm} \\
 &= 38 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ fs} &= 1 - \frac{d'}{d} \times \left(\frac{600 + f_y}{600} \right) \\
 &= 1 - \frac{38}{352} \times \left(\frac{600 + 400}{600} \right) \\
 &= 492,045 \text{ MPa} \\
 \text{fs} &\geq f_y
 \end{aligned}$$

$$492,045 \text{ MPa} \geq 400 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ As2} &= \frac{M_{n2} \times 10^6}{f_y \times (d - d')} \\
 &= \frac{68,746 \times 10^6}{400 \times (352 - 38)} \\
 &= 38
 \end{aligned}$$

$$= 547,340 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ As} &= \text{As1} + \text{As2} \\ &= 133,056 + 547,340 \\ &= 680,396 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Untuk menentukan jumlah tulangan yang dipakai apabila menggunakan tulangan D16, maka di dapat :

➤ **Tulangan Tarik :**

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{As}}{0,25 \times \pi \times D^2} \\ &= \frac{680,396}{0,25 \times 3,14 \times 16^2} \\ &= 3,385 \approx 4 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

Jadi tulangan tarik tumpuan yang digunakan :

4D16 As = 804,2 mm²; **Tabel A-4 Buku Istimawan (Tabel terlampir)**

➤ **Tulangan Tekan :**

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{As2}}{0,25 \times \pi \times D^2} \\ &= \frac{547,340}{0,25 \times 3,14 \times 16^2} \\ &= 2,723 \approx 3 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

Jadi tulangan tekan tumpuan yang digunakan :

3D16 As = 603,2 mm²; **Tabel A-4 Buku Istimawan (Tabel terlampir)**

➤ Menghitung Tulangan Lapangan

$$\bullet \rho_b = 0,85 \times \beta_1 \times \frac{f'_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$= 0,85 \times 0,85 \times \frac{35}{400} \times \frac{600}{600 + 400}$$

$$= 0,00379$$

$$\bullet \rho_{\max} = 0,5 \rho_b$$

$$= 0,5 \times 0,00379$$

$$= 0,00189$$

$$\bullet A_{s1} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,00189 \times 200 \times 352$$

$$= 133,056 \text{ mm}$$

$$\bullet a = \frac{A_{s1} \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b}$$

$$= \frac{133,056 \times 400}{0,85 \times 35 \times 200}$$

$$= 8,945$$

$$\bullet M_{n1} = A_{s1} \times f_y \times d - a \times \left(d - \frac{a}{2} \right) \times 10^{-6}$$

$$= 133,056 \times 400 \times 352 - 8,945 \times \left(352 - \frac{8,945}{2} \right) \times 10^{-6}$$

$$= 18,496 \text{ kN.m}$$

- $$\begin{aligned} \bullet \quad M_{u1} &= \phi \text{ tulangan} \times M_{n1} \\ &= 0,16 \times 18,496 \\ &= 2,959 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

- $$\begin{aligned} \bullet \quad M_{n2} &= M_{lap} - M_{u1} \quad 0,8 \frac{M_{lap} - M_{u1}}{0,8} \\ &= 28,981 - 2,959 \quad 0,8 \frac{28,981 - 2,959}{0,8} \\ &= 32,527 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

- $$\begin{aligned} \bullet \quad f_s &= 1 - \frac{d'}{d} \times \left(\frac{600 + f_y}{600} \right) \\ &\quad \times 600 \\ &= 1 - \frac{38}{352} \times \left(\frac{600 + 400}{600} \right) \\ &\quad 400600 \times 600 \\ &= 492,045 \text{ MPa} \\ f_s &\geq f_y \end{aligned}$$

$$492,045 \text{ MPa} \geq 400 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{..OK}$$

- $$\begin{aligned} \bullet \quad A_{s2} &= \frac{M_{n2} \times 10^6}{f_y \times (d - d')} \\ &= \frac{32,527 \times 10^6}{400 \times (352 - 38)} \\ &= 258,972 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- $$\begin{aligned}
 A_s &= A_{s1} + A_{s2} \\
 &= 133,056 + 258,972 \\
 &= 392,028 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Untuk menentukan jumlah tulangan yang dipakai apabila menggunakan tulangan D16, maka di dapat :

➤ **Tulangan Tarik :**

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{A_s}{0,25 \times \pi \times D^2} \\
 &= \frac{392,028}{0,25 \times 3,14 \times 16^2} \\
 &= 2,950 \approx 3 \text{ tulangan}
 \end{aligned}$$

