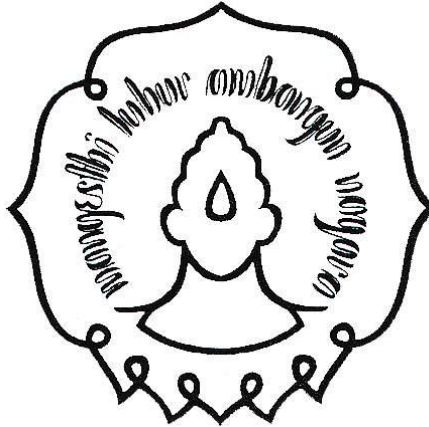




**PERENCANAAN STRUKTUR
GEDUNG LABORATORIUM
DUA LANTAI**

TUGAS AKHIR



**SUDARMONO
185 07 061**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
2010**

MOTTO

".....Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan pada diri mereka sendiri....." (Q.S. 13:11)

Jadikanlah Sholat Dan Doa Sebagai Penolong Bagimu

Ketika Wajah Ini Penat Memikirkan Dunia Maka Berwudhulah. Ketika Tangan Ini Letih Menggapai Cita-cita Maka Bertakbirlah. Ketika Pundak Tak Kuasa Memikul Amanah Maka Bersujudlah. Ikhlaslah Pada Allah Dan Mendekatlah PadaNya

Doa Yang Tulus Dan Keberanian Akan Hal Yang Benar Akan Membawa Berkah Di Kemudian Hari

Syukur apa yang ada, hidup adalah anugerah tetap jalani hidup ini melakukan yang terbaik

Segala Sesuatu Tak Ada Yang Tak Mungkin Di Dunia Ini

**ALWAYS!!!
KEEP SPIRIT
TRY
PRAY TO GOD**

THE FUTURE IS IN YOUR HAND



PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah puji syukur kupanjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, Sang pencipta alam semesta yang telah memberikan limpahan rahmat, hidayah serta anugerah yang tak terhingga.

*Dibalik tabir pembuatan episode Tugas Akhir
"Serangkai Budi Penghargaan"*

"Bapak, Ibu, Dan Kakak Tercinta" Terima Kasih Atas Doa, Materi Yang Telah Banyak Keluar Hanya Untukku Untuk Mewujudkan Satu Hari Ini. Fardhu Dan Tahajud Kalian Yang Selalu Membuat Aku Mampu Dan Bertahan Atas Semua Ini.

"Junditya" Terima Kasih Atas Semua Yang Telah Kau Berikan Untukku, Walaupun Lelah Selalu Menemaniku Sampai Selesai semua Ini. IloVu

Rekan-rekan Sipil Gedung khususnya angkatan 2007

Thanks To All My Friend : Sudarmono, Nurul Raharjo, Mbak Fit, Nuria, Adex (BFF Community), Jekek, Isam, Budi, Yayan, Pandu, Badrun, Catur, Dede, Agunk, Binar (PAB), Mbak Arum, Yuni, Igag, Aji, Rubi, Rangga, Ariz, Dwi, Ayak, Puji, Iwan, Tewhe, Aguz, andi, Siget, Damar, Yuli, Mamet, Haryono, Lukman, Cumi. Serta Temen-temen Teknik sipil Infrastuktur Perkotaan & Transportasi.

✍ The last, thank's to :

Agus Setiya Budi, ST, MT, selaku dosen pembimbing yang memberi pengarahan beserta bimbingan atas terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini

*Dosen Karyawan serta Staff Teknik Sipil
Universitas Sebelas Maret Surakarta*

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xvii
 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.....	6
2.2. Perencanaan Atap	8
2.3. Perencanaan Beton Bertulang	10
2.4. Perencanaan Pondasi.....	8

BAB 3 PERENCANAAN ATAP

3.1. Rencana Atap.....	14
3.2. Dasar Perencanaan.....	15
3.3. Perencanaan Gording.....	15
3.3.1 Perencanaan Pembebanan	15
3.3.2 Perhitungan Pembebanan.....	16
3.3.3 Kontrol Terhadap Tegangan.....	18
3.3.4 Kontrol terhadap lendutan.....	19
3.4. Perencanaan Jurai	20
3.4.1 Perhitungan Panjang Batang Jurai.....	20
3.4.2 Perhitungan Luasan Jurai	21
3.4.3 Perhitungan Pembebanan Jurai	24
3.4.4 Perencanaan Profil Jurai.....	32
3.4.5 Perhitungan Alat Sambung	35
3.5. Perencanaan Setengah Kuda-Kuda.....	38
3.5.1 Perhitungan Panjang Batang Setengah Kuda-Kuda	38
3.5.2 Perhitungan Luasan Setengah Kuda-Kuda.....	40
3.5.3 Perhitungan Pembebanan Setengah Kuda-kuda.....	43
3.5.4 Perencanaan Profil Kuda-kuda.....	51
3.5.5 Perhitungan Alat Sambung	54
3.6. Perencanaan Kuda-kuda Trapesium	56
3.6.1 Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Trapesium.....	57
3.6.2 Perhitungan Luasan Kuda-kuda Trapesium	59
3.6.3 Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Trapesium.....	62
3.6.4 Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium.....	70
3.6.5 Perhitungan Alat Sambung	72
3.7. Perencanaan Kuda-kuda Utama	75
3.7.1 Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda	75
3.7.2 Perhitungan Luasan Kuda-kuda Utama	77
3.7.3 Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama.....	80
3.7.4 Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama.....	89

3.7.5 Perhitungan Alat Sambung	90
--------------------------------------	----

BAB 4 PERENCANAAN TANGGA

4.1. Uraian Umum	95
4.2. Data Perencanaan Tangga	95
4.3. Perhitungan Tebal Plat Equivalent dan Pembebanan	97
4.3.1 Perhitungan Tebal Plat Equivalent	97
4.3.2 Perhitungan Beban	98
4.4. Perhitungan Tulangan Tangga dan Bordes	99
4.4.1 Perhitungan Tulangan Tangga	99
4.4.2 Perencanaan Balok Bordes	102
4.4.3 Pembebanan Balok Bordes	102
4.4.4 Perhitungan Tulangan Lentur	103
4.5. Perhitungan Pondasi Tangga	105
4.5.1 Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi	106
4.5.2 Perhitungan Tulangan Lentur	107
4.5.3 Perhitungan Tulangan Geser	108

BAB 5 PERENCANAAN PLAT LANTAI

5.1. Perencanaan Plat Lantai	109
5.2. Perhitungan Beban Plat Lantai	109
5.3. Perhitungan Momen	110
5.4. Penulangan Plat Lantai	111
5.5. Penulangan Lapangan Arah x	112
5.6. Penulangan Lapangan Arah y	113
5.7. Penulangan Tumpuan Arah x	114
5.8. Penulangan Tumpuan Arah y	115
5.9. Rekapitulasi Tulangan	116

BAB 6 PERENCANAAN BALOK ANAK

6.1. Perencanaan Balok Anak	118
-----------------------------------	-----

6.2. Perhitungan Lebar Equivalent.....	119
6.3. Analisa Pembebanan Balok Anak.....	119

BAB 7 PERENCANAAN PORTAL

7.1. Perencanaan Portal.....	131
7.1.1 Dasar Perencanaan.....	131
7.1.2 Perencanaan Pembebanan.....	132
7.1.3 Perhitungan Luas Equivalen Untuk Plat Lantai.....	133
7.2. Perhitungan Pembebanan Portal.....	133
7.2.1 Perhitungan Pembebanan Portal Memanjang.....	133
7.2.2 Perhitungan Pembebanan Portal Melintang.....	137
7.2.3 Perhitungan Pembebanan Ringbalk.....	140
7.2.4 Perhitungan Pembebanan Sloof Memanjang.....	141
7.2.5 Perhitungan Pembebanan Sloof Melintang.....	144
7.3. Penulangan Portal.....	146
7.3.1 Penulangan Portal Memanjang.....	146
7.3.2 Penulangan Portal Melintang.....	152
7.4. Penulangan Kolom.....	162
7.5. Perencanaan Pembebanan Ringbalk.....	165
7.6. Penulangan Ringbalk Memanjang.....	166
7.7. Penulangan Ringbalk Melintang.....	170
7.8. Perencanaan Pembebanan Sloof.....	174
7.9. Penulangan Sloof Memanjang.....	174
7.10. Penulangan Sloof Melintang.....	180

BAB 8 PERENCANAAN PONDASI

8.1. Data Perencanaan	186
8.2. Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi.....	187
8.2.1 Perhitungan Kapasitas Dukung Pondasi.....	187
8.2.2 Perhitungan Tulangan Lentur.....	188
8.2.3 Perhitungan Tulangan Geser.....	190

BAB 9 RENCANA ANGGARAN BIAYA

9.1. Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	191
9.2. Data Perencanaan.....	191
9.3. Perhitungan Volume.....	191
9.3.1 Pekerjaan Pendahuluan.....	191
9.3.2 Pekerjaan Pondasi.....	192
9.3.3 Pekerjaan Beton.....	193
9.3.4 Pekerjaan Pemasangan Bata Merah dan Pemlesteran.....	194
9.3.5 Pekerjaan Pemasangan Kusen dan Pintu.....	195
9.3.6 Pekerjaan Atap.....	195
9.3.7 Pekerjaan Plafon.....	197
9.3.8 Pekerjaan Keramik.....	197
9.3.9 Pekerjaan Sanitasi.....	198
9.3.10 Pekerjaan Instalasi Air.....	198
9.3.11 Pekerjaan Instalasi Listrik.....	199
9.3.11 Pekerjaan pengecatan.....	199

BAB 10 KESIMPULAN	203
--------------------------------	-----

PENUTUP	xix
----------------------	-----

DAFTAR PUSTAKA	xx
-----------------------------	----

LAMPIRAN-LAMPIRAN	xxi
--------------------------------	-----

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 3.1 Denah Rencana Atap.....	14
Gambar 3.2 Rangka Batang Jurai	20
Gambar 3.3 Luasan Atap Jurai	21
Gambar 3.4 Luasan Plafon Jurai.....	23
Gambar 3.5 Pembebanan Jurai Akibat Beban Mati.....	24
Gambar 3.6 Pembebanan Jurai Akibat Beban Angin	30
Gambar 3.7 Rangka Batang Setengah Kuda-kuda	38
Gambar 3.8 Luasan Atap Setengah Kuda-kuda.....	40
Gambar 3.9 Luasan Plafon	41
Gambar 3.10 Pembebanan Setengah Kuda-kuda Akibat Beban Mati.....	43
Gambar 3.11 Pembebanan Setengah Kuda-kuda Akibat Beban Angin.....	49
Gambar 3.12 Rangka Batang Kuda-kuda Trapesium	57
Gambar 3.13 Luasan Atap Kuda-kuda Trapesium	59
Gambar 3.14 Luasan Plafon Kuda-kuda Trapesium.....	61
Gambar 3.15 Pembebanan Kuda-kuda Trapesium Akibat Beban Mati.....	62
Gambar 3.16 Pembebanan Kuda-kuda Trapesium Akibat Beban Angin ...	67
Gambar 3.17 Rangka Batang Kuda-kuda Utama	75
Gambar 3.18 Luasan Atap Kuda-kuda Utama	77
Gambar 3.19 Luasan Plafon Kuda-kuda Utama.....	78
Gambar 3.20 Pembebanan Kuda-kuda Utama Akibat Beban Mati	80
Gambar 3.21 Pembebanan Kuda-kuda Utama Akibat Beban Angin	85
Gambar 4.1 Perencanaan Tangga.	95
Gambar 4.2 Detail Tangga.	96
Gambar 4.3 Tebal Equivalen	97
Gambar 4.4 Rencana Tumpuan Tangga.....	99
Gambar 4.5 Pondasi Tangga.....	105
Gambar 5.1 Denah Plat Lantai	109
Gambar 5.2 Plat Tipe A	110
Gambar 5.3 Perencanaan Tinggi Efektif.....	112

Gambar 6.1 Area Pembebanan Balok Anak.....	118
Gambar 7.1 Denah Portal	131
Gambar 7.2 Beban Mati Portal Memanjang As 3 (A-G)	135
Gambar 7.3 Beban Hidup Portal Memanjang As 3 (A-G).....	135
Gambar 7.4 Beban Mati Portal Melintang As D (1-5).....	139
Gambar 7.5 Beban Hidup Portal Melintang As D (1-5)	139
Gambar 7.6 Beban Mati Portal Memanjang As 3 (A-G)	142
Gambar 7.7 Beban Hidup Portal Memanjang As 3 (A-G).....	142
Gambar 7.8 Beban Mati Portal Melintang As A (1-4).....	144
Gambar 7.9 Beban Hidup Portal Melintang As A (1-4)	145
Gambar 8.1 Perencanaan Pondasi.....	186

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Koefisien Reduksi Beban hidup.....	4
Tabel 2.2 Faktor Pembebanan U	7
Tabel 2.3 Faktor Reduksi Kekuatan ϕ	7
Tabel 3.1 Kombinasi Gaya Dalam Pada Gording	20
Tabel 3.2 Panjang Batang pada Jurai	18
Tabel 3.3 Rekapitulasi Pembebanan Jurai.....	30
Tabel 3.4 Perhitungan Beban Angin Jurai	31
Tabel 3.5 Rekapitulasi Gaya Batang Jurai	32
Tabel 3.6 Rekapitulasi Perencanaan Profil Jurai	37
Tabel 3.7 Perhitungan Panjang Batang Pada Setengah Kuda-kuda	39
Tabel 3.8 Rekapitulasi Pembebanan Setengah Kuda-kuda.....	48
Tabel 3.9 Perhitungan Beban Angin Setengah Kuda-kuda.....	50
Tabel 3.10 Rekapitulasi Gaya Batang Setengah Kuda-kuda.....	51
Tabel 3.11 Rekapitulasi Perencanaan Profil Setengah Kuda-kuda	56
Tabel 3.12 Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Trapesium.....	58
Tabel 3.13 Rekapitulasi Pembebanan Kuda-kuda Trapesium.....	67

Tabel 3.14 Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Trapesium	68
Tabel 3.15 Rekapitulasi Gaya Batang Kuda-kuda Trapesium	69
Tabel 3.16 Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium	74
Tabel 3.17 Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Utama.....	76
Tabel 3.18 Rekapitulasi Beban Mati Kuda-kuda Utama	84
Tabel 3.19 Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Utama.....	87
Tabel 3.20 Rekapitulasi Gaya Batang Kuda-kuda Utama	87
Tabel 3.21 Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama	93
Tabel 5.1 Perhitungan Plat Lantai.....	111
Tabel 5.2 Penulangan Plat Lantai	117
Tabel 6.1 Perhitungan Lebar Equivalen.....	119
Tabel 6.2 Penampang Balok Anak.....	126
Tabel 6.3 Perhitungan Tulangan Lentur Balok Anak Daerah Lapangan ..	128
Tabel 6.4 Perhitungan Tulangan Lentur Balok Anak Daerah Tumpuan ..	129
Tabel 6.5 Perhitungan Tulangan Geser Balok Anak	130
Tabel 7.1 Hitungan Lebar Equivalen	133
Tabel 7.2 Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Portal Memanjang	136
Tabel 7.3 Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Portal Melintang	140
Tabel 7.4 Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Sloof Memanjang	143
Tabel 7.5 Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Sloof Melintang.....	145
Tabel 7.6 Penulangan balok Portal Memanjang Dimensi 30/60	151
Tabel 7.7 Penulangan Balok Portal Melintang Dimensi 40/80	157
Tabel 7.8 Penulangan Kolom	165
Tabel 7.9 Penulangan Ringbalk Memanjang.....	169
Tabel 7.10 Penulangan Ringbalk Melintang	173
Tabel 7.11 Penulangan Soof Memanjang	179
Tabel 7.12 Penulangan Soof Melintang	185

DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

A	= Luas penampang batang baja (cm^2)
B	= Luas penampang (m^2)
AS'	= Luas tulangan tekan (mm^2)
AS	= Luas tulangan tarik (mm^2)
B	= Lebar penampang balok (mm)
C	= Baja Profil Canal
D	= Diameter tulangan (mm)
Def	= Tinggi efektif (mm)
E	= Modulus elastisitas(m)
e	= Eksentrisitas (m)
F' _c	= Kuat tekan beton yang disyaratkan (Mpa)
F _y	= Kuat leleh yang disyaratkan (Mpa)
g	= Percepatan grafitasi (m/dt)
h	= Tinggi total komponen struktur (cm)
H	= Tebal lapisan tanah (m)
I	= Momen Inersia (mm^2)
L	= Panjang batang kuda-kuda (m)
M	= Harga momen (kgm)
M _u	= Momen berfaktor (kgm)
N	= Gaya tekan normal (kg)
N _u	= Beban aksial berfaktor
P'	= Gaya batang pada baja (kg)
q	= Beban merata (kg/m)
q'	= Tekanan pada pondasi (kg/m)
S	= Spasi dari tulangan (mm)
V _u	= Gaya geser berfaktor (kg)
W	= Beban Angin (kg)
Z	= Lendutan yang terjadi pada baja (cm)
ϕ	= Diameter tulangan baja (mm)

- θ = Faktor reduksi untuk beton
- ρ = Tulangan tarik (A_s/bd)
- σ = Tegangan yang terjadi (kg/cm^2)^{xvii}
- ω = Faktor penampang

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG LABORATORIUM** dengan baik. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penyusun banyak menerima bimbingan, bantuan dan dorongan yang sangat berarti dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Segenap pimpinan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta stafnya.
2. Segenap pimpinan Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta stafnya.
3. Segenap pimpinan Program D-III Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta stafnya.
4. Agus Setiya Budi, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingannya selama dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak dan ibu dosen pengajar yang telah memberikan ilmunya beserta karyawan di Fakultas Teknik UNS yang telah banyak membantu dalam proses perkuliahan.
6. Bapak, Ibu dan kakak yang telah memberikan dukungan dan dorongan baik moril maupun materiil dan selalu mendoakan penyusun.
7. Rekan – rekan dari Teknik sipil semua angkatan yang telah membantu terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini, dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran maupun masukan yang membawa ke arah perbaikan dan bersifat membangun sangat penyusun harapkan. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun khususnya dan pembaca pada umumnya.

Surakarta, Agustus 2010

Penyusun



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dengan 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, bangsa Indonesia akan dapat memenuhi tuntutan ini.

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 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 jaman 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 mempunyai tujuan untuk menghasilkan ahli teknik yang berkualitas, bertanggungjawab, kreatif dalam menghadapi masa depan serta dapat menyukseskan pembangunan nasional di Indonesia.

Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Program Diploma Tiga 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 : Untuk laboratorium
- b. Luas bangunan : 1420 m²
- c. Jumlah lantai : 2 lantai
- d. Tinggi antar lantai : 4 m
- e. Penutup atap : Rangka kuda-kuda baja
- f. 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: 360 MPa.

1.4. Peraturan-Peraturan Yang Berlaku

1. Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung
SNI 03-1727-1989
2. Standart Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung
PPBBI 1984
3. Standart Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung
SKSNI T-15 -1991-03



BAB 2

DASAR TEORI

2.1. Dasar Perencanaan

2.1.1. Jenis Pembebanan

Dalam merencanakan struktur bangunan bertingkat, digunakan struktur yang mampu mendukung berat sendiri, beban angin, beban hidup maupun beban khusus yang bekerja pada struktur bangunan tersebut. Beban-beban yang bekerja pada struktur dihitung menurut **SNI 03-1727-1989**. Beban-beban tersebut adalah :

1. Beban Mati (qD)

Beban mati adalah berat semua bagian dari 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 ini, beban mati yang terdiri dari berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung antara lain adalah :

a. Bahan Bangunan:

1. Beton Bertulang2400 kg/m³
2. Pasir1800 kg/m³
3. Beton.2200 kg/m³

b. Komponen Gedung:

1. Langit-langit dan dinding (termasuk rusuk-rusuknya, tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terdiri dari :
 - semen asbes (eternit) dengan tebal maximum 4mm 11 kg/m²
 - kaca dengan tebal 3-4 mm 10 kg/m²
2. Penutup atap genteng dengan reng dan usuk 50 kg/m²



3. Penutup lantai dari tegel, keramik dan beton (tanpa adukan)
per cm tebal 24 kg/m²
4. Adukan semen per cm tebal 21 kg/m²

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 (SNI 03-1727-1989).

Beban hidup yang bekerja pada bangunan ini disesuaikan dengan rencana fungsi bangunan tersebut. Beban hidup untuk bangunan ini terdiri dari:

- a. Beban atap 100 kg/m²
- b. Beban tangga dan bordes 200 kg/m²
- c. Beban lantai 250 kg/m²

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 berikut :

Tabel 2.1. Koefisien Reduksi Beban Hidup

Penggunaan Gedung	Koefisien Beban Hidup untuk Perencanaan Balok Induk
a. PERUMAHAN/HUNIAN Rumah sakit/Poliklinik	0,75
b. PENYIMPANAN	



Perpustakaan, Ruang Arsip	0,80
c. TANGGA	
Perumahan / penghunian, Pertemuan umum, perdagangan dan penyimpanan, industri, tempat kendaraan	0,90

Sumber: SNI 03-1727-1989

3. Beban Angin (W)

Beban Angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.

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 .

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

4. Beban Gempa (E)



Beban gempa adalah semua beban statik *equivalen* yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu
(SNI 03-1727-1989)

2.1.2. Sistem Kerja Beban

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 bekerjanya beban untuk elemen-elemen struktur gedung bertingkat secara umum dapat dinyatakan sebagai berikut :

Beban pelat lantai didistribusikan terhadap balok anak dan balok portal, beban balok portal didistribusikan ke kolom dan beban kolom kemudian diteruskan ke tanah dasar melalui pondasi.

2.1.3. Provisi Keamanan

Dalam pedoman beton, **SKSNI T-15 -1991-03** 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

No.	Kombinasi Beban	Faktor U
1.	D, L	1,2 D + 1,6 L
2.	D, L, W	0,75 (1,2 D + 1,6 L + 1,6 W)
3.	D, W	0,9 D + 1,3 W
4.	D, E	0,9 (D ± E)

Keterangan :

- D = Beban mati
- L = Beban hidup
- E = Beban gempa
- W = Beban angin

Tabel 2.3. Faktor Reduksi Kekuatan \emptyset

No	GAYA	\emptyset
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	
	➤ Komponen dengan tulangan spiral	0,70
	➤ Komponen lain	0,65
4.	Geser dan torsi	0,75
5.	Tumpuan Beton	0,65

Karena 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 Pedoman Beton **SKSNI T-15 -1991-03** adalah sebagai berikut:

- a. Jarak bersih antara tulangan sejajar yang selapis tidak boleh kurang dari d_b atau 25 mm, dimana d_b adalah diameter tulangan.

- b. 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:

- a. Untuk pelat dan dinding = 20 mm
- b. Untuk balok dan kolom = 40 mm
- c. Beton yang berhubungan langsung dengan tanah atau cuaca = 50 mm

2.2. Perencanaan Atap

1. Pembebanan

Pada perencanaan atap, beban yang bekerja adalah :

- a. Beban mati
- b. Beban hidup
- c. Beban air

2. Asumsi Perletakan

- a. Tumpuan sebelah kiri adalah Sendi.
- b. Tumpuan sebelah kanan adalah Rol..

