

**PERENCANAAN STRUKTUR SERTA RENCANA
ANGGARAN BIAYA RESTAURANT DAN TOKO 2 LANTAI**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada Program D-III Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Surakarta*



Dikerjakan oleh :

FAURIHAN PANATAGAMA

NIM : I 8508023

**PROGRAM D-III TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2011**

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN STRUKTUR DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA RESTAURANT TOKO 2 LANTAI

TUGAS AKHIR



Diperiksa dan disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing

Ir. Anthonius Mediyanto, MT

NIP. 19620118 199512 1 001

**PROGRAM D-III TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET**

SURAKARTA

commit to user
2011

PERENCANAAN STRUKTUR SERTA RENCANA ANGGARAN BIAYA RESTAURANT DAN TOKO 2 LANTAI

TUGAS AKHIR

Dikerjakan oleh :

FAURIHAN PANATAGAMA

NIM : I 8508023

Diperiksa dan disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing

Ir. Anthonius Mediyanto

NIP. 19620118 199512 1 001

Dipertahankan didepan tim penguji:

1. **Ir. ANTHONIUS MEDIYANTO**
NIP. 19620118 199512 1 001
2. **Ir. BAMBANG SANTOSA, MT**
NIP. 19590823 198601 1 001
3. **EDY PURWANTO, ST., MT.**
NIP. 19680912 199702 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS

Disahkan,
Ketua Program D3 Teknik
Jurusan Teknik Sipil FT UNS

Ir. BAMBANG SANTOSA, MT
NIP. 19590823 198601 1 001

ACHMAD BASUKI, ST, MT
NIP. 19710901 199702 1 001

Mengetahui,
a.n. Dekan
Pembantu Dekan I
Fakultas Teknik UNS

KUSNO ADI SAMBOWO, ST, M.Sc, Ph.D

NIP. 19691026 199503 1 002

commit to user

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
LEMBAR KOMUNIKASI DAN PEMANTAUAN	vi
PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xv
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	1
1.3 Kriteria Perencanaan	2
1.4 Peraturan-Peraturan yang Berlaku.....	2
 BAB 2 DASAR TEORI	
2.1 Dasar Perencanaan.....	3
2.1.1 Jenis Pembebanan.....	3
2.1.2 Sistem Bekerjanya Beban.....	6
2.1.3 Provisi Keamanan.....	7
2.2 Perencanaan Struktur Atap	10
2.3 Perencanaan Tangga	12
2.4 Perencanaan Pelat Lantai.....	13
2.5 Perencanaan Balok Anak.....	14
2.6 Perencanaan Portal	15
2.7 Perencanaan Pondasi	16

commit to user

BAB 3 PERENCANAAN ATAP

3.1	Rencana Atap.....	18
3.1.1	Dasar Perencanaan	19
3.2	Perencanaan Gording.....	19
3.2.1	Perencanaan Pembebanan	19
3.2.2	Perhitungan Pembebanan	20
3.2.3	Kontrol Terhadap Tegangan	22
3.2.4	Kontrol Terhadap Lendutan	23
3.3	Perencanaan Setengah Kuda-Kuda.....	24
3.3.1	Perhitungan Panjang Batang Setengah Kuda-kuda.....	24
3.3.2	Perhitungan Luasan Setengah Kuda-kuda	26
3.3.3	Perhitungan Pembebanan Setengah Kuda-kuda.....	29
3.3.4	Perencanaan Profil Setengah Kuda-kuda.....	38
3.3.5	Perhitungan Alat Sambung	40
3.4	Perencanaan Kuda-kuda Trapesium I.....	43
3.4.1	Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Trapesium I.....	43
3.4.2	Perhitungan Luasan Kuda-kuda Trapesium I.....	45
3.4.3	Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Trapesium I.....	49
3.4.4	Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium I.....	57
3.4.5	Perhitungan Alat Sambung	58
3.5	Perencanaan Kuda-kuda Trapesium II.....	62
3.5.1	Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Trapesium II.....	62
3.5.2	Perhitungan Luasan Kuda-kuda Trapesium II	64
3.5.3	Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Trapesium II	66
3.5.4	Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium II.....	76
3.5.5	Perhitungan Alat Sambung.....	78
3.6	Perencanaan Jurai	82
3.6.1	Perhitungan Panjang Batang Jurai	82
3.6.2	Perhitungan Luasan Jurai	83
3.6.3	Perhitungan Pembebanan Jurai	86
3.6.4	Perencanaan Profil Jurai.....	95

3.6.5	Perhitungan Alat Sambung	97
3.7	Perencanaan Kuda-kuda Utama A.....	100
3.7.1	Perhitungan Panjang Kuda-kuda Utama A	100
3.7.2	Perhitungan Luasan Kuda-kuda Utama A.....	101
3.7.3	Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama A.....	104
3.7.4	Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama A	114
3.7.5	Perhitungan Alat Sambung	116
3.8	Perencanaan Kuda-kuda Utama B.....	119
3.8.1	Perhitungan Panjang Kuda-kuda Utama B	119
3.8.2	Perhitungan Luasan Kuda-kuda Utama B.....	121
3.8.3	Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama B.....	123
3.8.4	Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama B	133
3.8.5	Perhitungan Alat Sambung B.....	135

BAB 4 PERENCANAAN TANGGA

4.1	Uraian Umum	139
4.2	Data Perencanaan Tangga	139
4.3	Perhitungan Tebal Plat Equivalen dan Pembebanan	141
4.3.1	Perhitungan Tebal Plat Equivalen.....	141
4.3.2	Perhitungan Beban.....	142
4.4	Perhitungan Tulangan Tangga dan Bordes.....	143
4.4.1	Perhitungan Tulangan Tumpuan.....	143
4.4.2	Perhitungan Beban.....	145
4.5	Perencanaan Balok Bordes	146
4.5.1	Pembebanan Balok Bordes.....	147
4.5.2	Perhitungan Tulangan Lentur... ..	148
4.5.3	Perhitungan Tulangan Geser.....	149
4.6	Perhitungan Pondasi Tangga	150
4.5.1	Perhitungan Kapasitas Dukung Pondasi.....	151

BAB 5 PLAT LANTAI

5.1 Perencanaan Plat Lantai.....	154
5.1.1 Perhitungan Beban Plat Lantai.....	154
5.1.2 Perhitungan Momen.....	155
5.2 Penulangan Plat Lantai	160
5.3 Penulangan Tumpuan Arah x	162
5.4 Penulangan Tumpuan Arah y.....	163
5.5 Penulangan Lapangan Arah x.....	164
5.6 Penulangan Lapangan Arah y.....	165
5.7 Rekapitulasi Tulangan.....	166

BAB 6 PERENCANAAN BALOK ANAK

6.1 Perencanaan Balok Anak	168
6.1.1 Perhitungan Lebar Equivalen.....	168
6.1.2 Lebar Equivalen Balok Anak.....	169
6.2 Balok Anak As C (1-8).....	170
6.2.1 Pembebanan Balok Anak As C (1-8).....	170
6.2.2 Perhitungan Tulangan Balok Anak As C (1-8).....	172
6.3 Balok Anak As 2 (B-D).....	177
6.3.1 Pembebanan Balok Anak As 2 (B-D).....	177
6.3.2 Perhitungan Tulangan Balok Anak As 2 (B-D).....	178
6.4 Balok Anak As 4 (A-E).....	184
6.4.1 Pembebanan Balok Anak As 4 (A-E).....	184
6.4.2 Perhitungan Tulangan Balok Anak As 4 (A-E).....	185
6.5 Balok Anak As 6 (B-E).....	190
6.5.1 Pembebanan Balok Anak As 6 (B-E).....	190
6.5.2 Perhitungan Tulangan Balok Anak As As 6 (B-E).....	191

commit to user

BAB 7 PERENCANAAN PORTAL

7.1	Perencanaan Portal.....	197
7.1.1	Dasar Perencanaan.....	198
7.1.2	Perencanaan Pembebanan.....	198
7.1.3	Perhitungan Luas Equivalen Untuk Plat Lantai.....	200
7.2	Perhitungan Pembebanan Balok Portal.....	201
7.2.1	Perhitungan Pembebanan Balok Portal Melintang.....	201
7.2.2	Perhitungan Pembebanan Balok Portal Memanjang.....	212
7.3	Penulangan Ring Balk.....	223
7.3.1	Perhitungan Tulangan Lentur Ring Balk.....	223
7.3.2	Perhitungan Tulangan Geser Ring Balk.....	227
7.4	Penulangan Balok Portal.....	229
7.4.1	Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal.....	231
7.4.2	Perhitungan Tulangan Geser Balok Portal.....	237
7.5	Penulangan Kolom.....	251
7.6	Penulangan Sloof.....	259
7.6.1	Perhitungan Tulangan Lentur Sloof.....	259
7.6.2	Perhitungan Tulangan Geser Sloof.....	265

BAB 8 PERENCANAAN PONDASI

8.1	Perencanaan Pondasi Untuk Kolom 30 x 30	268
8.1.1	Data Perencanaan.....	268
8.1.2	Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi	269
8.1.3	Perencanaan Tulangan Pondasi	270
8.2	Perencanaan Pondasi Untuk Kolom 40 x 40	273
8.2.1	Data Perencanaan.....	273
8.2.2	Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi	274
8.2.3	Perencanaan Tulangan Pondasi	275

commit to user

BAB 9 RENCANA ANGGARAN BIAYA

9.1 Rencana Anggaran Biaya	278
9.2 Cara Perhitungan	278
9.3 Perhitungan Volume	278

BAB 10 REKAPITULASI

10.1 Perencanaan Atap	289
10.2 Perencanaan Pelat	300
10.3 Perencanaan Tangga	301
10.4 Perencanaan Balok Anak	301
10.5 Perencanaan Balok Portal	302
10.6 Perencanaan Pondasi	302
10.7 Rencana Anggaran Biaya	303

BAB 11 KESIMPULAN

11.1 Perencanaan Atap	305
11.2 Perencanaan Pelat	306
11.3 Perencanaan Tangga	306
11.4 Perencanaan Balok Anak	306
11.5 Perencanaan Balok Portal	307
11.6 Perencanaan Pondasi <i>Foot Plat</i>	308

PENUTUP	309
----------------------	-----

DAFTAR PUSTAKA	310
-----------------------------	-----

LAMPIRAN-LAMPIRAN	311
--------------------------------	-----



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semakin pesatnya perkembangan dunia teknik sipil di Indonesia saat ini menuntut terciptanya sumber daya manusia yang dapat mendukung kemajuannya dalam bidang ini. Dengan sumber daya manusia yang berkualitas tinggi, kita sebagai bangsa Indonesia akan dapat memenuhi tuntutan ini. Karena dengan hal ini kita akan semakin siap menghadapi tantangannya.

Bangsa Indonesia telah menyediakan berbagai sarana guna memenuhi sumber daya manusia yang berkualitas. Dalam merealisasikan hal ini Universitas Sebelas Maret Surakarta sebagai salah satu lembaga pendidikan yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut memberikan Tugas Akhir sebuah perencanaan struktur gedung bertingkat dengan maksud agar dapat menghasilkan tenaga yang bersumber daya dan mampu bersaing dalam dunia kerja.

1.2. Maksud Dan Tujuan

Dalam menghadapi pesatnya perkembangan zaman yang semakin modern dan berteknologi, serta semakin derasnya arus globalisasi saat ini sangat diperlukan seorang teknisi yang berkualitas. Dalam hal ini khususnya teknik sipil, sangat diperlukan teknisi-teknisi yang menguasai ilmu dan keterampilan dalam bidangnya. Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta sebagai lembaga pendidikan bertujuan untuk menghasilkan ahli teknik yang berkualitas, bertanggungjawab, kreatif dalam menghadapi masa depan serta dapat mensukseskan pembangunan nasional di Indonesia.

Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Program D III Jurusan Teknik Sipil memberikan Tugas Akhir dengan maksud dan tujuan :

1. Mahasiswa dapat merencanakan suatu konstruksi bangunan yang sederhana sampai bangunan bertingkat.



2. Mahasiswa diharapkan dapat memperoleh pengetahuan dan pengalaman dalam merencanakan struktur gedung.
3. Mahasiswa diharapkan dapat memecahkan suatu masalah yang dihadapi dalam perencanaan suatu struktur gedung.

1.3. Kriteria Perencanaan

1. Spesifikasi Bangunan

- a. Fungsi Bangunan : Toko dan Restaurant
- b. Luas Bangunan : 1108,5 m²
- c. Jumlah Lantai : 2 lantai
- d. Tinggi Tiap Lantai : 3,5 m
- e. Konstruksi Atap : Rangka kuda-kuda baja
- f. Penutup Atap : Genteng tanah liat
- g. Pondasi : *Foot Plat*

2. Spesifikasi Bahan

- a. Mutu Baja Profil : BJ 37
- b. Mutu Beton (f'c) : 25 MPa
- c. Mutu Baja Tulangan (fy) : Polos : 240 Mpa
Ulir : 380 Mpa

1.4. Peraturan-Peraturan Yang Berlaku

1. SNI 03-1729-2002_ Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung.
2. SNI 03-2847-2002_ Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung.
3. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (**PPIUG 1989**).
4. SNI 03-1727-1989_ Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung.

commit to user



BAB 2

DASAR TEORI

2.1. Dasar Perencanaan

2.1.1. Jenis Pembebanan

Dalam merencanakan struktur suatu bangunan bertingkat, digunakan struktur yang mampu mendukung berat sendiri, gaya angin, beban hidup maupun beban khusus yang bekerja pada struktur bangunan tersebut. Beban-beban yang bekerja pada struktur dihitung menurut **Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1989**, beban-beban tersebut adalah :

1. Beban Mati (qd)

Beban mati adalah berat dari semua bagian suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian–penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung. Untuk merencanakan gedung, beban mati yang terdiri dari berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung adalah :

a. Bahan Bangunan :

1. Baja	7.850 kg/ m ³
2. Beton Bertulang	2.400 kg/m ³
3. Beton biasa	2.200 kg/m ³
4. Pasangan batu belah	2.200 kg/m ³

b. Komponen Gedung :

1. Dinding pasangan bata merah setengah batu	250 kg/m ²
2. Langit – langit dan dinding termasuk rusuk – rusuknya tanpa penggantung	11 kg/m ²
3. Penutup atap genteng dengan reng dan usuk.....	50 kg/m ²
4. Penutup lantai dari ubin semen portland, keramik dan beton (tanpa adukan) per cm tebal	24 kg/m ²



5. Adukan semen per cm tebal.....	21 kg/m ²
6. Atap genteng dengan reng dan usuk.....	50kg/m ²
7. Dinding pasangan batu merah setengah bata	1700 kg/m ³

2. Beban Hidup (ql)

Beban hidup adalah semua bahan yang terjadi akibat penghuni atau pengguna suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan pembebanan lantai dan atap tersebut. Khususnya pada atap, beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan (PPIUG 1989). Beban hidup yang bekerja pada bangunan ini disesuaikan dengan rencana fungsi bangunan tersebut. Beban hidup untuk bangunan ini terdiri dari :

Beban atap.....	100 kg/m ²
Beban tangga dan bordes	300 kg/m ²
Beban lantai	250 kg/m ²

Berhubung peluang untuk terjadi beban hidup penuh yang membebani semua bagian dan semua unsur struktur pemikul secara serempak selama unsur gedung tersebut adalah sangat kecil, maka pada perencanaan balok induk dan portal dari sistem pemikul beban dari suatu struktur gedung, beban hidupnya dikalikan dengan suatu koefisien reduksi yang nilainya tergantung pada penggunaan gedung yang ditinjau, seperti diperlihatkan pada tabel :



Tabel 2.1. Koefisien Reduksi Beban Hidup

Penggunaan Gedung	Koefisien Beban Hidup untuk Perencanaan Balok Induk
1. PERUMAHAN/PENGHUNIAN: Rumah tinggal, hotel, rumah sakit	0,75
2. PERTEMUAN UMUM: Masjid, gereja, bioskop, restoran, ruang dansa, pagelaran	0,90
3. PERDAGANGAN : Toko, toserba, pasar	
4. GANG DAN TANGGA :	
a. Perumahan / penghunian	0,80
b. Pendidikan, kantor	
c. Pertemuan umum, perdagangan dan penyimpanan, industri, tempat kendaraan	0,75 0,75 0,90

Sumber : PPIUG 1989

3. Beban Angin (W)

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara (**PPIUG 1989**).

Beban angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (hisapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan positif dan negatif yang dinyatakan dalam kg/m^2 ini ditentukan dengan mengalikan tekanan tiup dengan koefisien – koefisien angin. Tekan tiup harus diambil minimum 25 kg/m^2 , kecuali untuk daerah di laut dan di tepi laut sampai sejauh 5 km dari tepi pantai. Pada daerah tersebut tekanan hisap diambil minimum 40 kg/m^2 .

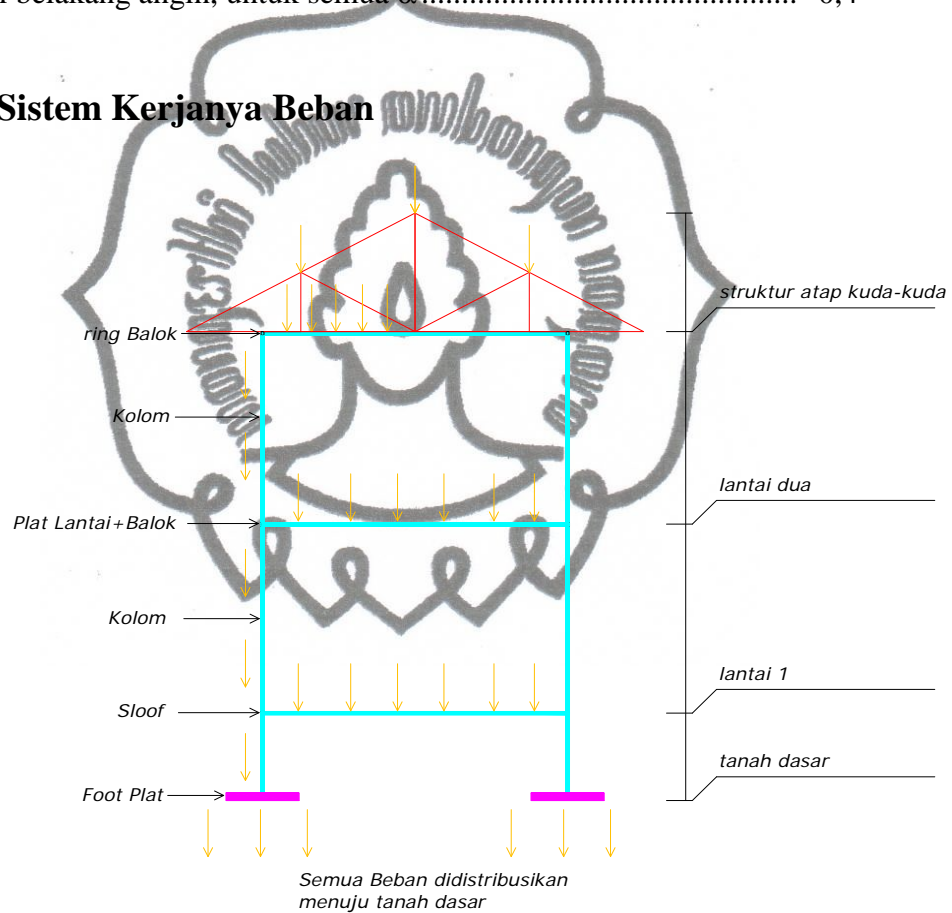
commit to user



Sedangkan koefisien angin untuk gedung tertutup :

1. Dinding Vertikal
 - a. Di pihak angin + 0,9
 - b. Di belakang angin - 0,4
2. Atap segitiga dengan sudut kemiringan α
 - a. Di pihak angin : $\alpha < 65^\circ$ $0,02 \alpha - 0,4$
 $65^\circ < \alpha < 90^\circ$ + 0,9
 - b. Di belakang angin, untuk semua α - 0,4

2.1.2. Sistem Kerjanya Beban



Gambar 2.1. Arah Pembebanan pada Struktur

Bekerjanya beban untuk bangunan bertingkat berlaku sistem gravitasi, yaitu elemen struktur yang berada di atas akan membebani elemen struktur di bawahnya, atau dengan kata lain elemen struktur yang mempunyai kekuatan lebih besar akan menahan atau memikul elemen struktur yang mempunyai kekuatan



lebih kecil. Dengan demikian sistem kerjanya beban untuk elemen – elemen struktur gedung bertingkat secara umum dapat dinyatakan sebagai berikut :

Beban atap akan diterima oleh ringbalk, kemudian diteruskan kepada kolom. Beban pelat lantai akan didistribusikan kepada balok anak dan balok portal, kemudian dilanjutkan ke kolom, dan didistribusikan menuju sloof, yang selanjutnya akan diteruskan ke tanah dasar melalui pondasi telapak.