Jadi tulangan tarik lapangan yang digunakan

3D16 $A_s = 603,2 \text{ mm}^2$; **Tabel A-4 Buku Istimawan (Tabel terlampir)**

➤ **Tulangan Tekan :**

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{A_{s2}}{0,25 \times \pi \times D^2} \\
 &= \frac{258,972}{0,25 \times 3,14 \times 16^2} \\
 &= 2,288 \approx 3 \text{ tulangan}
 \end{aligned}$$

Jadi tulangan tekan lapangan yang digunakan

3D16 $A_s = 603,2 \text{ mm}^2$; **Tabel A-4 Buku Istimawan (Tabel terlampir)**

- **Menghitung Tulangan Sengkang**

$$W_u = 71592,48 \text{ MPa}$$

$$V_u = 5796,24 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \bullet v_u &= \frac{V_u}{0,8 \times b \times d} \\ &= \frac{5796,24}{0,8 \times 200 \times 352} \\ &= 0,1029 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \phi_{vc} &= \phi_{vc} \times b \times d \\ &= 0,5 \times 250 \times 447,5 \\ &= 35200 \text{ N} \\ &= 35,200 \text{ kN} \end{aligned}$$

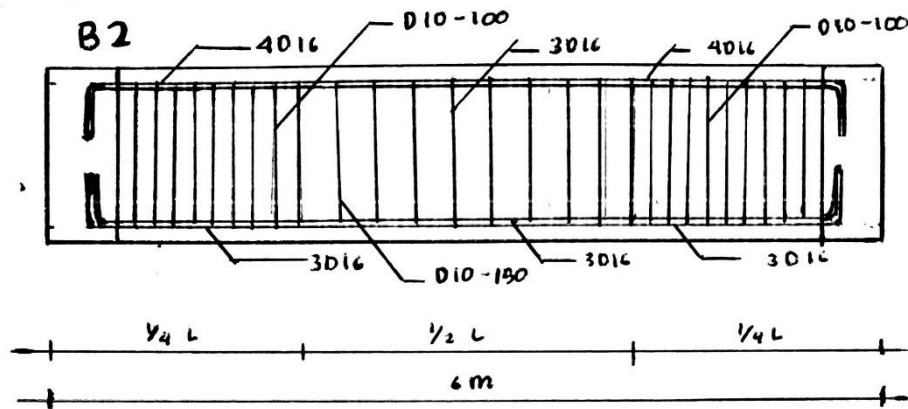
$$\begin{aligned} \bullet Y &= \frac{V_u - \phi_{vc}}{W_u} \\ &= \frac{5796,241 - 35,200}{71592,48} \\ &= 0,8046 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{As Sengkang} &= \frac{b \times y}{3 \times f_y} \\ &= \frac{200 \times 3800,46}{3 \times 400} \\ &= 633,41 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Menurut Tabel A-5 (Tabel terlampir) Luas Penampang Tulangan Baja Per Meter Panjang Plat berdasarkan SK-SNI T-15-1991-03 untuk

$A_s = 633,41 \text{ mm}^2$ dengan diameter tulangan sengkang $\varnothing 10$, maka dicari luas

yang mendekati yaitu : $\varnothing 10 - 100$ ($A_s = 785,4 \text{ mm}^2$)



Gambar 4.15 Potongan Memanjang Balok Anak Type B2

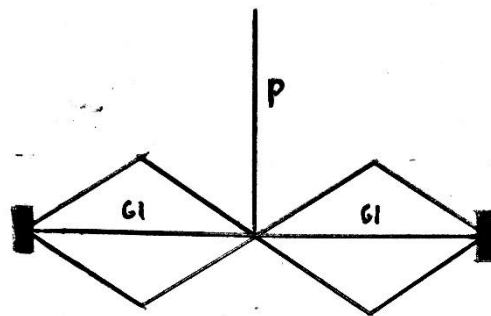
TYPE	BALOK : B2	
POSISI	TUMPUAN $\frac{1}{4} L$	LAPANGAN $\frac{1}{2} L$
POTONGAN		
TUL. ATAS	3 D16	3 D16
TUL. BAWAH	3 D16	3 D16
SENGKANG	D 10 - 100	D 10 - 150
TUL. PINGGANG	-	-