3. Analisa struktur pada perencanaan ini menggunakan program **SAP 2000**.

Analisa tampang menggunakan peraturan **PPBBI 1984**

4. Perhitungan profil kuda-kuda

- a. Batang tarik

$$F_n = \frac{\rho_{mak}}{\sigma_{ijin}}$$



$$\sigma_{ijin} = \frac{2}{3} \times (\sigma = 2400 \text{ kg/cm}^2) = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{bruto} = 1,15 \times F_n \dots\dots (< F_{profil})$$

Dengan syarat σ terjadi $\leq 0,75 \sigma_{ijin}$

$$\sigma \text{ terjadi} = \frac{\rho_{mak}}{0,85 \cdot F_{profil}}$$

b. Batang tekan

$$\lambda = \frac{l_k}{i_x}$$

$$\lambda_g = \pi \sqrt{\frac{E}{0,7 \cdot \sigma_{leleh}}} \dots\dots \text{dimana, } \sigma_{leleh} = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$\lambda_s = \frac{\lambda}{\lambda_g}$$

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

$$0,25 < \lambda_s < 1,2 \quad \longrightarrow \quad \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot \lambda_s}$$

$$\lambda_s \geq 1,2 \quad \longrightarrow \quad \omega = 1,25 \cdot \lambda_s^2$$

kontrol tegangan :

$$\sigma = \frac{P_{maks.} \cdot \omega}{F_p} \leq \sigma_{ijin}$$

c. Sambungan

- Tebal plat sambung (δ) = $0,625 \times d$
- Tegangan geser yang diijinkan
Teg. Geser = $0,6 \times \sigma_{ijin}$
- Tegangan tumpuan yang diijinkan
Teg. Tumpuan = $1,5 \times \sigma_{ijin}$
- Kekuatan baut

$$P_{geser} = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \tau_{geser}$$

$$P_{desak} = \delta \cdot d \cdot \tau_{tumpuan}$$



- Jumlah mur-baut $\rightarrow n = \frac{P_{maks}}{P_{geser}}$
- Jarak antar baut
Jika $1,5 d \leq S_1 \leq 3 d$ $\longrightarrow S_1 = 2,5 d$
Jika $2,5 d \leq S_2 \leq 7 d$ $\longrightarrow S_2 = 5 d$

2.3. Perencanaan Beton Bertulang

1. Pembebanan

- a. Beban mati
- b. Beban hidup
 - Tangga = 200 kg/m^2
 - Plat Lantai = 250 kg/m^2
 - Balok anak = 250 kg/m^2
 - Portal = 200 kg/m^2

2. Asumsi Perletakan

- a. Tangga
 - Tumpuan bawah adalah Jepit.
 - Tumpuan tengah adalah Sendi.
 - Tumpuan atas adalah Jepit.
- b. Plat lantai : jepit penuh
- c. Balok anak : jepit jepit
- d. Portal
 - Jepit pada kaki portal.
 - Bebas pada titik yang lain

- 3. Analisa struktur menggunakan tabel 13.3.2 **SNI 03-1727-1989** dan program **SAP 2000**.



4. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-1727-1989**.

Pemasangan tulangan lentur disyaratkan sebagai berikut :

- a. Jarak minimum tulangan sengkang 25 mm
- b. Jarak maksimum tulangan sengkang 240 atau 2h

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

dimana, $\phi = 0,80$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c}$$

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

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

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

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

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

$\rho < \rho_{\min}$ \longrightarrow dipakai ρ_{\min}

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

Luas tampang tulangan

A_s = Jumlah tulangan x Luas

Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,60$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

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

$\Phi \cdot V_c \leq V_u \leq 3 \Phi V_c$ \rightarrow (perlu tulangan geser)

$V_u < \Phi V_c < 3 \Phi V_c$ \rightarrow (tidak perlu tulangan geser)

$V_s \text{ perlu} = V_u - V_c$ \rightarrow (pilih tulangan terpasang)

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



2.4. Perencanaan Pondasi

1. Pembebanan

Beban aksial dan momen dari analisa struktur portal akibat beban mati dan beban hidup.

2. Analisa pembebanan menggunakan peraturan SNI 03-1727-1989.

Perhitungan kapasitas dukung pondasi (Terzaghi):

$$q_{ada} = \frac{P}{A}$$

$$q_u = 1,3 c N_c + q N_q + 0,4 \gamma B N_\gamma$$

$$q_{ijin} = q_u / SF$$

$$q_{ada} \leq q_{ijin} \dots \dots \dots (\text{aman})$$

$$\text{Eksentrisitas} \rightarrow e = \frac{M}{N}$$

Agar pondasi tidak mengguling, $e \leq L/6$

$$\tau = \frac{N}{BL} \pm \frac{6M}{BL^2}$$

Sedangkan pada perhitungan tulangan lentur

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

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

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

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

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

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

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

$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$ \longrightarrow tulangan tunggal

$\rho < \rho_{min}$ \longrightarrow dipakai ρ_{min}



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

Luas tampang tulangan

A_s = Jumlah tulangan x Luas

Perhitungan tulangan geser :

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

$$\phi = 0,60$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b \times d$$

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

$$\Phi \cdot V_c \leq V_u \leq 3 \Phi V_c \quad \rightarrow \text{(perlu tulangan geser)}$$

$$V_u < \Phi V_c < 3 \Phi V_c \quad \rightarrow \text{(tidak perlu tulangan geser)}$$

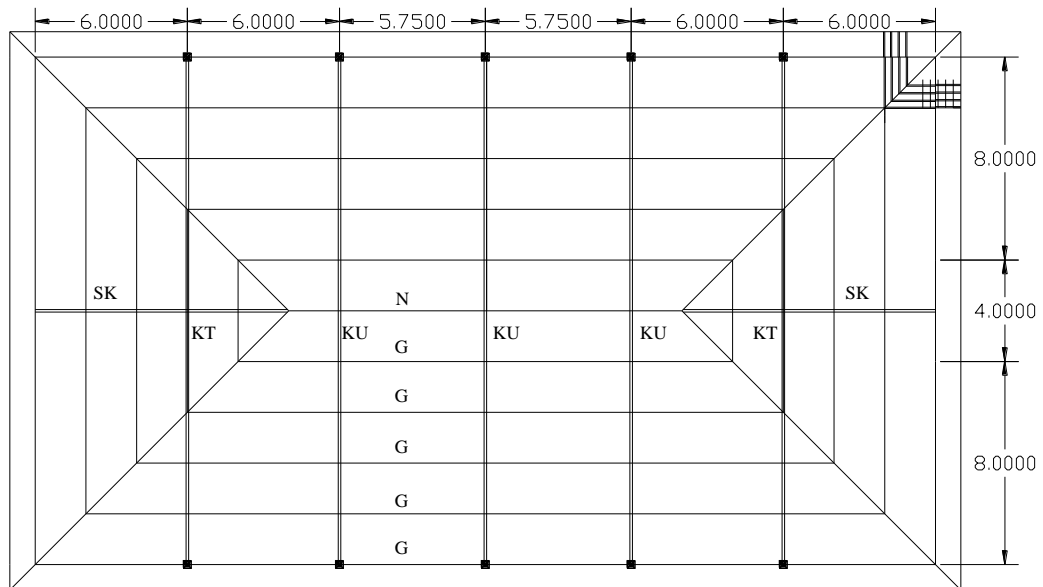
$$V_s \text{ perlu} = V_u - V_c \quad \rightarrow \text{(pilih tulangan terpasang)}$$

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



BAB 3 PERENCANAAN ATAP

3.1. Rencana Atap



Gambar 3.1. Rencana Atap



Keterangan :

KU	= Kuda-kuda utama	G	= Gording
KT	= Kuda-kuda trapesium	N	= Nok
SK1	= Setengah kuda-kuda utama	L	= Lisplank
SK2	= Setengah kuda-kuda	J	= Jurai

3.2. Dasar Perencanaan




Secara umum data yang digunakan untuk perhitungan rencana atap adalah sebagai berikut :

- a. Bentuk rangka kuda-kuda : seperti tergambar.
- b. Jarak antar kuda-kuda : 6,00 m
- c. Kemiringan atap (α) : 30°
- d. Bahan gording : baja profil *lip channels* ().
- e. Bahan rangka kuda-kuda : baja profil *double* siku sama kaki ().
- f. Bahan penutup atap : genteng.
- g. Alat sambung : baut-mur.
- h. Jarak antar gording : 2,31 m
- i. Bentuk atap : limasan.
- j. Mutu baja profil : Bj-37 ($\sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2$)
($\sigma_{leleh} = 2400 \text{ kg/cm}^2$)

3.3. Perencanaan Gording

3.3.1. Perencanaan Pembebanan

Dicoba menggunakan gording dengan dimensi baja profil tipe *lip channels in front to front arrangement* / kanal kait () 150 x 130 x 20 x 3,2 dengan data sebagai berikut :

- a. Berat gording = 15,0 kg/m
- b. $I_x = 664 \text{ cm}^4$
- c. $I_y = 476 \text{ cm}^4$
- d. $h = 150 \text{ mm}$
- e. $b = 130 \text{ mm}$
- f. $t_s = 3,2 \text{ mm}$
- g. $t_b = 3,2 \text{ mm}$
- h. $Z_x = 88,6 \text{ cm}^3$
- i. $Z_y = 73,2 \text{ cm}^3$



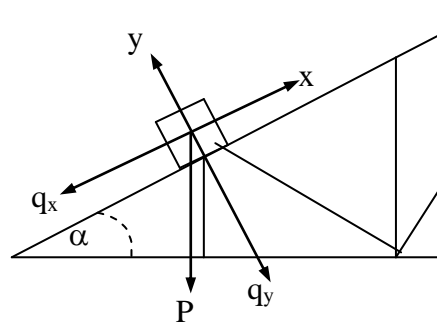
- Kemiringan atap (α) = 30° .
 Jarak antar gording (s) = 2,31 m.
 Jarak antar kuda-kuda utama = 6,00 m.

Pembebanan berdasarkan SNI 03-1727-1989, sebagai berikut :

- Berat penutup atap = 50 kg/m^2 .
- Beban angin = 25 kg/m^2 .
- Berat hidup (pekerja) = 100 kg.
- Berat penggantung dan plafond = 18 kg/m^2

3.3.2. Perhitungan Pembebanan

a. Beban Mati (titik)



Berat gording		=	15	kg/m
Berat Plafond	= (2,0 × 18)	=	36	kg/m
Berat penutup atap	= (2,31 × 50)	=	115,5	kg/m
	q	=	166,5	kg/m

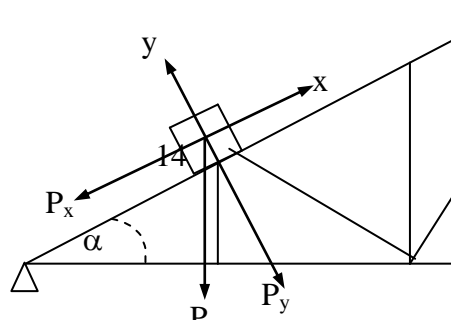
$$q_x = q \sin \alpha = 166,5 \times \sin 30^\circ = 83,25 \text{ kg/m.}$$

$$q_y = q \cos \alpha = 166,5 \times \cos 30^\circ = 144,193 \text{ kg/m.}$$

$$M_{x1} = \frac{1}{8} \cdot q_y \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 144,193 \times 6^2 = 648,87 \text{ kgm.}$$

$$M_{y1} = \frac{1}{8} \cdot q_x \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 83,25 \times 6^2 = 374,625 \text{ kgm.}$$

b. Beban hidup





P diambil sebesar 100 kg.

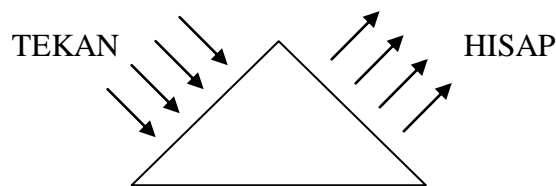
$$P_x = P \sin \alpha = 100 \times \sin 30^\circ = 50 \text{ kg.}$$

$$P_y = P \cos \alpha = 100 \times \cos 30^\circ = 86,603 \text{ kg.}$$

$$M_{x2} = \frac{1}{4} \cdot P_y \cdot L = \frac{1}{4} \times 86,603 \times 6,00 = 129,905 \text{ kgm.}$$

$$M_{y2} = \frac{1}{4} \cdot P_x \cdot L = \frac{1}{4} \times 50 \times 6,00 = 75 \text{ kgm.}$$

c. Beban angin



Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m².

Koefisien kemiringan atap (α) = 30°.

1) Koefisien angin tekan = $(0,02\alpha - 0,4) = 0,2$

2) Koefisien angin hisap = $-0,4$

Beban angin :

1) Angin tekan (W_1) = koef. Angin tekan \times beban angin $\times \frac{1}{2} \times (s_1 + s_2)$
 $= 0,2 \times 25 \times \frac{1}{2} \times (2,31 + 2,31) = 11,55 \text{ kg/m.}$

2) Angin hisap (W_2) = koef. Angin hisap \times beban angin $\times \frac{1}{2} \times (s_1 + s_2)$
 $= -0,4 \times 25 \times \frac{1}{2} \times (2,31 + 2,31) = -23,1 \text{ kg/m.}$

Beban yang bekerja pada sumbu x, maka hanya ada harga M_x :

1) $M_{x(\text{tekan})} = \frac{1}{8} \cdot W_1 \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 11,55 \times 6^2 = 51,975 \text{ kgm.}$

2) $M_{x(\text{hisap})} = \frac{1}{8} \cdot W_2 \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times -23,1 \times 6^2 = -103,95 \text{ kgm.}$



Tabel 3.1. Kombinasi Gaya Dalam pada Gording

Momen	Beban Mati	Beban Hidup	Beban Angin		Kombinasi	
			Tekan	Hisap	Minimum	Maksimum
M_x	648,87	129,905	51,975	-103,95	674,825	830,75
M_y	374,625	75,0	-	-	449,625	449,625

3.3.3. Kontrol Terhadap Tegangan

➤ Kontrol terhadap tegangan Minimum

$$M_x = 674,825 \text{ kgm} = 67482,5 \text{ kgcm.}$$

$$M_y = 449,625 \text{ kgm} = 44962,5 \text{ kgcm.}$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\left(\frac{M_x}{Z_x}\right)^2 + \left(\frac{M_y}{Z_y}\right)^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{67482,5}{88,6}\right)^2 + \left(\frac{44962,5}{73,2}\right)^2} \\ &= 978,473 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

➤ Kontrol terhadap tegangan Maksimum

$$M_x = 830,75 \text{ kgm} = 83075 \text{ kgcm.}$$

$$M_y = 449,625 \text{ kgm} = 44962,5 \text{ kgcm.}$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\left(\frac{M_x}{Z_x}\right)^2 + \left(\frac{M_y}{Z_y}\right)^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{83075}{88,6}\right)^2 + \left(\frac{44962,5}{73,2}\right)^2} \\ &= 1120,921 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$



3.3.4. Kontrol Terhadap Lendutan

Di coba profil : 150 x 130 x 20 x 3,2	q_x	= 0,8325 kg/cm	
E	= $2,1 \times 10^6$ kg/cm ²	q_y	= 1,44193 kg/cm
I_x	= 664 cm ⁴	P_x	= 50 kg
I_y	= 476 cm ⁴	P_y	= 86,603 kg

$$Z_{ijin} = \frac{1}{180} \times 600 = 3,333 \text{ cm}$$


$$\begin{aligned} Z_x &= \frac{5 \cdot q_x \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_y} + \frac{P_x \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \\ &= \frac{5 \times 0,8325 \times 600^4}{384 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 476} + \frac{50 \times 600^3}{48 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 476} \\ &= 1,630 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_y &= \frac{5 \cdot q_y \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} + \frac{P_y \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \\ &= \frac{5 \times 1,44193 \times (600)^4}{384 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 664} + \frac{86,603 \times (600)^3}{48 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 664} \\ &= 2,025 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{Z_x^2 + Z_y^2} \\ &= \sqrt{(1,63)^2 + (2,025)^2} = 2,6 \text{ cm} \end{aligned}$$

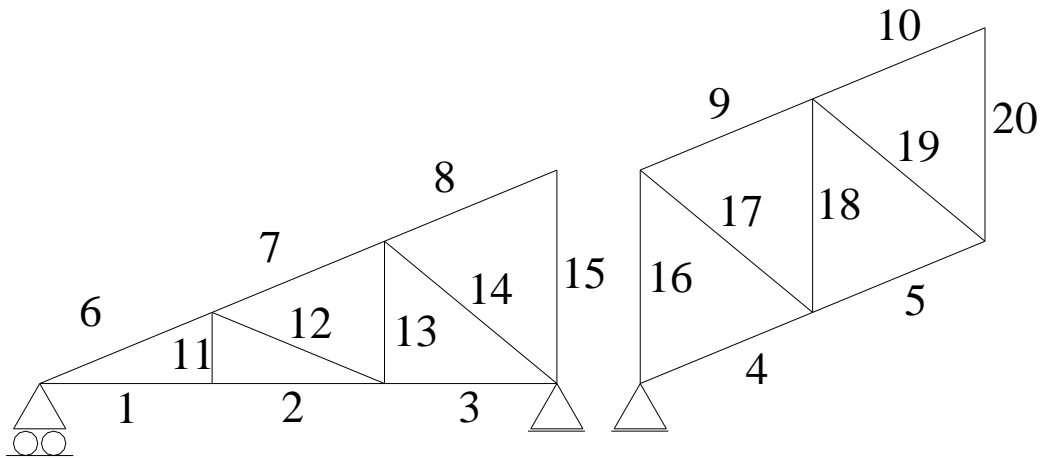
$$Z \leq Z_{ijin}$$

$$2,6 \text{ cm} \leq 3,33 \text{ cm} \quad \dots\dots\dots \text{ aman !}$$

Jadi, baja profil tipe *lip channels in front to front arrangement* () 150 x 130 x 20 x 3,2 aman dan mampu menerima beban apabila digunakan untuk gording.



3.4. Perencanaan Jurai



Gambar 3.2. Rangka Batang Jurai

3.4.1. Perhitungan Panjang Batang Jurai

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

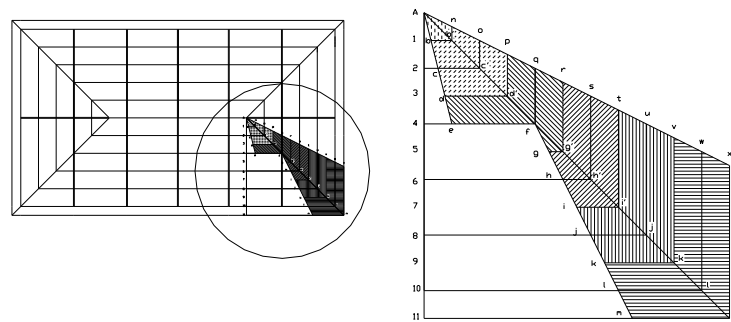
Tabel 3.2. Panjang Batang pada Jurai

Nomer Batang	Panjang Batang (m)
1	2,8
2	2,8
3	2,8
4	3,03
5	3,03
6	3,03
7	3,03
8	3,03
9	3,03
10	3,03
11	1,15
12	3,03



13	2,32
14	3,63
15	3,46
16	3,46
17	3,63
18	3,46
19	3,63
20	3,46

3.4.2. Perhitungan luasan jurai



Gambar 3.3. Luasan Atap Jurai

Panjang a1 = $\frac{1}{2} \cdot 3,03 = 1,515 \text{ m}$

Panjang a1 = 1-2 = 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 6-7 = 7-8 = 8-9 = 9-10 = 10-11
= 1,515 m

Panjang mm' = 3,500 m

Panjang bb' = 0,750 m

Panjang kk' = 2,500 m

Panjang m'x = 5,500 m

Panjang ii' = 1,500 m

Panjang k'v = 4,500 m

Panjang gg' = 0,500 m

Panjang i't = 3,500 m

Panjang dd' = 2,250 m

Panjang g'r = 2,500 m

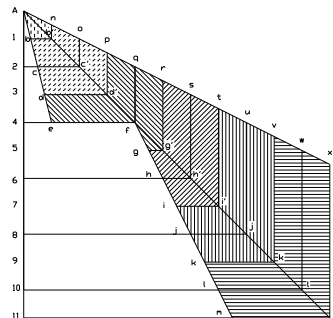
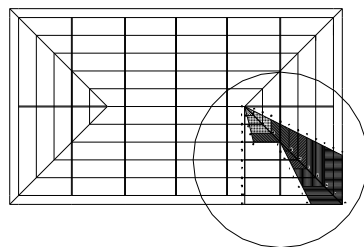
Panjang ef = 3,000 m

Panjang d'p = 1,500 m



Panjang b'n = 0,500 m

- **Luas mm'xvk'k** = $(\frac{1}{2} (mm' + kk') 9-11) + (\frac{1}{2} (m'x + k'v) 9-11)$
= $(\frac{1}{2} (3,5 + 2,5) 2 \cdot 1,515) + (\frac{1}{2} (5,5 + 4,5) 2 \cdot 1,515)$
= $24,24 \text{ m}^2$
- **Luas kk'vti'i** = $(\frac{1}{2} (kk' + ii') 7-9) + (\frac{1}{2} (k'v + i't) 7-9)$
= $(\frac{1}{2} (2,5 + 1,5) 2 \cdot 1,515) + (\frac{1}{2} (4,5 + 3,5) 2 \cdot 1,515)$
= $18,18 \text{ m}^2$
- **Luas ii'trg'g** = $(\frac{1}{2} (ii' + gg') 5-7) + (\frac{1}{2} (i'i + g'r) 5-7)$
= $(\frac{1}{2} (1,5 + 0,5) 2 \cdot 1,155) + (\frac{1}{2} (1,5 + 2,5) 2 \cdot 1,155)$
= $6,93 \text{ m}^2$
- **Luas gg'rp'd'ef** = $(\frac{1}{2} 4-5 \cdot gg') + (\frac{1}{2} (g'r + d'p) 3-5) + (\frac{1}{2} (ef + dd') 3-5)$
= $(\frac{1}{2} \cdot 1,515 \cdot 0,5) + (\frac{1}{2} (2,5 + 1,5) 2 \cdot 1,515) + (\frac{1}{2} (3 + 2,25) 2 \cdot 1,515)$
= $14,393 \text{ m}^2$
- **Luas dd'pnb'b** = $(\frac{1}{2} (dd' + bb') 1-3) \times 2$
= $(\frac{1}{2} (2,25 + 0,75) 2 \cdot 1,515) \times 2$
= $9,09 \text{ m}^2$
- **Luas abb'n** = $(\frac{1}{2} \times bb' \times a1) \times 2$
= $(\frac{1}{2} \times 0,75 \times 1,515) \times 2$
= $1,136 \text{ m}^2$





Gambar 3.4. Luasan Plafon Jurai

Panjang a1	= $\frac{1}{2} \cdot 2,000 = 1 \text{ m}$	
Panjang a1	= 1-2 = 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 6-7 = 7-8 = 8-9 = 9-10 = 10-11 = 1 m	
Panjang mm'	= 3,500 m	Panjang m'x
		= 5,500 m
Panjang kk'	= 2,500 m	Panjang k'v
		= 4,500 m
Panjang ii'	= 1,500 m	Panjang i't
		= 3,500 m
Panjang gg'	= 0,500 m	Panjang g'r
		= 2,500 m
Panjang dd'	= 2,250 m	Panjang d'p
		= 1,500 m
Panjang ef	= 3,000 m	Panjang b'n
		= 0,500 m
Panjang bb'	= 0,750 m	