2.1.3. Provisi Keamanan

Dalam Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1989, struktur harus direncanakan untuk memiliki cadangan kekuatan untuk memikul beban yang lebih tinggi dari beban normal. Kapasitas cadangan ini mencakup faktor pembebanan (U), yaitu untuk memperhitungkan pelampauan beban dan faktor reduksi (ϕ), yaitu untuk memperhitungkan kurangnya mutu bahan di lapangan. Pelampauan beban dapat terjadi akibat perubahan dari penggunaan untuk apa struktur direncanakan dan penafsiran yang kurang tepat dalam memperhitungkan pembebanan. Sedang kekurangan kekuatan dapat diakibatkan oleh variasi yang merugikan dari kekuatan bahan, pengerjaan, dimensi, pengendalian dan tingkat pengawasan.

Tabel 2.2. Faktor Pembebanan U Pada Struktur Beton

NO.	KOMBINASI BEBAN	FAKTOR U
1.	D, L	1,2 D + 1,6 L
2.	D, L, W	1,2 D + 1,6 L ± 0,8
3.	D, W	0,9 D + 1,3 W
4.	D, Lr, E	1,05 (D + Lr ± E)
5.	D, E	1,2D ± 1,0E

Sumber : SNI 03-1729-2002



Keterangan :

D = Beban mati

L = Beban hidup

Lr = Beban hidup tereduksi

W = Beban angin

E = Beban gempa

Tabel 2.3. Faktor Reduksi Kekuatan (ϕ) Beton Struktur

No	GAYA	ϕ
1.	Lentur tanpa beban aksial	0,80
2.	Aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur	0,80
3.	Aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur	
	a. Komponen dengan tulangan spiral	0,70
	b. Komponen lain	0,65
4.	Geser dan torsi	0,75
5.	Tumpuan Beton	0,65
6.	Komponen struktur yang memikul gaya tarik	
	a. Terhadap kuat tarik leleh	0,9
	b. Terhadap kuat tarik fraktur	0,75
7.	Komponen struktur yang memikul gaya tekan	0,85

Sumber : SNI 03-2847-2002

Kandungan agregat kasar untuk beton struktural seringkali berisi agregat kasar berukuran diameter lebih dari 2 cm, maka diperlukan adanya jarak tulangan minimum agar campuran beton basah dapat melewati tulangan baja tanpa terjadi pemisahan material sehingga timbul rongga – rongga pada beton. Untuk melindungi dari karat dan kehilangan kekuatannya dalam kasus kebakaran, maka diperlukan adanya tebal selimut beton minimum.

Beberapa persyaratan utama pada Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 adalah sebagai berikut :

commit to user



1. Jarak bersih antara tulangan sejajar yang selapis tidak boleh kurang dari d_b atau 25 mm, dimana d_b adalah diameter tulangan
2. Jika tulangan sejajar tersebut diletakkan dalam dua lapis atau lebih, tulangan pada lapisan atas harus diletakkan tepat diatas tulangan di bawahnya dengan jarak bersih tidak boleh kurang dari 25 mm

Tebal selimut beton minimum untuk beton yang dicor setempat adalah :

1. Untuk pelat dan dinding = 20 mm
2. Untuk balok dan kolom = 40 mm
3. Beton yang berhubungan langsung dengan tanah atau cuaca = 50 mm

Tabel 2.4. Faktor Pembebanan U Pada Baja Struktur

NO.	KOMBINASI BEBAN	FAKTOR U
1.	D	1,4 D
2.	D, L, H, L_d	1,2 D + 1,6 L + 0,5(L_d atau H)
3.	D, L, H, L_d , W	1,2 D + 1,6 L + 0,5(L_d atau H) + (γ L atau 0,8W)
4.	D, L, H, L_d , W	1,2 D + 1,3W + 0,5(L_d atau H) + γ L
5.	D, E, γ L	1,2D \pm 1,0E + γ L
6.	D, E, W	0,9D \pm (1,3W atau 1,0E)

Sumber : SNI 03-1729-2002

Keterangan :

D = Beban mati

L = Beban hidup

L_r = Beban hidup tereduksi

W = Beban angin

E = Beban gempa

Tabel 2.5. Faktor Reduksi Kekuatan (ϕ) Baja Struktur

No	GAYA	ϕ
1.	Lentur tanpa beban aksial	0,90
2.	Komponen struktur yang memikul gaya tekan aksial	0,85

commit to user



3.	Komponen struktur yang memikul gaya tarik	
	a. Terhadap kuat tarik leleh	0,90
	b. Terhadap kuat tarik fraktur	0,75
4.	Komponen struktur yang memikul gaya tekan aksial dan lentur	0,90 0,65
5.	Komponen struktur komposit	
	a. Kuat tekan	0,85
	b. Kuat tumpu beton	0,60
	c. Kuat lentur dengan distribusi tegangan plastis	0,85
	d. Kuat lentur dengan distribusi tegangan elastic	0,90
6.	Sambungan baut	0,75
7.	Sambungan las	
	a. Las tumpul penetrasi penuh	0,90
	b. Las sudut, las tumpul penetrasi sebagian, las pengisi	0,75

Sumber : SNI 03-1729-2002

2.2. Perencanaan Atap

1. Pada perencanaan atap ini, beban yang bekerja adalah :
 - a. Beban mati
 - b. Beban hidup
 - c. Beban angin
2. Asumsi Perletakan
 - a. Tumpuan sebelah kiri adalah Sendi.
 - b. Tumpuan sebelah kanan adalah Rol.
3. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-1729-2002**.

Dan untuk perhitungan dimensi profil rangka kuda kuda:

1. Batang tarik

$$Ag \text{ perlu} = \frac{P_{mak}}{Fy}$$

commit to user



$$A_n \text{ perlu} = 0,85.A_g$$

$$\phi R_n = \phi(2,4.F_u.d.t)$$

$$n = \frac{P}{\phi R_n}$$

$$A_n = A_g - d.t$$

L = Sambungan dengan Diameter

$$= 3.d$$

\bar{x} = jari-jari kelambatan

$$U = 1 - \frac{\bar{x}}{L}$$

$$A_e = U.A_n$$

Check kekuatan nominal

$$\phi P_n = 0,9.A_g.F_y$$

$$\phi P_n > P$$

2. Batang tekan

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{\text{mak}}}{F_y}$$

$$A_n \text{ perlu} = 0,85.A_g$$

$$\frac{h}{t_w} = \frac{300}{\sqrt{F_y}}$$

$$\lambda_c = \frac{K.l}{r\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

$$\text{Apabila } \lambda_c \leq 0,25 \quad \longrightarrow \quad \omega = 1$$

$$0,25 < \lambda_c < 1 \quad \longrightarrow \quad \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c}$$

$$\lambda_c \geq 1,2 \quad \longrightarrow \quad \omega = 1,25.\lambda_c^2$$

$$\phi R_n = \phi(1,2.F_u.d.t)$$

$$n = \frac{P}{\phi R_n}$$

commit to user



$$F_{cr} = \frac{F_y}{\omega}$$

$$\phi P_n = \phi \cdot A_g \cdot F_y$$

$$\phi P_n > P$$

2.3. Perencanaan Tangga

Untuk perhitungan penulangan tangga dipakai kombinasi pembebanan akibat beban mati dan beban hidup yang disesuaikan dengan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (**PPIUG 1989**) dan **SNI 03-2847-2002** dan analisa struktur menggunakan perhitungan **SAP 2000**.

Sedangkan untuk tumpuan diasumsikan sebagai berikut :

1. Tumpuan bawah adalah Jepit.
2. Tumpuan tengah adalah Jepit.
3. Tumpuan atas adalah Jepit.

Perhitungan untuk penulangan tangga

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

dimana, $\phi = 0,80$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

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

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

$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$ —————> tulangan tunggal

$\rho < \rho_{\min}$ —————> dipakai $\rho_{\min} = 0,0025$



$$A_s = \rho_{ada} \cdot b \cdot d$$

Luas tampang tulangan

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

2.4. Perencanaan Plat Lantai

1. Pembebanan :

- a. Beban mati
- b. Beban hidup : 250 kg/m^2

2. Asumsi Perletakan : jepit penuh

3. Analisa struktur menggunakan tabel 13.3.2 PPIUG 1989.

4. Analisa tampang menggunakan SNI 03-2847-2002.

Pemasangan tulangan lentur disyaratkan sebagai berikut :

1. Jarak minimum tulangan sengkang 25 mm.
2. Jarak maksimum tulangan sengkang 240 atau $2h$.

Penulangan lentur dihitung analisa tulangan tunggal dengan langkah-langkah sebagai berikut :

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

dimana, $\phi = 0,80$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

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

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

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \longrightarrow \text{tulangan tunggal}$$



$$\rho < \rho_{\min} \longrightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = 0,0025$$

$$A_s = \rho_{ada} \cdot b \cdot d$$

Luas tampang tulangan

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

2.5. Perencanaan Balok Anak

1. Pembebanan
2. Asumsi Perletakan : jepit jepit
3. Analisa struktur pada perencanaan atap ini menggunakan program **SAP 2000**.
4. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-2847-2002**.

Perhitungan tulangan lentur :

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

dimana, $\phi = 0,80$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

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

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

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \longrightarrow \text{tulangan tunggal}$$

$$\rho < \rho_{\min} \longrightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = \frac{1,4}{f'_y}$$

Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,60$$

$$V_c = \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot b \cdot d$$

commit to user



$$\phi V_c = 0,6 \cdot V_c$$

$$\phi V_c \leq V_u \leq 3 \phi V_c$$

(perlu tulangan geser)

$$V_u < \phi V_c < 3 \phi V_c$$

(tidak perlu tulangan geser)

$$V_s \text{ perlu} = V_u - V_c$$

(pilih tulangan terpasang)

$$V_s \text{ ada} = \frac{(A_v \cdot f_y \cdot d)}{s}$$

(pakai V_s perlu)

2.6. Perencanaan Portal

1. Pembebanan
2. Asumsi Perletakan
 - a. Jepit pada kaki portal.
 - b. Bebas pada titik yang lain
3. Analisa struktur pada perencanaan atap ini menggunakan program **SAP 2000**.
4. Analisa tumpang menggunakan peraturan **SNI 03-2847-2002**.

Perhitungan tulangan lentur :

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

dimana, $\phi = 0,80$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \text{ commit to user}$$



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

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \longrightarrow \text{tulangan tunggal}$$

$$\rho < \rho_{\min} \longrightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = \frac{1,4}{f'_y}$$

Perhitungan tulangan geser :

Dimana, $\phi = 0,60$

$$V_c = \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot b \cdot d$$

$$\phi V_c = 0,6 \cdot V_c$$

$$\phi V_c \leq V_u \leq 3 \phi V_c$$

(perlu tulangan geser)

$$V_u < \phi V_c < 3 \phi V_c$$

(tidak perlu tulangan geser)

$$V_s \text{ perlu} = V_u - V_c$$

(pilih tulangan terpasang)

$$V_s \text{ ada} = \frac{(A_v \cdot f_y \cdot d)}{s}$$

(pakai V_s perlu)

2.7. Perencanaan Pondasi

1. Pembebanan : Beban aksial dan momen dari analisa struktur portal akibat beban mati dan beban hidup.
2. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-2847-2002**.

Perhitungan kapasitas dukung pondasi :

$$\sigma_{\text{yang terjadi}} = \frac{V_{\text{tot}}}{A} + \frac{M_{\text{tot}}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2}$$

$$= \sigma_{\text{tan ahterjadi}} < \sigma_{\text{ijin tanah}} \dots \dots \dots (\text{dianggap aman})$$

Sedangkan pada perhitungan tulangan lentur

$$M_u = \frac{1}{2} \cdot q_u \cdot t^2$$

commit to user



$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

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

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

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \longrightarrow \text{tulangan tunggal}$$

$$\rho < \rho_{\min} \longrightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = 0,0036$$

$$A_s = \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d$$

Luas tampang tulangan

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

Perhitungan tulangan geser:

$$V_u = \sigma \cdot A_{\text{efektif}}$$

$$\phi = 0,60$$

$$V_c = \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot b \cdot d$$

$$\phi V_c = 0,6 \cdot V_c$$

$$\phi V_c \leq V_u \leq 3 \phi V_c$$

(perlu tulangan geser)

$$V_u < \phi V_c < 3 \phi V_c$$

(tidak perlu tulangan geser)

$$V_s \text{ perlu} = V_u - V_c$$

(pilih tulangan terpasang)

$$V_s \text{ ada} = \frac{(A_v \cdot f_y \cdot d)}{s}$$

(pakai V_s perlu)

commit to user

BAB 4

PERENCANAAN TANGGA

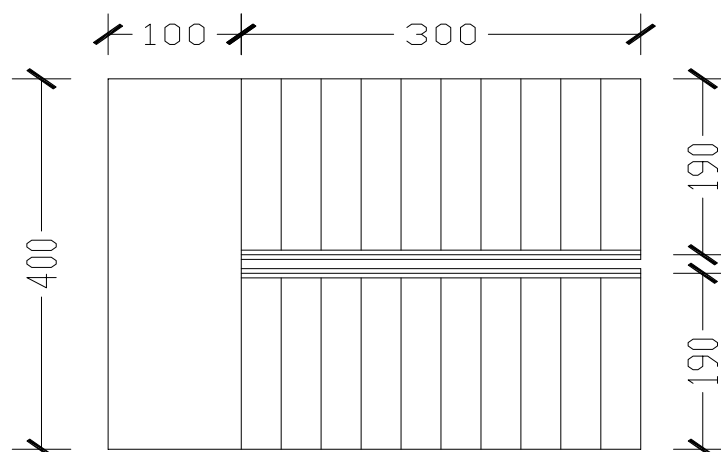
4.1. Uraian Umum

Tangga merupakan bagian dari struktur bangunan bertingkat yang sangat penting untuk penunjang antara struktur bangunan dasar dengan struktur bangunan tingkat atasnya. Penempatan tangga pada struktur suatu bangunan sangat berhubungan dengan fungsi bangunan bertingkat yang akan dioperasikan .

Pada bangunan umum, penempatan haruslah mudah diketahui dan terletak strategis untuk menjangkau ruang satu dengan yang lainnya, penempatan tangga harus disesuaikan dengan fungsi bangunan untuk mendukung kelancaran hubungan yang serasi antara pemakai bangunan tersebut.

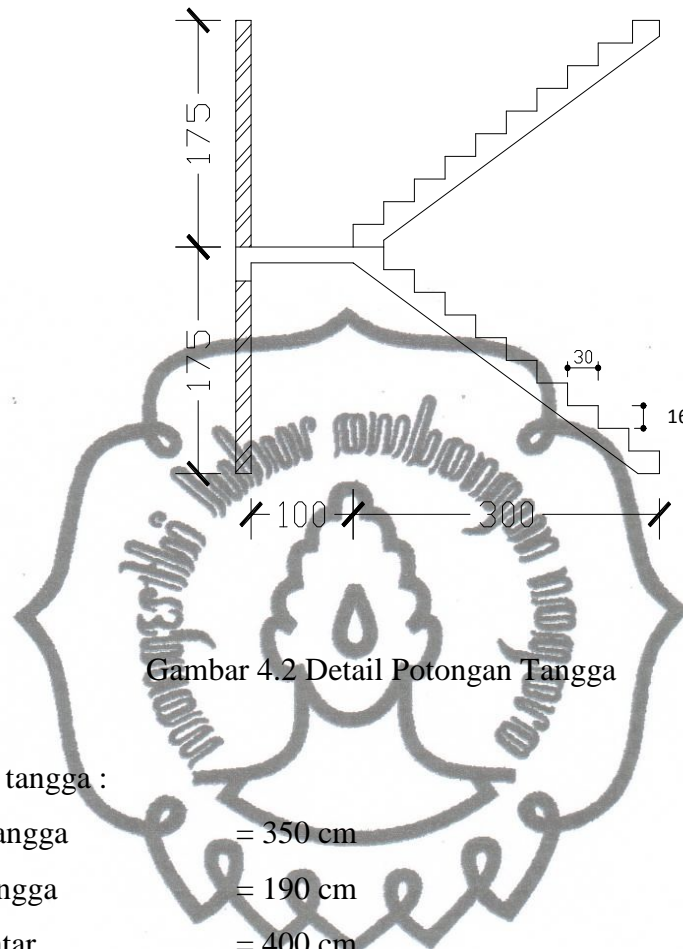
4.2. Data Perencanaan Tangga

Rencana bentuk tangga, seperti terlihat pada gambar 4.1. :



Gambar 4.1. Perencanaan Tangga

Detail potongan tangga, seperti terlihat pada gambar 4.2. :



Gambar 4.2 Detail Potongan Tangga

Data – data tangga :

Tinggi tangga	=	350 cm
Lebar tangga	=	190 cm
Lebar datar	=	400 cm
Tebal plat tangga	=	15 cm
Tebal plat bordes tangga	=	15 cm
Dimensi bordes	=	100 x 400 cm

Menentukan lebar antread dan tinggi optred :

lebar antrade	=	30 cm
Jumlah antrede	=	$300/30 = 10$ buah
Jumlah oprade	=	$10 + 1 = 11$ buah
Tinggi optrede	=	$175 / 11 = 16$ cm