Gambar 4.16 Potongan Melintang Balok Anak Type B2

4.7 Perhitungan Balok Induk Type G1

Data yang digunakan :

- D tulangan utama = 22 mm
- D tulangan sengkang = 13 mm
- Tebal selimut beton = 30 mm
- Ukuran balok type G2B = 300 x 600 mm
- Jumlah balok = 6 buah



Gambar 4.9 Ilustrasi Pembebanan Sistem Amplop Balok Induk Type B2

4.8.1 Perhitungan Balok Induk Type G1 As K / 5-6

a. Perhitungan Pembebanan Pada Balok Type G1

- Menghitung beban *equivalent*

1. Lebar *Equivalent Segitiga Atas 1* :

$$L_x = 2,5 \text{ m} ; L_y = 3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Leq } D_1 &= 13 \cdot L_x^{\frac{1}{3}} \cdot L_y \\ &= 13 \cdot 2,5^{\frac{1}{3}} \cdot 2,5 \end{aligned}$$

$$= 0,833 \text{ m}$$

2. Lebar *Equivalent Segitiga Atas 2* :

$$L_x = 2,5 \text{ m} ; L_y = 3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Leq } D_2 &= 13 \cdot L_x^{\frac{1}{3}} \cdot L_x \\ &= 13 \cdot 2,5^{\frac{1}{3}} \cdot 2,5 \\ &= 0,833 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Lebar *Equivalent Segitiga Bawah 1* :

$$\begin{aligned} \text{Leq } D_3 &= 13 \cdot L_x^{\frac{1}{3}} \cdot L_x \\ &= 13 \cdot 3^{\frac{1}{3}} \cdot 3 \\ &= 1 \text{ m} \end{aligned}$$

4. Lebar *Equivalent Segitiga Bawah 2* :

$$\begin{aligned} \text{Leq } D_4 &= 13 \cdot L_x^{\frac{1}{3}} \cdot L_x \\ &= 13 \cdot 3^{\frac{1}{3}} \cdot 3 \\ &= 1 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Leq} &= \text{Leq } D_1 + \text{Leq } D_2 + \text{Leq } D_3 + \text{Leq } D_4 \\ &= 0,833 + 0,833 + 1 + 1 \\ &= 3,666 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan :

• **Menghitung Beban Hidup, Beban Mati, dan Beban**

Terfaktor

➤ **Beban Mati (q_D)**

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

$$= 0,30 \times (0,60 - 0,12) \times 2400$$

$$= 345,6 \text{ kg/m}$$

- Beban Plat = $2 \times L_{eq} \times 516 \text{ kg/m}$

$$= 2 \times 3,666 \times 516$$

$$= 3783,912 \text{ kg/m}$$

$$\text{TOTAL (qD)} = 4128,912 \text{ kg/m}$$

Beban akibat menopang balok anak (P)

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

$$= 0,20 \times (0,40 - 0,12) \times 2400$$

$$= 134,4 \text{ kg/m}$$

$$Q = P \times L$$

$$= 134,4 \times 6$$

$$= 806,4 \text{ kg/m}$$

$$P_{\text{total}} = 0,5 \times Q$$

$$= 0,5 \times 806,4$$

$$= \underline{403,2 \text{ kg/m}}$$

➤ **Beban hidup (qL)**

Beban hidup digunakan 250 kg/m²

$$\begin{aligned} qL &= Leq \times 250 \text{ kg/m}^2 \\ &= 3,666 \times 250 \\ &= 916,5 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

➤ **Beban berfaktor (qU)**

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= 1,2 (4128,912) + 1,6 (916,5) \\ &= 6421,0944 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

b. Menghitung Momen dan Gaya Lintang

$$q_u = 6421,0944 \text{ kg/m} = 64,211 \text{ kN/m}$$

$$P = 403,2 \text{ kg/m} = 4,032 \text{ kN/m}$$

$$L = 6 \text{ m}$$

- M tumpuan
$$\begin{aligned} &= 114^{\frac{1}{14}} \times q \times L^2 + 18^{\frac{1}{8}} \times p \times L \\ &= 114^{\frac{1}{14}} \times 64,211 \times 3^2 + 18^{\frac{1}{8}} \times 4,032 \times 6 \\ &= 168,138 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- M lapangan
$$\begin{aligned} &= 124^{\frac{1}{24}} \times q \times L^2 + 14^{\frac{1}{4}} \times p \times L \\ &= 124^{\frac{1}{24}} \times 64,211 \times 6^2 + 14^{\frac{1}{4}} \times 4,032 \times 6 \\ &= 102,364 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- Wu
$$\begin{aligned} &= q \times L \\ &= 64,211 \times 6 \\ &= 385,266 \text{ kN} \end{aligned}$$