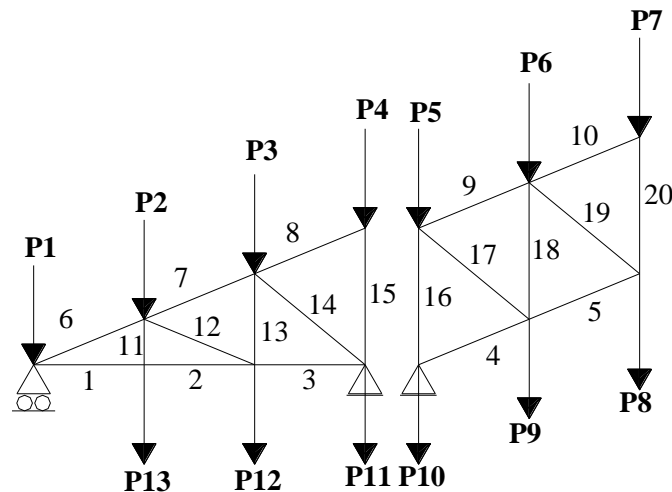
- **Luas mm'xvk'** = $(\frac{1}{2} (mm' + kk') 9-11) + (\frac{1}{2} (m'x + k'v) 9-11)$
 = $(\frac{1}{2} (3,5 + 2,5) 2 \cdot 1) + (\frac{1}{2} (5,5 + 4,5) 2 \cdot 1)$
 = 16 m^2
- **Luas kk'vti'i** = $(\frac{1}{2} (kk' + ii') 7-9) + (\frac{1}{2} (k'v + i't) 7-9)$
 = $(\frac{1}{2} (2,5 + 1,5) 2 \cdot 1) + (\frac{1}{2} (4,5 + 3,5) 2 \cdot 1)$
 = 12 m^2
- **Luas ii'trg'g** = $(\frac{1}{2} (ii' + gg') 5-7) + (\frac{1}{2} (i'i + g'r) 5-7)$
 = $(\frac{1}{2} (1,5 + 0,5) 2 \cdot 1) + (\frac{1}{2} (1,5 + 2,5) 2 \cdot 1)$
 = 6 m^2
- **Luas gg'rpd'def** = $(\frac{1}{2} 4-5 \cdot gg') + (\frac{1}{2} (g'r + d'p) 3-5) + (\frac{1}{2} (ef + dd') 3-5)$
 = $(\frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 0,5) + (\frac{1}{2} (2,5 + 1,5) 2 \cdot 1) + (\frac{1}{2} (3 + 2,25) 2 \cdot 1)$
 = $9,5 \text{ m}^2$
- **Luas dd'onb'b** = $(\frac{1}{2} (dd' + bb') 1-3) \times 2$
 = $(\frac{1}{2} (2,25 + 0,75) 2 \cdot 1) \times 2$
 = 6 m^2
- **Luas abb'n** = $(\frac{1}{2} \times bb' \times a1) \times 2$
 = $(\frac{1}{2} \times 0,75 \times 1) \times 2$
 = $0,75 \text{ m}^2$

3.4.3. Perhitungan Pembebanan Jurai



Data-data pembebanan :

Berat gording	= 15,0 kg/m
Berat penutup atap	= 50 kg/m ²
Berat plafon dan penggantung	= 18 kg/m ²
Berat profil kuda-kuda	= 15 kg/m



Gambar 3.5. Pembebanan jurai akibat beban mati

a. Beban Mati

1) Beban P1

- Beban Gording = berat profil gording \times panjang gording $l \times w$
= $15,0 \times (3+5) = 120$ kg
- Beban Atap = luasan mm² \times vvk² \times berat atap
= $24,24 \times 50 = 1212$ kg
- Beban Plafon = luasan mm² \times vvk² \times berat plafon
= $16 \times 18 = 288$ kg
- Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ btg $(1 + 6) \times$ berat profil kuda-kuda
= $\frac{1}{2} \times (2,8 + 3,03) \times 15$
= 43,725 kg
- Beban Plat Sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
= 30 % \times 43,725 = 13,118 kg
- Beban Bracing = 10% \times beban kuda-kuda
= 10 % \times 43,725 = 4,373 kg



2) Beban P2

- a) Beban Gording = berat profil gording \times panjang gording $jj'u$
= $15,0 \times (2+4) = 90$ kg
- b) Beban Atap = luasan $kk'vti'i$ \times berat atap
= $18,18 \times 50 = 909$ kg
- c) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ btg $(6 + 11 + 12 + 7) \times$ berat profil kuda-kuda
= $\frac{1}{2} \times (3,03 + 1,15 + 3,03 + 3,03) \times 15$
= $77,8$ kg
- d) Beban Plat Sambung = $30\% \times$ beban kuda-kuda
= $30\% \times 77,8 = 23,34$ kg
- e) Beban Bracing = $10\% \times$ beban kuda-kuda
= $10\% \times 77,8 = 7,78$ kg

3) Beban P3

- a) Beban Gording = berat profil gording \times panjang gording $hh's$
= $15,0 \times (1+3) = 60$ kg
- b) Beban Atap = luasan $ii'trg'g$ \times berat atap
= $6,93 \times 50 = 346,5$ kg
- c) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ btg $(7 + 13 + 14 + 8) \times$ berat profil kuda-kuda
= $\frac{1}{2} \times (3,03 + 2,31 + 3,63 + 3,03) \times 15$
= 90 kg
- d) Beban Plat Sambung = $30\% \times$ beban kuda-kuda
= $30\% \times 90 = 27$ kg
- e) Beban Bracing = $10\% \times$ beban kuda-kuda
= $10\% \times 90 = 9,0$ kg

4) Beban P4

- a) Beban Gording = berat profil gording \times panjang gording efq
= $15,0 \times (3+2) = 75$ kg
- b) Beban Atap = luasan $gg'rp'd'ef$ \times berat atap
= $14,393 \times 50 = 719,65$ kg
- c) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ btg $(8 + 15) \times$ berat profil kuda-kuda
= $\frac{1}{2} \times (3,03 + 3,46) \times 15$



$$= 48,675 \text{ kg}$$

d) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 48,675 = 14,603 kg

e) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 48,675 = 4,868 kg

5) Beban P5

a) Beban Gording = berat profil gording × panjang gording efq
= 15,0 × (3+2) = 75 kg

b) Beban Atap = luasan gg' rpd' def × berat atap
= 14,393 × 50 = 719,65 kg

c) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2}$ × btg (16 + 17 + 9) × berat profil kuda-kuda
= $\frac{1}{2}$ × (3,46 + 3,63 + 3,03) × 15
= 75,9 kg

d) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 75,9 = 22,77 kg

e) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 75,9 = 7,59 kg

6) Beban P6

a) Beban Gording = berat profil gording × panjang gording cc'o
= 15,0 × (1,5+1) = 37,5 kg

b) Beban Atap = luasan dd' pnb' b × berat atap
= 9,09 × 50 = 454,5 kg

c) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2}$ × btg (9 + 18 + 19 + 10) × berat profil kuda-kuda
= $\frac{1}{2}$ × (3,03 + 3,46 + 3,63 + 3,03) × 15
= 98,625 kg

d) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 98,625 = 29,588 kg

e) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 98,625 = 9,863 kg

7) Beban P7

a) Beban Atap = luasan abb' n × berat atap
= 1,136 × 50 = 56,8 kg



-
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (10+20) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (3,03 + 3,46) \times 15$
= 48,675 kg
- c) Beban Plat Sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
= 30 % \times 48,675 = 14,603 kg
- d) Beban Bracing = 10% \times beban kuda-kuda
= 10 % \times 48,675 = 4,868 kg
- 8) Beban P8
- a) Beban Plafon = luasan abb'n \times berat plafon
= $0,75 \times 18 = 13,5$ kg
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (20 + 19 + 5) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (3,46 + 3,63 + 2,8) \times 15$
= 74,175 kg
- c) Beban Plat Sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
= 30 % \times 74,175 = 31,433 kg
- d) Beban Bracing = 10% \times beban kuda-kuda
= 10 % \times 74,175 = 7,418 kg
- 9) Beban P9
- a) Beban Plafon = luasan dd'pnb'b \times berat plafon
= $6 \times 18 = 108$ kg
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (5 + 18 + 17 + 4) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (2,8 + 3,46 + 3,63 + 2,8) \times 15$
= 95,175 kg
- c) Beban Plat Sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
= 30 % \times 95,175 = 28,553 kg
- d) Beban Bracing = 10% \times beban kuda-kuda
= 10 % \times 95,175 = 9,518 kg
- 10) Beban P10
- a) Beban Plafon = luasan gg'rp'd'ef \times berat plafon
= $9,5 \times 18 = 171$ kg
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (4 + 16) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (2,8+3,46) \times 15$



$$= 46,95 \text{ kg}$$

c) Beban Plat Sambung = $30 \% \times$ beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 46,95 = 14,085 \text{ kg}$

d) Beban Bracing = $10\% \times$ beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 46,95 = 4,695 \text{ kg}$

11) Beban P11

a) Beban Plafon = luasan gg'rod'def \times berat plafon
 $= 9,5 \times 18 = 171 \text{ kg}$

b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ btg $(15 + 14 + 3) \times$ berat profil kuda-kuda
 $= \frac{1}{2} \times (3,46 + 3,63 + 2,8) \times 15$
 $= 74,175 \text{ kg}$

c) Beban Plat Sambung = $30 \% \times$ beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 74,175 = 22,253 \text{ kg}$

d) Beban Bracing = $10\% \times$ beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 74,175 = 7,418 \text{ kg}$

12) Beban P12

a) Beban Plafon = luasan ii'trg'g \times berat plafon
 $= 6 \times 18 = 108 \text{ kg}$

b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ btg $(3 + 13 + 12 + 2) \times$ berat profil kuda-kuda
 $= \frac{1}{2} \times (2,8 + 2,31 + 3,03 + 2,8) \times 15$
 $= 82,05 \text{ kg}$

c) Beban Plat Sambung = $30 \% \times$ beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 82,05 = 24,615 \text{ kg}$

d) Beban Bracing = $10\% \times$ beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 82,05 = 8,205 \text{ kg}$

13) Beban P13

a) Beban Plafon = luasan kk'vti'i \times berat plafon
 $= 12 \times 18 = 216 \text{ kg}$

b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ btg $(2 + 11 + 1) \times$ berat profil kuda-kuda
 $= \frac{1}{2} \times (2,8 + 1,15 + 2,8) \times 15$
 $= 50,625 \text{ kg}$

c) Beban Plat Sambung = $30 \% \times$ beban kuda-kuda



$$= 30 \% \times 50,625 = 15,188 \text{ kg}$$

d) Beban Bracing $= 10\% \times \text{beban kuda-kuda}$

$$= 10 \% \times 50,625 = 5,063 \text{ kg}$$



Tabel 3.3. Rekapitulasi Pembebanan Jurai

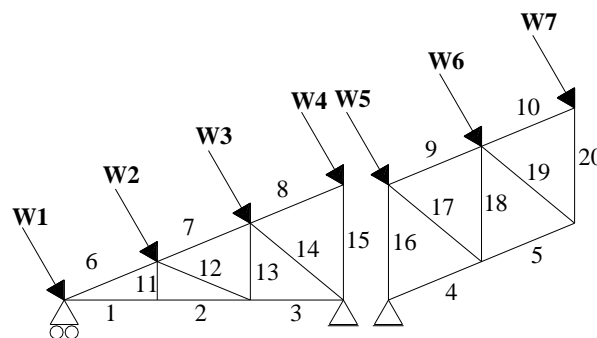
Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda-kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP 2000 (kg)
P1	1212	120	43,725	4,373	13,118	288	1681,216	1682
P2	909	90	77,8	7,78	23,24	-	1107,82	1108
P3	346,5	60	90	9,0	27	-	532,5	533
P4	719,65	75	48,675	4,868	14,603	-	862,796	863
P5	719,65	75	75,9	7,59	22,77	-	900,91	901
P6	454,5	37,5	98,625	9,863	29,588	-	630,076	631
P7	56,8	-	48,675	4,868	14,603	-	124,946	125
P8	-	-	74,175	7,418	31,433	13,5	126,526	127
P9	-	-	95,175	9,518	28,553	180	313,246	314
P10	-	-	46,95	4,695	14,085	171	236,73	237
P11	-	-	74,175	7,418	22,253	171	274,846	275
P12	-	-	82,05	8,205	24,615	108,0	222,87	223
P13	-	-	50,625	5,063	15,188	216	286,876	287

b. Beban Hidup

Beban hidup yang bekerja pada P1 = P2 = P3 = P6 = P7 = 100 kg; P4 = P5 = 50 kg

c. Beban Angin

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.6. Pembebanan Jurai akibat Beban Angin

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m².



- Koefisien angin tekan = $0,02\alpha - 0,40$
 $= (0,02 \times 30) - 0,40 = 0,2$
 - a) $W1 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 24,24 \times 0,2 \times 25 = 121,2 \text{ kg}$
 - b) $W2 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 18,18 \times 0,2 \times 25 = 90,9 \text{ kg}$
 - c) $W3 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 6,93 \times 0,2 \times 25 = 34,65 \text{ kg}$
 - d) $W4 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 14,393 \times 0,2 \times 25 = 71,965 \text{ kg}$
 - e) $W5 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 14,393 \times 0,2 \times 25 = 71,965 \text{ kg}$
 - f) $W6 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 9,09 \times 0,2 \times 25 = 45,45 \text{ kg}$
 - g) $W7 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 1,136 \times 0,2 \times 25 = 5,68 \text{ kg}$

Tabel 3.4. Perhitungan Beban Angin Jurai

Beban Angin	Beban (kg)	W_x $W.Cos \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)	W_y $W.Sin \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)
W1	121,2	104,962	105	60,6	61
W2	90,9	78,722	79	45,45	46
W3	34,65	30,008	31	17,325	18
W4	71,965	62,324	63	35,983	36
W5	71,965	63,324	63	35,983	36
W6	45,45	39,361	40	22,725	23
W7	5,68	4,919	5	2,84	3

Dari perhitungan mekanika dengan menggunakan program **SAP 2000** diperoleh gaya batang yang bekerja pada batang setengah kuda-kuda sebagai berikut :

Tabel 3.5. Rekapitulasi Gaya Batang Jurai

Batang	kombinasi	
	Tarik (+) (kg)	Tekan (-) (kg)



1	1774,64	-
2	1747,16	-
3	-	864,28
4	-	2508,66
5	-	504,04
6	-	1933,24
7	943,16	-
8	3169,6	-
9	503,46	-
10	-	24,19
11	497,96	-
12	-	2824,96
13	1581,61	-
14	-	2737,28
15	46,97	-
16	46,97	-
17	2434,08	-
18	-	1706,66
19	-	621,24
20	306,56	-

3.4.4. Perencanaan Profil Jurai

a. Perhitungan profil batang tarik

$$P_{\text{maks.}} = 3169,6 \text{ kg}$$

$$\sigma_{\text{ijin}} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{\text{netto}} = \frac{P_{\text{maks.}}}{\sigma_{\text{ijin}}} = \frac{3169,6}{1600} = 1,981 \text{ cm}^2$$

$$F_{\text{bruto}} = 1,15 \cdot F_{\text{netto}} = 1,15 \cdot 1,981 \text{ cm}^2 = 2,278 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil **┘ 50. 50. 5**



$$F = 2 \cdot 4,8 \text{ cm}^2 = 9,6 \text{ cm}^2.$$

F = penampang profil dari tabel profil baja

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{\text{maks.}}}{0,85 \cdot F} \\ &= \frac{3169,6}{0,85 \cdot 9,6} \\ &= 388,431 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$388,431 \text{ kg/cm}^2 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ aman !!}$$

Digunakan profil **1 50. 50. 5** dengan pertimbangan penggunaan baut ukuran $\frac{1}{2}$ inches = 12,7 mm.

b. Perhitungan profil batang 15 dan 16 (batang tarik)

$$P = 3169,6 \text{ kg}$$

$$F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2 \text{ (240 MPa)}$$

$$F_u = 3700 \text{ kg/cm}^2 \text{ (370 MPa)}$$

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P}{F_y} = \frac{3169,6}{2400} = 1,321 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil **○** (Circular Hollow Sections) 76,3 . 2,8

Dari tabel baja didapat data-data

$$A_g = 6,465 \text{ cm}^2$$

$$\bar{x} = 3,815 \text{ cm}$$

$$A_n = A_g - dt$$

$$= 646,5 - 38,15 \cdot 2,8 = 539,68 \text{ mm}^2$$

$$L = \text{Sambungan dengan Diameter}$$

$$= 3 \cdot 12,7 = 38,1 \text{ mm}$$

$$\bar{x} = 38,15 \text{ mm}$$



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

$$= 1 - \frac{38,15}{38,1} = 1,001$$

$$A_e = U \cdot A_n$$

$$= 1,001 \cdot 539,68 = 540,22 \text{ mm}^2$$

Check kekuatan nominal

$$\phi P_n = 0,75 \cdot A_e \cdot F_u$$

$$= 0,75 \cdot 540,22 \cdot 370$$

$$= 149911,05 \text{ N}$$

$$= 14991,105 \text{ kg} > 3169,6 \text{ kg} \dots \text{OK}$$

c. Perhitungan profil batang tekan

$$P_{\text{maks.}} = 2824,6 \text{ kg}$$

$$l_k = 3,02696 \text{ m} = 302,696 \text{ cm}$$

Dicoba, menggunakan baja profil \perp 50. 50. 5

$$i_x = 1,51 \text{ cm}$$

$$F = 2 \cdot 4,8 \text{ cm}^2 = 9,6 \text{ cm}^2.$$

$$\lambda = \frac{l_k}{i_x} = \frac{302,696}{1,51} = 200,461 \text{ cm}$$

$$\lambda_g = \pi \sqrt{\frac{E}{0,7 \cdot \sigma_{\text{leleh}}}} \quad \dots \text{dimana, } \sigma_{\text{leleh}} = 2400 \text{ kg/cm}^2$$
$$= 111,02 \text{ cm}$$

$$\lambda_s = \frac{\lambda}{\lambda_g} = \frac{200,461}{111,02}$$
$$= 1,806$$



Karena $\lambda_c < 1,2$ maka :

$$\begin{aligned}\omega &= 1,25 \lambda_s^2 \\ &= 1,25 (1,806)^2 \\ &= 4,077\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{\text{maks.}} \cdot \omega}{F} \\ &= \frac{2824,6 \times 4,077}{9,6} \\ &= 1199,572 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\sigma \leq \sigma_{\text{ijin}}$$

$$1199,572 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2 \text{ aman !!}$$

Digunakan profil **┘ 50. 50. 5** dengan pertimbangan penggunaan baut ukuran $\frac{1}{2}$ inches = 12,7 mm.

3.4.5. Perhitungan Alat Sambung

a. Batang Tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (\varnothing) = 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ inches)

Diameter lubang = 13,7 mm.

$$\begin{aligned}\text{Tebal pelat sambung } (\delta) &= 0,625 \cdot d \\ &= 0,625 \cdot 12,7 = 7,94 \text{ mm.}\end{aligned}$$

Menggunakan tebal plat 8 mm

➤ Tegangan geser yang diijinkan

$$\begin{aligned}\text{Teg. Geser} &= 0,6 \cdot \sigma_{\text{ijin}} \\ &= 0,6 \cdot 1600 = 960 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

➤ Tegangan tumpuan yang diijinkan

$$\begin{aligned}\text{Teg. tumpuan} &= 1,5 \cdot \sigma_{\text{ijin}} \\ &= 1,5 \cdot 1600 = 2400 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

➤ Kekuatan baut :

$$\begin{aligned}\text{a) } P_{\text{geser}} &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \tau_{\text{geser}} \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (1,27)^2 \cdot 960 = 2430,96 \text{ kg}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{b) } P_{\text{desak}} &= \delta \cdot d \cdot \tau \text{ tumpuan} \\ &= 0,8 \cdot 1,27 \cdot 2400 = 2438,40 \text{ kg} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah $P_{\text{geser}} = 2430,96 \text{ kg}$.

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{6169,6}{2430,96} = 2,538 \sim 3 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 3 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

$$\text{a) } 1,5 d \leq S_1 \leq 3 d$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_1 &= 2,5 d = 1,73 \cdot 1,27 \\ &= 2,197 \text{ cm} = 2 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{b) } 2,5 d \leq S_2 \leq 7 d$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_2 &= 5 d = 5 \cdot 1,27 \\ &= 6,35 \text{ cm} = 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

b. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (\varnothing) = 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ inches)

Diameter lubang = 13,7 mm.

$$\begin{aligned} \text{Tebal pelat sambung } (\delta) &= 0,625 \cdot d \\ &= 0,625 \times 12,7 = 7,94 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Menggunakan tebal plat 8 mm

➤ Tegangan geser yang diijinkan

$$\begin{aligned} \text{Teg. Geser} &= 0,6 \cdot \sigma \text{ ijin} = 0,6 \cdot 1600 \\ &= 960 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

➤ Tegangan tumpuan yang diijinkan

$$\begin{aligned} \text{Teg. tumpuan} &= 1,5 \cdot \sigma \text{ ijin} = 1,5 \cdot 1600 \\ &= 2400 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

➤ Kekuatan baut :

$$\begin{aligned} \text{a) } P_{\text{geser}} &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \tau \text{ geser} \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (127)^2 \cdot 960 \\ &= 2430,96 \text{ kg} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{b) } P_{\text{desak}} &= \delta \cdot d \cdot \tau \text{ tumpuan} \\ &= 0,8 \cdot 1,27 \cdot 2400 \\ &= 2438,40 \text{ kg} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah $P_{\text{geser}} = 2430,96 \text{ kg}$.