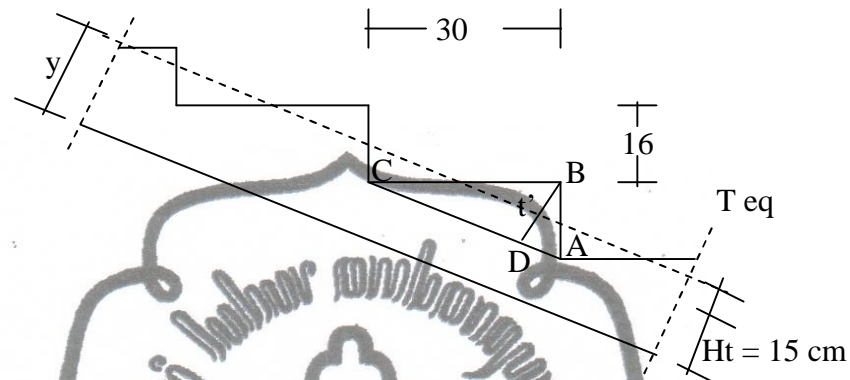
Menentukan kemiringan tangga

$$\alpha = \text{Arc.tg} (175/300) = 30,26^{\circ}$$

$$= 30,26^{\circ} < 35^{\circ} \text{(OK)}$$

4.3. Perhitungan Tebal Plat Equivalen dan Pembebanan

4.3.1. Perhitungan Tebal Plat Equivalen



Gambar 4.3. Tebal equivalen

$$\frac{BD}{AB} = \frac{BC}{AC}$$

$$BD = \frac{AB \times BC}{AC}$$

$$= \frac{16 \times 30}{\sqrt{(16)^2 + (30)^2}}$$

$$= 14,12 \text{ cm}$$

$$t_{eq} = 2/3 \times BD$$

$$= 2/3 \times 14,12$$

$$= 9,41 \text{ cm}$$

Jadi total equivalent plat tangga :

$$Y = t_{eq} + ht$$

$$= 9,41 + 15$$

$$= 24,41 \text{ cm}$$

$$= 0,24 \text{ m}$$

commit to user



4.3.2. Perhitungan Beban

a. Pembebanan tangga (SNI 03-2847-2002)

1. Akibat beban mati (qD)

$$\begin{aligned}
 \text{Berat tegel keramik (1 cm)} &= 0,01 \times 1,9 \times 2400 &= 45,6 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat spesi (2 cm)} &= 0,02 \times 1,9 \times 2100 &= 79,8 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat plat tangga} &= 0,15 \times 1,9 \times 2400 &= 684 \text{ kg/m} \\
 && \hline
 \text{qD} &= 809,4 \text{ kg/m} +
 \end{aligned}$$

Akibat beban hidup (qL)

$$\begin{aligned}
 \text{qL} &= 1,9 \times 300 \text{ kg/m} \\
 &= 570 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

2. Beban ultimate (qU)

$$\begin{aligned}
 \text{qU} &= 1,2 \cdot \text{qD} + 1,6 \cdot \text{qL} \\
 &= 1,2 \cdot 809,4 + 1,6 \cdot 570 \\
 &= 1883,28 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

b. Pembebanan Bordes (SNI 03-2847-2002)

1. Akibat beban mati (qD)

$$\begin{aligned}
 \text{Berat tegel keramik (1 cm)} &= 0,01 \times 4 \times 2400 &= 96 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat spesi (2 cm)} &= 0,02 \times 4 \times 2100 &= 168 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat plat bordes} &= 0,15 \times 4 \times 2400 &= 1440 \text{ kg/m} \\
 && \hline
 \text{qD} &= 1704 \text{ kg/m} +
 \end{aligned}$$

2. Akibat beban hidup (qL)

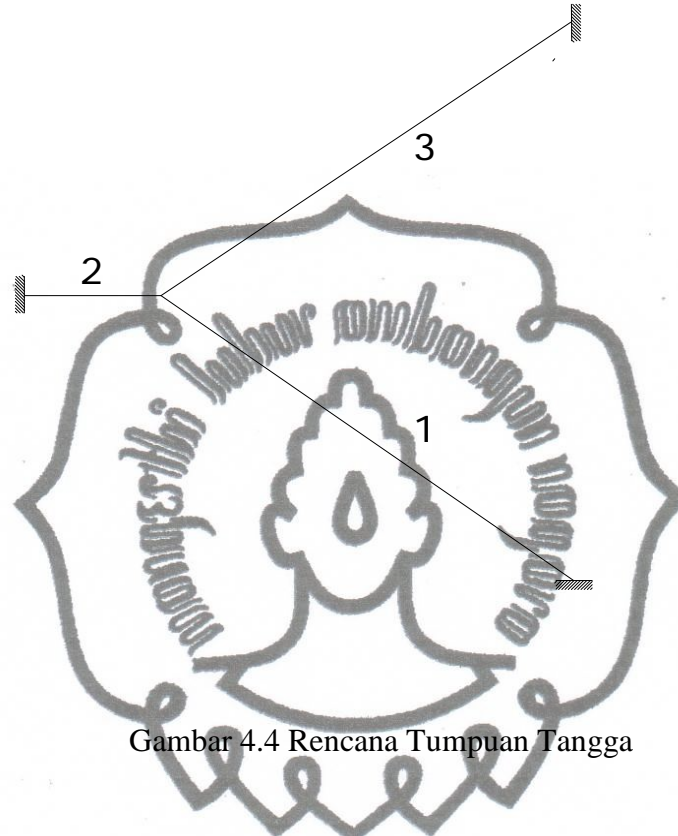
$$\begin{aligned}
 \text{qL} &= 4 \times 300 \text{ kg/m} \\
 &= 1200 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

3. Beban ultimate (qU)

$$\begin{aligned}
 \text{qU} &= 1,2 \cdot \text{qD} + 1,6 \cdot \text{qL} \\
 &= 1,2 \cdot 1704 + 1,6 \cdot 1200 \\
 &= 3964,8 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$



Perhitungan analisa struktur tangga menggunakan Program **SAP 2000 8** tumpuan di asumsikan jepit, jepit, jepit seperti pada gambar berikut :



Gambar 4.4 Rencana Tumpuan Tangga

4.4. Perhitungan Tulangan Tangga dan Bordes

4.4.1. Perhitungan Tulangan Tumpuan

Dicoba menggunakan tulangan $\varnothing 12$ mm

$$h = 150 \text{ mm}$$

$$d' = p + 1/2 \varnothing \text{ tul}$$

$$= 40 + 6$$

$$= 46 \text{ mm}$$

$$d = h - d'$$

$$= 150 - 46$$

$$= 104 \text{ mm}$$

commit to user



Dari perhitungan SAP 2000 8 diperoleh momen terbesar pada batang nomor 1:

$$M_u = 1856,83 \text{ kgm} = 1,8568 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1,8568 \cdot 10^7}{0,8} = 2,321 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,054 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,040 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = 0,0025$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,321 \cdot 10^7}{1900 \cdot (104)^2} = 1,13 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,29} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 1,13}{240}} \right) \\ &= 0,0048 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{ada}} < \rho_{\max}$$

$$> \rho_{\min}$$

di pakai $\rho_{\text{ada}} = 0,0048$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0048 \cdot 1900 \cdot 124 \\ &= 956,02 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dipakai tulangan } \varnothing 12 \text{ mm} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2 \\ &= 113,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$



$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{956,02}{113,04} = 8,46 \approx 9 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan 1 m} = \frac{1000}{9} = 111,11 \text{ mm} \sim 100 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 12 \text{ mm} - 100 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 9 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 9 \times 0,25 \times 3,14 \times (12)^2 \\ &= 1017,36 \text{ mm}^2 > \text{As} \dots\dots\dots \text{Aman !} \end{aligned}$$

4.4.2. Perhitungan Tulangan Lapangan

Dari perhitungan SAP 2000 8 diperoleh momen terbesar pada batang nomor 1:

$$M_u = 902,86 \text{ kgm} = 0,9029 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{0,9029 \cdot 10^7}{0,8} = 1,1286 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \end{aligned}$$

$$= 0,054$$

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

$$= 0,040$$

$$\rho_{\min} = 0,0025$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1,1286 \cdot 10^7}{1900 \cdot (124)^2} = 0,55 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\text{ada}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

commit to user

$$= \frac{1}{11,29} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.11,29.0,55}{240}} \right)$$

$$= 0,0023$$

$$\rho_{ada} < \rho_{max}$$

$$< \rho_{min}$$

di pakai $\rho_{min} = 0,0025$

$$As = \rho_{min} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0025 \times 1900 \times 124$$

$$= 494 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan } \varnothing 12 \text{ mm} = \frac{1}{4} \cdot \pi \times 12^2$$

$$= 113,04 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan dalam 1 m} = \frac{494}{113,04} = 4,37 \approx 5 \text{ tulangan}$$

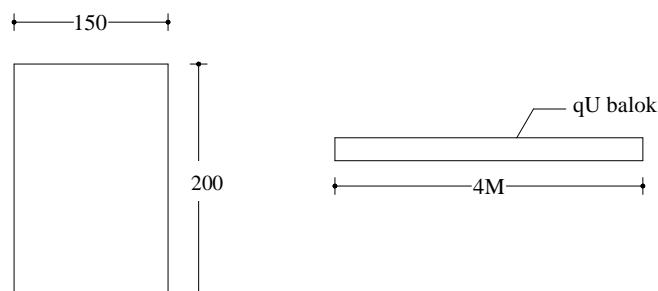
$$\text{Jarak tulangan 1 m} = \frac{1000}{5} = 200 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 12 \text{ mm} - 200 \text{ mm}$

$$\text{As yang timbul} = 5 \cdot \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

$$= 565,2 \text{ mm}^2 > As \dots\dots\text{aman !}$$

4.5. Perencanaan Balok Bordes



Gambar 4.5 Rencana Balok Bordes

commit to user



Data – data perencanaan balok bordes:

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

$$b = 150 \text{ mm}$$

$$\phi_{tul} = 12 \text{ mm}$$

$$\phi_{sk} = 8 \text{ mm}$$

$$d' = p + \phi_{sk} + \frac{1}{2} \phi_{tul}$$

$$= 40 + 8 + 6$$

$$= 54 \text{ mm}$$

$$d = h - d'$$

$$= 200 - 54$$

$$= 146 \text{ mm}$$

4.5.1. Pembebanan Balok Bordes

1. Beban mati (qD)

$$\text{Berat sendiri} = 0,15 \times 0,2 \times 2400 = 72 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 \times 4 \times 1700 = 1020 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat plat bordes} = 0,15 \times 2400 = 360 \text{ kg/m}$$

$$\underline{qD = 1452 \text{ kg/m}}$$

2. Beban Hidup (qL) = 300 kg/m

3. Beban ultimate (qU)

$$qU = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$$

$$= 1,2 \cdot 1452 + 1,6 \cdot 300$$

$$= 2222,4 \text{ Kg/m}$$

2. Beban reaksi bordes

$$qU = \frac{\text{Reaksi bordes}}{\text{lebar bordes}}$$

$$= \frac{2222,4}{1,0}$$

$$= 2222,4 \text{ kg/m}$$

commit to user



4.5.2. Perhitungan tulangan lentur

Dari perhitungan SAP 2000 8 diperoleh momen terbesar pada batang nomor 2:

$$M_u = 2486,17 \text{ kgm} = 2,4862 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,4862 \cdot 10^7}{0,8} = 3,1077 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,054 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,040 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = 0,0058$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,1077 \cdot 10^7}{150 \cdot (146)^2} = 1,51 \text{ N/mm}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,29} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 1,51}{240}} \right) = 0,0065 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{ada}} > \rho_{\min}$$

$$\rho_{\text{ada}} < \rho_{\max}$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0065 \times 150 \times 146 \\ &= 142,35 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan \varnothing 12 mm

$$A_s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (12)^2 = 113,04 \text{ mm}^2$$

commit to user



$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{142,35}{113,04} = 1,25 \approx 2 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (12)^2 \\ &= 226,08 \text{ mm}^2 > \text{As} \dots\dots\text{Aman !} \end{aligned}$$

Dipakai tulangan **2 D12**

4.5.3. Perhitungan Tulangan Geser

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh gaya geser terbesar pada batang nomor 2:

$$V_u = 3338,76 \text{ kg} = 33387,6 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f_c} \\ &= 1/6 \cdot 150 \cdot 146 \cdot \sqrt{25} \\ &= 18250 \text{ N} \end{aligned}$$

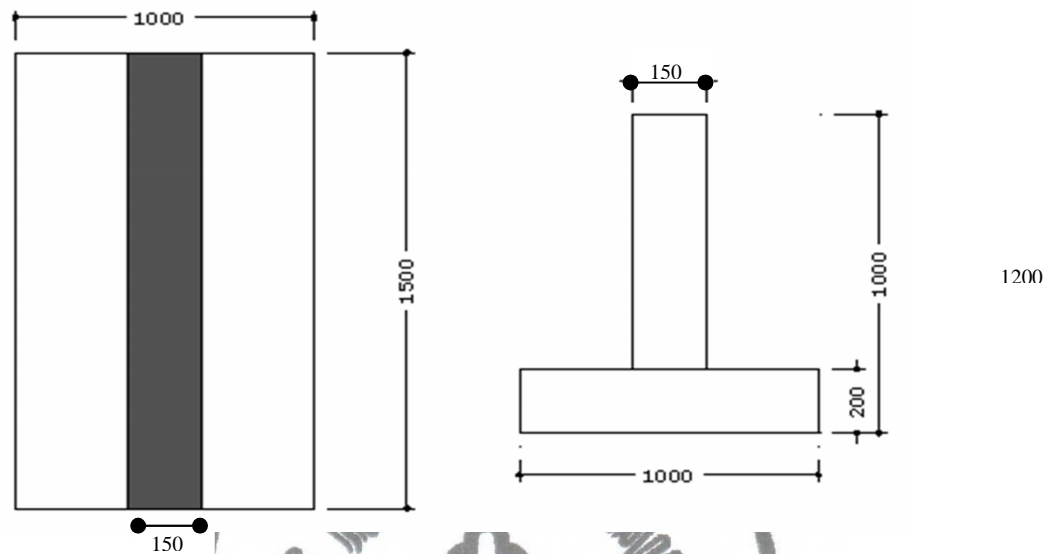
$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,75 \cdot V_c \\ &= 0,75 \cdot 18250 \text{ N} \\ &= 13687,5 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3\phi V_c &= 3 \cdot \phi V_c \\ &= 41062,5 \text{ N} \end{aligned}$$

$V_u < \phi V_c$ tidak perlu tulangan geser

Tulangan geser minimum $\phi 8 - 200 \text{ mm}$

4.6. Perhitungan Pondasi Tangga



Gambar 4.6. Pondasi Tangga

Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 1,00 m dan panjang 1,5 m dan lebar 1,0 m.

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal (h)} &= 200 \text{ mm} \\
 \text{Ukuran alas} &= 1000 \times 1500 \text{ mm} \\
 \gamma \text{ tanah} &= 1,7 \text{ t/m}^3 = 1700 \text{ kg/m}^3 \\
 \sigma \text{ tanah} &= 1,25 \text{ kg/cm}^2 = 12500 \text{ kg/m}^2 \\
 P_u &= 11148,61 \text{ kg} \\
 M_u &= 1856,83 \text{ kg} \\
 \text{\textcircled{O}} \text{ tulangan} &= 12 \text{ mm} \\
 d &= 200 - p - 1/2 \text{\textcircled{O}}_t - \text{\textcircled{O}}_s \\
 &= 200 - 40 - 6 - 8 = 146 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

commit to user



4.6.1. Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi

a. Perhitungan kapasitas dukung pondasi

Pembebanan pondasi

$$\text{Berat telapak pondasi} = 1 \times 1,5 \times 0,2 \times 2400 = 720 \text{ kg}$$

$$\text{Berat tanah} = 2 \times (0,425 \times 1,5 \times 0,80) \times 1700 = 1734 \text{ kg}$$

$$\text{Berat kolom pondasi tangga} = (0,15 \times 1,5 \times 0,80) \times 2400 = 432 \text{ kg}$$

$$P_u = 11183,61 \text{ kg} +$$

$$V_{\text{tot}} = 14034,61 \text{ kg}$$

$$e = \frac{\sum M}{\sum P} = \frac{1856,83}{11148,61}$$

$$= 0,1666 \text{ kg} < 1/6.B$$

$$= 0,1666 < 0,1667 \dots \text{ok!}$$

$$\sigma_{\text{tanah yang terjadi}} = \frac{V_{\text{tot}}}{A} + \frac{M_{\text{tot}}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2}$$

$$\sigma_{\text{tanah yang terjadi}} = \frac{13072,61}{1 \cdot 1,5} + \frac{1856,83}{1/6 \cdot 1,1^2} = 24828,48 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_{\text{tanah yang terjadi}} < \sigma_{\text{ijin tanah}} \dots \text{ok!}$$

b. Perhitungan Tulangan Lentur

o Untuk Arah Sumbu Pendek

$$M_u = \frac{1}{2} \cdot \sigma \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 12725,61 \cdot (0,40)^2 = 1018,05 \text{ kg/m}$$

$$M_n = \frac{1,01805 \cdot 10^7}{0,8} = 1,27 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29$$

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

$$= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right)$$

$$= 0,054$$

commit to user



$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1,27 \cdot 10^7}{1000 \cdot (143,5)^2} = 0,617$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b \\ = 0,041$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

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

$$= \frac{1}{11,29} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 0,617}{240}} \right)$$

$$= 0,0026$$

$$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max}$$

$$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min}$$

$$A_s_{\text{perlu}} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ = 0,0058 \cdot 1000 \cdot 143,5 \\ = 832,3 \text{ mm}^2$$

$$\text{digunakan tul } \varnothing 13 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (13)^2 \\ = 132,665 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{832,3}{132,665} = 6,27 \sim 7 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1000}{7} = 142,9 \text{ mm} = 150 \text{ mm}$$

Sehingga dipakai tulangan $\varnothing 13 - 150 \text{ mm}$

$$A_s \text{ yang timbul} = 7 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ = 928,655 \text{ mm}^2 > 832,3 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{ok!}$$

o Untuk Arah Sumbu Panjang

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ = 0,0058 \cdot 1500 \cdot 143,5 \\ = 1248,45 \text{ mm}^2$$

commit to user



$$\begin{aligned} \text{Digunakan tulangan } \varnothing 13 &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (13)^2 \\ &= 132,665 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{1248,45}{132,665} = 9,41 \sim 10 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1500}{10} = 150 \text{ mm}$$

Sehingga dipakai tulangan $\varnothing 13 - 150 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 10 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 1326,65 \text{ mm}^2 > 1248,45 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots\text{ok!} \end{aligned}$$

c. Perhitungan Tegangan Geser Pons

Data perencanaan :

$$\begin{array}{ll} \text{Ht} &= 20 \text{ cm} & \text{b} &= 30 \text{ cm} \\ \text{Pu} &= 10679,70 \text{ kg} & \text{a} &= 30 \text{ cm} \end{array}$$

Analisa Perhitungan :

$$\begin{aligned} L &= 2 \times (2ht + b + a) \\ &= 2 \times (4 \cdot 20 + 30 + 30) \\ &= 320 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_{pons} &= \frac{Pu}{L \cdot Ht} \\ &= \frac{10679,70}{320 \cdot 20} = 1,67 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_{ijin} &= 0,65 \times \sqrt{\sigma_k} \\ &= 0,65 \times \sqrt{250} = 10,28 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