- $$V_u = 12^{\frac{1}{2}} \times W_u$$

$$= 12^{\frac{1}{2}} \times 385,266$$

$$= 192,633 \text{ kN}$$

c. Menghitung Jumlah Tulangan Utama dan Tulangan Sengkang

Rencana :

- Dimensi Balok = 300 x 600 mm
- D tulangan utama = 22 mm
- D tulangan sengkang = 13 mm
- Tebal selimut beton (p) = 30 mm
- $$D = h - p - D_{\text{sengkang}} - 12^{\frac{1}{2}} D_{\text{tul utama}}$$

$$= 600 - 30 - 13 - 11$$

$$= 546 \text{ mm}$$

➤ **Menghitung Tulangan Tumpuan**

- $$\rho_b = 0,85 \times \beta_1 \times \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$= 0,85 \times 0,85 \times \frac{35}{400} \times \frac{600}{600 + 400}$$

$$= 0,00379$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,5 \rho_b$$

$$= 0,5 \times 0,00379$$

$$= 0,00189$$
- $$A_{s1} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,00189 \times 300 \times 546$$

$$= 309,582 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad a = \frac{As_1 \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{309,582 \times 400}{0,85 \times 35 \times 300} = 13,874$$

$$\bullet \quad M_{n1} = As_1 \times f_y \times d - a \hat{z} \left(d - \frac{a}{2} \right) \times 10^{-6}$$

$$= 309,582 \times 400 \times 546 - 13,874 \hat{z} \left(546 - \frac{13,874}{2} \right) \times 10^{-6}$$

$$= 66,753 \text{ kN.m}$$

$$\bullet \quad M_{u1} = \phi_{tulangan} \times M_{n1}$$

$$= 0,22 \times 66,753$$

$$= 14,685 \text{ kN.m}$$

$$\bullet \quad M_{n2} = \frac{M_{tump} - M_{u1}}{0,8}$$

$$= \frac{168,138 - 146,858}{0,8}$$

$$= 151,816 \text{ kN.m}$$

$$\bullet \quad d = \text{tebal selimut beton} + \frac{1}{2} \phi_{tulangan}$$

$$= 30 \text{ mm} + 11 \text{ mm} = 41 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad f_s = 1 - \left(\frac{d'}{d} \right) \times \left(\frac{600 + f_y}{600} \right) \times 600$$

$$\begin{aligned}
 &= 1 - 41546 \times 600 + 400600 \left(1 - \left(\frac{41}{546} \right) \times \left(\frac{600 + 400}{600} \right) \right) \\
 &\quad \times 600 \\
 &= 524,908 \text{ MPa} \\
 &\quad f_s \geq f_y \\
 &524,908 \text{ MPa} \geq 400 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{OK}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad A_{s2} &= \frac{M_{n2} \times 10^6}{f_y \times (d - d')} \\
 &= \frac{151,816 \times 10^6}{400 \times (546 - 41)} \\
 &= 957,165 \text{ mm}^2 \\
 \bullet \quad A_s &= A_{s1} + A_{s2} \\
 &= 309,582 + 957,165 \\
 &= 1266,747 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Untuk menentukan jumlah tulangan yang dipakai apabila menggunakan tulangan D22, maka didapat :

➤ **Tulangan Tarik/Tulangan Atas :**

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{A_s}{0,25 \cdot \pi \cdot D^2} \\
 &= \frac{1266,747}{0,25 \cdot 3,14 \cdot 22^2} \\
 &= 3,334 \text{ tulangan} \approx 4 \text{ tulangan}
 \end{aligned}$$

Jadi tulangan tarik tumpuan yang digunakan 4D22 $A_s = 1520,5 \text{ mm}^2$ **Tabel A-4 Buku Istimawan (Tabel terlampir)**

➤ **Tulangan Tekan/Tulangan Bawah :**

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{As^2}{0,25 \cdot \pi \cdot D^2} \\
 &= \frac{957,165}{0,25 \cdot 3,14 \cdot 22^2} \\
 &= 2,519 \text{ tulangan} \approx 3 \text{ tulangan}
 \end{aligned}$$