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{2824,6}{2430,96} = 1,162 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

$$\text{a) } 1,5 d \leq S_1 \leq 3 d$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_1 &= 2,5 d = 2,5 \cdot 1,27 \\ &= 3,175 \text{ cm} = 3 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{b) } 2,5 d \leq S_2 \leq 7 d$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_2 &= 5 d = 5 \cdot 1,27 \\ &= 6,35 \text{ cm} = 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

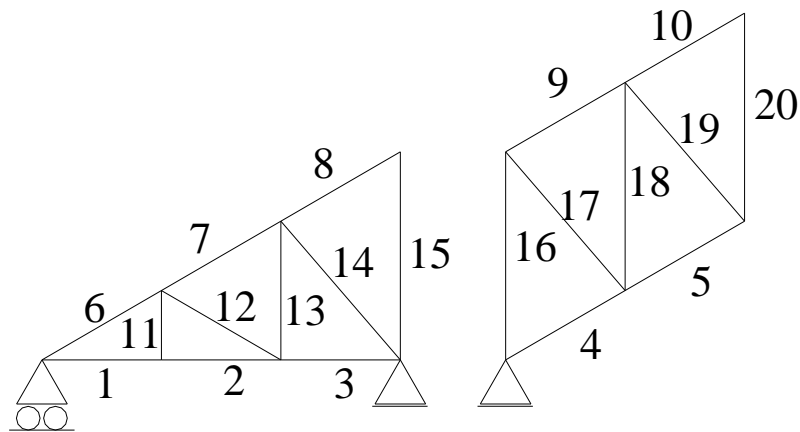
Tabel 3.6. Rekapitulasi Perencanaan Profil Jurai

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	┆ 50. 50. 5	3 Ø 12,7
2	┆ 50. 50. 5	3 Ø 12,7
3	┆ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
4	┆ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
5	┆ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
6	┆ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
7	┆ 50. 50. 5	3 Ø 12,7
8	┆ 50. 50. 5	3 Ø 12,7
9	┆ 50. 50. 5	3 Ø 12,7
10	┆ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
11	┆ 50. 50. 5	3 Ø 12,7
12	┆ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
13	┆ 50. 50. 5	3 Ø 12,7
14	┆ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
15	○ 76,3 . 2,8	3 Ø 12,7



16	○ 76,3 . 2,8	3 Ø 12,7
17	⊥ 50. 50. 5	3 Ø 12,7
18	⊥ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
19	⊥ 50. 50. 5	3 Ø 12,7
20	⊥ 50. 50. 5	2 Ø 12,7

3.5. Perencanaan Setengah Kuda-kuda



Gambar 3.7. Rangka Batang Setengah Kuda-kuda

3.5.1. Perhitungan Panjang Batang Setengah Kuda-kuda

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

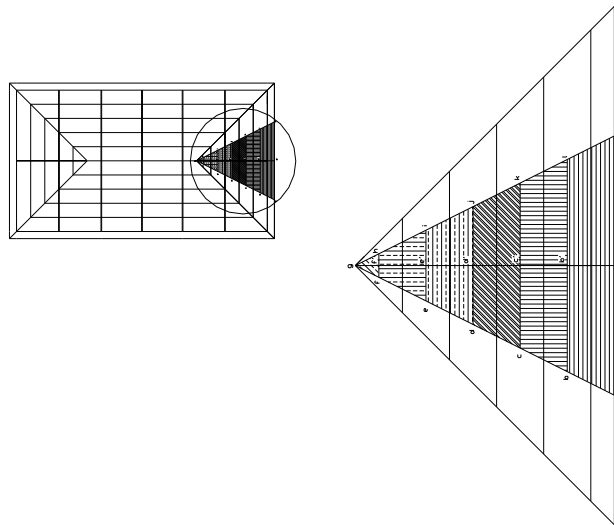
Tabel 3.7. Perhitungan Panjang Batang pada Setengah Kuda-kuda

Nomer Batang	Panjang Batang
1	2,00
2	2,00
3	2,00
4	2,31
5	2,31
6	2,31



7	2,31
8	2,31
9	2,31
10	2,31
11	1,15
12	2,31
13	2,31
14	3,06
15	3,46
16	3,46
17	3,06
18	3,46
19	3,06
20	3,46

3.5.2. Perhitungan luasan Setengah Kuda-kuda



Gambar 3.8. Luasan Atap Setengah Kuda-kuda

Panjang am = 11 m

Panjang bl = 9 m

Panjang ck = 7 m

Panjang dj = 5 m

Panjang ei = 3 m

Panjang fh = 1 m

Panjang a'b' = b'c' = c'd' = d'e' = e'f' = 2,31 m

Panjang f'g = $\frac{1}{2} \times 2,31 = 1,155$ m

• **Luas ablm** = $\frac{1}{2} \times (am + bl) \times a'b'$
= $\frac{1}{2} \times (11 + 9) \times 2,31$
= 23,1 m²

• **Luas bckl** = $\frac{1}{2} \times (bl + ck) \times b'c'$
= $\frac{1}{2} \times (9 + 7) \times 2,31$
= 18,48 m²

• **Luas cdjk** = $\frac{1}{2} \times (ck + dj) \times c'd'$
= $\frac{1}{2} \times (7 + 5) \times 2,31$



$$= 13,86 \text{ m}^2$$

• **Luas deij** = $\frac{1}{2} \times (dj + ei) \times d'e'$

$$= \frac{1}{2} \times (5 + 3) \times 2,31$$

$$= 9,24 \text{ m}^2$$

• **Luas efhi** = $\frac{1}{2} \times (ei + fh) \times e'f'$

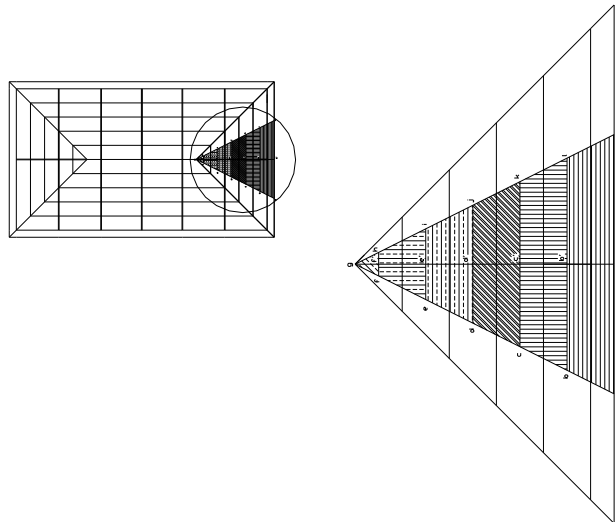
$$= \frac{1}{2} \times (3 + 1) \times 2,31$$

$$= 4,62 \text{ m}^2$$

• **Luas fgh** = $\frac{1}{2} \times fh \times f'g$

$$= \frac{1}{2} \times 1 \times 1,155$$

$$= 0,578$$



Gambar 3.9. Luasan Plafon

Panjang am = 11 m

Panjang bl = 9 m

Panjang ck = 7 m

Panjang dj = 5 m

Panjang ei = 3 m

Panjang fh = 1 m



$$\text{Panjang } a'b' = b'c' = c'd' = d'e' = e'f' = 2 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } f'g = 1 \text{ m}$$

- **Luas ablm** = $\frac{1}{2} \times (am + bl) \times a'b'$
= $\frac{1}{2} \times (11 + 9) \times 2$
= 20 m^2

- **Luas bckl** = $\frac{1}{2} \times (bl + ck) \times b'c'$
= $\frac{1}{2} \times (9 + 7) \times 2$
= 16 m^2

- **Luas cdjk** = $\frac{1}{2} \times (ck + dj) \times c'd'$
= $\frac{1}{2} \times (7 + 5) \times 2$
= 12 m^2

- **Luas deij** = $\frac{1}{2} \times (dj + ei) \times d'e'$
= $\frac{1}{2} \times (5 + 3) \times 2$
= 8 m^2

- **Luas efhi** = $\frac{1}{2} \times (ei + fh) \times e'f'$
= $\frac{1}{2} \times (3 + 1) \times 2$
= 4 m^2

- **Luas fgh** = $\frac{1}{2} \times fh \times f'g$
= $\frac{1}{2} \times 1 \times 1$
= $0,5$

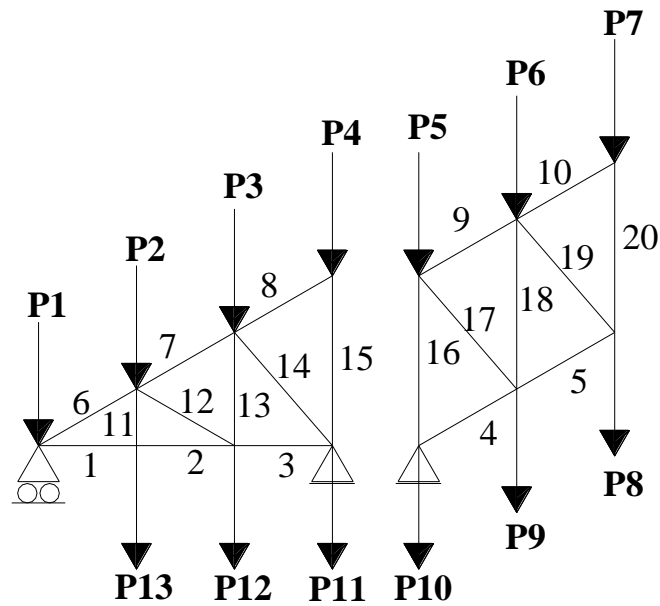
3.5.3. Perhitungan Pembebanan Setengah Kuda-kuda

Data-data pembebanan :

Berat gording = 15 kg/m

Berat penutup atap = 50 kg/m²

Berat profil = 15 kg/m



Gambar 3.10. Pembebanan Setengah Kuda-kuda akibat Beban Mati

a. Beban Mati

1) Beban P1

- a) Beban Gording = berat profil gording \times panjang gording
= $15,0 \times 10 = 150$ kg
- b) Beban Atap = luasan ablm \times berat atap
= $23,1 \times 50 = 1155$ kg
- c) Beban Plafon = luasan ablm \times berat plafon
= $20 \times 18 = 360$ kg
- d) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (1 + 6) \times$ berat profil kuda-kuda
= $\frac{1}{2} \times (2 + 2,31) \times 15$
= $32,325$ kg
- e) Beban Plat Sambung = $30\% \times$ beban kuda-kuda
= $30\% \times 32,325 = 9,698$ kg
- f) Beban Bracing = $10\% \times$ beban kuda-kuda
= $10\% \times 32,325 = 3,233$ kg

2) Beban P2

- a) Beban Gording = berat profil gording \times panjang gording
= $15,0 \times 8 = 120$ kg



-
- b) Beban Atap = luasan bckl \times berat atap
= $18,48 \times 50 = 924$ kg
- c) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (6 + 11 + 12 + 7) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (2,31+1,15+2,31+2,31) \times 15$
= $60,6$ kg
- d) Beban Plat Sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $30\% \times 60,6 = 18,18$ kg
- e) Beban Bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $10\% \times 60,6 = 6,06$ kg
- 3) Beban P3
- a) Beban Gording = berat profil gording \times panjang gording
= $15,0 \times 6 = 90$ kg
- b) Beban Atap = luasan cdjk \times berat atap
= $13,86 \times 50 = 693$ kg
- c) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (7 + 13 + 14 + 8) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (2,31 + 2,31 + 3,06 + 2,31) \times 15$
= $74,925$ kg
- d) Beban Plat Sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $30\% \times 74,925 = 22,478$ kg
- e) Beban Bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $10\% \times 74,925 = 7,493$ kg
- 4) Beban P4
- a) Beban Gording = berat profil gording \times panjang gording
= $15,0 \times 4 = 60$ kg
- b) Beban Atap = luasan deij \times berat atap
= $9,24 \times 50 = 462$ kg
- c) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (8 + 15) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (2,31 + 3,46) \times 15$
= $43,275$ kg
- d) Beban Plat Sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $30\% \times 43,275 = 12,983$ kg



-
- e) Beban Bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $10\% \times 43,275 = 4,328 \text{ kg}$
- 5) Beban P5
- a) Beban Gording = berat profil gording \times panjang gording
= $15,0 \times 4 = 60 \text{ kg}$
- b) Beban Atap = luasan deij \times berat atap
= $9,24 \times 50 = 462 \text{ kg}$
- c) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (16 + 17 + 9) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (3,46 + 3,06 + 2,31) \times 15$
= $66,225 \text{ kg}$
- d) Beban Plat Sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $30\% \times 66,225 = 19,868 \text{ kg}$
- e) Beban Bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $10\% \times 66,225 = 6,623 \text{ kg}$
- 6) Beban P6
- f) Beban Gording = berat profil gording \times panjang gording
= $15,0 \times 2 = 30 \text{ kg}$
- g) Beban Atap = luasan efhi \times berat atap
= $4,62 \times 50 = 231 \text{ kg}$
- h) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (9 + 18 + 19 + 10) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (2,31 + 3,46 + 3,06 + 2,31) \times 15$
= $83,55 \text{ kg}$
- i) Beban Plat Sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $30\% \times 83,55 = 25,065 \text{ kg}$
- j) Beban Bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $10\% \times 83,55 = 8,355 \text{ kg}$
- 7) Beban P7
- a) Beban Atap = luasan fgh \times berat atap
= $0,578 \times 50 = 28,900 \text{ kg}$
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (10 + 20) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (2,31 + 3,46) \times 15$
= $43,275 \text{ kg}$



-
- c) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 43,275 = 12,983 kg
- d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 43,275 = 4,328 kg
- 8) Beban P8
- a) Beban Plafon = luasan fgh × berat plafon
= 0,578 × 18 = 10,404 kg
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2}$ × btg (20 + 19 + 5) × berat profil kuda-kuda
= $\frac{1}{2}$ × (3,46 + 3,06 + 2) × 15
= 63,9 kg
- c) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 63,9 = 19,17 kg
- d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 63,9 = 6,93 kg
- 9) Beban P9
- a) Beban Plafon = luasan efhi × berat plafon
= 4,62 × 18 = 83,16 kg
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2}$ × btg (5 + 18 + 17 + 4) × berat profil kuda-kuda
= $\frac{1}{2}$ × (2 + 3,46 + 3,06 + 2) × 15
= 78,9 kg
- c) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 78,9 = 23,67 kg
- d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 78,9 = 7,89 kg
- 10) Beban P10
- a) Beban Plafon = luasan deij × berat plafon
= 9,24 × 18 = 166,32 kg
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2}$ × btg (4 + 16) × berat profil kuda-kuda
= $\frac{1}{2}$ × (2 + 3,46) × 15
= 40,95 kg
- c) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 40,95 = 12,285 kg



d) Beban Bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $10\% \times 40,95 = 4,095 \text{ kg}$

11) Beban P11

a) Beban Plafon = $\text{luasan deij} \times \text{berat plafon}$
= $9,24 \times 18 = 166,32 \text{ kg}$

b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (15 + 14 + 3) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (3,46 + 3,06 + 2) \times 15$
= $63,9 \text{ kg}$

c) Beban Plat Sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $30\% \times 63,9 = 19,17 \text{ kg}$

d) Beban Bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $10\% \times 63,9 = 6,39 \text{ kg}$

12) Beban P12

a) Beban Plafon = $\text{luasan cdjk} \times \text{berat plafon}$
= $13,86 \times 18 = 249,49 \text{ kg}$

b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (13 + 12 + 2) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (2,31 + 2,31 + 2) \times 15$
= $49,65 \text{ kg}$

c) Beban Plat Sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $30\% \times 49,65 = 14,895 \text{ kg}$

d) Beban Bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $10\% \times 49,65 = 4,965 \text{ kg}$

13) Beban P13

e) Beban Plafon = $\text{luasan bckl} \times \text{berat plafon}$
= $18,48 \times 18 = 332,64 \text{ kg}$

f) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (2 + 11 + 1) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (2 + 1,15 + 2) \times 15$
= $38,625 \text{ kg}$

g) Beban Plat Sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $30\% \times 38,625 = 11,5875 \text{ kg}$

h) Beban Bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
= $10\% \times 38,625 = 3,8625 \text{ kg}$



Tabel 3.8. Rekapitulasi Pembebanan Setengah Kuda-kuda

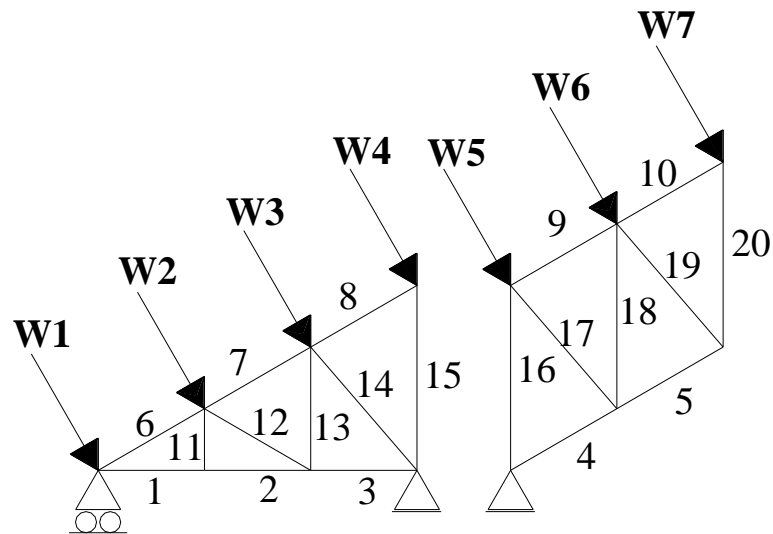
Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda-kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP 2000 (kg)
P1	1155	150	32,325	3,233	9,968	360	1710,616	1711
P2	924	120	60,6	6,06	18,18	-	1128,84	1129
P3	693	90	74,925	7,493	22,478	-	887,896	888
P4	462	60	43,275	4,328	12,983	-	582,496	583
P5	462	60	66,225	6,623	19,868	-	614,716	615
P6	231	30	83,55	8,355	25,065	-	377,97	378
P7	28,9	-	43,275	4,328	12,983	-	89,486	90
P8	-	-	63,9	6,39	19,17	10,404	99,864	100
P9	-	-	78,9	7,89	23,67	83,16	193,62	194
P10	-	-	40,95	4,095	12,285	166,32	223,65	224
P11	-	-	63,9	6,39	19,17	166,32	255,78	256
P12	-	-	49,65	4,965	14,89	249,49	318,995	319
P13	-	-	38,625	3,863	14,895	332,64	390,023	391

b. Beban Hidup

Beban hidup yang bekerja pada P₁, P₂, P₃, P₆, P₇ = 100 kg; P₄, P₅ = 50 kg

c. Beban Angin

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.11. Pembebanan Setengah Kuda-kuda akibat Beban Angin

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m².

- Koefisien angin tekan = $0,02\alpha - 0,40$
= $(0,02 \times 30) - 0,40 = 0,2$
 - a) W1 = luasan \times koef. angin tekan \times beban angin
= $23,1 \times 0,2 \times 25 = 115,5$ kg
 - b) W2 = luasan \times koef. angin tekan \times beban angin
= $18,48 \times 0,2 \times 25 = 92,4$ kg
 - c) W3 = luasan \times koef. angin tekan \times beban angin
= $13,86 \times 0,2 \times 25 = 69,3$ kg
 - d) W4 = luasan \times koef. angin tekan \times beban angin
= $9,24 \times 0,2 \times 25 = 46,2$ kg
 - e) W5 = luasan \times koef. angin tekan \times beban angin
= $9,24 \times 0,2 \times 25 = 46,2$ kg
 - f) W6 = luasan \times koef. angin tekan \times beban angin
= $4,62 \times 0,2 \times 25 = 23,1$ kg
 - g) W7 = luasan \times koef. angin tekan \times beban angin
= $0,578 \times 0,2 \times 25 = 2,89$ kg



Tabel 3.9. Perhitungan Beban Angin Setengah Kuda-kuda

Beban Angin	Beban (kg)	W_x $W \cdot \cos \alpha$ (kg)	Untuk Input SAP2000	W_y $W \cdot \sin \alpha$ (kg)	Untuk Input SAP2000
W1	115,5	100,026	101	57,75	58
W2	92,4	80,021	81	46,2	47
W3	69,3	60,016	61	34,65	35
W4	46,2	39,993	40	23,090	24
W5	46,2	39,993	40	23,090	24
W6	23.1	20,005	21	11,55	12
W7	2,89	2,503	3	1,445	2

Dari perhitungan mekanika dengan menggunakan program **SAP 2000** diperoleh gaya batang yang bekerja pada batang kuda-kuda utama sebagai berikut :

Tabel 3.10. Rekapitulasi Gaya Batang Setengah Kuda-kuda

Batang	Kombinasi	
	Tarik (+) (kg)	Tekan (-) (kg)
1	1424,7	-
2	1406,7	-
3	-	563
4	-	1363,23
5	-	318,99
6	-	1659,4
7	663,99	-
8	2732,17	-
9	313,53	-
10	-	19,8
11	614,92	-
12	-	2273,57



13	1728,27	-
14	-	2759,65
15	46,97	-
16	46,97	-
17	1416,28	-
18	-	1177,89
19	426,71	-
20	-	249,1

3.4.6. Perencanaan Profil Setengah Kuda- kuda

a. Perhitungan profil batang tarik

$$P_{maks.} = 2732,17 \text{ kg}$$

$$\sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{netto} = \frac{P_{maks.}}{\sigma_{ijin}} = \frac{2732,17}{1600} = 1,708 \text{ cm}^2$$

$$F_{bruto} = 1,15 \cdot F_{netto} = 1,15 \cdot 1,708 \text{ cm}^2 = 1,964 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil **┘ 50. 50. 5**

$$F = 2 \cdot 4,8 \text{ cm}^2 = 9,6 \text{ cm}^2.$$

F = penampang profil dari tabel profil baja

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{P_{maks.}}{0,85 \cdot F} \\ &= \frac{2732,17}{0,85 \cdot 9,6} \\ &= 334,825 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma \leq 0,75\sigma_{ijin}$$

$$334,825 \text{ kg/cm}^2 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ aman !!}$$

Digunakan profil **┘ 50. 50. 5** dengan pertimbangan penggunaan baut ukuran $\frac{1}{2}$ inches = 12,7 mm.

b. Perhitungan profil batang 15 dan 16 (batang tarik)

$$P = 2732,17 \text{ kg}$$



$$F_y = 2400 \text{ kg/cm}^2 \text{ (240 MPa)}$$

$$F_u = 3700 \text{ kg/cm}^2 \text{ (370 MPa)}$$

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P}{F_y} = \frac{2732,17}{2400} = 1,138 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil  (Circular Hollow Sections) 76,3 . 2,8

Dari tabel baja didapat data-data =

$$A_g = 6,465 \text{ cm}^2$$

$$\bar{x} = 3,815 \text{ cm}$$

$$A_n = A_g - dt$$

$$= 646,5 - 38,15 \cdot 2,8 = 539,68 \text{ mm}^2$$

$$L = \text{Sambungan dengan Diameter}$$

$$= 3 \cdot 12,7 = 38,1 \text{ mm}$$

$$\bar{x} = 38,15 \text{ mm}$$

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

$$= 1 - \frac{38,15}{38,1} = 1,001$$

$$A_e = U \cdot A_n$$

$$= 1,001 \cdot 539,68 = 540,22 \text{ mm}^2$$

Check kekuatan nominal

$$\phi P_n = 0,75 \cdot A_e \cdot F_u$$

$$= 0,75 \cdot 540,22 \cdot 370$$



$$= 149911,05 \text{ N}$$

$$= 14991,105 \text{ kg} > 2732,17 \text{ kg} \dots\dots \text{OK}$$

c. Perhitungan profil batang tekan

$$P_{\text{maks.}} = 2759,65 \text{ kg}$$

$$lk = 3,0555 \text{ m} = 305,55 \text{ cm}$$

Dicoba, menggunakan baja profil **┘ 50. 50. 5**

$$i_x = 1,51 \text{ cm}$$

$$F = 2 \cdot 4,8 = 9,6 \text{ cm}^2$$

$$\lambda = \frac{lk}{i_x} = \frac{305,55}{1,51} = 202,351 \text{ cm}$$

$$\lambda_g = \pi \sqrt{\frac{E}{0,7 \cdot \sigma_{\text{leleh}}}} \dots\dots \text{dimana, } \sigma_{\text{leleh}} = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 111,02 \text{ cm}$$

$$\lambda_s = \frac{\lambda}{\lambda_g} = \frac{202,351}{111,02} = 1,823$$

Karena $\lambda_c < 1,2$ maka :

$$\omega = 1,25 \lambda_s^2$$

$$= 1,25 (1,823)^2$$

$$= 4,154$$

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\sigma = \frac{P_{\text{maks.}} \cdot \omega}{F}$$

$$= \frac{2759,65 \times 4,154}{9,6}$$

$$= 1194,124 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma \leq \sigma_{\text{ijin}}$$

$$1194,124 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots \text{aman !!}$$

Digunakan profil **┘ 50. 50. 5** dengan pertimbangan penggunaan baut ukuran $\frac{1}{2}$ inches = 12,7 mm.