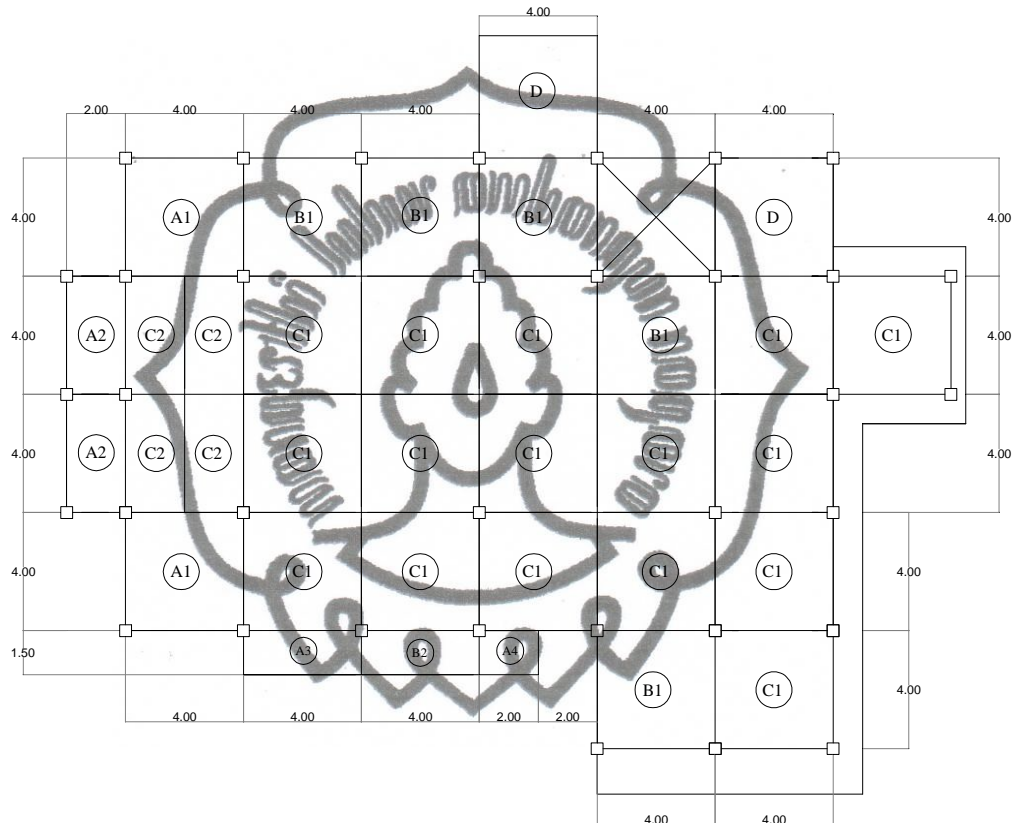
$\tau_{pons} < \tau_{ijin}$, maka (tebal Footplat cukup, sehingga tidak memerlukan tulangan geser)

commit to user

BAB 5

PLAT LANTAI

5.1. Perencanaan Plat Lantai



Gambar 5.1 Denah Plat lantai

5.1.1. Perhitungan Pembebanan Plat Lantai

a. Beban Hidup (q_L)

Berdasarkan PPIUG 1983 yaitu :

Beban hidup fungsi gedung toko dan restaurant = 250 kg/m^2

commit to user

b. Beban Mati (qD)

Berat keramik (1 cm)	=	0,01 x 2400 x 1	=	24	kg/m ²
Berat Spesi (2 cm)	=	0,02 x 2100 x 1	=	42	kg/m ²
Berat Pasir (2 cm)	=	0,02 x 1600 x 1	=	32	kg/m ²
Berat plat sendiri	=	0,12 x 2400 x 1	=	288	kg/m ²
Berat plafond + instalasi listrik	=		=	25	kg/m ²
					qD = 411 kg/m ² +

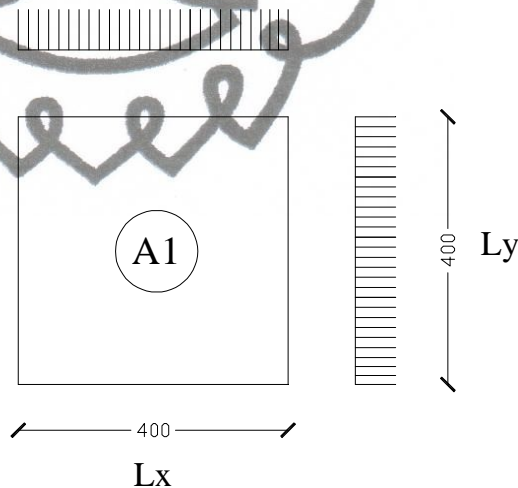
c. Beban Ultimate (qU)

Untuk tinjauan lebar 1 m plat maka :

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= 1,2 \cdot 411 + 1,6 \cdot 250 \\ &= 973,20 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

5.1.2. Perhitungan Momen

1. Tipe pelat A1



Gambar 5.2 Plat tipe A1

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{4,0}{4,0} = 1,0$$

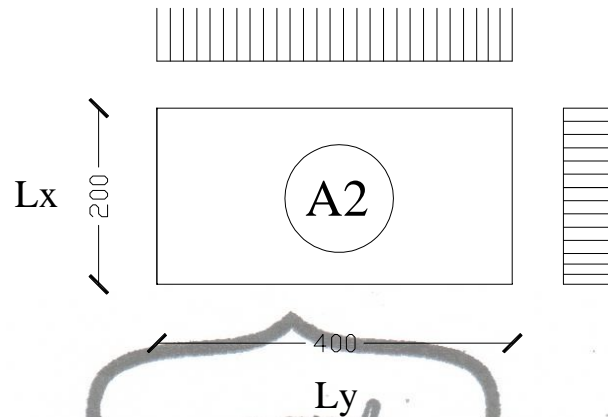
$$Mlx = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 28 = 435,99 \text{ kg m}$$

$$Mly = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 28 = 435,99 \text{ kg m}$$

$$Mty = -0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 68 = -1058,84 \text{ kg m}$$

$$Mty = -0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 68 = -1058,84 \text{ kg m}$$

2. Tipe pelat A2



Gambar 5.3 Plat tipe A1

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{4,0}{2,0} = 2,0$$

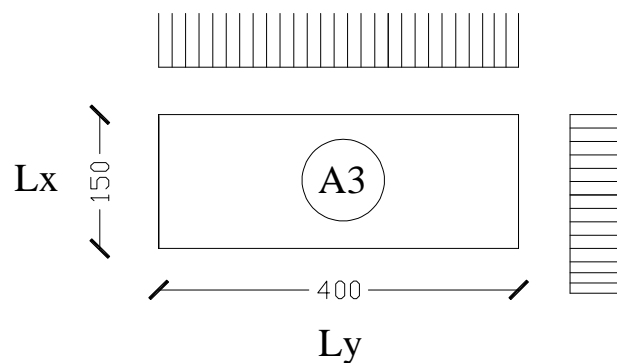
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 58 = 225,78 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 19 = 73,69 \text{ kg m}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 118 = -459,35 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 79 = -307,53 \text{ kg m}$$

3. Tipe pelat A3



Gambar 5.4 Plat tipe A1

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{4,0}{1,50} = 2,60$$

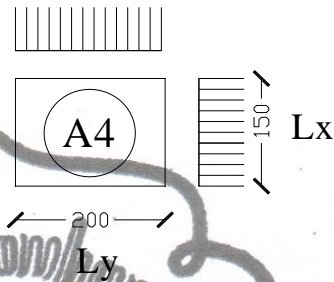
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (1,50)^2 \cdot 63 = 137,95 \text{ kg m}$$

$$Mly = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0.001 \cdot 973,2 \cdot (1,50)^2 \cdot 13 = 28,466 \text{ kg m}$$

$$Mty = - 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = - 0.001 \cdot 973,2 \cdot (1,50)^2 \cdot 125 = - 273,71 \text{ kg m}$$

$$Mty = - 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = - 0.001 \cdot 973,2 \cdot (1,50)^2 \cdot 79 = - 172,98 \text{ kg m}$$

4. Tipe pelat A4



Gambar 5.5 Plat tipe A2

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{2,0}{1,50} = 1,33$$

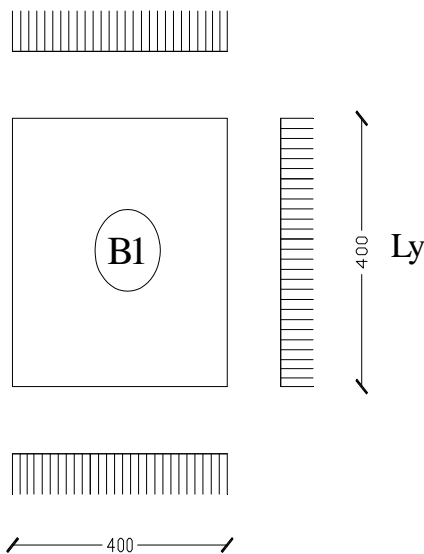
$$Mlx = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0.001 \cdot 973,2 \cdot (1,50)^2 \cdot 21 = 91,96 \text{ kg m}$$

$$Mly = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0.001 \cdot 973,2 \cdot (1,50)^2 \cdot 26 = 59,12 \text{ kg m}$$

$$Mtx = - 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = - 0.001 \cdot 973,2 \cdot (1,50)^2 \cdot 55 = - 201,45 \text{ kg m}$$

$$Mty = - 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = - 0.001 \cdot 973,2 \cdot (1,50)^2 \cdot 60 = - 166,41 \text{ kgm}$$

5. Tipe pelat B1



Gambar 5.6 Plat tipe A3

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{4,0} = 1,0$$

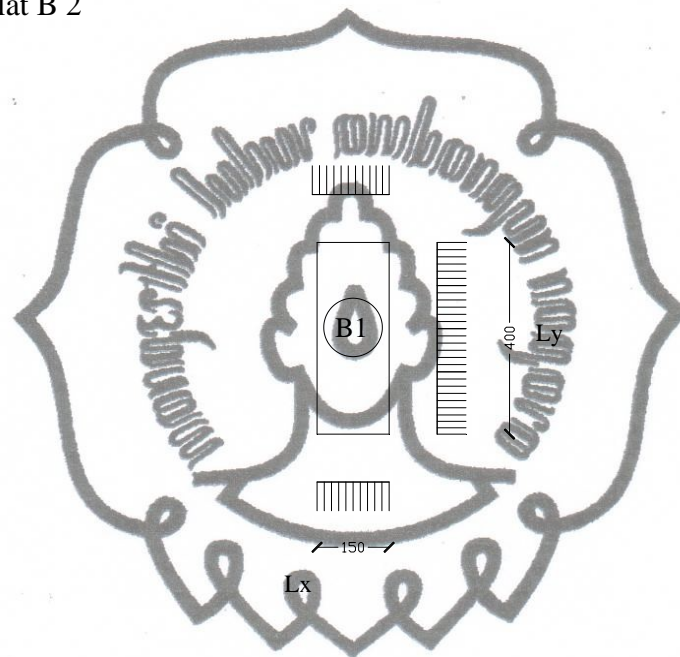
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 0,26 = 404,85 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 0,21 = 326,99 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 0,60 = -934,27 \text{ kg m}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 0,55 = -856,41 \text{ kg m}$$

6. Tipe pelat B 2



Gambar 5.7 Plat tipe A3

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{1,50} = 2,66$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (1,50)^2 \cdot 0,42 = 404,85 \text{ kg m}$$

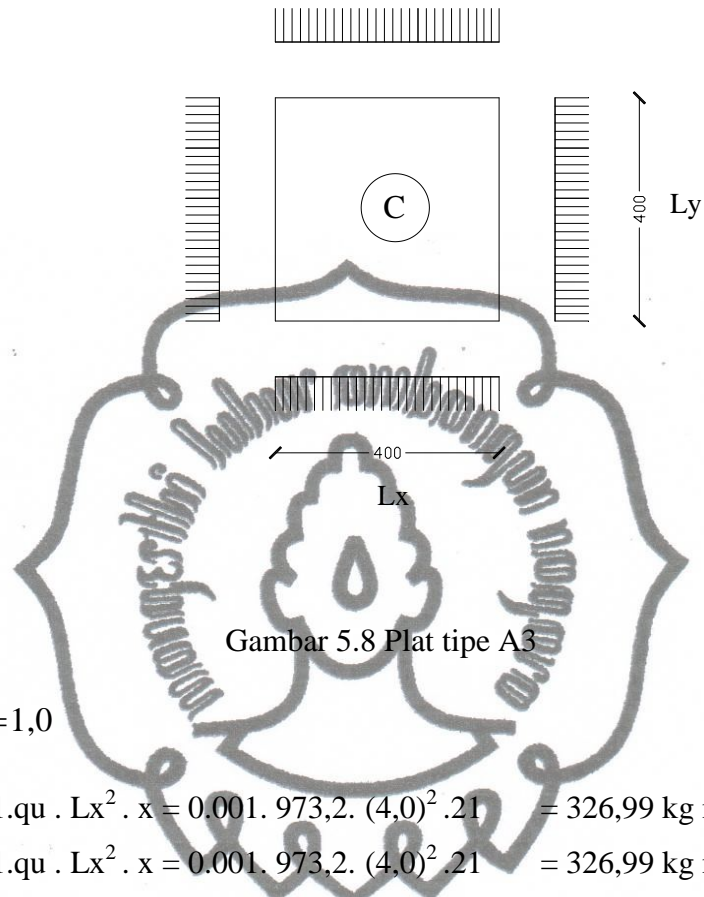
$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (1,50)^2 \cdot 0,8 = 326,99 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (1,50)^2 \cdot 0,83 = -934,27 \text{ kg m}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (1,50)^2 \cdot 0,57 = -856,41 \text{ kg m}$$

commit to user

7. Tipe pelat C



Gambar 5.8 Plat tipe A3

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{4,0} = 1,0$$

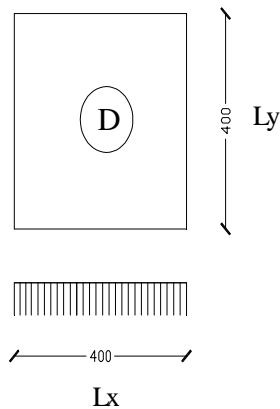
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 21 = 326,99 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 21 = 326,99 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 52 = -809,70 \text{ kg m}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 52 = -809,70 \text{ kgm}$$

8. Tipe pelat D



Gambar 5.9 Plat tipe A3



$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{4,0} = 1,0$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 21 = 576,13 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 21 = 482,70 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (4,0)^2 \cdot 52 = -1307,98 \text{ kg m}$$

5.2. Penulangan Plat Lantai

Tabel 5.1. Perhitungan Plat Lantai

Tipe Plat	L_y/L_x (m)	M_{lx} (kgm)	M_{ly} (kgm)	M_{tx} (kgm)	M_{ty} (kgm)
A1	$4,0/4,0 = 1,0$	435,99	435,99	- 1058,84	- 1058,84
A2	$4,0/2,0 = 2,0$	225,78	73,69	-459,35	- 307,53
A3	$4,0/1,5 = 2,6$	137,95	28,466	- 273,71	- 172,98
A4	$2,0/1,5 = 1,3$	91,96	59,12	- 201,45	- 166,41
B1	$4,0/4,0 = 1,0$	404,85	326,99	- 934,27	- 856,41
B2	$4,0/1,5 = 2,6$	404,85	326,99	- 934,27	- 856,41
C	$4,0/4,0 = 1,0$	326,99	326,99	- 809,70	- 809,70
D	$4,0/4,0 = 1,0$	576,13	482,70	- 1307,98	-

Dari perhitungan momen diambil momen terbesar yaitu:

$$M_{lx} = \mathbf{576,13 \text{ kgm}}$$

$$M_{ly} = \mathbf{482,70 \text{ kgm}}$$

$$M_{tx} = \mathbf{- 1307,98 \text{ kgm}}$$

$$M_{ty} = \mathbf{- 1058,84 \text{ kgm}}$$

Data – data plat :

$$\begin{aligned} \text{Tebal plat (h)} &= 12 \text{ cm} \\ &= 120 \text{ mm} \end{aligned}$$

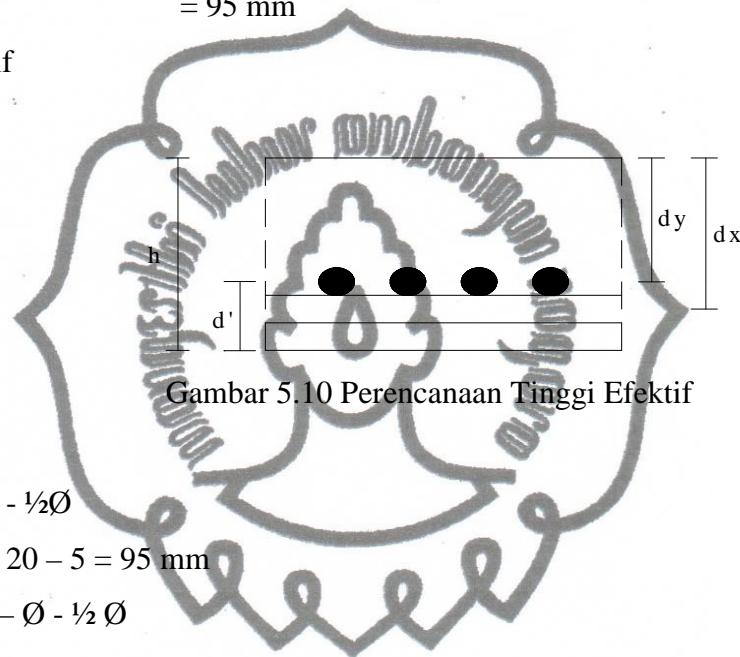
$$\text{Diameter tulangan (} \varnothing \text{)} = 10 \text{ mm}$$

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

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned}
 b &= 1000 \text{ mm} \\
 p &= 20 \text{ mm} \\
 \text{Tebal penutup (} d' \text{)} &= p + \frac{1}{2}\varnothing \text{ tul} \\
 &= 20 + 5 \\
 &= 25 \text{ mm} \\
 \text{Tinggi Efektif (} d \text{)} &= h - d' \\
 &= 120 - 25 \\
 &= 95 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tinggi efektif



Gambar 5.10 Perencanaan Tinggi Efektif

$$\begin{aligned}
 dx &= h - p - \frac{1}{2}\varnothing \\
 &= 120 - 20 - 5 = 95 \text{ mm} \\
 dy &= h - p - \varnothing - \frac{1}{2}\varnothing \\
 &= 120 - 20 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 85 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \\
 &= 0,05376
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\
 &= 0,75 \cdot 0,05376 \\
 &= 0,04032
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = 0,0025$$

commit to user



5.3. Penulangan tumpuan arah x

$$M_u = 1307,98 \text{ kgm} = 13,0798 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{13,0798 \cdot 10^7}{0,8} = 16,349 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d x^2} = \frac{16,349 \cdot 10^7}{1000 \cdot (95)^2} = 1,811 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,2942$$