Jadi, tulangan tekan tumpuan yang digunakan 3D22 As = 942,5 mm²; **Tabel A-4 Buku Istimawan (Tabel terlampir)**

➤ Menghitung Tulangan Lapangan

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad \rho_b &= 0,85 \times \beta_1 \times \frac{f_c'}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\
 &= 0,85 \times 0,85 \times \frac{35}{400} \times \frac{600}{600 + 400} \\
 &= 0,00379
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,5 \rho_b \\
 &= 0,5 \times 0,00379 \\
 &= 0,00189
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad As_1 &= \rho \cdot b \cdot d \\
 &= 0,00189 \times 300 \times 546 \\
 &= 309,582 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad a &= \frac{As_1 \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \\
 &= \frac{309,582 \times 400}{0,85 \times 35 \times 300} \\
 &= 13,874
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad M_{n1} &= A_{s1} \times f_y \times d - a \hat{z} \left(d - \frac{a}{2} \right) \times 10^{-6} \\
 &= 309,582 \times 400 \times 546 - 13,874 \hat{z} \left(546 - \frac{13,874}{2} \right) \times 10^{-6} \\
 &= 66,753 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad M_{u1} &= \phi_{\text{tulangan}} \times M_{n1} \\
 &= 0,22 \times 66,753 \\
 &= 14,685 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad M_{n2} &= M_{lap} - M_{u1} \frac{M_{lap} - M_{u1}}{0,8} \\
 &= 102,364 - 14,685 \frac{102,364 - 14,685}{0,8} \\
 &= 109,598 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad f_s &= 1 - d \frac{d}{x} \frac{600 + f_y}{600} \left(1 - \left(\frac{d'}{d} \right) \times \left(\frac{600 + f_y}{600} \right) \right) \times 600 \\
 &= 1 - 41 \frac{546}{x} \frac{600 + 400}{600} \left(1 - \left(\frac{41}{546} \right) \times \left(\frac{600 + 400}{600} \right) \right) \times 600 \\
 &= 524,908 \text{ MPa} \\
 f_s &\geq f_y
 \end{aligned}$$

$$524,908 \text{ MPa} \geq 400 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$\begin{aligned}
 A_{s2} &= \frac{M_{n2} \times 10^6}{f_y \times (d - d')} \\
 &= 109,598 \times 106400 \times (546 - 41) \frac{109,598 \times 10^6}{400 \times (546 - 41)} \\
 &= 1142,564 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- $$\begin{aligned}
 A_s &= A_{s1} - A_{s2} \\
 &= 309,582 + 1142,564 \\
 &= 1452,146 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Untuk menentukan jumlah tulangan yang dipakai apabila menggunakan tulangan D22, maka didapat :

➤ **Tulangan Tekan/Tulangan Atas :**

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{A_s}{0,25 \cdot \pi \cdot D^2} \\
 &= \frac{1142,566}{0,25 \cdot 3,14 \cdot 22^2} \\
 &= 3,007 \text{ tulangan} \approx 3 \text{ tulangan}
 \end{aligned}$$

Jadi tulangan tarik lapangan yang digunakan 3D22 $A_s = 1140,4 \text{ mm}^2$;

Tabel A-4 Buku Istimawan (Tabel terlampir)

➤ **Tarik/Tulangan Bawah :**

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{A_{s1}}{0,25 \cdot \pi \cdot D^2} \\
 &= \frac{1452,146}{0,25 \cdot 3,14 \cdot 22^2} \\
 &= 3,842 \text{ tulangan} \approx 4 \text{ tulangan}
 \end{aligned}$$

Jadi tulangan tekan lapangan yang digunakan 4D22 $A_s = 1520,5$

mm²: Tabel A-4 Buku Istimawan (Tabel terlampir)

Menghitung Tulangan Sengkang

$$W_u = 385,266 \text{ kN}$$

$$V_u = 192,633 \text{ kN}$$

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

$$= 192,633 \frac{0,8 \times 300 \times 546}{0,8 \times 300 \times 546}$$

$$= 1,470 \text{ Mpa}$$

$$\bullet \quad \phi_{vc} = \phi_{vc} \times b \times d$$

$$= 0,5 \times 300 \times 546$$

$$= 81,900 \text{ kN}$$

$$\bullet \quad Y = \phi_{vc-vu} W_u$$

$$= 81,900 - 1,470 \frac{81,900 - 1,470}{385,266}$$

$$= 0,508 \text{ m}$$

$$= 508 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad \text{As Sengkang} = \frac{b \cdot y}{3 \cdot F_y}$$