3.5.4. Perhitungan Alat Sambung



a. Batang Tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (\varnothing) = 12,7 mm (½ inches)

Diameter lubang = 13,7 mm.

Tebal pelat sambung (δ) = 0,625 . d
= 0,625 . 12,7 = 7,94 mm.

Menggunakan tebal plat 8 mm

➤ Tegangan geser yang diijinkan

Teg. Geser = 0,6 . σ ijin
= 0,6 . 1600 = 960 kg/cm²

➤ Tegangan tumpuan yang diijinkan

Teg. tumpuan = 1,5 . σ ijin
= 1,5 . 1600 = 2400 kg/cm²

➤ Kekuatan baut :

a) P_{geser} = 2 . ¼ . π . d² . τ geser
= 2 . ¼ . π . (1,27)² . 960 = 2430,96 kg

b) P_{desak} = δ . d . τ tumpuan
= 0,8 . 1,27 . 2400 = 2438,4 kg

P yang menentukan adalah P_{geser} = 2430,96 kg.

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{2732,17}{2430,96} = 1,124 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

a) 1,5 d ≤ S₁ ≤ 3 d

Diambil, S₁ = 1,73 d = 2,25 . 1,27
= 2,197 cm = 2 cm

b) 2,5 d ≤ S₂ ≤ 7 d

Diambil, S₂ = 5 d = 5 . 1,27
= 6,35 cm = 6 cm



b. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (\varnothing) = 12,7 mm (½ inches)

Diameter lubang = 13,7 mm.

Tebal pelat sambung (δ) = 0,625 . d
= 0,625 x 12,7 = 7,94 mm.

Menggunakan tebal plat 8 mm

➤ Tegangan geser yang diijinkan

$$\begin{aligned} \text{Teg. Geser} &= 0,6 \cdot \sigma \text{ ijin} = 0,6 \cdot 1600 \\ &= 960 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

➤ Tegangan tumpuan yang diijinkan

$$\begin{aligned} \text{Teg. tumpuan} &= 1,5 \cdot \sigma \text{ ijin} = 1,5 \cdot 1600 \\ &= 2400 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

➤ Kekuatan baut :

$$\begin{aligned} \text{a) } P_{\text{geser}} &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \tau \text{ geser} \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (127)^2 \cdot 960 \\ &= 2430,96 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } P_{\text{desak}} &= \delta \cdot d \cdot \tau \text{ tumpuan} \\ &= 0,8 \cdot 1,27 \cdot 2400 \\ &= 2438,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah $P_{\text{geser}} = 2430,96 \text{ kg}$.

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{2759,65}{2430,96} = 1,135 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

$$\text{a) } 1,5 d \leq S_1 \leq 3 d$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_1 &= 2,5 d = 2,5 \cdot 1,27 \\ &= 3,175 \text{ cm} = 3 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{b) } 2,5 d \leq S_2 \leq 7 d$$

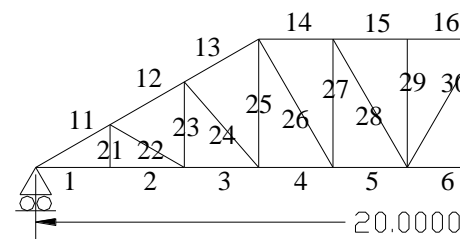
$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_2 &= 5 d = 5 \cdot 1,27 \\ &= 6,35 \text{ cm} = 6 \text{ cm} \end{aligned}$$



Tabel 3.11. Rekapitulasi Perencanaan Profil Setengah Kuda-kuda

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	┴ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
2	┴ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
3	┴ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
4	┴ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
5	┴ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
6	┴ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
7	┴ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
8	┴ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
9	┴ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
10	┴ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
11	┴ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
12	┴ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
13	┴ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
14	┴ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
15	○ 76,3 . 2,8	2 Ø 12,7
16	○ 76,3 . 2,8	2 Ø 12,7
17	┴ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
18	┴ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
19	┴ 50. 50. 5	2 Ø 12,7
20	┴ 50. 50. 5	2 Ø 12,7

3.6. Perencanaan Kuda-kuda Trapesium



Gambar 3.12. Rangka Batang Kuda-kuda Trapesium



3.6.1. Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Trapesium

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

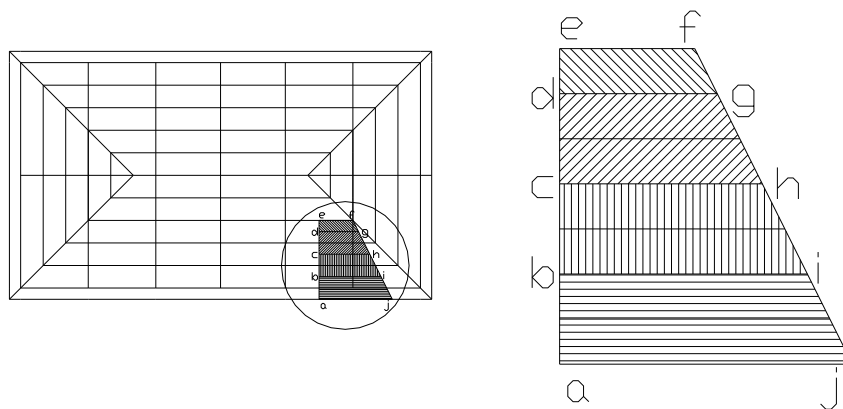
Tabel 3.12. Perhitungan Panjang Batang pada Kuda-kuda Trapesium

Nomer Batang	Panjang Batang (m)
1	2,00
2	2,00
3	2,00
4	2,00
5	2,00
6	2,00
7	2,00
8	2,00
9	2,00
10	2,00
11	2,31
12	2,31
13	2,31
14	2,00
15	2,00
16	2,00
17	2,00
18	2,31
19	2,31
20	2,31
21	1,15
22	2,31
23	2,31
24	2306
25	3,46
26	4,00



27	3,46
28	4,00
29	3,46
30	4,00
31	3,46
32	4,00
33	3,46
34	3,06
35	2,31
36	2,31
37	1,15

3.6.2. Perhitungan luasan kuda-kuda trapesium



Gambar 3.13. Luasan Atap Kuda-kuda Trapesium

Panjang aj = 6,5 m

Panjang bi = 5,5 m

Panjang ch = 4,5 m

Panjang dg = 3,5 m

Panjang ef = 3,0 m



Panjang ab = 2,31 m

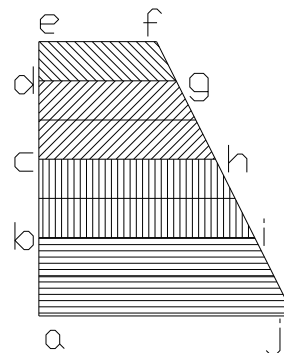
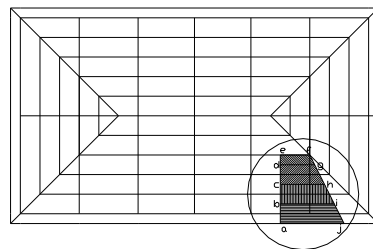
Panjang de = 1,155 m

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas abij} &= \left(\frac{aj + bi}{2} \right) \times ab \\ &= \left(\frac{6,5 + 5,5}{2} \right) \times 2,31 \\ &= 13,86 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas bchi} &= \left(\frac{bi + ch}{2} \right) \times bc \\ &= \left(\frac{5,5 + 4,5}{2} \right) \times 2,31 \\ &= 11,55 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas cdgh} &= \left(\frac{ch + dg}{2} \right) \times cd \\ &= \left(\frac{4,5 + 3,5}{2} \right) \times 2,31 \\ &= 9,24 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas defg} &= \left(\frac{dg + ef}{2} \right) \times de \\ &= \left(\frac{3,5 + 3,0}{2} \right) \times 1,155 \\ &= 3,754 \text{ m}^2 \end{aligned}$$





Gambar 3.14. Luasan Plafon Kuda-kuda Trapesium

Panjang aj = 6,5 m

Panjang bi = 5,5 m

Panjang ch = 4,5 m

Panjang dg = 3,5 m

Panjang ef = 3,0 m

Panjang bc = 2,0 m

Panjang de = 1,0 m

• **Luas abij** = $\left(\frac{aj + bi}{2}\right) \times ab$
= $\left(\frac{6,5 + 5,5}{2}\right) \times 2,0$
= 12,00 m²

• **Luas bchi** = $\left(\frac{bi + ch}{2}\right) \times bc$
= $\left(\frac{5,5 + 4,5}{2}\right) \times 2,0$
= 10,00 m²

• **Luas cdgh** = $\left(\frac{ch + dg}{2}\right) \times cd$
= $\left(\frac{4,5 + 3,5}{2}\right) \times 2,0$
= 8,00 m²

• **Luas defg** = $\left(\frac{dg + ef}{2}\right) \times cd$
= $\left(\frac{3,5 + 3,0}{2}\right) \times 1,0$
= 3,25 m²

3.6.3. Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Trapesium

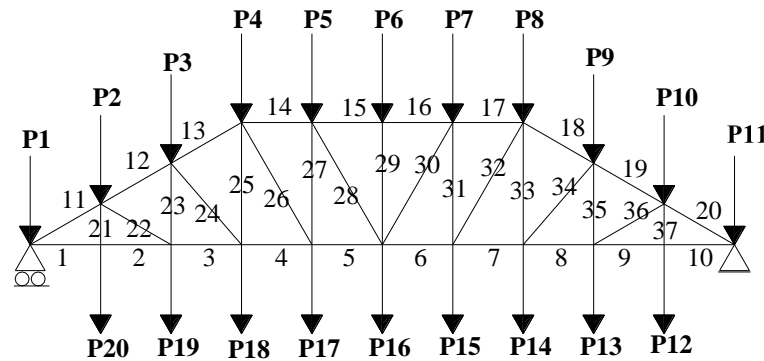


Data-data pembebanan :

Berat gording = 15,0 kg/m

Berat penutup atap = 50 kg/m²

Berat profil = 15 kg/m



Gambar 3.15. Pembebanan Kuda-kuda Trapesium akibat Beban Mati

a. Beban Mati

1) Beban P1 = P11

- a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording
= 15,0 × 6,0 = 90 kg
- b) Beban atap = Luasan × Berat atap
= 13,86 × 50 = 693 kg
- c) Beban plafon = Luasan × berat plafon
= 12 × 18 = 216 kg
- d) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (1 + 11) × berat profil kuda kuda
= ½ × (2 + 2,31) × 15
= 36,204 kg
- e) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 36,204 = 10,861 kg
- f) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
= 10 % × 36,024 = 3,620 kg

2) Beban P2 = P10



-
- a) Beban gording = Berat profil gording \times Panjang Gording
= $15,0 \times 5,0 = 75$ kg
- b) Beban atap = Luasan \times Berat atap
= $11,55 \times 50 = 577,5$ kg
- c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ Btg $(11+21+22+12) \times$ berat profil kuda kuda
= $\frac{1}{2} \times (2,31 + 1,15 + 2,31 + 2,31) \times 15$
= 60,6 kg
- d) Beban plat sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
= 30 % \times 60,6 = 18,18 kg
- e) Beban bracing = 10 % \times beban kuda-kuda
= 10 % \times 60,6 = 6,06 kg
- 3) Beban P3 = P9
- f) Beban gording = Berat profil gording \times Panjang Gording
= $15,0 \times 4,0 = 60$ kg
- g) Beban atap = Luasan \times Berat atap
= $9,24 \times 50 = 462$ kg
- h) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ Btg $(12+23+24+13) \times$ berat profil kuda kuda
= $\frac{1}{2} \times (2,31 + 2,31 + 3,06 + 2,31) \times 15$
= 74,925 kg
- i) Beban plat sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
= 30 % \times 74,925 = 22,478 kg
- j) Beban bracing = 10 % \times beban kuda-kuda
= 10 % \times 74,625 = 7,463 kg
- 4) Beban P4 = P8
- a) Beban gording = Berat profil gording \times Panjang Gording
= $15,0 \times 3,0 = 45$ kg
- b) Beban atap = Luasan \times Berat atap
= $3,176 \times 50 = 158,8$ kg
- c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ Btg $(13+25+26+14) \times$ berat profil kuda kuda
= $\frac{1}{2} \times (2,31 + 3,46 + 4 + 2) \times 15$
= 88,275 kg
- d) Beban plat sambung = 30 % \times beban kuda-kuda



-
- $= 30 \% \times 88,275 = 26,483 \text{ kg}$
- e) Beban bracing $= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 88,275 = 8,828 \text{ kg}$
- f) Beban reaksi $= \text{reaksi jurai 1} + \text{reaksi jurai 2}$
 $= 2406,12 \text{ kg} + 2735,74 \text{ kg} = 5141,86 \text{ kg}$
- 5) Beban P5 = P7
- a) Beban kuda-kuda $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (14+27+28+15) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2 + 3,46 + 4 + 2) \times 15$
 $= 85,95 \text{ kg}$
- b) Beban plat sambung $= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 85,95 = 25,785 \text{ kg}$
- c) Beban bracing $= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 85,95 = 8,595 \text{ kg}$
- 6) Beban P6
- a) Beban kuda-kuda $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (15 + 29 + 16) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2 + 3,46 + 2) \times 15$
 $= 55,95 \text{ kg}$
- b) Beban plat sambung $= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 55,95 = 16,785 \text{ kg}$
- c) Beban bracing $= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 55,95 = 5,595 \text{ kg}$
- d) Beban reaksi $= \text{reaksi } \frac{1}{2} \text{ kuda-kuda 1} + \text{reaksi } \frac{1}{2} \text{ kuda-kuda 2}$
 $= 2541,09 \text{ kg} + 1065,1 \text{ kg} = 3606,19 \text{ kg}$
- 7) Beban P12 = P20
- a) Beban plafon $= \text{Luasan} \times \text{berat plafon}$
 $= 10 \times 18 = 180 \text{ kg}$
- b) Beban kuda-kuda $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (10 + 37 + 9) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2 + 1,15 + 2) \times 15$
 $= 38,625 \text{ kg}$
- c) Beban plat sambung $= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 38,625 = 11,588 \text{ kg}$



-
- d) Beban bracing = $10 \% \times$ beban kuda-kuda
= $10 \% \times 38,625 = 3,863 \text{ kg}$
- 8) Beban P13 = P19
- a) Beban plafon = Luasan \times berat plafon
= $8 \times 18 = 144 \text{ kg}$
- b) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ Btg $(9+36+35+8) \times$ berat profil kuda kuda
= $\frac{1}{2} \times (2 + 2,31 + 2,31 + 2) \times 15$
= $64,65 \text{ kg}$
- c) Beban plat sambung = $30 \% \times$ beban kuda-kuda
= $30 \% \times 64,65 = 19,395 \text{ kg}$
- d) Beban bracing = $10 \% \times$ beban kuda-kuda
= $10 \% \times 64,65 = 6,465 \text{ kg}$
- 9) Beban P14 = P18
- e) Beban plafon = Luasan \times berat plafon
= $3,25 \times 18 = 58,5 \text{ kg}$
- f) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ Btg $(8 + 34 + 33+ 7) \times$ berat profil kuda kuda
= $\frac{1}{2} \times (2 + 3,06 + 3,46 + 2) \times 15$
= $78,9 \text{ kg}$
- g) Beban plat sambung = $30 \% \times$ beban kuda-kuda
= $30 \% \times 78,9 = 23,67 \text{ kg}$
- h) Beban bracing = $10 \% \times$ beban kuda-kuda
= $10 \% \times 78,9 = 7,89 \text{ kg}$
- e) Beban reaksi = reaksi jurai 1 + reaksi jurai 2
= $2234,1 \text{ kg} + 1420,2 \text{ kg} = 3654,3 \text{ kg}$
- 10) Beban P15 = P17
- a) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ Btg $(7+32+31+6) \times$ berat profil kuda kuda
= $\frac{1}{2} \times (2 + 4 + 3,46 + 2) \times 15$
= $85,95 \text{ kg}$
- b) Beban plat sambung = $30\% \times$ beban kuda-kuda
= $30\% \times 85,95 = 25,785 \text{ kg}$
- c) Beban bracing = $10\% \times$ beban kuda-kuda



$$= 10\% \times 85,95 = 8,595 \text{ kg}$$

11) Beban P16

- a) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (6+30+29+28+5) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2 + 4 + 3,46 + 4 + 2) \times 15$
 $= 115,95 \text{ kg}$
- b) Beban plat sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30\% \times 115,95 = 34,785 \text{ kg}$
- c) Beban bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10\% \times 115,95 = 11,595 \text{ kg}$
- d) Beban reaksi = reaksi $\frac{1}{2}$ kuda-kuda 1 + reaksi $\frac{1}{2}$ kuda-kuda 2
 $= 2253,62 \text{ kg} + 1875,52 \text{ kg} = 4129,52 \text{ kg}$

Tabel 3.13. Rekapitulasi Pembebanan Kuda-kuda Trapesium

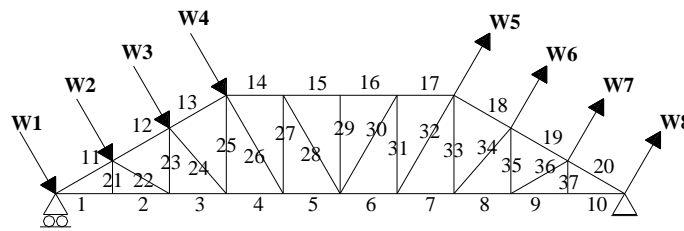
Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda - kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Beban Reaksi (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP (kg)
P1=P11	693	90	36,204	3,62	10,861	216	-	1049,685	1050
P2=P10	577,5	75	60,6	6,06	18,18	-	-	737,34	738
P3=P9	462	60	74,925	7,493	22,478	-	-	626,896	627
P4=P8	158,8	45	88,275	8,828	26,483	-	5141,86	5469,246	5470
P5=P7	-	-	85,95	8,595	25,785	-	-	120,33	121
P6	-	-	55,95	5,595	16,785	-	3606,19	3684,52	3685
P12=P20	-	-	38,625	3,863	11,588	180	-	234,076	235
P13=P19	-	-	64,65	6,465	19,395	144	-	234,51	235
P14=P18	-	-	78,9	7,89	23,67	58,5	3654,3	3823,26	3824
P15=P17	-	-	85,95	8,595	25,785	-	-	120,33	121
P16	-	-	115,95	11,595	34,785	-	4129,14	4291,47	4292

➤ **Beban Hidup**

Beban hidup yang bekerja pada P1, P2, P3, P5, P6, P7, P9, P10, P11 = 100 kg

➤ **Beban Angin**

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.16. Pembebanan Kuda-kuda Trapesium akibat Beban Angin

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m².

1) Koefisien angin tekan = $0,02\alpha - 0,40$

$$= (0,02 \times 30) - 0,40 = 0,2$$

a) W1 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= $13,86 \times 0,2 \times 25 = 69,3$ kg

b) W2 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= $11,55 \times 0,2 \times 25 = 57,75$ kg

c) W3 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= $924 \times 0,2 \times 25 = 46,2$ kg

d) W4 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= $3,176 \times 0,2 \times 25 = 15,88$ kg

2) Koefisien angin hisap = - 0,40

a) W5 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= $3,176 \times -0,4 \times 25 = -31,76$ kg

b) W6 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= $9,24 \times -0,4 \times 25 = -92,4$ kg

c) W7 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= $11,55 \times -0,4 \times 25 = -115,5$ kg

d) W7 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= $13,86 \times -0,4 \times 25 = -138,6$ kg

Tabel 3.14. Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Trapesium

Beban	Beban (kg)	W _x	(Untuk Input	W _y	(Untuk Input
-------	------------	----------------	--------------	----------------	--------------



Angin		$W.Cos \alpha$ (kg)	SAP2000)	$W.Sin \alpha$ (kg)	SAP2000)
W_1	69,3	60,016	61	34,65	35
W_2	57,75	50,013	51	28,875	29
W_3	46,2	40,010	41	23,1	24
W_4	15,88	13,752	14	7,94	8
W_5	-31,76	-27,505	-28	-15,88	-16
W_6	-92,4	-80,021	-81	-46,2	-47
W_7	-115,5	-100,026	-101	-57,75	-58
W_8	-138,6	-120,031	-121	-69,3	-70

Dari perhitungan mekanika dengan menggunakan program **SAP 2000** diperoleh

gaya batang yang bekerja pada batang jurai sebagai berikut :

Tabel 3.15. Rekapitulasi Gaya Batang Kuda-kuda Trapesium

Batang	kombinasi	
	Tarik (+) (kg)	Tekan (-) (kg)
1	38832,35	-
2	38984,46	-
3	37898,64	-
4	36755,94	-
5	40446,14	-
6	40446,14	-
7	36755,94	-
8	37898,64	-
9	38984,46	-
10	38832,35	-
11	-	44886,54
12	-	43844,82
13	-	42355,19
14	-	40410,66
15	-	43676,41
16	-	43676,41
17	-	40410,66
18	-	42355,19



19	-	43844,82
20	-	44886,54
21	58,91	-
22	-	1219,9
23	1198,61	-
24	-	1754,38
25	6842,01	-
26	7348,74	-
27	-	5915,49
28	6483,15	-
29	-	5172,44
30	6483,15	-
31	-	5915,49
32	7348,74	-
33	6842,01	-
34	-	1754,38
35	1198,61	-
36	-	1219,9
37	58,91	-

3.6.4. Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium

a. Perhitungan Profil Batang Tarik

$$P_{\text{maks.}} = 40446,14 \text{ kg}$$

$$\sigma_{\text{ijin}} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{\text{netto}} = \frac{P_{\text{maks.}}}{\sigma_{\text{ijin}}} = \frac{40446,14}{1600} = 25,279 \text{ cm}^2$$

$$F_{\text{bruto}} = 1,15 \cdot F_{\text{netto}} = 1,15 \cdot 25,279 \text{ cm}^2 = 29,071 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil **┘ 110. 110. 10**

$$F = 2 \cdot 21,2 \text{ cm}^2 = 42,4 \text{ cm}^2.$$

F = penampang profil dari tabel profil baja



Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{\text{maks.}}}{0,85 \cdot F} \\ &= \frac{40446,17}{0,85 \cdot 42,4} \\ &= 1122,258 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\sigma \leq 0,75 \cdot \sigma_{\text{ijin}}$$

$$1122,258 \text{ kg/cm}^2 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ aman !!}$$

b. Perhitungan profil batang tekan

$$P_{\text{maks.}} = 44886,54 \text{ kg}$$

$$lk = 2,30705 \text{ m} = 230,705 \text{ cm}$$

Dicoba, menggunakan baja profil \perp **110. 110. 10**

$$i_x = 3,36 \text{ cm}$$

$$F = 2 \cdot 21,2 = 42,4 \text{ cm}^2$$

$$\lambda = \frac{lk}{i_x} = \frac{230,705}{3,36} = 68,662 \text{ cm}$$

$$\lambda_g = \pi \sqrt{\frac{E}{0,7 \cdot \sigma_{\text{leleh}}}} \text{ dimana, } \sigma_{\text{leleh}} = 2400 \text{ kg/cm}^2$$
$$= 111,02 \text{ cm}$$

$$\lambda_s = \frac{\lambda}{\lambda_g} = \frac{68,662}{111,02} = 0,618$$

Karena $\lambda_c < 1,2$ maka :

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \lambda_c} \\ &= \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot 0,618} \\ &= 1,206\end{aligned}$$

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{\text{maks.}} \cdot \omega}{F} \\ &= \frac{44886,54 \times 1,206}{42,4} \\ &= 1276,726 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\sigma \leq \sigma_{\text{ijin}}$$



$$1276,726 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots \text{aman !!}$$

3.6.5. Perhitungan Alat Sambung

a. Batang Tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (\varnothing) = 25,4 mm (1 inches)

Diameter lubang = 26,4 mm.

$$\begin{aligned} \text{Tebal pelat sambung } (\delta) &= 0,625 \cdot d \\ &= 0,625 \cdot 25,4 = 15,875 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Menggunakan tebal plat 16 mm

➤ Tegangan geser yang diijinkan

$$\begin{aligned} \text{Teg. Geser} &= 0,6 \cdot \sigma_{\text{ijin}} \\ &= 0,6 \cdot 1600 = 960 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

➤ Tegangan tumpuan yang diijinkan

$$\begin{aligned} \text{Teg. tumpuan} &= 1,5 \cdot \sigma_{\text{ijin}} \\ &= 1,5 \cdot 1600 = 2400 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

➤ Kekuatan baut :

$$\begin{aligned} \text{a) } P_{\text{geser}} &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \tau_{\text{geser}} \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (2,54)^2 \cdot 960 = 9723,85 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } P_{\text{desak}} &= \delta \cdot d \cdot \tau_{\text{tumpuan}} \\ &= 1,6 \cdot 2,54 \cdot 2400 = 9753,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah $P_{\text{geser}} = 9723,85 \text{ kg}$.