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

$$= \frac{1}{11,2942} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,2942 \cdot 1,811}{240}} \right)$$

$$= 0,0079$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,0079$$

$$A_{s\text{perlu}} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d x$$

$$= 0,0079 \cdot 1000 \cdot 95$$

$$= 750,58 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan $\varnothing 10$

$$A_s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2$$

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

$$S = \frac{A_s \cdot b}{A_{s\text{perlu}}} = \frac{78,5 \cdot 1000}{750,58}$$

$$= 104 \sim 100 \text{ mm}$$

$$n = \frac{b}{s}$$

$$= \frac{1000}{100}$$

$$= 10$$

commit to user



$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 10 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 \\ &= 785 \text{ mm}^2 > \text{As}_{\text{perlu}} \dots \dots \text{ok!} \end{aligned}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 10 - 100 \text{ mm}$

5.4. Penulangan tumpuan arah y

$$M_u = 1058,84 \text{ kgm} = 10,58 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{10,5884 \cdot 10^6}{0,8} = 13,2355 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{13,2355 \cdot 10^6}{1000 \cdot (85)^2} = 1,8319 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,294$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,294} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 1,8319}{240}} \right) \\ &= 0,00799 \end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,00799$$

$$\begin{aligned} A_{s_{\text{perlu}}} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,00799 \cdot 1000 \cdot 85 \\ &= 679,47 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan $\varnothing 10$

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 \\ &= 78,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{A_s \cdot b}{A_{s_{\text{perlu}}}} = \frac{78,5 \cdot 1000}{679,41} \\ &= 115,5 \sim 110 \text{ mm} \end{aligned}$$

commit to user



$$n = \frac{b}{s}$$

$$= \frac{1000}{110}$$

$$= 9$$

$$\text{As yang timbul} = 9 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2$$

$$= 706,5 \text{ mm}^2 > \text{As}_{\text{perlu}} \dots \text{ok!}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 10 - 110 \text{ mm}$

5.5. Penulangan lapangan arah x

$$M_u = 576,13 \text{ kgm} = 5,7613 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{5,7613 \cdot 10^6}{0,8} = 7,2016 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d \cdot x^2} = \frac{7,2016 \cdot 10^6}{1000 \cdot (95)^2} = 0,7979 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,294$$

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

$$= \frac{1}{11,294} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 0,7979}{240}} \right)$$

$$= 0,00339$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho < \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{min}} = 0,0025$$

$$\text{As} = \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d \cdot x$$

$$= 0,00339 \cdot 1000 \cdot 95$$

$$= 322 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan $\varnothing 10$

$$\text{As} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2$$

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

commit to user



$$S = \frac{As \cdot b}{As_{\text{perlu}}} = \frac{78,5 \cdot 1000}{322}$$

$$= 243,86 \sim 240 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak maksimum} = 2 \times h$$

$$= 2 \times 120$$

$$= 240 \text{ mm}$$

$$n = \frac{b}{s}$$

$$= \frac{1000}{240}$$

$$= 4,2 \sim 5$$

$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 \\ &= 392,5 \text{ mm}^2 > \text{As...ok!} \end{aligned}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 10 - 240 \text{ mm}$

5.6. Penulangan lapangan arah y

$$M_u = 482,7 \text{ kgm} = 4,827 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,827 \cdot 10^6}{0,8} = 6,033 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d \cdot y^2} = \frac{6,033 \cdot 10^6}{1000 \cdot (85)^2} = 0,6685 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,294$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,294} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 0,6685}{240}} \right) \\ &= 0,002831 \end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{\text{max}}$$

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,002831$$



$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{perlu}} b \cdot d \\ &= 0,002831 \cdot 1000 \cdot 85 \\ &= 288,12 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan $\varnothing 10$

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 \\ &= 78,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$S = \frac{A_s \cdot b}{A_{s_{\text{perlu}}}} = \frac{78,5 \cdot 1000}{288,12} = 272,58 \sim 270 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak maksimum} &= 2 \times h \\ &= 2 \times 120 \\ &= 240 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{b}{s} \\ &= \frac{1000}{240} \\ &= 4,2 \sim 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ yang timbul} &= 5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 \\ &= 392,5 \text{ mm}^2 > A_s \dots \text{ok!} \end{aligned}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 10 - 240 \text{ mm}$

5.7. Rekapitulasi Tulangan

Dari perhitungan diatas diperoleh :

Tulangan lapangan arah x $\varnothing 10 - 240 \text{ mm}$

Tulangan lapangan arah y $\varnothing 10 - 240 \text{ mm}$

Tulangan tumpuan arah x $\varnothing 10 - 100 \text{ mm}$

Tulangan tumpuan arah y $\varnothing 10 - 110 \text{ mm}$

commit to user



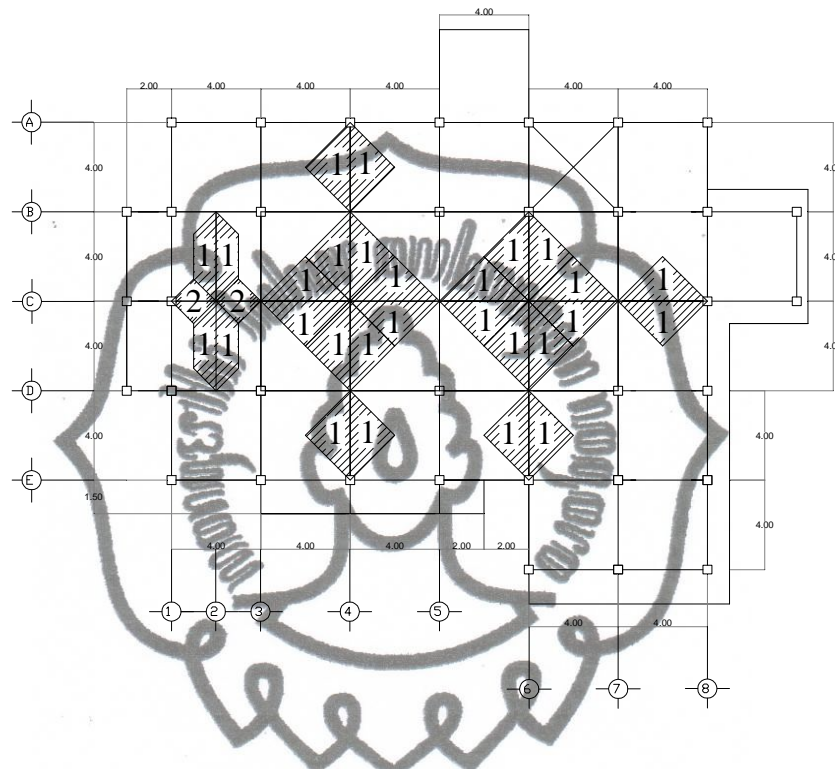
Tabel 5.2. Penulangan Plat Lantai

Tipe Plat	Momen Pembebanan				Tulangan Lapangan		Tulangan Tumpuan	
	Mlx (kgm)	Mly (kgm)	Mtx (kgm)	Mty (kgm)	Arah x (mm)	Arah y (mm)	Arah x (mm)	Arah Y (mm)
A1	435,99	435,99	- 1058,84	- 1058,84	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-110	Ø10-110
A2	225,78	73,69	-459,35	- 307,53	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-110	Ø10-110
A3	137,95	28,466	- 273,71	- 172,98	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-110	Ø10-110
A4	91,96	59,12	- 201,45	- 166,41	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-110	Ø10-110
B1	404,85	326,99	- 934,27	- 856,41	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-110	Ø10-110
B2	404,85	326,99	- 934,27	- 856,41	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-110	Ø10-110
C	326,99	326,99	- 809,70	- 809,70	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-110	Ø10-110
D	576,13	482,70	- 1307,98	-	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-110	Ø10-110

BAB 6

BALOK ANAK

6.1. Perencanaan Balok Anak



Gambar 6.1 Area Pembebanan Balok Anak

Keterangan :

Balok Anak : As C (1-8)

Balok Anak : As 4 (A-E)

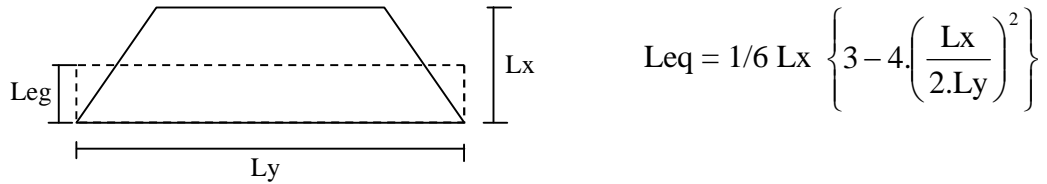
Balok Anak : As 6 (B-E)

Balok Anak : As 2 (B-D)

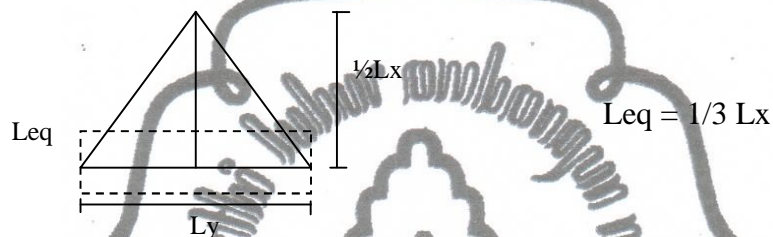
6.1.1 Perhitungan Lebar Equivalen

Untuk mengubah beban trapesium dari pelat menjadi beban merata pada bagian balok, maka beban pelat harus diubah menjadi beban *equivalent* yang besarnya dapat ditentukan sebagai berikut : *commit to user*

a. Lebar Equivalen Tipe Trapesium



b. Lebar Equivalen Tipe Segitiga



6.1.2 Lebar Equivalen Balok Anak

Tabel 6.1. Perhitungan Lebar Equivalen

No.	Ukuran Plat (mm)	Lx (m)	Ly (m)	Leq (segitiga)	Leq (Trapeسيوم)
1.	200 x 400	2,00	4,00	0,667	0,917
1.	400 x 400	4,00	4,00	1,33	-

Beban Plat Lantai (qD)

Berat plat sendiri = 0,12 x 2400x1 = 288 kg/m²

Berat keramik (1 cm) = 0,01 x 2400x1 = 24 kg/m²

Berat Spesi (2 cm) = 0,02 x 2100 x1 = 42 kg/m²

Berat plafond + instalasi listrik = 18 kg/m²

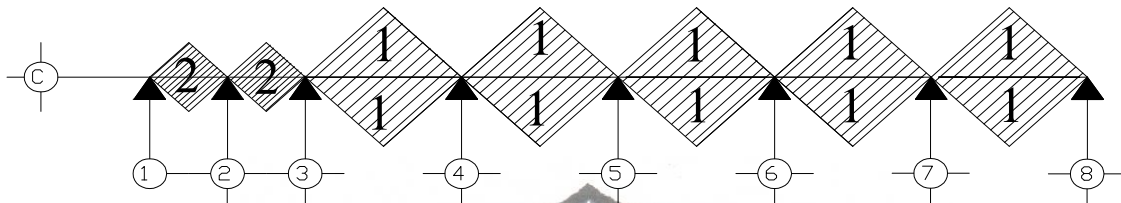
Berat Pasir (2 cm) = 0,02 x 1600x1 = 32 kg/m²

qD = 404 kg/m²

commit to user

6.2. Balok Anak as C (1-8)

6.2.1 Pembebanan Balok Anak as C (1-8)



Gambar 6.2 Lebar Equivalen Balok Anak as C (1-8)

A. Dimensi Balok

$$\begin{aligned}
 h &= 1/12 \cdot L \\
 &= 1/12 \cdot 400 \\
 &= 33,3 \text{ cm (dipakai 35 cm)}
 \end{aligned}
 \qquad
 \begin{aligned}
 b &= 2/3 \cdot h \\
 &= 2/3 \times 35 \\
 &= 23,3 \text{ (dipakai 25 cm)}
 \end{aligned}$$

B. Pembebanan Setiap Elemen

1. Pembebanan balok elemen 1-2

a) Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned}
 \text{Berat sendiri} &= 0,25 \times (0,35 - 0,12) \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 138 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat dinding} &= 0,15 \times (3,50 - 0,35) \times 1700 \text{ kg/m}^2 = 803,25 \text{ kg/m} \\
 \text{Beban Plat} &= (0,667 \times 2) \times 404 \text{ kg/m}^2 = \underline{538,67 \text{ kg/m}^2} + \\
 qD &= 1479,92 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

b) Beban hidup (qL)

$$\begin{aligned}
 \text{Beban hidup lantai untuk gedung restaurant \& toko} &= 250 \text{ kg/m}^2 \\
 qL &= (0,667 \times 2) \times 250 \text{ kg/m}^2 = 333,33 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

c) Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned}
 qU &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\
 &= (1,2 \times 1479,92) + (1,6 \times 333,33) \\
 &= 2309,23 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

commit to user



2. Pembebanan balok elemen 2-3

a) Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned} \text{Berat sendiri} &= 0,25 \times (0,35 - 0,12) \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 138 \text{ kg/m} \\ \text{Beban Plat} &= (0,667 \times 2) \times 404 \text{ kg/m}^2 = \underline{538,67 \text{ kg/m}} + \\ qD &= 676,67 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

b) Beban hidup (qL)

$$\begin{aligned} \text{Beban hidup lantai untuk gedung restaurant \& toko} &= 250 \text{ kg/m}^2 \\ qL &= (0,667 \times 2) \times 250 \text{ kg/m}^2 = 333,33 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

c) Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= (1,2 \times 676,67) + (1,6 \times 333,33) \\ &= 1345,33 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

3. Pembebanan balok elemen 3-7

a) Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned} \text{Berat sendiri} &= 0,25 \times (0,35 - 0,12) \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 138 \text{ kg/m} \\ \text{Beban Plat} &= (1,333 \times 2) \times 404 \text{ kg/m}^2 = \underline{1077,33 \text{ kg/m}} + \\ qD &= 1215,33 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

b) Beban hidup (qL)

$$\begin{aligned} \text{Beban hidup lantai untuk gedung restaurant \& toko} &= 250 \text{ kg/m}^2 \\ qL &= (1,333 \times 2) \times 250 \text{ kg/m}^2 = 666,67 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

c) Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= (1,2 \times 1215,33) + (1,6 \times 666,67) \\ &= 2525,07 \text{ kg/m} \end{aligned}$$



6.2.2. Perhitungan Tulangan Balok Anak as C (1- 8)

1. Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan :

$$\begin{aligned}
 h &= 350 \text{ mm} & \emptyset_t &= 16 \text{ mm} \\
 b &= 250 \text{ mm} & \emptyset_s &= 8 \text{ mm} \\
 p &= 40 \text{ mm} & d &= h - p - 1/2 \emptyset_t - \emptyset_s \\
 f_y &= 380 \text{ Mpa} & &= 350 - 40 - 1/2 \cdot 16 - 8 \\
 f'_c &= 25 \text{ MPa} & &= 294 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{380} \cdot \left(\frac{600}{600 + 380} \right) \\
 &= 0,029 \\
 \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\
 &= 0,75 \cdot 0,029 \\
 &= 0,022 \\
 \rho_{\min} &= \frac{1,4}{380} = 0,0036
 \end{aligned}$$

a. Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000 8** diperoleh momen terbesar pada batang nomor 6 atau batang nomor 7:

$$\begin{aligned}
 M_u &= 5435.07 \text{ kgm} = 5,435 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\
 M_n &= \frac{M_u}{\phi} = \frac{5,435 \cdot 10^7}{0,8} = 6,793 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\
 R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{6,793 \cdot 10^7}{250 \cdot (294)^2} = 3,14 \\
 m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{380}{0,85 \cdot 25} = 17,88
 \end{aligned}$$

commit to user



$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{17,88} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 17,88 \cdot 3,14}{380}} \right)$$

$$= 0,0089$$

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

$\rho < \rho_{\max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho_{\text{perlu}} = 0,0089$

$$\text{As perlu} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0089 \cdot 250 \cdot 294$$

$$= 661,31 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2}$$

$$= \frac{661,31}{200,96} = 3,29 \sim 4 \text{ tulangan}$$

Dipakai tulangan 4 D 16 mm

$$\text{As ada} = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2$$

$$= 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2$$

$$= 803,84 \text{ mm}^2 > \text{As perlu} \rightarrow \text{Aman}$$

$$a = \frac{\text{As ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_{c \cdot b}} = \frac{803,84 \cdot 380}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} = 57,49$$

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

$$= 803,84 \cdot 380 \cdot (294 - 57,49/2)$$

$$= 8,1 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$\text{Mn ada} > \text{Mn} \rightarrow \text{Aman..!!}$

Kontrol Spasi :

$$S = \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 4 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{4 - 1} = 30 > 25 \text{ mm.....ok}$$

Jadi dipakai tulangan 4 D 16 mm

commit to user



b. Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000 8** diperoleh momen terbesar pada batang nomor **13**:

$$M_u = 4790,54 \text{ kgm} = 4,790.10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,790 \cdot 10^7}{0,8} = 5,988175.10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{5,988175.10^7}{250 \cdot 294^2} = 2,77$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{380}{0,85 \cdot 25} = 17,88$$

$$\rho_{\text{ada}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{17,88} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 17,88 \cdot 2,77}{380}} \right)$$

$$= 0,0078$$

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

$$\rho < \rho_{\text{max}} \rightarrow \text{dipakai tulangan tunggal}$$

$$\text{Digunakan } \rho_{\text{perlu}} = 0,0078$$

$$A_s_{\text{perlu}} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0078 \cdot 250 \cdot 294$$

$$= 576,41 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s_{\text{perlu}}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2}$$

$$= \frac{576,41}{200,96} = 2,86 \approx 3 \text{ tulangan}$$

Dipakai tulangan 3 D 16 mm

$$A_s_{\text{ada}} = 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2$$

$$= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2$$

$$= 602,88 \text{ mm}^2 > A_s_{\text{perlu}} \rightarrow \text{Aman}$$

$$a = \frac{A_s_{\text{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{602,88 \cdot 380}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} = 43,12$$



$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \cdot f_y (d - a/2) \\ &= 602,88 \cdot 380 (294 - 43,12/2) \\ &= 6,24 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$M_n \text{ ada} > M_n \rightarrow \text{Aman..!!}$

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 3 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{3 - 1} = 53 > 25 \text{ mm} \dots \text{ok} \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan 3 D 16 mm

2. Tulangan Geser Balok anak

a. Daerah Tumpuan

Dari perhitungan SAP 2000 8 Diperoleh :

$$V_u = 8642,7 \text{ kg} = 86427 \text{ N}$$

$$f'_c = 25 \text{ Mpa}$$

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

$$d = 294 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 250 \cdot 294 \\ &= 61250 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\phi V_c = 0,6 \cdot 61250 \text{ N} = 36750 \text{ N}$$

$$3 \phi V_c = 3 \cdot 36750 = 110250 \text{ N}$$

Syarat tulangan geser : $\phi V_c < V_u < 3 \phi V_c$

$$: 36750 \text{ N} < 86427 \text{ N} < 110250 \text{ N}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\begin{aligned} \phi V_s &= V_u - \phi V_c \\ &= 86427 - 36750 = 49677 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{49677}{0,6} = 82795 \text{ N}$$

$$A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (8)^2$$

commit to user



$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 = 100,48 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_{sperlu}} = \frac{100,48 \cdot 240 \cdot 294}{82795} = 85,67 \text{ mm}$$

$$S_{\text{max}} = d/2 = \frac{294}{2} = 147 \text{ mm}$$

$$V_s \text{ ada} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} = \frac{100,48 \times 240 \times 294}{80} = 88668,31 \text{ N}$$