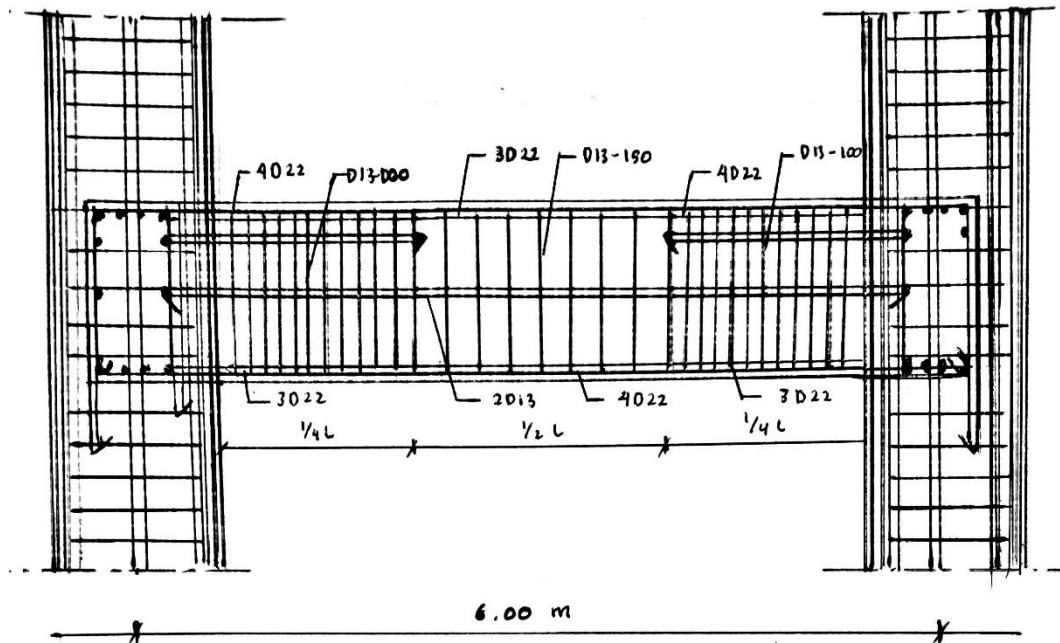
$$= \frac{300 \times 508}{3 \times 400}$$

$$= 1270 \text{ mm}^2$$

Menurut Tabel A-5 (Tabel terlampir) Luas Penampang Tulangan Baja Per Meter Panjang Plat berdasarkan SK-SNI T-15-1991-03 untuk

As = 1270 mm² dengan diameter tulangan sengkang $\phi 13$, maka dicari

luas yang mendekati yaitu : $\phi 13-100$ dengan As = 1327,3 mm².



Gambar 4.10 Potongan Memanjang Balok Induk Type G1

TYPE	BALOK : G1	
POSISI	TUMPUAN $\frac{1}{4} L$	LAPANGAN $\frac{1}{2} L$
POTONGAN		
TUL. ATAS	6 D22	4 D22
TUL. BAWAH	4 D22	6 D22
SENGKANG	D 13 -100	D 13 -150
TUL. PINGGANG	2 D 13	2 D 13

Gambar 4.11 Potongan Melintang Balok Induk Type G1

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 $f_c = 45 \text{ MPa}$ dan mutu tulangan $f_y = 400 \text{ MPa}$. Perhitungan kolom ini meliputi :

➤ Beban Mati

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

➤ Beban Hidup

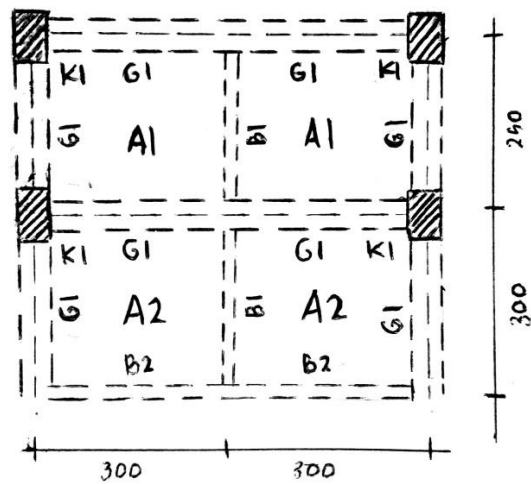
Beban hidup besarnya dari fungsi bangunan tersebut, dan ditentukan berdasarkan pada Peraturan Pembebanan Indonesia UNTUK GEDUNG 1983.