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{40446,14}{9723,85} = 4,159 \sim 5 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 5 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

$$\text{a) } 1,5 d \leq S_1 \leq 3 d$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_1 &= 1,73 d = 1,73 \cdot 2,54 \\ &= 4,394 \text{ cm} = 4 \text{ cm} \end{aligned}$$



b) $2,5 d \leq S_2 \leq 7 d$

Diambil, $S_2 = 5 d = 5 \cdot 2,54$
 $= 12,7 \text{ cm} = 12 \text{ cm}$

b. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (\varnothing) = 25,4 mm (1 inches)

Diameter lubang = 26,4 mm.

Tebal pelat sambung (δ) = $0,625 \cdot d$
 $= 0,625 \cdot 25,4 = 15,875 \text{ mm.}$

Menggunakan tebal plat 16 mm

➤ Tegangan geser yang diijinkan

Teg. Geser = $0,6 \cdot \sigma_{ijin}$
 $= 0,6 \cdot 1600 = 960 \text{ kg/cm}^2$

➤ Tegangan tumpuan yang diijinkan

Teg. tumpuan = $1,5 \cdot \sigma_{ijin}$
 $= 1,5 \cdot 1600 = 2400 \text{ kg/cm}^2$

➤ Kekuatan baut :

a) $P_{geser} = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \tau_{geser}$
 $= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (2,54)^2 \cdot 960 = 9723,85 \text{ kg}$

b) $P_{desak} = \delta \cdot d \cdot \tau_{tumpuan}$
 $= 1,6 \cdot 2,54 \cdot 2400 = 9753,6 \text{ kg}$

P yang menentukan adalah $P_{geser} = 9723,85 \text{ kg.}$

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{44886,54}{9723,85} = 4,616 \sim 5 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 5 buah baut

a) $1,5 d \leq S_1 \leq 3 d$

Diambil, $S_1 = 2,5 d = 2,5 \cdot 2,54$
 $= 6,35 \text{ cm} = 6 \text{ cm}$

b) $2,5 d \leq S_2 \leq 7 d$



$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_2 &= 5 d = 5 \cdot 2,54 \\ &= 12,7 \text{ cm} = 12 \text{ cm} \end{aligned}$$

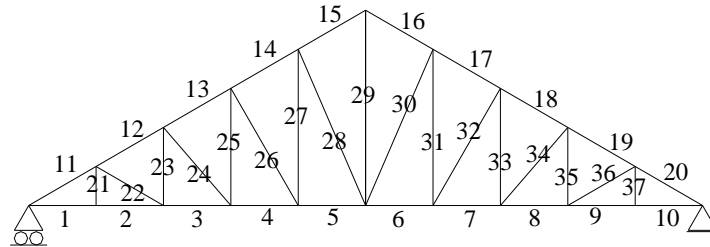
Tabel 3.16. Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	110. 110. 10	5 Ø 25,4
2	110. 110. 10	5 Ø 25,4
3	110. 110. 10	5 Ø 25,4
4	110. 110. 10	5 Ø 25,4
5	110. 110. 10	5 Ø 25,4
6	110. 110. 10	5 Ø 25,4
7	110. 110. 10	5 Ø 25,4
8	110. 110. 10	5 Ø 25,4
9	110. 110. 10	5 Ø 25,4
10	110. 110. 10	5 Ø 25,4
11	110. 110. 10	5 Ø 25,4
12	110. 110. 10	5 Ø 25,4
13	110. 110. 10	5 Ø 25,4
14	110. 110. 10	5 Ø 25,4
15	110. 110. 10	5 Ø 25,4
16	110. 110. 10	5 Ø 25,4
17	110. 110. 10	5 Ø 25,4
18	110. 110. 10	5 Ø 25,4
19	110. 110. 10	5 Ø 25,4
20	110. 110. 10	5 Ø 25,4
21	110. 110. 10	5 Ø 25,4
22	110. 110. 10	5 Ø 25,4
23	110. 110. 10	5 Ø 25,4
24	110. 110. 10	5 Ø 25,4
25	110. 110. 10	5 Ø 25,4
26	110. 110. 10	5 Ø 25,4
27	110. 110. 10	5 Ø 25,4
28	110. 110. 10	5 Ø 25,4
29	110. 110. 10	5 Ø 25,4
30	110. 110. 10	5 Ø 25,4
31	110. 110. 10	5 Ø 25,4
32	110. 110. 10	5 Ø 25,4
33	110. 110. 10	5 Ø 25,4
34	110. 110. 10	5 Ø 25,4
35	110. 110. 10	5 Ø 25,4
36	110. 110. 10	5 Ø 25,4



Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Gedung Laboratorium

3.7.
Perencanaan
Kuda-kuda
Utama
3.7.1. Perhitun
gan
Panjang
Batang
Kuda-
kuda



Gambar 3.17. Rangka Batang Kuda-kuda Utama

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

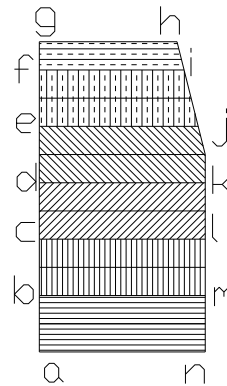
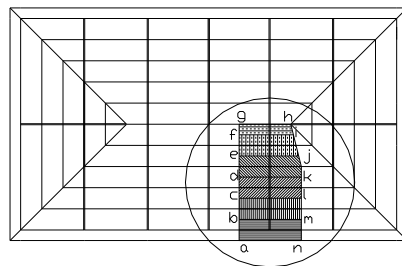
Tabel 3.17. Perhitungan Panjang Batang pada Kuda-kuda Utama

No batang	Panjang batang
1	2,00
2	2,00
3	2,00
4	2,00
5	2,00
6	2,00
7	2,00
8	2,00
9	2,00
10	2,00
11	2,31
12	2,31
13	2,31
14	2,31
15	2,31
16	2,31
17	2,31
18	2,31



19	2,31
20	2,31
21	1,15
22	2,31
23	2,31
24	3,06
25	3,46
26	4,00
27	4,62
28	5,03
29	5,77
30	5,03
31	4,62
32	4,00
33	3,46
34	3,06
35	2,31
36	2,31
37	1,15

3.7.2 Perhitungan Luasan Kuda-Kuda Utama





Gambar 3.18. Luasan Atap Kuda-kuda Utama

$$\text{Panjang an} = \text{bm} = \text{cl} = \text{dk} = 5,875 \text{ m}$$

$$\text{Panjang ej} = 5,625 \text{ m}$$

$$\text{Panjang fi} = 5,125 \text{ m}$$

$$\text{Panjang gh} = 4,875 \text{ m}$$

$$\text{Panjang ab} = \text{bc} = \text{cd} = \text{de} = \text{ef} = 2,31 \text{ m}$$

$$\text{Panjang fg} = \frac{1}{2} \cdot 2,31 = 1,155 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas ablm} &= \text{an} \times \text{ab} \\ &= 5,875 \times 2,31 = 13,571 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

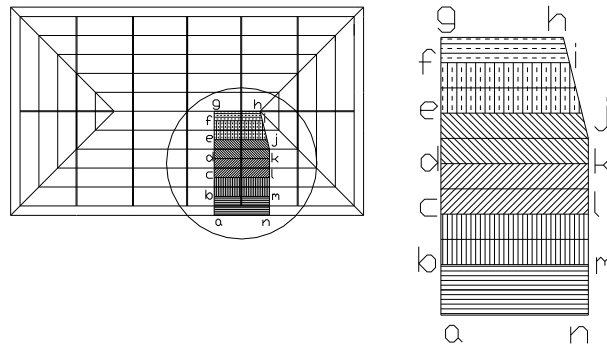
$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas bclm} &= \text{bm} \times \text{bc} \\ &= 5,875 \times 2,31 = 13,571 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas cdkl} &= \text{cl} \times \text{cd} \\ &= 5,875 \times 2,31 = 13,571 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas dejk} &= (\text{dk} \times \frac{1}{2} \text{de}) + \left(\frac{\text{dk} + \text{ej}}{2} \times \frac{1}{2} \cdot \text{de} \right) \\ &= (5,875 \times \frac{1}{2} \cdot 2,31) + \left(\frac{5,875 + 5,625}{2} \times \frac{1}{2} \cdot 2,31 \right) \\ &= 13,427 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas efij} &= \left(\frac{\text{ej} + \text{fi}}{2} \right) \times \text{de} \\ &= \left(\frac{5,625 + 5,125}{2} \right) \times 2,31 \\ &= 12,416 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas fgih} &= \left(\frac{\text{fi} + \text{gh}}{2} \right) \times \text{ef} \\ &= \left(\frac{5,125 + 4,875}{2} \right) \times 1,155 \\ &= 5,775 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



Gambar 3.19. Luasan Plafon Kuda-kuda Utama

- Panjang an = bm = cl = dk = 5,875 m
- Panjang ej = 5,625 m
- Panjang fi = 5,125 m
- Panjang gh = 4,875 m
- Panjang ab = bc = cd = de = ef = 2,00 m
- Panjang fg = $\frac{1}{2} \cdot 2,31 = 1,00$ m

- **Luas ablm** = $an \times ab$
= $5,875 \times 2,00 = 11,75 \text{ m}^2$
- **Luas bclm** = $bm \times bc$
= $5,875 \times 2,00 = 11,75 \text{ m}^2$
- **Luas cdkl** = $cl \times cd$
= $5,875 \times 2,00 = 11,75 \text{ m}^2$
- **Luas dejk** = $(dk \times \frac{1}{2} de) + \left(\frac{dk + ej}{2} \times \frac{1}{2} \cdot de \right)$
= $(5,875 \times \frac{1}{2} \cdot 2,00) + \left(\frac{5,875 + 5,625}{2} \times \frac{1}{2} \cdot 2,00 \right)$
= $11,625 \text{ m}^2$
- **Luas efij** = $\left(\frac{ej + fi}{2} \right) \times de$
= $\left(\frac{5,625 + 5,125}{2} \right) \times 2,00$
= $10,75 \text{ m}^2$

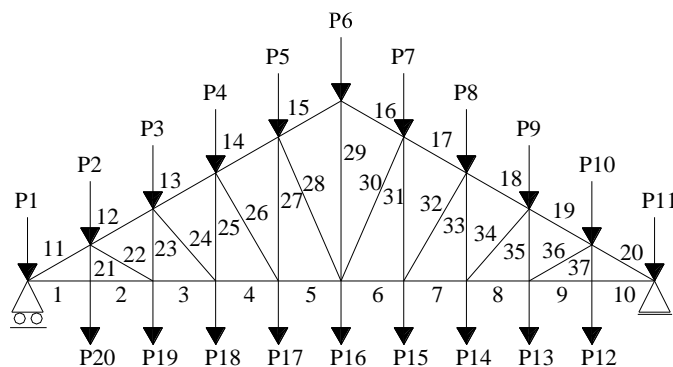


• **Luas fghi** = $\left(\frac{fi + gh}{2}\right) \times ef$
= $\left(\frac{5,125 + 4,875}{2}\right) \times 1,00$
= $5,00 \text{ m}^2$

3.7.3 Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama

Data-data pembebanan :

- Berat gording = 15,0 kg/m
- Jarak antar kuda-kuda utama = 6,00 m
- Berat penutup atap = 50 kg/m²
- Berat profil = 15 kg/m



Gambar 3.20. Pembebanan Kuda- kuda Utama akibat Beban Mati

a. Beban Mati

1) Beban P1 = P11

- a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording
= $15,0 \times 5,875 = 88,125 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luasan × Berat atap
= $13,571 \times 50 = 678,55 \text{ kg}$
- c) Beban plafon = Luasan × berat plafon
= $11,75 \times 18 = 211,5 \text{ kg}$



-
- d) Beban kuda-kuda $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (1 + 11) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2 + 2,31) \times 15$
 $= 32,325 \text{ kg}$
- e) Beban plat sambung $= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 32,325 = 9,698 \text{ kg}$
- f) Beban bracing $= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 32,325 = 3,233 \text{ kg}$
- 2) Beban P2 = P10
- a) Beban gording $= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording}$
 $= 15,0 \times 5,875 = 88,125 \text{ kg}$
- b) Beban atap $= \text{Luasan} \times \text{Berat atap}$
 $= 13,571 \times 50 = 678,55 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (11+21+22+12) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2,31 + 1,15 + 2,31 + 2,31) \times 15$
 $= 60,6 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung $= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 60,6 = 18,18 \text{ kg}$
- e) Beban bracing $= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 60,6 = 6,06 \text{ kg}$
- 3) Beban P3 = P9
- a) Beban gording $= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording}$
 $= 15,0 \times 5,875 = 88,125 \text{ kg}$
- b) Beban atap $= \text{Luasan} \times \text{Berat atap}$
 $= 13,571 \times 50 = 678,55 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (12+23+24+13) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2,31 + 2,31 + 3,06 + 2,31) \times 15$
 $= 74,925 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung $= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 74,925 = 22,478 \text{ kg}$
- e) Beban bracing $= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 74,925 = 7,493 \text{ kg}$
- 4) Beban P4 = P8



-
- a) Beban gording = Berat profil gording \times Panjang Gording
= $15,0 \times 5,875 = 88,125$ kg
- b) Beban atap = Luasan \times Berat atap
= $13,427 \times 50 = 671,35$ kg
- c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ Btg $(13+25+26+14) \times$ berat profil kuda kuda
= $\frac{1}{2} \times (2,31 + 3,46 + 4 + 2,31) \times 15$
= $90,6$ kg
- d) Beban plat sambung = $30\% \times$ beban kuda-kuda
= $30\% \times 90,6 = 27,18$ kg
- e) Beban bracing = $10\% \times$ beban kuda-kuda
= $10\% \times 90,6 = 9,06$ kg
- 5) Beban P5 = P7
- f) Beban gording = Berat profil gording \times Panjang Gording
= $15,0 \times 5,375 = 80,625$ kg
- g) Beban atap = Luasan \times Berat atap
= $12,416 \times 50 = 620,8$ kg
- h) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ Btg $(14+27+28+15) \times$ berat profil kuda kuda
= $\frac{1}{2} \times (2,31 + 4,62 + 5,03 + 2,31) \times 15$
= $107,025$ kg
- i) Beban plat sambung = $30\% \times$ beban kuda-kuda
= $30\% \times 107,025 = 32,108$ kg
- j) Beban bracing = $10\% \times$ beban kuda-kuda
= $10\% \times 107,025 = 10,703$ kg
- 6) Beban P6
- a) Beban gording = Berat profil gording \times Panjang Gording
= $15,0 \times 4,875 = 73,125$ kg
- b) Beban atap = Luasan \times Berat atap
= $5,775 \times 50 = 288,75$ kg
- c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ Btg $(15 + 29 + 16) \times$ berat profil kuda kuda
= $\frac{1}{2} \times (2,31 + 5,77 + 2,31) \times 15$
= $77,925$ kg
- d) Beban plat sambung = $30\% \times$ beban kuda-kuda



-
- $= 30 \% \times 77,925 = 23,378 \text{ kg}$
- e) Beban bracing $= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 77,925 = 7,793 \text{ kg}$
- 7) Beban P12 = P20
- a) Beban plafon $= \text{Luasan} \times \text{berat plafon}$
 $= 11,75 \times 18 = 211,5 \text{ kg}$
- b) Beban kuda-kuda $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (10 + 37 + 9) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2 + 1,15 + 2) \times 15$
 $= 38,625 \text{ kg}$
- c) Beban plat sambung $= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 38,625 = 11,588 \text{ kg}$
- d) Beban bracing $= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 38,625 = 3,863 \text{ kg}$
- 8) Beban P13 = P19
- a) Beban plafon $= \text{Luasan} \times \text{berat plafon}$
 $= 11,75 \times 18 = 211,5 \text{ kg}$
- b) Beban kuda-kuda $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (9+36+35+8) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2 + 2,31 + 2,31 + 2) \times 15$
 $= 64,65 \text{ kg}$
- c) Beban plat sambung $= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 64,65 = 19,395 \text{ kg}$
- d) Beban bracing $= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 64,65 = 6,465 \text{ kg}$
- 9) Beban P14 = P18
- a) Beban plafon $= \text{Luasan} \times \text{berat plafon}$
 $= 11,625 \times 18 = 209,25 \text{ kg}$
- b) Beban kuda-kuda $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (8+34+33+7) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2 + 3,06 + 3,46 + 2) \times 15$
 $= 78,9 \text{ kg}$
- c) Beban plat sambung $= 30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30\% \times 78,9 = 23,67 \text{ kg}$
- d) Beban bracing $= 10\% \times \text{beban kuda-kuda}$



$$= 10\% \times 78,9 = 7,89 \text{ kg}$$

10) Beban P15 = P17

e) Beban plafon = Luasan \times berat plafon
 $= 10,75 \times 18 = 193,5 \text{ kg}$

f) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (7+32+31+6) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2 + 4 + 4,62 + 2) \times 15$
 $= 94,65 \text{ kg}$

g) Beban plat sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30\% \times 94,65 = 28,395 \text{ kg}$

h) Beban bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10\% \times 94,65 = 9,465 \text{ kg}$

11) Beban P16

a) Beban plafon = $(2 \times \text{Luasan}) \times \text{berat plafon}$
 $= 2 \times 5 \times 18 = 180 \text{ kg}$

b) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (5+28+29+30+6) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2 + 5,03 + 5,77 + 5,03 + 2) \times 15$
 $= 148,725 \text{ kg}$

c) Beban plat sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30\% \times 148,725 = 44,618 \text{ kg}$

d) Beban bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10\% \times 148,725 = 14,873 \text{ kg}$

Tabel 3.18. Rekapitulasi Beban Mati Kuda-kuda Utama

Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda - kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Beban Reaksi (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP (kg)
P1=P11	678,55	88,125	32,325	3,233	9,698	211,5	-	1023,431	1024
P2=P10	678,55	88,125	60,6	6,06	18,18	-	-	851,515	852
P3=P9	678,55	88,125	74,925	7,493	22,478	-	-	871,571	872
P4=P8	671,35	88,125	90,6	9,06	27,18	-	-	886,645	887
P5=P7	620,8	80,625	107,025	10,703	32,108	-	-	851,261	852
P6	288,75	73,125	77,925	7,793	23,378	-	-	470,971	471



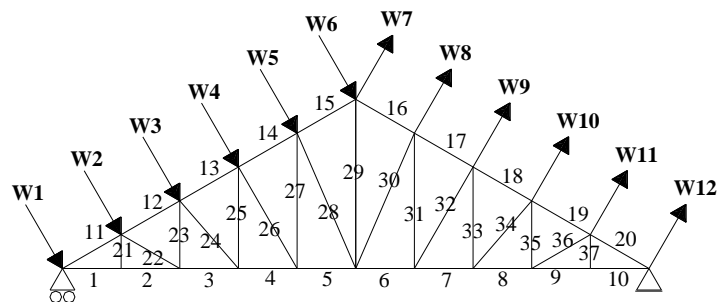
P12=P20	-	-	38,625	3,863	11,588	211,5	-	265,576	266
P13=P19	-	-	64,65	6,465	19,395	211,5	-	302,010	303
P14=P18	-	-	78,9	7,89	23,67	209,25	-	319,71	320
P15=P17	-	-	94,65	9,465	28,395	193,5	-	326,010	327
P16	-	-	148,725	14,873	44,618	180	-	388,216	389

b. Beban Hidup

Beban hidup yang bekerja pada P1, P2, P3, P4, P6, P7, P8, P9, P10, P11 = 100 kg

c. Beban Angin

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.21. Pembebanan Kuda-kuda Utama akibat Beban Angin

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m².