$V_s \text{ ada} > V_s \text{ perlu}$

$88668 > 82795$ (aman)

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\text{Ø } 8 - 80 \text{ mm}$

b. Daerah Lapangan

Dari perhitungan SAP 2000 8 Diperoleh :

$$V_u = 5925,17 \text{ kg} = 59251,7 \text{ N}$$

$$f'_c = 25 \text{ Mpa}$$

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

$$d = 294 \text{ mm}$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 250 \cdot 294$$

$$= 61250 \text{ N}$$

$$\text{Ø } V_c = 0,6 \cdot 61250 \text{ N} = 36750 \text{ N}$$

$$3 \text{ Ø } V_c = 3 \cdot 36750 = 110250 \text{ N}$$

Syarat tulangan geser : $\text{Ø } V_c < V_u < 3 \text{ Ø } V_c$

$$: 36750 \text{ N} < 59251,7 \text{ N} < 110250 \text{ N}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\text{Ø } V_s = V_u - \text{Ø } V_c$$

$$= 59251,7 - 36750 = 22501,7 \text{ N}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{22501,7}{0,6} = 37502 \text{ N}$$

$$A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (8)^2$$

$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 = 100,48 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_{sperlu}} = \frac{100,48 \cdot 240 \cdot 294}{37502} = 189,144 \text{ mm}$$

commit to user

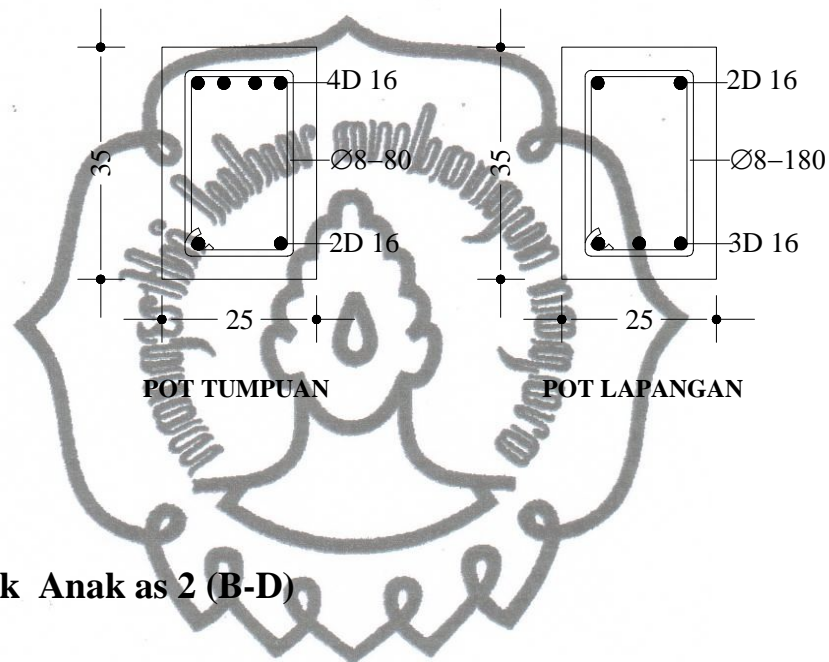
$$S_{\max} = d/2 = \frac{294}{2} = 147 \text{ mm}$$

$$V_{s \text{ ada}} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} = \frac{100,48 \times 240 \times 294}{180} = 39408,14 \text{ N}$$

$V_{s \text{ ada}} > V_{s \text{ perlu}}$

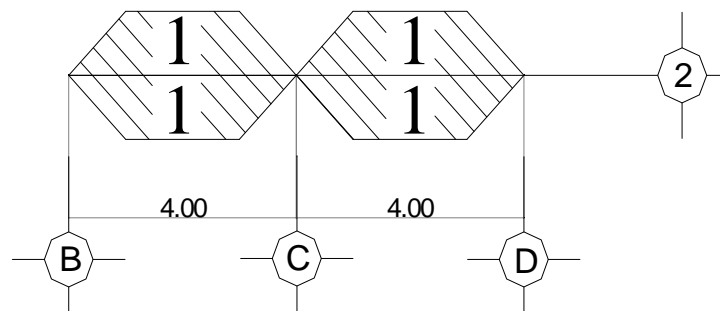
$39408,14 > 37502$ (aman)

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\text{Ø } 8 - 180 \text{ mm}$



6.3. Balok Anak as 2 (B-D)

6.3.1. Pembebanan Balok Anak as 2(B-D)



Gambar 6.3 Lebar Equivalen Balok Anak as 2 (B-D)

commit to user



A. Dimensi Balok

$$\begin{aligned}
 h &= 1/12 \cdot L & b &= 2/3 \cdot h \\
 &= 1/12 \cdot 400 & &= 2/3 \times 35 \\
 &= 33,33 \text{ cm (dipakai 35 cm)} & &= 23,33 \text{ (dipakai 25 cm)}
 \end{aligned}$$

B. Pembebanan Setiap Elemen

1. Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned}
 \text{Berat sendiri} &= 0,25 \times (0,35 - 0,12) \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 138 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat dinding} &= 0,15 \times (3,5 - 0,35) \times 1700 \text{ kg/m}^3 = 803,25 \text{ kg/m} \\
 \text{Beban Plat} &= (0,917 \times 2) \times 404 \text{ kg/m}^2 = \underline{740,67 \text{ kg/m}^2} \\
 qD &= 1681,92 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

2. Beban hidup (qL)

$$\begin{aligned}
 \text{Beban hidup lantai untuk gedung restaurant \& toko } &250 \text{ kg/m}^2 \\
 qL &= (0,917 \times 2) \times 250 \text{ kg/m}^2 = 458,33 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

3. Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned}
 qU &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\
 &= (1,2 \times 1681,92) + (1,6 \times 458,33) \\
 &= 2751,63 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

6.3.2. Perhitungan Tulangan Balok Anak as 2 (B-D)

1. Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan :

$$\begin{aligned}
 h &= 350 \text{ mm} & \emptyset_t &= 16 \text{ mm} \\
 b &= 250 \text{ mm} & \emptyset_s &= 8 \text{ mm} \\
 p &= 40 \text{ mm} & d &= h - p - 1/2 \emptyset_t - \emptyset_s \\
 f_y &= 380 \text{ Mpa} & &= 350 - 40 - 1/2 \cdot 16 - 8 \\
 f'_c &= 25 \text{ MPa} & &= 294 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

commit to user



$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta}{f_y} \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{380} \cdot \left(\frac{600}{600 + 380} \right) \\ &= 0,029\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,029 \\ &= 0,022\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{380} = 0,0036$$

a. Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada batang nomor 1 atau batang nomor 2 :

$$M_u = 55339,33 \text{ kgm} = 5,5339,33 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{5,533933 \cdot 10^7}{0,8} = 6,924163 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{6,924163 \cdot 10^7}{250 \cdot (294)^2} = 3,20$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{380}{0,85 \cdot 25} = 17,88$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{17,88} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 17,88 \cdot 3,20}{380}} \right) \\ &= 0,009\end{aligned}$$

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

$$\rho < \rho_{\max} \rightarrow \text{dipakai tulangan tunggal}$$

$$\text{Digunakan } \rho_{\text{perlu}} = 0,009 \quad \textit{commit to user}$$



$$\begin{aligned}
 \text{As perlu} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\
 &= 0,009 \cdot 250 \cdot 294 \\
 &= 675,24 \text{ mm}^2 \\
 n &= \frac{\text{As perlu}}{1/4 \cdot \pi \cdot 16^2} \\
 &= \frac{675,24}{200,96} = 3,36 \sim 4 \text{ tulangan}
 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan 4 D 16 mm

$$\begin{aligned}
 \text{As ada} &= 4 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 16^2 \\
 &= 4 \cdot 1/4 \cdot 3,14 \cdot 16^2 \\
 &= 803,84 \text{ mm}^2 > \text{As perlu} \rightarrow \text{Aman}
 \end{aligned}$$

$$a = \frac{\text{Asada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_{c,b}} = \frac{803,84 \cdot 380}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} = 57,49$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mn ada} &= \text{As ada} \cdot f_y (d - a/2) \\
 &= 803,84 \cdot 380 (294 - 57,49/2) \\
 &= 8,1 \cdot 10^7 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

Mn ada > Mn → Aman..!!

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\
 &= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 4 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{4 - 1} = 30 > 25 \text{ mm} \dots \text{ok}
 \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan 4 D 16 mm

b. Daerah Lapangan

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada batang 1 atau 2:

$$\text{Mu} = 3144,50 \text{ kgm} = 3,1445 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\text{Mn} = \frac{\text{Mu}}{\phi} = \frac{3,1445 \cdot 10^7}{0,8} = 3,93 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\text{Rn} = \frac{\text{Mn}}{b \cdot d^2} = \frac{3,93 \cdot 10^7}{250 \cdot 294^2} = 1,81$$

commit to user



$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{380}{0,85 \cdot 25} = 17,88$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{17,88} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 17,88 \cdot 1,81}{380}} \right) \\ &= 0,0050 \end{aligned}$$

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

$$\rho < \rho_{\text{max}} \rightarrow \text{dipakai tulangan tunggal}$$

$$\text{Digunakan } \rho_{\text{perlu}} = 0,00590$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0050 \cdot 250 \cdot 294 \\ &= 368,33 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2} \\ &= \frac{368,33}{200,96} = 1,83 \approx 2 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

Dipakai tulangan 3 D 16 mm

$$\begin{aligned} A_s \text{ ada} &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2 \\ &= 401,92 \text{ mm}^2 > A_s \text{ perlu} \rightarrow \text{Aman} \end{aligned}$$

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{401,92 \cdot 380}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} = 28,74$$

$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \cdot f_y \cdot (d - a/2) \\ &= 401,92 \cdot 380 \cdot (294 - 28,74/2) \\ &= 4,27 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n \text{ ada} > M_n \rightarrow \text{Aman..!!}$$

Kontrol Spasi :

$$S = \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1}$$

commit to user



$$= \frac{250 - 2.40 - 2.16 - 2.8}{2 - 1} = 122 > 25 \text{ mm} \dots \text{ok}$$

Jadi dipakai tulangan 3 D 16 mm

2. Tulangan Geser Balok anak

a. Daerah Tumpuan

Dari perhitungan SAP 2000 8 Diperoleh :

$$V_u = 6954,5 \text{ kg} = 69547 \text{ N}$$

$$f'_c = 25 \text{ Mpa}$$

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

$$d = 294 \text{ mm}$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 250 \cdot 294$$

$$= 61250 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,6 \cdot 61250 \text{ N} = 36750 \text{ N}$$

$$3 \phi V_c = 3 \cdot 36750 = 110250 \text{ N}$$

$$\text{Syarat tulangan geser : } \phi V_c < V_u < 3 \phi V_c$$

$$: 36750 \text{ N} < 69547 \text{ N} < 110250 \text{ N}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\phi V_s = V_u - \phi V_c$$

$$= 69547 - 36750 = 32797 \text{ N}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{32797}{0,6} = 54661,67 \text{ N}$$

$$A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (8)^2$$

$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 = 100,48 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{100,48 \cdot 240 \cdot 294}{54661,67} = 129,77 \text{ mm}$$

$$S_{\text{max}} = d/2 = \frac{294}{2} = 147 \text{ mm}$$

$$V_s \text{ ada} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} = \frac{100,48 \times 240 \times 294}{125} = 56747,72 \text{ N}$$

$$V_s \text{ ada} > V_s \text{ perlu}$$

commit to user



$$56747,72 > 54661,67 \dots \text{ (aman)}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\text{Ø } 8 - 125 \text{ mm}$

b. Daerah Lapangan

Dari perhitungan SAP 2000 8 Diperoleh :

$$V_u = 6954,5 \text{ kg} = 69547 \text{ N}$$

$$f'_c = 25 \text{ Mpa}$$

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

$$d = 294 \text{ mm}$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 250 \cdot 294$$

$$= 61250 \text{ N}$$

$$\text{Ø } V_c = 0,6 \cdot 61250 \text{ N} = 36750 \text{ N}$$

$$3 \text{ Ø } V_c = 3 \cdot 36750 = 110250 \text{ N}$$

$$\text{Syarat tulangan geser : } \text{Ø } V_c < V_u < 3 \text{ Ø } V_c$$

$$: 36750 \text{ N} < 69547 \text{ N} < 110250 \text{ N}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\text{Ø } V_s = V_u - \text{Ø } V_c$$

$$= 69547 - 36750 = 32797 \text{ N}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{32797}{0,6} = 54661,67 \text{ N}$$

$$A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (8)^2$$

$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 = 100,48 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{100,48 \cdot 240 \cdot 294}{54661,67} = 129,77 \text{ mm}$$

$$S \text{ max} = d/2 = \frac{294}{2} = 147 \text{ mm}$$

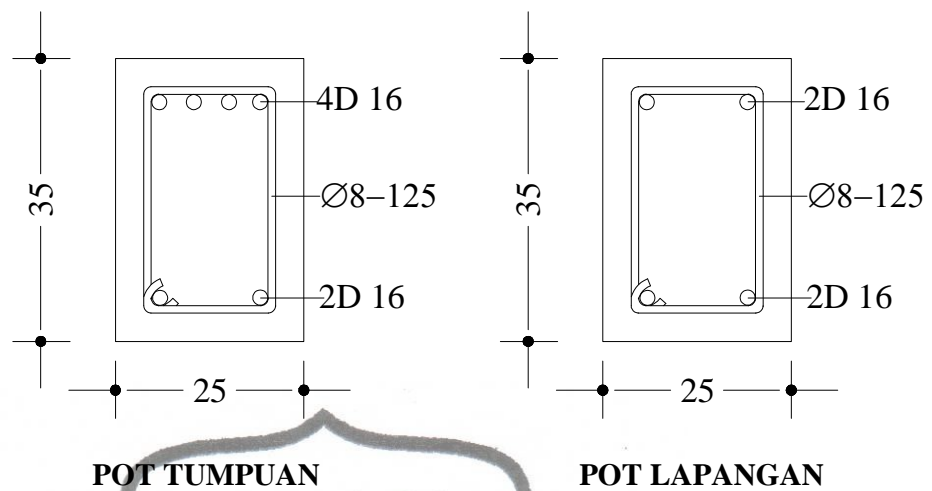
$$V_s \text{ ada} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} = \frac{100,48 \times 240 \times 294}{125} = 56747,72 \text{ N}$$

$V_s \text{ ada} > V_s \text{ perlu}$

$$56747,72 > 54661,67 \dots \text{ (aman)}$$

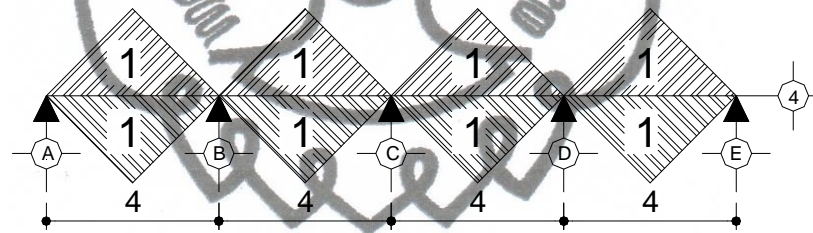
Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\text{Ø } 8 - 125 \text{ mm}$

commit to user



6.4. Balok Anak as 4 (A-E)

6.4.1 Pembebanan Balok Anak as 4 (A-E)



Gambar 6.4 Lebar Equivalen Balok Anak as 4 (A-E)

A. Dimensi Balok

$$h = 1/12 \cdot L$$

$$= 1/12 \cdot 400$$

$$= 33,3 \text{ cm (dipakai 35 cm)}$$

$$b = 2/3 \cdot h$$

$$= 2/3 \times 35$$

$$= 23,3 \text{ (dipakai 25 cm)}$$

commit to user



B. Pembebanan Setiap Elemen

1. Beban Mati (qD)

$$\text{Berat sendiri} = 0,25 \times (0,35 - 0,12) \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 138 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban Plat} = (1,333 \times 2) \times 404 \text{ kg/m}^2 = 1077,33 \text{ kg/m}^2$$

$$qD = 1215,33 \text{ kg/m}$$

2. Beban hidup (qL)

$$\text{Beban hidup lantai untuk gedung restoran \& toko} = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$qL = (1,333 \times 2) \times 250 \text{ kg/m}^2 = 666,67 \text{ kg/m}^2$$

3. Beban berfaktor (qU)

$$qU = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$$

$$= (1,2 \times 1215,33) + (1,6 \times 666,67)$$

$$= 2525,07 \text{ kg/m}^2$$

6.4.2. Perhitungan Tulangan Balok Anak as 4 (A-E)

1. Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan :

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

$$\varnothing_t = 16 \text{ mm}$$

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

$$\varnothing_s = 8 \text{ mm}$$

$$p = 40 \text{ mm}$$

$$d = h - p - 1/2 \varnothing_t - \varnothing_s$$

$$f_y = 380 \text{ Mpa}$$

$$= 350 - 40 - 1/2 \cdot 16 - 8$$

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$= 294 \text{ mm}$$

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

$$= \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{380} \cdot \left(\frac{600}{600 + 380} \right)$$

$$= 0,029$$

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

$$= 0,75 \cdot 0,029$$

$$= 0,022$$

commit to user



$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{380} = 0,0036$$

a. Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan SAP 2000 8 diperoleh momen terbesar pada join nomor 2 atau 7:

$$M_u = 4308,48 \text{ kgm} = 4,3 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,3 \cdot 10^7}{0,8} = 5,385 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{5,385 \cdot 10^7}{250 \cdot (294)^2} = 2,49$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{380}{0,85 \cdot 25} = 17,88$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{17,88} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 17,88 \cdot 2,49}{380}} \right)$$

$$= 0,0069$$

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

$$\rho < \rho_{\max} \rightarrow \text{dipakai tulangan tunggal}$$

$$\text{Digunakan } \rho_{\text{perlu}} = 0,0069$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0069 \cdot 250 \cdot 294 \\ &= 514,23 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{1/4 \cdot \pi \cdot 16^2} \\ &= \frac{610,05}{200,96} = 2,55 \sim 3 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

Dipakai tulangan 3 D 16 mm

$$\begin{aligned} A_s \text{ ada} &= 3 \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 3 \cdot 1/4 \cdot 3,14 \cdot 16^2 \\ &= 602,88 \text{ mm}^2 > A_s \text{ perlu} \rightarrow \text{Aman} \end{aligned}$$



$$a = \frac{Asada \cdot fy}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{602,88 \cdot 380}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} = 43,12$$

$$\begin{aligned} M_{nada} &= Asada \cdot fy (d - a/2) \\ &= 803,84 \cdot 380 (294 - 57,49/2) \\ &= 6,2 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$M_{nada} > M_n \rightarrow$ Aman..!!