➤ Beban Gempa

Beban gempa direncanakan agar struktur dapat menahan gaya gempa yang sewaktu-waktu dapat terjadi sehingga bangunan tersebut tidak roboh. Perencanaan beban gempa ini berdasarkan pada Standart Perencanaan Ketahanan Gempa untuk

Struktur Bangunan Gedung SNI — 1726 — 2002.

5.2 Perhitungan Kolom



Gambar 5.1 Denah Kolom As 5-6/ J-K'

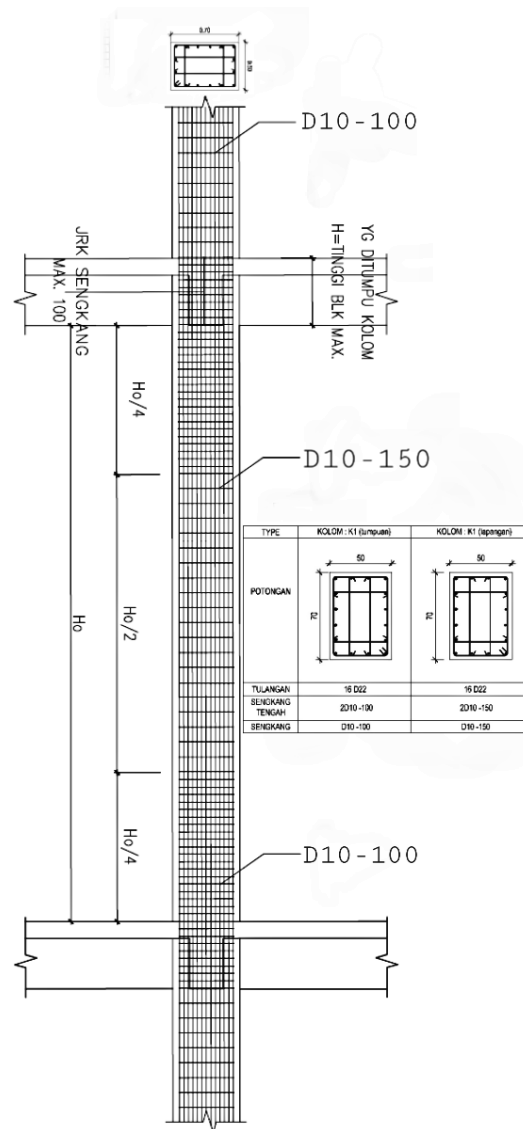
• **Perhitungan Kolom K1**

Data umum perencanaan :

- Mutu Beton (f_c) = 35 MPa
- Mutu Baja (f_y) = 400 MPa
- Tulangan Pokok = D22
- Ukuran Rencana Kolom = 500 X 700 mm

SENGKANG	D10-100	D10-150
TENGAH	2D10-100	2D10-150
SENGKANG	16 D22	16 D22
TULANGAN		
POTONGAN		
TYPE	KOLOM : K1 (lumpuan)	KOLOM : K1 (lumpuan)

Gambar 5.2 Detail Kolom K1



Gambar 5.3 Sketsa Pembesian Kolom K1

- Kolom dengan dimensi 500 x 700 mm dengan tulangan pokok 16D22 maka,

$$\begin{aligned}
 A_s &= A_s = 0,25 \times \pi \times D^2 \times \text{jumlah tulangan} \\
 &= 0,25 \times 3,14 \times 22^2 \times 16 \\
 &= 6079,04 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan 16D22 ; $A_s = 6079,04 \text{ mm}^2$; Tabel A-5
(Tabel Terlampir)

$$d = t_s + \left(12 \times D \text{ tul pokok} \right) + D \text{ tul sengkang}$$