- 1) Koefisien angin tekan = $0,02\alpha - 0,40$
= $(0,02 \times 30) - 0,40 = 0,2$
- a. $W1 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
= $13,571 \times 0,2 \times 25 = 67,855 \text{ kg}$
- b. $W2 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
= $13,571 \times 0,2 \times 25 = 67,855 \text{ kg}$
- c. $W3 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
= $13,571 \times 0,2 \times 25 = 67,855 \text{ kg}$
- d. $W4 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
= $13,427 \times 0,2 \times 25 = 67,135 \text{ kg}$
- e. $W5 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
= $12,416 \times 0,2 \times 25 = 62,08 \text{ kg}$
- f. $W6 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
= $5,775 \times 0,2 \times 25 = 28,875 \text{ kg}$
- 2) Koefisien angin hisap = $- 0,40$
- a. $W7 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
= $5,775 \times -0,4 \times 25 = -57,75 \text{ kg}$
- b. $W8 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
= $12,416 \times -0,4 \times 25 = -124,16 \text{ kg}$
- c. $W9 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
= $13,427 \times -0,4 \times 25 = -134,27 \text{ kg}$
- d. $W10 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
= $13,571 \times -0,4 \times 25 = -135,71 \text{ kg}$
- e. $W11 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
= $13,571 \times -0,4 \times 25 = -135,71 \text{ kg}$
- f. $W12 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
= $13,571 \times -0,4 \times 25 = -135,71 \text{ kg}$

Tabel 3.19. Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Utama

Beban Angin	Beban (kg)	W_x $W.Cos \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)	W_y $W.Sin \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)
-------------	------------	------------------------------	-----------------------	------------------------------	-----------------------



W ₁	67,855	58,764	59	33,928	34
W ₂	67,855	58,764	59	33,928	34
W ₃	67,855	58,764	59	33,928	34
W ₄	67,135	58,141	59	33,568	34
W ₅	62,08	53,763	54	31,04	32
W ₆	28,875	25,006	26	14,438	15
W ₇	-57,75	-50.013	-51	-28,875	-29
W ₈	-124,16	-107,526	-108	-62,08	-63
W ₉	-134,27	-116,281	-117	-67,135	-68
W ₁₀	-135,71	-117,528	-118	-67,855	-68
W ₁₁	-135,71	-117,528	-118	-67,855	-68
W ₁₂	-135,71	-117,528	-118	-67,855	-68

Dari perhitungan mekanika dengan menggunakan program **SAP 2000** diperoleh gaya batang yang bekerja pada batang kuda-kuda utama sebagai berikut :

Tabel 3.20. Rekapitulasi Gaya Batang Kuda-kuda Utama

Batang	kombinasi	
	Tarik (+) kg	Tekan(-) kg
1	14483,63	-
2	14527,82	-
3	13120,53	-
4	11550,46	-
5	9857,83	-
6	9857,83	-
7	11550,46	-
8	13120,53	-
9	14527,82	-
10	14483,63	-
11	-	16749,84
12	-	15188,24
13	-	13326,28



14	-	11423,7
15	-	9441,42
16	-	9441,42
17	-	11423,44
18	-	13336,28
19	-	15188,24
20	-	16749,84
21	324,54	-
22	-	1615,65
23	1417,19	-
24	-	2399,3
25	2417,92	-
26	-	3369,16
27	3521,82	-
28	-	4148,2
29	8493,82	-
30	-	4148,2
31	3521,82	-
32	-	3369,16
33	2417,92	-
34	-	2399,3
35	1417,19	-
36	-	1615,65
37	324,54	-

3.7.4 Perencanaan Profil Kuda- kuda

a. Perhitungan Profil Batang Tarik

$$P_{maks.} = 14527,82 \text{ kg}$$

$$\sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$



$$F_{\text{netto}} = \frac{P_{\text{maks.}}}{\sigma_{\text{ijin}}} = \frac{14527,82}{1600} = 9,080 \text{ cm}^2$$

$$F_{\text{bruto}} = 1,15 \cdot F_{\text{netto}} = 1,15 \cdot 9,080 \text{ cm}^2 = 10,442 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil \perp 75. 75. 7

$$F = 2 \cdot 10,1 \text{ cm}^2 = 20,2 \text{ cm}^2.$$

F = penampang profil dari tabel profil baja

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{P_{\text{maks.}}}{0,85 \cdot F} \\ &= \frac{14527,82}{0,85 \cdot 20,2} \\ &= 846,116 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma \leq 0,75 \cdot \sigma_{\text{ijin}}$$

$$846,116 \text{ kg/cm}^2 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ aman !!}$$

b. Perhitungan profil batang tekan

$$P_{\text{maks.}} = 16749,84 \text{ kg}$$

$$lk = 2,30705 \text{ m} = 230,705 \text{ cm}$$

Dicoba, menggunakan baja profil \perp 75. 75. 7

$$i_x = 2,28 \text{ cm}$$

$$F = 2 \cdot 10,1 = 20,2 \text{ cm}^2$$

$$\lambda = \frac{lk}{i_x} = \frac{230,705}{2,28} = 101,186 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \lambda_g &= \pi \sqrt{\frac{E}{0,7 \cdot \sigma_{\text{leleh}}}} \quad \text{..... dimana, } \sigma_{\text{leleh}} = 2400 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 111,02 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\lambda_s = \frac{\lambda}{\lambda_g} = \frac{101,186}{111,02} = 0,911$$

Karena $\lambda_c < 1,2$ maka :



$$\begin{aligned}\omega &= \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \lambda_c} \\ &= \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot 0,911} \\ &= 1,445\end{aligned}$$

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{\text{maks.}} \cdot \omega}{F} \\ &= \frac{16749,84 \times 1,445}{20,2} \\ &= 1198,194 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\sigma \leq \sigma_{\text{ijin}}$$

$$1198,194 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots \text{aman !!}$$

3.7.5 Perhitungan Alat Sambung

a. Batang Tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (\varnothing) = 19,05 mm ($\frac{3}{4}$ inches)

Diameter lubang = 20,05 mm.

$$\begin{aligned}\text{Tebal pelat sambung } (\delta) &= 0,625 \cdot d \\ &= 0,625 \cdot 20,05 = 12,531 \text{ mm.}\end{aligned}$$

Menggunakan tebal plat 13 mm

➤ Tegangan geser yang diijinkan

$$\begin{aligned}\text{Teg. Geser} &= 0,6 \cdot \sigma_{\text{ijin}} \\ &= 0,6 \cdot 1600 = 960 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

➤ Tegangan tumpuan yang diijinkan

$$\begin{aligned}\text{Teg. tumpuan} &= 1,5 \cdot \sigma_{\text{ijin}} \\ &= 1,5 \cdot 1600 = 2400 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

➤ Kekuatan baut :

$$\begin{aligned}\text{a) } P_{\text{geser}} &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \tau_{\text{geser}} \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (1,905)^2 \cdot 960 = 5469,67 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\text{b) } P_{\text{desak}} = \delta \cdot d \cdot \tau_{\text{tumpuan}}$$



$$= 1,3 \cdot 1,905 \cdot 2400 = 5943,6 \text{ kg}$$

P yang menentukan adalah $P_{\text{geser}} = 5469,67 \text{ kg}$.

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{14527,82}{5469,67} = 2,656 \sim 3 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 3 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

$$\text{a) } 1,5 d \leq S_1 \leq 3 d$$

$$\text{Diambil, } S_1 = 1,73 d = 1,73 \cdot 1,905$$

$$= 3,296 \text{ cm}$$

$$= 3 \text{ cm}$$

$$\text{b) } 2,5 d \leq S_2 \leq 7 d$$

$$\text{Diambil, } S_2 = 5 d = 5 \cdot 1,905$$

$$= 9,525 \text{ cm}$$

$$= 9 \text{ cm}$$

b. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (\varnothing) = 19,05 mm ($\frac{3}{4}$ inches)

Diameter lubang = 20,05 mm.

Tebal pelat sambung (δ) = 0,625 . d

$$= 0,625 \cdot 20,05 = 12,531 \text{ mm.}$$

Menggunakan tebal plat 13 mm

➤ Tegangan geser yang diijinkan

$$\text{Teg. Geser} = 0,6 \cdot \sigma_{\text{ijin}}$$

$$= 0,6 \cdot 1600 = 960 \text{ kg/cm}^2$$

➤ Tegangan tumpuan yang diijinkan

$$\text{Teg. tumpuan} = 1,5 \cdot \sigma_{\text{ijin}}$$

$$= 1,5 \cdot 1600 = 2400 \text{ kg/cm}^2$$

➤ Kekuatan baut :

$$\text{a) } P_{\text{geser}} = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \tau_{\text{geser}}$$

$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (1,905)^2 \cdot 960 = 5469,67 \text{ kg}$$



$$\begin{aligned} \text{b) } P_{\text{desak}} &= \delta \cdot d \cdot \tau \text{ tumpuan} \\ &= 1,3 \cdot 1,905 \cdot 2400 = 5943,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah $P_{\text{geser}} = 5469,67 \text{ kg}$.

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{16749,84}{5469,67} = 3,062 \sim 4 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 4 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

$$\text{a) } 1,5 d \leq S_1 \leq 3 d$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_1 &= 2,5 d = 2,5 \cdot 1,905 \\ &= 4,762 \text{ cm} = 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{b) } 2,5 d \leq S_2 \leq 7 d$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_2 &= 5 d = 5 \cdot 1,905 \\ &= 9,525 \text{ cm} = 9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Tabel 3.21. Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	┴ 75. 75. 7	3 Ø 19,05
2	┴ 75. 75. 7	3 Ø 19,05
3	┴ 75. 75. 7	3 Ø 19,05
4	┴ 75. 75. 7	3 Ø 19,05
5	┴ 75. 75. 7	3 Ø 19,05
6	┴ 75. 75. 7	3 Ø 19,05



Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Gedung Laboratorium

7	⊥ 75. 75. 7	3 Ø 19,05
8	⊥ 75. 75. 7	3 Ø 19,05
9	⊥ 75. 75. 7	3 Ø 19,05
10	⊥ 75. 75. 7	3 Ø 19,05
11	⊥ 75. 75. 7	4 Ø 19,05
12	⊥ 75. 75. 7	4 Ø 19,05
13	⊥ 75. 75. 7	4 Ø 19,05
14	⊥ 75. 75. 7	4 Ø 19,05
15	⊥ 75. 75. 7	4 Ø 19,05
16	⊥ 75. 75. 7	4 Ø 19,05
17	⊥ 75. 75. 7	4 Ø 19,05
18	⊥ 75. 75. 7	4 Ø 19,05
19	⊥ 75. 75. 7	4 Ø 19,05
20	⊥ 75. 75. 7	4 Ø 19,05
21	⊥ 75. 75. 7	3 Ø 19,05
22	⊥ 75. 75. 7	4 Ø 19,05
23	⊥ 75. 75. 7	3 Ø 19,05
24	⊥ 75. 75. 7	4 Ø 19,05
25	⊥ 75. 75. 7	3 Ø 19,05
26	⊥ 75. 75. 7	4 Ø 19,05
27	⊥ 75. 75. 7	3 Ø 19,05
28	⊥ 75. 75. 7	4 Ø 19,05
29	⊥ 75. 75. 7	3 Ø 19,05
30	⊥ 75. 75. 7	4 Ø 19,05
31	⊥ 75. 75. 7	3 Ø 19,05
32	⊥ 75. 75. 7	4 Ø 19,05
33	⊥ 75. 75. 7	3 Ø 19,05
34	⊥ 75. 75. 7	4 Ø 19,05
35	⊥ 75. 75. 7	3 Ø 19,05



Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Gedung Laboratorium

36	⊥ 75. 75. 7	4 Ø 19,05
37	⊥ 75. 75. 7	3 Ø 19,05





BAB 4

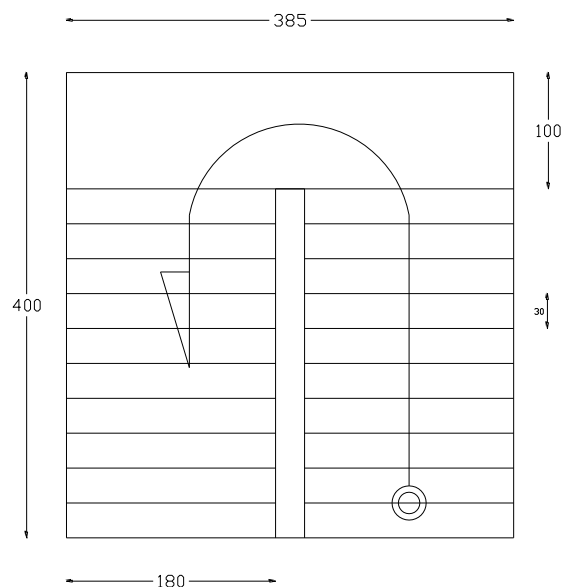
PERENCANAAN TANGGA

4.1. Uraian Umum

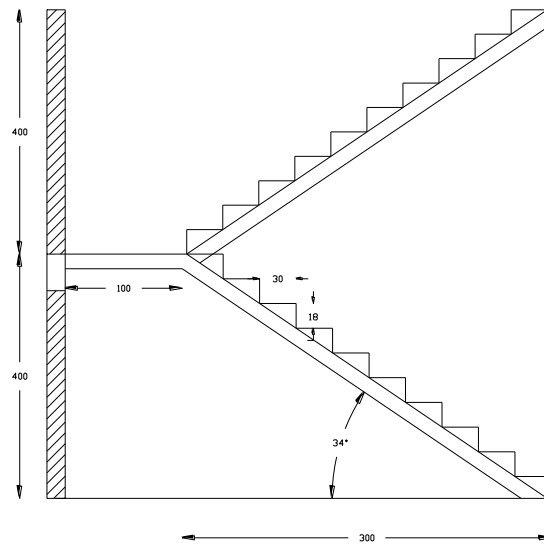
Tangga merupakan bagian dari struktur bangunan bertingkat yang sangat penting untuk penunjang antara struktur bangunan dasar dengan struktur bangunan tingkat atasnya. Penempatan tangga pada struktur suatu bangunan sangat berhubungan dengan fungsi bangunan bertingkat yang akan dioperasikan .

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



Gambar 4.1. Perencanaan tangga



Gambar 4.2. Detail tangga

Data – data tangga :

- ✓ **Tebal plat tangga = 12 cm**
- ✓ **Tebal bordes tangga = 12 cm**
- ✓ **Lebar datar = 400 cm**
- ✓ **Lebar tangga rencana = 180 cm**
- ✓ **Dimensi bordes = 100 × 385 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 = 200 / 11 = 18 cm**

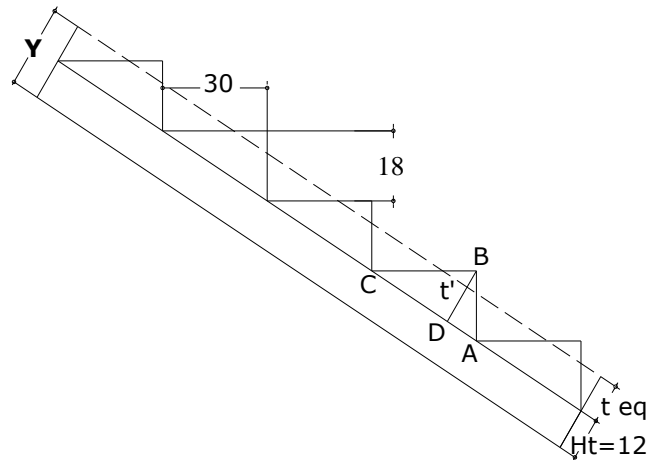
Menentukan kemiringan tangga

- ✓ **$\alpha = \text{Arc.tg} (200/300) = 34^0$**

4.3. Perhitungan Tebal Plat Equivalen dan Pembebanan



4.3.1. Perhitungan Tebal Plat Equivalen



Gambar 4.3. Tebal equivalen

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

$$BD = \frac{AB \times BC}{AC} \quad , AC = \sqrt{(18)^2 + (30)^2} = 34,986 \text{ cm}$$

$$= \frac{18 \times 30}{34,986}$$

$$= 15,435 \text{ cm}$$

$$t \text{ eq} = 2/3 \times BD$$

$$= 2/3 \times 15,435$$

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

Jadi total equivalen plat tangga

$$Y = t \text{ eq} + ht$$

$$= 10,29 + 12$$

$$= 22,29 \text{ cm}$$

$$= 0,2229 \text{ m}$$

4.3.2. Perhitungan Beban

a. Pembebanan tangga (berdasarkan SNI 03 – 1727 - 1989)

1. Akibat beban mati (qD)

Berat tegel keramik(0,5 cm)	=	15
kg/m		
Berat spesi (2 cm)	= 0,02 × 1 × 2100	= 42
kg/m		



Berat plat tangga	$= 0,2229 \times 1 \times 2400$	$=$	534,96
	kg/m		
Berat sandaran tangga	$= 700 \times 0,1 \times 1$	$=$	70 +
	kg/m		
		qD =	661,76
	kg/m		

2. Akibat beban hidup (qL)

$$qL = 1 \times 300 \text{ kg/m}^2$$
$$= 300 \text{ kg/m}$$

3. Beban ultimate (qU)

$$qU = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$$
$$= (1,2 \cdot 661,76) + (1,6 \cdot 300)$$
$$= 1274,352 \text{ kg/m}$$

b. Pembebanan pada bordes (berdasarkan SNI 03 – 1727 - 1989)

1. Akibat beban mati (qD)

Berat tegel keramik (0,5 cm)	$= 0,005 \times 3000$	$=$	15
	kg/m		
Berat spesi (2 cm)	$= 0,02 \times 1 \times 2100$	$=$	42
	kg/m		
Berat plat bordes	$= 0,12 \times 1 \times 2400$	$=$	288
	kg/m		
Berat sandaran tangga	$= 700 \times 0,1 \times 1$	$=$	70 +
	kg/m		
		qD =	415
	kg/m		

2. Akibat beban hidup (qL)

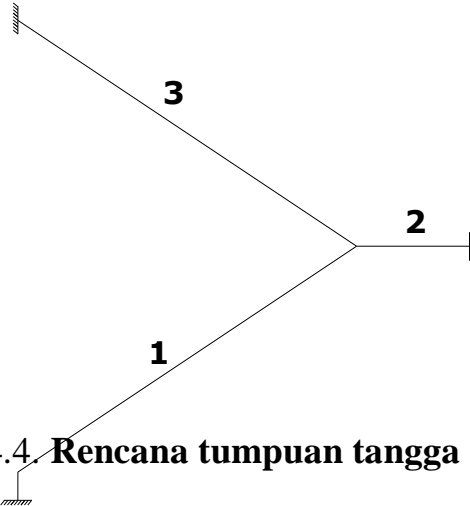
$$qL = 1 \times 300 \text{ kg/m}^2$$
$$= 300 \text{ kg/m}$$

3. Beban ultimate (qU)

$$qU = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$$
$$= (1,2 \cdot 415) + (1,6 \cdot 300)$$
$$= 978 \text{ kg/m}$$



Perhitungan analisa struktur tangga menggunakan Program SAP 2000 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 Tangga

Data :

$$b = 1000$$

$$d = h - p - \frac{1}{2} D \text{ tul}$$
$$= 120 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 12$$
$$= 94 \text{ mm}$$

$$f_y = 360 \text{ Mpa}$$

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

Untuk plat digunakan :

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$
$$= \frac{0,85 \cdot 25}{360} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right)$$
$$= 0,0314$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$
$$= 0,75 \cdot 0,0314$$
$$= 0,0176$$

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



Daerah Tumpuan

$$M_u = 2501,65 \text{ kgm} = 2,502 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \quad (\text{Perhitungan SAP})$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,502 \cdot 10^7}{0,8} = 3,128 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,941$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,128 \cdot 10^7}{1000 \cdot (94)^2} = 3,54 \text{ N/mm}$$

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

$$= \frac{1}{16,941} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,941 \times 3,54}{360}} \right)$$

$$= 0,01083$$

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

$$> \rho_{\min}$$

di pakai $\rho = 0,01083$

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

$$= 0,01083 \cdot 1000 \cdot 94$$

$$= 1018,02 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan D 12 mm = $\frac{1}{4} \cdot \pi \times 12^2 = 113,097 \text{ mm}^2$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1018,02}{113,097} = 9,0013 \approx 10 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1000}{10} = 100 \text{ mm}$$

Jarak maksimum tulangan = $2 \times 120 = 240 \text{ mm}$

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

$$= 1130,4 \text{ mm}^2 > A_s \quad \text{..... Aman !}$$

Dipakai tulangan D 12 mm – 100 mm

Daerah Lapangan

$$M_u = 962,95 \text{ kgm} = 0,963 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \quad (\text{Perhitungan SAP})$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{0,963 \cdot 10^7}{0,8} = 1,204 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,941$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1,204 \cdot 10^7}{1000 \cdot (94)^2} = 1,363 \text{ N/mm}$$



$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,941} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,941 \times 1,363}{360}} \right) \\ &= \mathbf{0,00392} \end{aligned}$$

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

$$> \rho_{\min}$$

di pakai $\rho = \mathbf{0,00392}$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= \mathbf{0,00392 \cdot 1000 \cdot 94} \\ &= \mathbf{368,48 \text{ mm}^2} \end{aligned}$$

$$\text{Dipakai tulangan D 12 mm} = \frac{1}{4} \cdot \pi \times 12^2 = \mathbf{113,097 \text{ mm}^2}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{368,48}{113,097} = \mathbf{3,26 \approx 4 \text{ buah}}$$

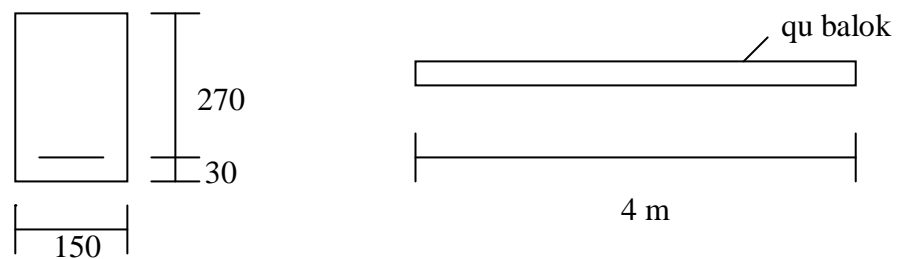
$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1000}{4} = \mathbf{250 \text{ mm}}$$

$$\text{Jarak maksimum tulangan} = \mathbf{2 \times 120 = 240 \text{ mm}}$$

$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \mathbf{452,16 \text{ mm}^2} > A_s \quad \text{..... Aman !} \end{aligned}$$

Dipakai tulangan D 12 mm – 240 mm

4.4.2. Perencanaan Balok Bordes



Data perencanaan:

$$h = 300 \text{ mm}$$

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

$$d' = 30 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} d &= h - d' \\ &= 300 - 30 \\ &= \mathbf{270 \text{ mm}} \end{aligned}$$



4.4.3. Pembebanan Balok Bordes

➤ **Beban mati (qD)**

$$\begin{array}{l} \text{Berat sendiri} \\ \text{kg/m} \end{array} = 0,15 \times 0,3 \times 2400 = 108$$

$$\begin{array}{l} \text{Berat dinding} \\ \text{kg/m} \end{array} = 0,15 \times 2 \times 1700 = \underline{510}$$

$$\begin{array}{l} \text{618} \\ \text{Beban Hidup (qL)} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{kg/m} \\ = 300 \text{ Kg/m} \end{array}$$

$$qD =$$

➤ **Beban ultimate (q_u)**

$$\begin{aligned} q_u &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= 1,2 \cdot 618 + 1,6 \cdot 300 \\ &= 1221,6 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

➤ **Beban reaksi bordes**

$$\begin{aligned} q_u &= \frac{\text{Reaksi bordes}}{\text{lebar bordes}} \\ &= \frac{\frac{1}{2} \cdot 1221,6}{1,2} \\ &= 610,8 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

4.4.4. Perhitungan tulangan lentur

$$M_u = 1801,80 \text{ kgm} = 1,802 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \quad (\text{Perhitungan SAP})$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1,802 \cdot 10^7}{0,8} = 2,253 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,941$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{360} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right) \\ &= 0,0314 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0314 \end{aligned}$$



$$= 0,0236$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0039$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,253 \cdot 10^7}{150 \cdot (270)^2} = 2,06 \text{ N/mm}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$
$$= \frac{1}{16,941} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16,941 \times 2,06}{360}} \right)$$
$$= 0,00603$$

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

$$> \rho_{\min}$$

di pakai $\rho = 0,00603$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$
$$= 0,00603 \cdot 150 \cdot 270$$
$$= 244,215 \text{ mm}^2$$

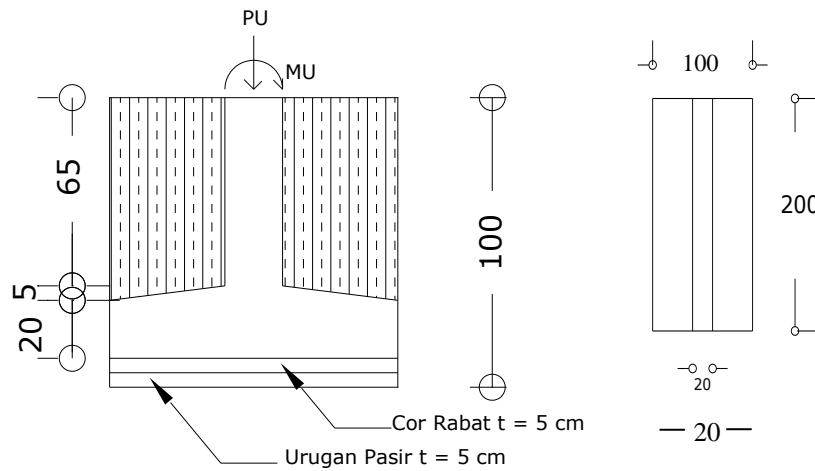
$$\text{Dipakai tulangan D 16 mm} = \frac{1}{4} \cdot \pi \times 16^2 = 200,96 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{244,215}{200,96} = 1,22 \approx 2 \text{ buah}$$

$$\text{As yang timbul} = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$
$$= 401,92 \text{ mm}^2 > A_s \text{ Aman !}$$

Dipakai tulangan 2 D 16 mm

4.5. Perhitungan Pondasi Tangga



Gambar 4.5. Pondasi Tangga

Direncanakan pondasi telapak dengan :

- **B** = 1,0 m
- **L** = 2,0 m
- **D** = 1,0 m
- **Tebal** = 200 mm
- **Ukuran alas** = 2000 × 1000 mm
- γ_{tanah} = 1,7 t/m³ = 1700 kg/m³
- σ_{tanah} = 2 kg/cm² = 20.000 kg/m²
- **Pu** = 11474,19 kg
- **Mu** = 1953,4 kgm
- **d** = 250 – 50 – 10 – 8
= 182 mm

4.5.1. Perencanaan kapasitas dukung pondasi



a. Perhitungan kapasitas dukung pondasi

➤ **Pembebanan pondasi**

Berat telapak pondasi		= 1 × 2 × 0,25
× 2400	= 1200	kg
Berat tanah	= 2 (0,4 × 0,65 × 2) × 1700	= 1768 kg
Berat kolom	= 0,2 × 2 × 0,65 × 2400	= 624 kg
Pu		= <u>11474,19</u>
	kg	
		Σv =
15066,19 kg		=

$$e = \frac{\sum M_u}{\sum V} = \frac{1953,4}{15066,19}$$

$$= 0,13 \text{ kg} < 1/6.B = 0,2$$

$$\sigma \text{ yang terjadi} = \frac{V_{tot}}{A} \pm \frac{M_{tot}}{\frac{1}{6}.b.L^2}$$

$$\begin{aligned} \sigma \text{ yang terjadi} &= \frac{V_{tot}}{A} + \frac{M_{tot}}{\frac{1}{6}.b.L^2} \\ &= \frac{15066,19}{1.2,0} + \frac{1953,4}{\frac{1}{6}.1.(2)^2} \\ &= 10463,195 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma \text{ yang terjadi} &= \frac{V_{tot}}{A} - \frac{M_{tot}}{\frac{1}{6}.b.L^2} \\ &= \frac{15066,19}{1.2,0} - \frac{1953,4}{\frac{1}{6}.1.(2)^2} \\ &= 4602,995 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

= σ tanah yang terjadi < σ ijin tanah.....Ok!