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 4 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{3 - 1} = 30 > 25 \text{ mm} \dots \text{ok} \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan 3 D 16 mm

b. Daerah Lapangan

Dari Perhitungan SAP 2000 8 diperoleh momen terbesar pada batang 1 atau 7:

$$M_u = 3118,82 \text{ kgm} = 3,11 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,11 \cdot 10^7}{0,8} = 3,89 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,89 \cdot 10^7}{250 \cdot 294^2} = 1,08$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{380}{0,85 \cdot 25} = 17,88$$

$$\begin{aligned} \rho_{ada} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{17,88} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 17,88 \cdot 1,08}{380}} \right) \\ &= 0,0049 \end{aligned}$$

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

$\rho < \rho_{max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho_{perlu} = 0,0049$

commit to user



$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0049 \cdot 250 \cdot 294 \\ &= 365,17 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2} \\ &= \frac{365,17}{200,96} = 1,81 \approx 2 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

Dipakai tulangan 2 D 16 mm

$$\begin{aligned} A_s \text{ ada} &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2 \\ &= 401,92 \text{ mm}^2 > A_s \text{ perlu} \rightarrow \text{Aman} \end{aligned}$$

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{401,92 \cdot 380}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} = 28,79$$

$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \cdot f_y \cdot (d - a/2) \\ &= 602,88 \cdot 380 \cdot (294 - 43,12/2) \\ &= 4,27 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$M_n \text{ ada} > M_n \rightarrow \text{Aman..!!}$

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{2 - 1} = 122 > 25 \text{ mm.....ok} \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan 2 D 16 mm

2. Tulangan Geser Balok anak

a. Daerah Tumpuan

Dari perhitungan SAP 2000 8 Diperoleh :

$$V_u = 6127,26 \text{ kg} = 61272,6 \text{ N}$$

$$f'_c = 25 \text{ Mpa}$$

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

$$d = 294 \text{ mm}$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 250 \cdot 294$$



$$= 61250 \text{ N}$$

$$\emptyset V_c = 0,6 \cdot 61250 \text{ N} = 36750 \text{ N}$$

$$3 \emptyset V_c = 3 \cdot 36750 = 110250 \text{ N}$$

Syarat tulangan geser : $\emptyset V_c < V_u < 3 \emptyset V_c$

$$: 36750 \text{ N} < 61272,6 \text{ N} < 110250 \text{ N}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\emptyset V_s = V_u - \emptyset V_c$$

$$= 61272,6 - 36750 = 24522 \text{ N}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{24522}{0,6} = 40871 \text{ N}$$

$$A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (8)^2$$

$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 = 100,48 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{100,48 \cdot 240 \cdot 294}{40871} = 173,55 \text{ mm}$$

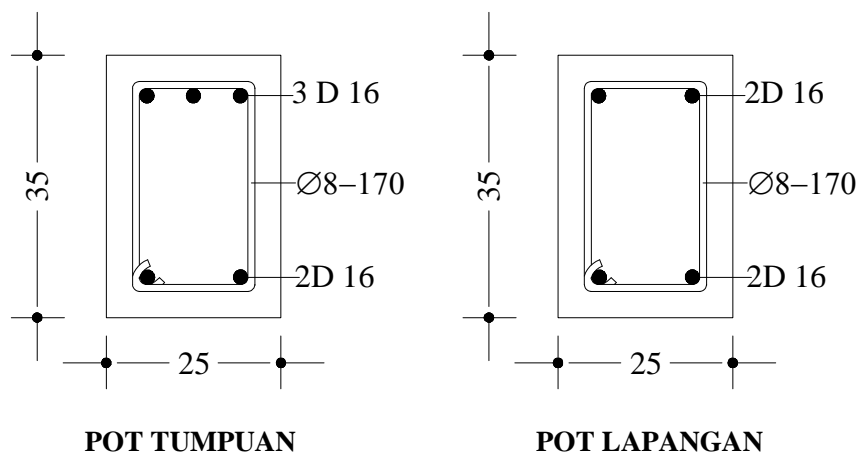
$$S \text{ max} = d/2 = \frac{294}{2} = 147 \text{ mm}$$

$$V_s \text{ ada} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} = \frac{100,48 \times 240 \times 294}{170} = 41726,26 \text{ N}$$

$V_s \text{ ada} > V_s \text{ perlu}$

$$41726,26 > 40871 \dots \text{ (aman)}$$

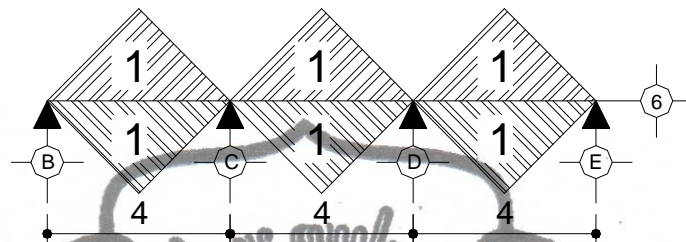
Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\emptyset 8 - 170 \text{ mm}$



commit to user

6.5. Balok Anak as 6 (B-E)

6.5.1. Pembebanan Balok Anak as 6 (B-E)



Gambar 6.5 Lebar Equivalen Balok Anak as 6 (B-E)

A. Dimensi Balok

$$\begin{aligned}
 h &= 1/12 \cdot L & b &= 2/3 \cdot h \\
 &= 1/12 \cdot 400 & &= 2/3 \times 35 \\
 &= 33,3 \text{ cm (dipakai 35 cm)} & &= 23,3 \text{ (dipakai 25 cm)}
 \end{aligned}$$

B. Pembebanan Setiap Elemen

1. Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned}
 \text{Berat sendiri} &= 0,25 \times (0,35 - 0,12) \times 2400 \text{ kg/m}^3 & &= 138 \text{ kg/m} \\
 \text{Beban Plat} &= (1,333 \times 2) \times 404 \text{ kg/m}^2 & &= \underline{1077,33 \text{ kg/m}^2} + \\
 qD &= 1215,33 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

2. Beban hidup (qL)

$$\begin{aligned}
 \text{Beban hidup lantai untuk gedung retauran \& toko} &= 250 \text{ kg/m}^2 \\
 qL &= (1,333 \times 2) \times 250 \text{ kg/m}^2 & &= 666,67 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

3. Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned}
 qU &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\
 &= (1,2 \times 1215,33) + (1,6 \times 666,67) \\
 &= 2525,07 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

commit to user



6.5.2. Perhitungan Tulangan Balok Anak as 1' (D-F)

1. Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan :

$$\begin{aligned}
 h &= 300 \text{ mm} & \emptyset_t &= 16 \text{ mm} \\
 b &= 200 \text{ mm} & \emptyset_s &= 8 \text{ mm} \\
 p &= 40 \text{ mm} & d &= h - p - 1/2 \emptyset_t - \emptyset_s \\
 f_y &= 380 \text{ Mpa} & &= 300 - 40 - 1/2 \cdot 16 - 8 \\
 f'_c &= 25 \text{ MPa} & &= 244 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

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

$$= \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{380} \left(\frac{600}{600 + 380} \right)$$

$$= 0,029$$

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

$$= 0,75 \cdot 0,029$$

$$= 0,022$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{380} = 0,0036$$

a. Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000 8** diperoleh momen terbesar pada batang nomor 2 atau batang nomor 7:

$$M_u = 4031,22 \text{ kgm} = 4,03 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,03 \cdot 10^7}{0,8} = 5,039 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{5,039 \cdot 10^7}{250 \cdot (294)^2} = 2,33$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{380}{0,85 \cdot 25} = 17,88$$



$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{17,88} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 17,88 \cdot 2,33}{380}} \right)$$

$$= 0,0065$$

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

$\rho < \rho_{\max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho_{\text{perlu}} = 0,0065$

$$\text{As perlu} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0065 \cdot 250 \cdot 294$$

$$= 478,94 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2}$$

$$= \frac{478,94}{200,96} = 2,38 \sim 3 \text{ tulangan}$$

Dipakai tulangan 3 D 16 mm

$$\text{As ada} = 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2$$

$$= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2$$

$$= 602,88 \text{ mm}^2 > \text{As perlu} \rightarrow \text{Aman}$$

$$a = \frac{\text{As ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_{c.b}} = \frac{602,88 \cdot 380}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} = 43,12$$

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

$$= 602,88 \cdot 380 \cdot (294 - 57,49/2)$$

$$= 6,24 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$\text{Mn ada} > \text{Mn} \rightarrow \text{Aman..!!}$

Kontrol Spasi :

$$S = \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 3 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{3 - 1} = 53 > 25 \text{ mm.....ok}$$

Jadi dipakai tulangan 3 D 16 mm

commit to user



b. Daerah Lapangan

Dari Perhitungan SAP 2000 8 diperoleh momen terbesar pada batang 1 atau 7:

$$M_u = 3222,80 \text{ kgm} = 3,22 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,22 \cdot 10^7}{0,8} = 4,028 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{4,028 \cdot 10^7}{250 \cdot 294^2} = 1,86$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{380}{0,85 \cdot 25} = 17,88$$

$$\rho_{\text{ada}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{17,88} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 17,88 \cdot 1,86}{380}} \right)$$

$$= 0,0051$$

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

$$\rho < \rho_{\text{max}} \rightarrow \text{dipakai tulangan tunggal}$$

$$\text{Digunakan } \rho_{\text{perlu}} = 0,0051$$

$$A_s_{\text{perlu}} = \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0051 \cdot 250 \cdot 294$$

$$= 377,96 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s_{\text{perlu}}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2}$$

$$= \frac{377,96}{200,96} = 1,88 \approx 2 \text{ tulangan}$$

Dipakai tulangan 2 D 16 mm

$$A_s_{\text{ada}} = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2$$

$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2$$

$$= 401,92 \text{ mm}^2 > A_s_{\text{perlu}} \rightarrow \text{Aman}$$

$$a = \frac{A_s_{\text{ada}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{401,92 \cdot 380}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} = 28,79$$

commit to user



$$\begin{aligned} M_{nada} &= A_{sada} \cdot f_y (d - a/2) \\ &= 602,88 \cdot 380 (294 - 43,12/2) \\ &= 4,27 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$M_{nada} > M_n \rightarrow \text{Aman..!!}$

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{2 - 1} = 122 > 25 \text{ mm.....ok} \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan 2 D 16 mm

2. Tulangan Geser Balok anak

a. Daerah Tumpuan

Dari perhitungan SAP 2000 8 Diperoleh :

$$\begin{aligned} V_u &= 6057,94 \text{ kg} = 60579,4 \text{ N} \\ f'_c &= 25 \text{ Mpa} \\ f_y &= 240 \text{ Mpa} \\ d &= 294 \text{ mm} \\ V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 250 \cdot 294 \\ &= 61250 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\phi V_c = 0,6 \cdot 61250 \text{ N} = 36750 \text{ N}$$

$$3 \phi V_c = 3 \cdot 36750 = 110250 \text{ N}$$

Syarat tulangan geser : $\phi V_c < V_u < 3 \phi V_c$

$$: 36750 \text{ N} < 60579,4 \text{ N} < 110250 \text{ N}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\begin{aligned} \phi V_s &= V_u - \phi V_c \\ &= 60579,4 - 36750 = 23829,4 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{23829,4}{0,6} = 39715,67 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (8)^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 = 100,48 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$



$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_{sperlu}} = \frac{100,48 \cdot 240 \cdot 294}{39715,67} = 178,60 \text{ mm}$$

$$S_{\max} = d/2 = \frac{294}{2} = 147 \text{ mm}$$

$$V_{s \text{ ada}} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} = \frac{100,48 \times 240 \times 294}{175} = 40534,09 \text{ N}$$

$V_{s \text{ ada}} > V_{s \text{ perlu}}$

$40534,09 > 39715,67$ (aman)

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\emptyset 8 - 175 \text{ mm}$

b. Daerah Lapangan

Dari perhitungan SAP 2000 8 Diperoleh :

$$V_u = 6057,94 \text{ kg} = 60579,4 \text{ N}$$

$$f'_c = 25 \text{ Mpa}$$

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

$$d = 294 \text{ mm}$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 250 \cdot 294 = 61250 \text{ N}$$

$$\emptyset V_c = 0,6 \cdot 61250 \text{ N} = 36750 \text{ N}$$

$$3 \emptyset V_c = 3 \cdot 36750 = 110250 \text{ N}$$

Syarat tulangan geser : $\emptyset V_c < V_u < 3 \emptyset V_c$

$$: 36750 \text{ N} < 60579,4 \text{ N} < 110250 \text{ N}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\begin{aligned} \emptyset V_s &= V_u - \emptyset V_c \\ &= 60579,4 - 36750 = 23829,4 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_{s \text{ perlu}} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{23829,4}{0,6} = 39715,67 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (8)^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 = 100,48 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_{sperlu}} = \frac{100,48 \cdot 240 \cdot 294}{39715,67} = 178,60 \text{ mm}$$

commit to user



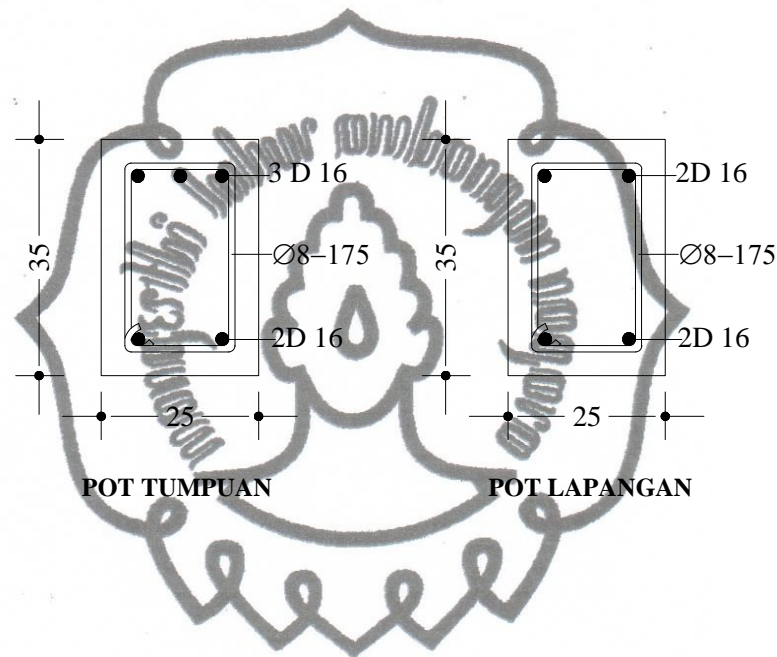
$$S_{\max} = d/2 = \frac{294}{2} = 147 \text{ mm}$$

$$V_s \text{ ada} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} = \frac{100,48 \times 240 \times 294}{175} = 40534,09 \text{ N}$$

$V_s \text{ ada} > V_s \text{ perlu}$

$40534,09 > 39715,67 \dots\dots$ (aman)

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\text{Ø} 8 - 175 \text{ mm}$



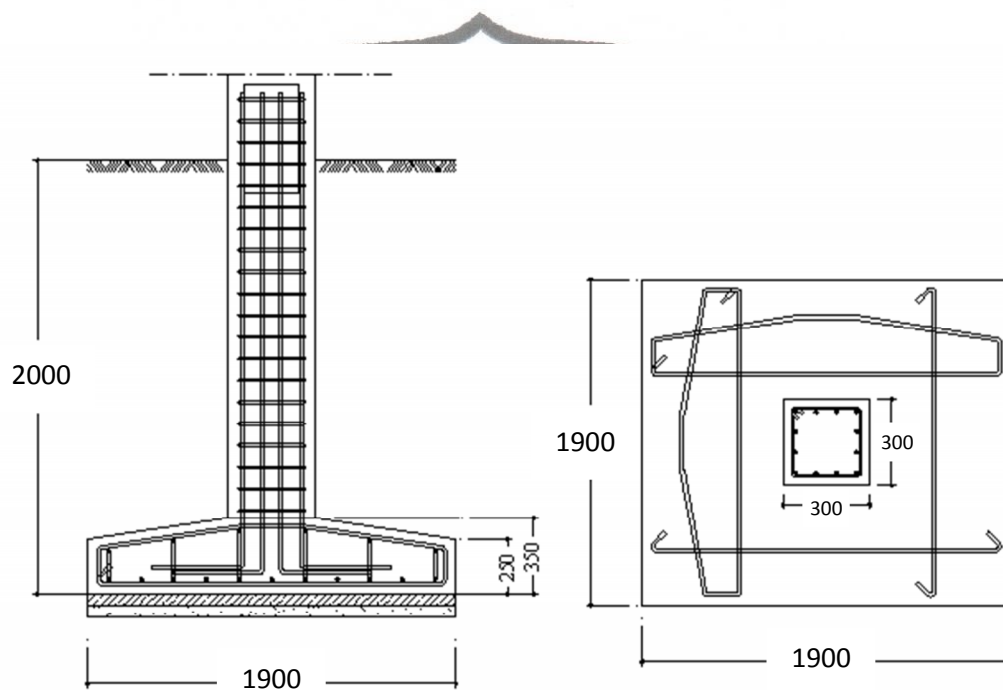
commit to user

BAB 8

PERENCANAAN PONDASI

8.1. Perencanaan Pondasi Untuk Kolom 30 cm x 30 cm

8.1.1. Data Perencanaan



Gambar 8.1. Perencanaan Pondasi untuk Kolom 30 x 30 cm

Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 2,00 m dengan panjang 1,70 m dan lebar 1,70 m.

$f'c$	= 25 Mpa
f_y	= 380 Mpa
σ tanah	= $1,25 \text{ kg/cm}^2 = 12500 \text{ kg/m}^2$
γ tanah	= $1,7 \text{ t/m}^3 = 1700 \text{ kg/m}^3$
γ beton	= $2,4 \text{ t/m}^3 = 2400 \text{ kg/m}^3$

commit to user



$$\begin{aligned}
 d &= h - p - \frac{1}{2} \varnothing \text{tul. utama} \\
 &= 350 - 50 - (\frac{1}{2} \times 22) \\
 &= 289 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan **SAP 2000 8** diambil pada Frame terbesar diperoleh :

$$P_u = 44987,28 \text{ kg}$$

$$M_u = 2442,77 \text{ kgm}$$

Dimensi Pondasi

$$\sigma_{\text{tanah}} = \frac{P_u}{A}$$

$$A = \frac{P_u}{\sigma_{\text{tanah}}} = \frac{44987,28}{12500} = 3,60 \text{ m}^2$$

$$B = L = \sqrt{A} = \sqrt{3,60} = 1,9 \text{ m}$$

Direncanakan dimensi = 1,90 x 1,90 m

Tebal plat = 0,35 m

Tebal selimut = 0,05 m

8.1.2. Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi

Pembebanan pondasi

$$\text{Berat telapak pondasi} = 1,90 \times 1,90 \times 0,35 \times 2400 = 3032,40 \text{ kg}$$

$$\text{Berat tanah} = 1,90 \times \left(\frac{(1,65 + 1,75)}{2} \times 2 \right) \times 0,8 \times 1700 = 8785,60 \text{ kg}$$

$$\text{Berat kolom pondasi} = 0,3 \times 0,3 \times 1,65 \times 2400 = 356,40 \text{ kg}$$

$$P_u = 44987,28 \text{ kg}$$

$$V_{\text{total}} = 57161,68 \text{ kg}$$

$$e = \frac{\sum M}{\sum P} = \frac{2442,77}{44987,28}$$

$$= 0,054 < \frac{1}{6} \times B = 0,32$$

$$\sigma_{\text{yang terjadi}} = \frac{V_{\text{tot}}}{A} \pm \frac{M_{\text{tot}}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2} \quad \text{commit to user}$$



$$\sigma_{\text{tanah 1}} = \frac{57161,68}{1,90 \times 1,90} + \frac{2442,77}{\frac{1}{6} \times 1,90 \times (1,90)^2} = 17971,11 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_{\text{tanah 2}} = \frac{57161,68}{1,90 \times 1,90} - \frac{2442,77}{\frac{1}{6} \times 1,90 \times (1,90)^2} = 11697,42 \text{ kg/m}^2$$

$$11697,42 \text{ kg/m}^2 < 12500 \text{ kg/m}^2$$

σ yang terjadi < σ ijin tanah..... Ok !