$$= 45 + (12^{\frac{1}{2}} \times 22) + 10$$

$$= 69 \leq 70 \dots \text{OK}$$

$$d = h - d$$

$$= 700 - 69$$

$$= 631 \text{ mm}$$

➤ **Mencari Mu**

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

$$0,7225 \times 700 \times c \times 35 = 6079,04 \times 400$$

$$12643,75 c = 2431616$$

$$c = 192,317 \text{ mm}$$

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

$$= 6079,04 \times 0,8 \times 400 \times (613 - 0,425 \times 192,317)$$

$$= 1068481784 \text{ Nmm}$$

$$= 10684,817 \text{ kNm}$$

➤ **Mencari Pu**

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

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

$$900 = \frac{10684,817 \cdot (10)^3}{P_u}$$

$$P_u = 11872,018 \text{ kN}$$

Jumlah penulangan diperkirakan 2%

Ukuran kolom 700 x 1200 mm ; d = 69 mm

$$P_o = 0,85 f_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}$$

$$P_o = A_g (0,85 \cdot f_c (1 - p) + f_y \cdot p)$$

$$P_o = A_g (0,85 \cdot 35 \cdot (1 - 2\%) + 400 \cdot 2\%)$$

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

$$P_u / \Phi = 0,8 A_g (0,85 \cdot 35 \cdot (1 - 0,02) + 400 \cdot 0,02)$$

$$P_u = \Phi 0,8 A_g (0,85 \cdot 35 \cdot (1 - 0,02) + 400 \cdot 0,02)$$

$$61539,26 = 0,65 \cdot 0,8 A_g (0,85 \cdot 35 \cdot (1 - 0,02) + 400 \cdot 0,02)$$

$$A_g = \frac{11872,018}{0,65 \cdot 0,8 (29,155 + 8)} = 11872,018$$

$$= 614,474 \text{ mm}^2$$

Dicoba dengan tulangan 16D22 pada masing — masing sisi kolom (As =

6079,04 mm²)

$$\rho = \frac{6079,04}{500 \times 700} = 0,0173$$

➤ Pemeriksaan Pu terhadap beban seimbang

$$P_{ub} = h - d$$

$$= 700 - 69$$

$$= 631 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 C_b &= 500 \left(d \right) \frac{500 (d)}{500 + f_y} \\
 &= 500 (631) \frac{500 (631)}{500 + 400} \\
 &= 6350,555 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 ab &= \beta_1 \cdot C_b \\
 &= 0,85 \times 350,555 \\
 &= 297,971
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \epsilon_s &= 625 - 69 \frac{625 - 69}{625} \cdot 0,003 < \frac{f_y}{E_s} \\
 &= 0,0027 < \frac{400}{200000} \\
 &= 0,0026 > 0,0002
 \end{aligned}$$

Jadi, tulangan mencapai luluh ketika beton hancur

$$\begin{aligned}
 f_s &= E_s \cdot \epsilon_s \\
 &= 200000 \cdot 0,0026 \\
 &= 520 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$f_s > f_y = 520 \text{ Mpa} > 400 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned}
 P_{ub} &= 0,65 [(0,85 \times f_c \times ab \times b) + (A_s \times f_s) - (A_s \times f_y)] \\
 &= 0,65 [(0,85 \times 35 \times 297,971 \times 500) + (16717,36 \times 534) - (6079,04 \times \\
 &\quad 400)] (10)^{-4} \\
 &= 4935564,571 \text{ N} \\
 &= 49355,645 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\phi P_{nb} = 0,65 \cdot (P_{ub}) > P_u$$

$$= 0,65 \cdot (49355,645) > 11872,018$$

$$= 32081,169 \text{ kN} > 11872,018 \text{ kN} \dots\dots\dots (\text{AMAN})$$

➤ **Memeriksa Kekuatan Penampang**

$$\begin{aligned}
 P_n &= A_s \cdot f_y \left(\frac{d-d'}{d} + 0,5 \right) + \frac{b \cdot h \cdot f_c'}{\frac{s \cdot h \cdot e}{d^2} + 1,18} \\
 &= 6079,04 \cdot 400900 \left(\frac{631-69}{631} + 0,5 \right) + 500 \cdot 700 \cdot 353 \cdot 700 \cdot \frac{1}{\frac{8 \cdot 700 \cdot 900}{631^2} + 1,18} \\
 &= 1157128,020 + 2066874,432 \\
 &= 3224002,452 \text{ N} \\
 &= 32240,024 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi P_{nb} &= 0,65 \cdot (P_n) > P_u \\
 &= 0,65 \cdot (32240,024) > 11872,432
 \end{aligned}$$

$$= 20956,015 > 11872,432 \text{ kN} \dots\dots\dots (\text{AMAN})$$

Jadi berdasarkan analisa diatas, tulangan utama kolom K21 menggunakan 16D22, AMAN untuk digunakan.