8.1.3. Perencanaan Tulangan Pondasi

A. Perhitungan Tulangan Lentur

$$\begin{aligned} M_u &= 1/2 \cdot q_u \cdot t^2 = 1/2 \cdot 11697,42 \cdot (0,8)^2 \\ &= 3743,17 \text{ kgm} = 3,743 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,743 \cdot 10^7}{0,8} = 4,679 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{4,679 \cdot 10^7}{1900 \cdot 289^2} = 0,29$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{380}{0,85 \cdot 25} = 17,88$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{380} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 380} \right) \\ &= 0,029 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{max}} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,029 \\ &= 0,022 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{380} = 0,0037$$

commit to user



$$\begin{aligned}\rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{17,88} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 17,88 \cdot 0,29}{380}} \right) \\ &= 0,00078\end{aligned}$$

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

$\rho < \rho_{\text{max}} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

$$\text{Digunakan } \rho_{\text{min}} = 0,0037$$

$$\begin{aligned}\text{As perlu} &= \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0037 \cdot 1900 \cdot 289 \\ &= 2023 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Untuk Arah Sumbu Panjang dan pendek sama

$$\begin{aligned}\text{As ada} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (22)^2 \\ &= 379,94 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{2023}{379,94} = 5,32 \sim 6 \text{ buah}$$

$$\text{As yang timbul} = 6 \times 379,94 = 2279,64 \text{ mm}^2 > \text{As perlu} \dots \text{ok!}$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1000}{6} = 166,67 \text{ mm} \sim 160 \text{ mm}$$

Jadi dipakai D 22 – 160 mm

B. Perhitungan Tulangan Geser

$$\begin{aligned}V_u &= \sigma_{\text{netto}} \times A_{\text{efektif}} \\ &= 11697,42 \times (0,8 \times 1,90) \\ &= 177800,78 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_c &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\ &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{25} \cdot 1900 \cdot 289 \\ &= 457583,33 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\emptyset V_c = 0,6 \cdot 457583,33 \quad \text{commit to user}$$



$$= 274550 \text{ N}$$

$$3 \phi V_c = 3 \cdot 274550$$

$$= 823650 \text{ N}$$

$$\text{Syarat Tulangan geser : } \phi V_c < V_u < 3 \phi V_c$$

$$: 274550 \text{ N} > 177800,78 \text{ N} < 823650 \text{ N}$$

Tidak perlu tulangan geser

$$S_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{289}{2} = 144,5 \text{ mm} \sim 140 \text{ mm}$$

Jadi, dipakai sengkang $\phi 10 - 140 \text{ mm}$

C. Perhitungan Tegangan Geser Pons

Data perencanaan :

$$H_t = 35 \text{ cm}$$

$$P_u = 44987,28 \text{ kg}$$

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

$$a = 30 \text{ cm}$$

Analisa Perhitungan :

$$\begin{aligned} L &= 2(2H_t + b + a) \\ &= 2 \times ((2 \times 35) + 30 + 30) \\ &= 260 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_{\text{pons}} &= \frac{P_u}{L \cdot H_t} \\ &= \frac{44987,28}{260 \cdot 35} = 4,94 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

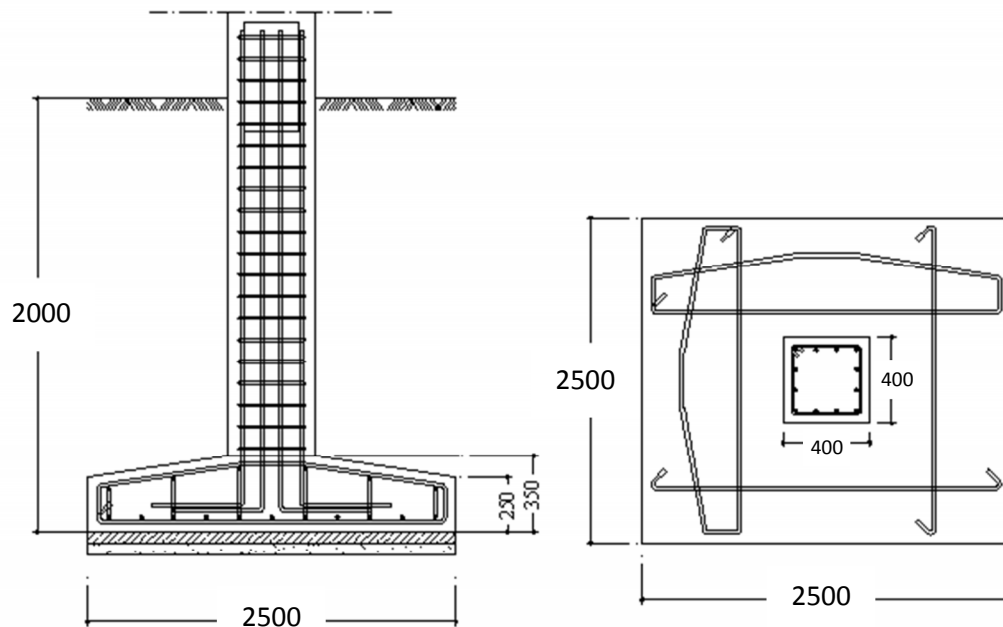
$$\begin{aligned} \tau_{\text{ijin}} &= 0,65 \times \sqrt{\sigma_k} \\ &= 0,65 \times \sqrt{301} = 11,28 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$\tau_{\text{pons}} < \tau_{\text{ijin}}$, maka (tebal Footplat cukup, sehingga tidak memerlukan tulangan geser)

commit to user

8.2. Perencanaan Pondasi Untuk Kolom 40 cm x 40 cm

8.2.1. Data Perencanaan



Gambar 8.2. Perencanaan Pondasi untuk Kolom 40 x 40 cm

Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 2,00 m dengan panjang 2,50 m dan lebar 2,50 m.

$$\begin{aligned}
 f'c &= 25 \text{ Mpa} \\
 f_y &= 380 \text{ Mpa} \\
 \sigma \text{ tanah} &= 1,25 \text{ kg/cm}^2 = 12500 \text{ kg/m}^2 \\
 \gamma \text{ tanah} &= 1,7 \text{ t/m}^3 = 1700 \text{ kg/m}^3 \\
 \gamma \text{ beton} &= 2,4 \text{ t/m}^2 = 2400 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d &= h - p - \frac{1}{2} \text{ } \varnothing \text{ tul. utama} \\
 &= 350 - 50 - (\frac{1}{2} \times 22) \\
 &= 289 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

commit to user



Dari perhitungan **SAP 2000 8** diambil pada Frame terbesar diperoleh :

$$P_u = 75416,85 \text{ kg}$$

$$M_u = 15625,63 \text{ kgm}$$

Dimensi Pondasi

$$\sigma_{\text{tanah}} = \frac{P_u}{A}$$

$$A = \frac{P_u}{\sigma_{\text{tanah}}} = \frac{75416,85}{12500} = 6,03 \text{ m}^2$$

$$B = L = \sqrt{A} = \sqrt{6,03} = 2,46 \sim 2,50 \text{ m}$$

Direncanakan dimensi = 2,50 x 2,50 m

Tebal plat = 0,35 m

Tebal selimut = 0,05 m

8.2.2. Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi

Pembebanan pondasi

$$\text{Berat telapak pondasi} = 2,50 \times 2,50 \times 0,35 \times 2400 = 5250,00 \text{ kg}$$

$$\text{Berat tanah} = 2,50 \times \left(\frac{1,65 + 1,75}{2} \times 2 \right) \times 0,105 \times 1700 = 15172,50 \text{ kg}$$

$$\text{Berat kolom pondasi} = 0,4 \times 0,4 \times 1,65 \times 2400 = 633,60 \text{ kg}$$

$$P_u = 75416,85 \text{ kg} +$$

$$V_{\text{total}} = 96472,95 \text{ kg}$$

$$e = \frac{\sum M}{\sum P} = \frac{15625,63}{75416,85}$$

$$= 0,021 < 1/6 \times B = 0,42$$

$$\sigma_{\text{yang terjadi}} = \frac{V_{\text{tot}}}{A} \pm \frac{M_{\text{tot}}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2}$$

$$\sigma_{\text{tanah 1}} = \frac{96472,95}{2,50 \times 2,50} + \frac{15625,63}{\frac{1}{6} \times 2,50 \times (2,50)^2} = 21435,91 \text{ kg/m}^2$$



$$\sigma_{\text{tanah 2}} = \frac{96472,95}{2,50 \times 2,50} - \frac{15625,63}{\frac{1}{6} \times 2,50 \times (2,50)^2} = 9435,43 \text{ kg/m}^2$$

$$9435,43 \text{ kg/m}^2 < 12500 \text{ kg/m}^2$$

σ yang terjadi < σ ijin tanah..... Ok !

8.2.3. Perencanaan Tulangan Pondasi

A. Perhitungan Tulangan Lentur

$$\begin{aligned} M_u &= 1/2 \cdot q_u \cdot t^2 = 1/2 \cdot 9435,43 \cdot (0,105)^2 \\ &= 5201,28 \text{ kgm} = 5,2013 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{5,2013 \cdot 10^7}{0,8} = 6,5016 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{6,5016 \cdot 10^7}{250 \cdot 289^2} = 0,31$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{380}{0,85 \cdot 25} = 17,88$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{380} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 380} \right) \end{aligned}$$

$$= 0,029$$

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

$$= 0,75 \cdot 0,029$$

$$= 0,022$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{380} = 0,0037$$

$$\rho_{\text{ada}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{17,88} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 17,88 \cdot 0,31}{380}} \right) = 0,00083$$



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

$\rho < \rho_{\max} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

$$\text{Digunakan } \rho_{\min} = 0,0037$$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0037 \cdot 2500 \cdot 289 \\ &= 2661,84 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Untuk Arah Sumbu Panjang dan pendek sama

$$\begin{aligned} \text{As ada} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (22)^2 \\ &= 379,94 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{2661,84}{379,94} = 7,01 \sim 8 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1000}{8} = 125 \text{ mm} \sim 125 \text{ mm}$$

$$\text{As yang timbul} = 18 \times 379,94 = 3039,52 \text{ mm}^2 > \text{As perlu} \dots \text{ok!}$$

Jadi dipakai D 22 – 125 mm

B. Perhitungan Tulangan Geser

$$\begin{aligned} V_u &= \sigma_{\text{netto}} \times A_{\text{efektif}} \\ &= 9435,43 \times (0,105 \times 2,5) \\ &= 24768,004 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 2500 \cdot 289 \\ &= 602083,33 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,6 \cdot 602083,33 \\ &= 361259 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 \phi V_c &= 3 \cdot 361259 \\ &= 1083775 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat Tulangan geser} &: \phi V_c < V_u < 3 \phi V_c \\ &: 361259 > 24768,004 < 361259,00 \end{aligned}$$



Tidak perlu tulangan geser

$$S_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{289}{2} = 144,5 \text{ mm} \sim 140 \text{ mm}$$

Jadi, dipakai sengkang $\varnothing 10 - 140 \text{ mm}$

C. Perhitungan Tegangan Geser Pons

Data perencanaan :

$$H_t = 35 \text{ cm}$$

$$P_u = 75435,58 \text{ kg}$$

$$b = 40 \text{ cm}$$

$$a = 40 \text{ cm}$$

Analisa Perhitungan :

$$\begin{aligned} L &= 2(2H_t + b + a) \\ &= 2 \times ((2 \times 35) + 40 + 40) \\ &= 300 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_{pons} &= \frac{P_u}{L \cdot H_t} \\ &= \frac{75435,58}{300 \cdot 35} = 7,18 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_{ijin} &= 0,65 \times \sqrt{\sigma_k} \\ &= 0,65 \times \sqrt{301} = 11,28 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$\tau_{pons} < \tau_{ijin}$, maka (tebal Footplat cukup, sehingga tidak memerlukan tulangan geser)



BAB 11

KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan dan perhitungan struktur bangunan yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan struktur bangunan di Indonesia mengacu pada peraturan dan pedoman perencanaan yang berlaku di Indonesia.
2. Dalam merencanakan struktur bangunan, kualitas dari bahan yang digunakan sangat mempengaruhi kualitas struktur yang dihasilkan.
3. Perhitungan pembebanan digunakan batasan – batasan dengan analisa statis equivalent.
4. Dari perhitungan diatas diperoleh hasil sebagai berikut :

11.1. Perencanaan Atap

- a. Kuda – kuda utama A dipakai dimensi profil \perp siku 70.70.7 diameter baut 15,9 mm jumlah baut 3
- b. Kuda – kuda utama B dipakai dimensi profil \perp siku 70.70.7 diameter baut 15,9 mm jumlah baut 2
- c. Kuda – kuda trapesium I dipakai dimensi profil \perp siku 70.70.7 diameter baut 12,7 mm jumlah baut 2
- d. Kuda – kuda trapesium II dipakai dimensi profil \perp siku 70.70.7 diameter baut 12,7 mm jumlah baut 2
- e. Jurai dipakai dimensi profil \perp siku 65.65.7 diameter baut 12,7 mm jumlah baut 2
- f. Setengah kuda – kuda dipakai dimensi profil \perp siku 65.65.7 diameter baut 12,7 mm jumlah baut 2
- g. Dua Pertiga Kuda – kuda dipakai dimensi profil \perp siku 65.65.7 diameter baut 12,7 mm jumlah baut 2
- h. Sepertiga Kuda – kuda dipakai dimensi profil \perp siku 65.65.7 diameter baut 12,7 mm jumlah baut 2

commit to user



11.2. Perencanaan Plat Lantai

- a. Tulangan arah X
 - 1) Tulangan lapangan yang digunakan $\emptyset 10 - 200$ mm
 - 2) Tulangan tumpuan yang digunakan $\emptyset 10 - 100$ mm
- b. Tulangan arah Y
 - 1) Tulangan lapangan yang digunakan $\emptyset 10 - 200$ mm
 - 2) Tulangan tumpuan yang digunakan $\emptyset 10 - 100$ mm

11.3. Perencanaan Tangga

- a. Tulangan tumpuan yang digunakan pada plat tangga
 $\emptyset 12$ mm – 100 mm
- b. Tulangan lapangan yang digunakan pada plat tangga
 $\emptyset 12$ mm – 200 mm
- c. Tulangan lentur yang digunakan pada balok bordes 2 D12 mm
- d. Tulangan geser digunakan pada balok bordes $\emptyset 8 - 200$ mm
- e. Tulangan lentur yang digunakan pada pondasi adalah :
 - 1) Sumbu pendek : D 13 – 150 mm
 - 2) Sumbu panjang : D 13 – 150 mm

11.4. Perencanaan Balok Anak

a. Perencanaan balok anak As C (1 – 8)

Tulangan tumpuan yang digunakan 4 D 16 mm

Tulangan lapangan yang digunakan 3 D 16 mm

Tulangan geser tumpuan yang digunakan $\emptyset 8 - 80$ mm

Tulangan geser lapangan yang digunakan $\emptyset 8 - 180$ mm

b. Perencanaan balok anak As 2 (B - D)

Tulangan tumpuan yang digunakan 4 D 16 mm

Tulangan lapangan yang digunakan 3 D 16 mm

Tulangan geser yang digunakan $\emptyset 8 - 125$ mm

commit to user

**c. Perencanaan balok anak As 4 (A – E)**

Tulangan tumpuan yang digunakan 3 D 16 mm

Tulangan lapangan yang digunakan 2 D 16 mm

Tulangan geser yang digunakan \emptyset 8 – 170 mm

d. Perencanaan balok anak As 6 (B – E)

Tulangan tumpuan yang digunakan 3 D 16 mm

Tulangan lapangan yang digunakan 2 D 16 mm

Tulangan geser yang digunakan \emptyset 8 – 175 mm

11.5. Perencanaan Portal**a. Perencanaan Tulangan Balok Portal B1 (25 x 35 cm)**

- 1) Tulangan tumpuan yang digunakan 2 D 16 mm
- 2) Tulangan lapangan yang digunakan 2 D 16 mm
- 3) Tulangan geser yang digunakan \emptyset 10 – 200 mm

b. Perencanaan tulangan balok portal B2 (35 x 75 cm)

- 1) Tulangan tumpuan yang digunakan 7 D 19 mm
- 2) Tulangan lapangan yang digunakan 2 D 19 mm
- 3) Tulangan geser yang digunakan \emptyset 10 – 200 mm

c. Perencanaan tulangan balok portal B3 (25 x 35 cm)

- 4) Tulangan tumpuan yang digunakan 7 D 19 mm
- 5) Tulangan lapangan yang digunakan 2 D 19 mm
- 6) Tulangan geser yang digunakan \emptyset 10 – 200 mm

d. Perencanaan Tulangan Kolom 1 (300 x 300 mm)

- 1) Tulangan lentur yang digunakan 3 D 16 mm
- 2) Tulangan geser yang digunakan \emptyset 10 – 120 mm

e. Perencanaan Tulangan Kolom 2 (500 x 500 mm)

- 1) Tulangan lentur yang digunakan 6 D 29 mm
- 2) Tulangan geser yang digunakan \emptyset 10 – 170 mm

**f. Perencanaan Tulangan Ring Balk**

- 1) Tulangan tumpuan yang digunakan 3D 16 mm
- 2) Tulangan lapangan yang digunakan 2 D 16 mm
- 3) Tulangan geser yang digunakan \emptyset 10 – 150 mm

g. Perencanaan Tulangan Sloof 1 (200 x 300 mm)

- 1) Tulangan tumpuan yang digunakan 2 D 16 mm
- 2) Tulangan lapangan yang digunakan 2 D 16 mm
- 3) Tulangan geser yang digunakan \emptyset 10 – 200 mm

h. Perencanaan Tulangan Sloof 2 (250 x 400 mm)

- 1) Tulangan tumpuan yang digunakan 2 D 16 mm
- 2) Tulangan lapangan yang digunakan 2 D 16 mm
- 3) Tulangan geser yang digunakan \emptyset 10 – 200 mm

11.6. Perencanaan Pondasi Foot Plat**a. Perencanaan Pondasi Foot Plat 1 (190 x 190 mm)**

- 1) Tulangan lentur yang digunakan D 22- 160 mm
- 2) Tulangan geser yang digunakan \emptyset 10 – 140 mm

b. Perencanaan Pondasi Foot Plat 2 (250 x 250 mm)

- 1) Tulangan lentur yang digunakan D 22 - 125 mm
- 2) Tulangan geser yang digunakan \emptyset 10 – 140 mm

5. Adapun Peraturan-peraturan yang digunakan sebagai acuan dalam penyelesaian analisis, diantaranya :

- a. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002).
- b. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002).
- c. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk gedung (1983)
- d. Daftar Analisa Pekerjaan Gedung Swakelola Tahun 2011 Kota Surakarta (SNI 03-2835-2009)

commit to user