123

4.5.2. Perhitungan Tulangan Lentur

$$\begin{aligned} M_u &= \frac{1}{2} . q_u . t^2 = \frac{1}{2} . 10463,195 . (0,5)^2 \\ &= 1307,875 \text{ kgm} = 1,308.10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{1,308.10^7}{0,8} = 1,635.10^7 \text{ Nmm}$$



$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = \mathbf{16,941}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{360} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 360} \right) \\ &= \mathbf{0,0314} \end{aligned}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1,635 \cdot 10^7}{1000 \cdot (182)^2} = \mathbf{0,494}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= \mathbf{0,75} \cdot \rho_b \\ &= \mathbf{0,75} \cdot \mathbf{0,5775} \\ &= \mathbf{0,4331} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} \\ &= \mathbf{0,0039} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,941} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,941 \cdot 0,494}{360}} \right) \\ &= \mathbf{0,0014} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &< \rho_{\max} \\ &< \rho_{\min} \end{aligned}$$

dipakai $\rho_{\min} = \mathbf{0,0039}$

- Untuk Arah Sumbu Panjang dan Pendek adalah : Sama

$$\begin{aligned} A_{s \text{ perlu}} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ &= \mathbf{0,0039} \cdot 1000 \cdot 182 \\ &= \mathbf{709,8 \text{ mm}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Digunakan tulangan D 16} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (16)^2 \\ &= \mathbf{200,96 \text{ mm}^2} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{709,8}{200,96} = \mathbf{3,53} \approx \mathbf{4 \text{ buah}}$$



$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan} &= \frac{1000}{4} = 250 \text{ mm} \\ \text{Sehingga dipakai tulangan} & \text{ D 16-- 250 mm} \\ \text{As yang timbul} &= 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 803,84 \text{ mm}^2 > \text{As Aman !} \end{aligned}$$

4.5.3. Perhitungan Tulangan Geser

$$\begin{aligned} V_u &= \sigma \times A_{\text{efektif}} \\ &= 10343,195 \times (1 \times 2) \\ &= 20686 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 1000 \cdot 200 \\ &= 200000 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset V_c &= 0,6 \cdot V_c \\ &= 120000 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3\emptyset V_c &= 3 \cdot \emptyset V_c \\ &= 360000 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_u < \emptyset V_c < 3 \emptyset V_c$$

20686 N < 200000 N < 360000 N **tidak perlu tulangan geser**

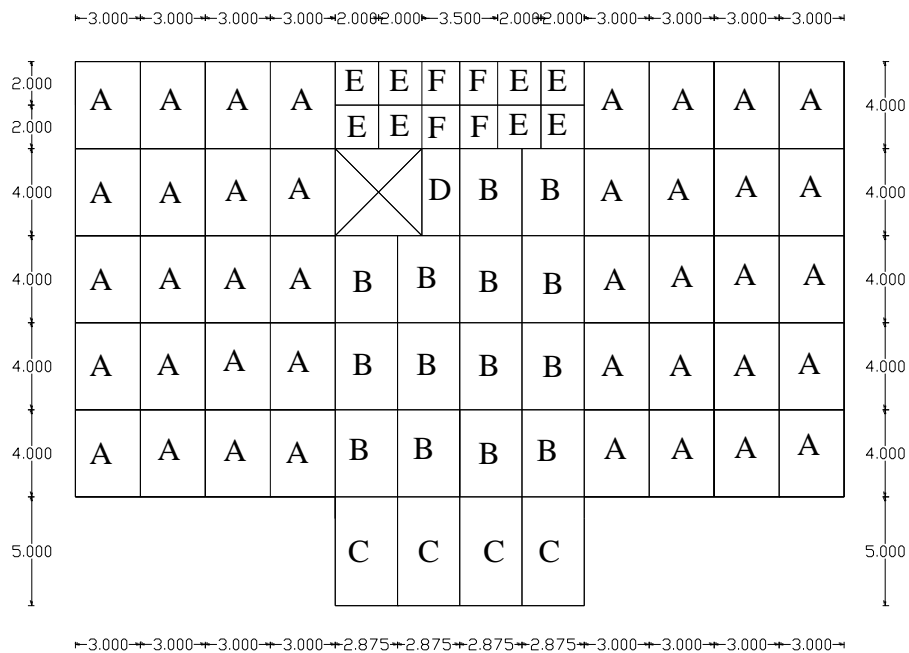
Dipakai Ø10-200 mm



BAB 5

PERENCANAAN PLAT LANTAI

5.1. Perencanaan Plat Lantai



Gambar 5.1. Denah Plat lantai

5.2. Perhitungan Pembebanan Plat Lantai

a. Beban Hidup (q_L)

Berdasarkan **SNI 03-1727-1989** yaitu :

Beban hidup fungsi gedung untuk perpustakaan tiap 1 m = 250 kg/m

b. Beban Mati (q_D) tiap 1 m

Berat plat sendiri = $0,12 \times 2400 \times 1$ = 288 kg/m

Berat keramik (1 cm) = $0,01 \times 2400 \times 1$ = 24 kg/m



Berat Spesi (2 cm)	= 0,02 × 2100 × 1	= 42 kg/m
Berat plafond dan instalasi listrik		= 18 kg/m
Berat Pasir (2 cm)	= 0,02 × 1600 × 1	= 32 kg/m
		<hr/>
qD		= 404 kg/m

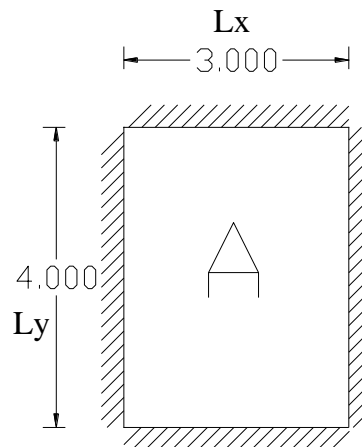
c. Beban Ultimate (qU)

Untuk tinjauan lebar 1 m pelat maka :

$$\begin{aligned}qU &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= 1,2 \cdot 404 + 1,6 \cdot 250 \\ &= 884,8 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$

5.3. Perhitungan Momen

Perhitungan momen menggunakan tabel PBI 1981.



Gambar 5.2. Pelat tipe A

$$Mlx = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (3)^2 \cdot 31 = 246,859 \text{ kgm}$$

$$Mly = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (3)^2 \cdot 19 = 151,301 \text{ kgm}$$

$$Mtx = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (3)^2 \cdot 69 = 549,461 \text{ kgm}$$

$$Mty = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (3)^2 \cdot 57 = 453,902 \text{ kgm}$$

Perhitungan selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini.



5.4. 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)
A	$4/3 = 1,3$	246,859	151,301	549,461	453,902
B	$4/2,875 = 1,4$	248,656	131,642	533,880	416,865
C	$5/2,875 = 1,7$	277,910	102,388	592,387	416,865
D	$4/1,750 = 2,3$	113,807	29,807	224,905	154,453
E	$2/2 = 1$	74,323	74,323	184,038	184,038
F	$2/1,750 = 1,1$	67,743	56,904	159,872	146,324

Dari perhitungan momen diambil momen terbesar yaitu:

$$M_{lx} = 277,910 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 151,301 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = 592,387 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = 453,962 \text{ kgm}$$

$$\text{Data : Tebal plat (h)} = 12 \text{ cm} = 120 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal penutup (d')} = 20 \text{ mm}$$

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

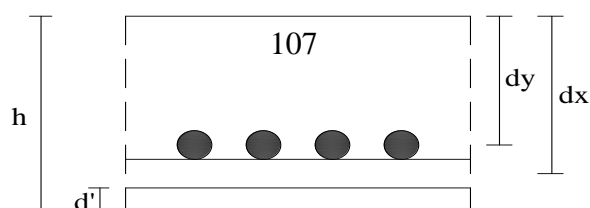
$$b = 1000$$

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

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

$$\text{Tinggi Efektif (d)} = h - d' = 120 - 20 = 100 \text{ mm}$$

Tinggi efektif





Gambar 5.3. Perencanaan Tinggi Efektif

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

untuk plat digunakan

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= \mathbf{0,054} \\ \rho_{\max} &= \mathbf{0,75} \cdot \rho_b \\ &= \mathbf{0,75} \cdot \mathbf{0,054} \\ &= \mathbf{0,030} \\ \rho_{\min} &= \mathbf{0,0025} \text{ (untuk plat)} \end{aligned}$$

5.5. Penulangan lapangan arah x

$$\begin{aligned} M_u &= 277,910 \text{ kgm} = 2,7791 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \\ M_n &= \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,7791 \cdot 10^6}{0,8} = 3,474 \cdot 10^6 \text{ Nmm} \\ R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,474 \cdot 10^6}{1000 (95^2)} = 0,385 \text{ N/mm}^2 \\ m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,294 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,294} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 0,385}{240}} \right) \\ &= 0,0016\end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned}A_s &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d_x \\ &= 0,0025 \cdot 1000 \cdot 95 \\ &= 237,5 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\text{Digunakan tulangan } \emptyset 10 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{237,5}{78,5} = 3,025 \approx 4 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan dalam } 1 \text{ m}^1 = \frac{1000}{4} = 250 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak maksimum} = 2 \times h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm}$$

$$\text{As yang timbul} = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 314 \text{ mm}^2 > A_s \dots \text{ok!}$$

Dipakai tulangan $\emptyset 10 - 200 \text{ mm}$

5.6. Penulangan lapangan arah y

$$M_u = 151,301 \text{ kgm} = 1,151301 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1,151301 \cdot 10^6}{0,8} = 1,891 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1,891 \cdot 10^6}{1000 (85^2)} = 0,262 \text{ N/mm}^2$$

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

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



$$= \frac{1}{11,294} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 0,262}{240}} \right)$$

$$= 0,0011$$

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

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

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d_y \\ &= 0,0025 \cdot 1000 \cdot 85 \\ &= 212,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Digunakan tulangan } \varnothing 10 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{212,5}{78,5} = 2,71 \approx 3 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan dalam } 1 \text{ m}^1 = \frac{1000}{3} = 333,33 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak maksimum} = 2 \times h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm}$$

$$\text{As yang timbul} = 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 235,5 \text{ mm}^2 > A_s \dots \dots \text{ok!}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 10 - 200 \text{ mm}$

5.7. Penulangan tumpuan arah x

$$M_u = 592,387 \text{ kgm} = 5,92387 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{5,92387 \cdot 10^6}{0,8} = 7,405 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{7,405 \cdot 10^6}{1000(95^2)} = 0,820 \text{ N/mm}^2$$

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

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

$$= \frac{1}{11,294} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 0,820}{240}} \right)$$



$$= 0,0035$$

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

$$\rho > \rho_{\min}, \text{ di pakai } \rho = 0,0035$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d_x \\ &= 0,0035 \cdot 1000 \cdot 95 \\ &= 332,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Digunakan tulangan } \varnothing 10 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{332,5}{78,5} = 4,24 \approx 5 \text{ buah}$$

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

$$\text{Jarak maksimum} = 2 \times h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm}$$

$$\text{As yang timbul} = 6 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 471 \text{ mm}^2 > A_s \dots \text{ok!}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 10 - 200 \text{ mm}$

5.8. Penulangan tumpuan arah y

$$M_u = 453,962 \text{ kgm} = 4,53962 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,53962 \cdot 10^6}{0,8} = 5,675 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{5,675 \cdot 10^6}{1000(85^2)} = 0,785 \text{ N/mm}^2$$

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

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,294} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 0,785}{240}} \right) \\ &= 0,0033 \end{aligned}$$

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



$\rho > \rho_{\min}$, di pakai $\rho = 0,0033$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d_y \\ &= 0,0033 \cdot 1000 \cdot 85 \\ &= 280,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Digunakan tulangan } \varnothing 10 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 78,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{280,5}{78,5} = 3,57 \sim 4 \text{ buah.}$$

$$\text{Jarak tulangan dalam } 1 \text{ m}^1 = \frac{1000}{4} = 250 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak maksimum} = 2 \times h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm}$$

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

Dipakai tulangan $\varnothing 10 - 200 \text{ mm}$

5.9. Rekapitulasi Tulangan

Dari perhitungan diatas diperoleh :

Tulangan lapangan arah x $\varnothing 10 - 200 \text{ mm}$

Tulangan lapangan arah y $\varnothing 10 - 200 \text{ mm}$

Tulangan tumpuan arah x $\varnothing 10 - 200 \text{ mm}$

Tulangan tumpuan arah y $\varnothing 10 - 200 \text{ mm}$



Tabel 5.2. Penulangan Plat Lantai

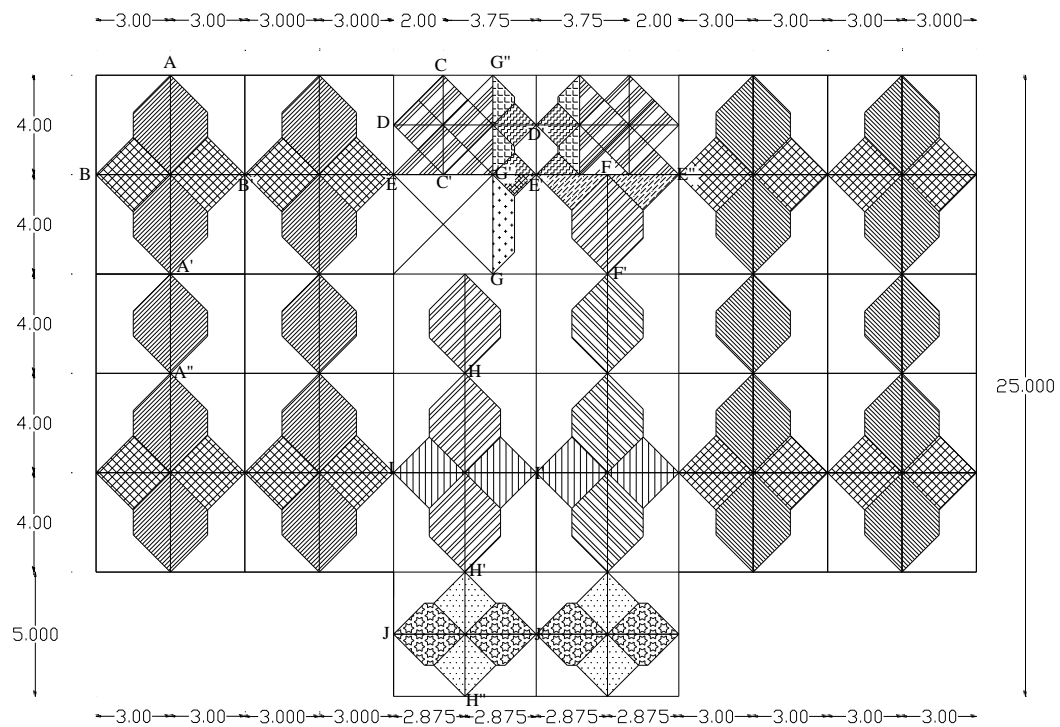
TIPE PLAT	Momen				Tulangan Lapangan		Tulangan Tumpuan	
	Mlx (kgm)	Mly (kgm)	Mtx (kgm)	Mty (kgm)	Arah x (mm)	Arah y (mm)	Arah x (mm)	Arah y (mm)
	246,859	151,301	549,461	453,902	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-200
	248,656	131,642	533,880	416,865	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-200
	277,910	102,388	592,387	416,865	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-200
	113,807	29,807	224,905	154,453	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-200
	74,323	74,323	184,038	184,038	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-200
	67,743	56,904	159,872	146,324	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-200



BAB 6

PERENCANAAN BALOK ANAK

6.1. Perencanaan Balok Anak



Gambar 6.1. Area Pembebanan Balok Anak

Keterangan :

Balok Anak : As A-A'

Balok Anak : As A'-A''

Balok Anak : As B-B'

Balok Anak : As C-C'

Balok Anak : As D-D'

Balok Anak : As E-E'

Balok Anak : As E'-E'' Balok Anak : As H-H'

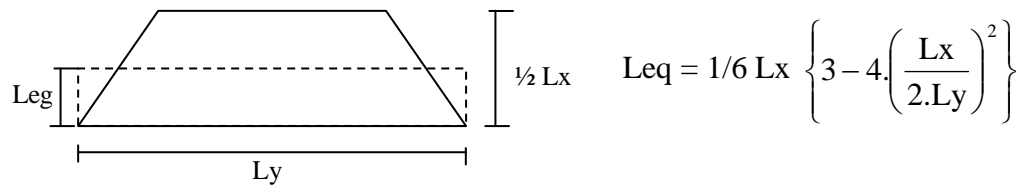


Balok Anak : As F-F' Balok Anak : As H'-H''
 Balok Anak : As G-G' Balok Anak : As I-I'
 Balok Anak : As G'-G'' Balok Anak : As J-J'

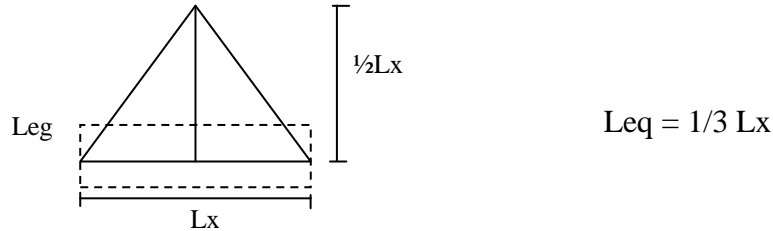
6.2. Perhitungan Lebar Equivalen

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

a Lebar Equivalen Tipe I



b Lebar Equivalen Tipe II



6.3. Analisa Pembebanan Balok Anak

Tabel 6.1. Perhitungan Lebar Equivalen

No.	Tipe Balok Anak	Lx	Ly	Leq (segitiga)	Leq (trapesium)
1.		3	4	-	2,44



2.		3	4	-	1,22
3.		3	3	2	-
4.		2	2	1,34	-
5.		2 1,75	2 1,75	1,34 0,58	- -
6.		1 1,75	2 1,75	0,67 0,58	- -
7.		0,875 1 1,44	1,75 2 2,875	0,29 0,67 0,96	- - -
8.		2,876	4	-	1,19
9.		0,875	4	-	0,43



10.		0,875 1	2 2	- 0,67	0,82 -
11.		2,876	4	-	2,38
12.		2,5	2,5	1,66	-
13.		2,876	2,875	1,92	-
14.		2,5	2,875	-	0,93

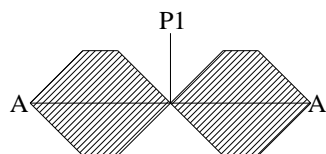
6.3.1. Balok Anak A-A'

a. Dimensi Balok

Dipakai $h = 30 \text{ cm}$

$b = 20 \text{ cm}$

b. Gambar Struktur



$$L_{eq} = 2 L_{eq1}$$

$$= 2 \cdot 1,22 = 2,44$$

c. Pembebanan Setiap Elemen

Beban Mati (qD)



Beban Merata

$$\begin{aligned} \text{Berat sendiri balok} &= 0,2 \cdot (0,3 - 0,12) \cdot 2400 = 86,4 \quad \text{kg/m}^2 \\ \text{Berat plat} &= 404 \cdot 2,44 = 985,76 \quad \text{kg/m}^2 \\ \hline \text{qD} &= 1072,16 \quad \text{kg/m}^2 \end{aligned}$$

Beban hidup

Beban hidup digunakan 250 kg/m²

$$\begin{aligned} \text{qL} &= 2,44 \cdot 250 \\ &= 610 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

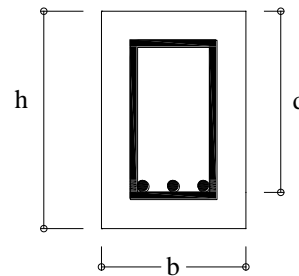
6.3.1.1. Perhitungan Tulangan Balok Anak AS A-A'

1. Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan :

$$\begin{aligned} h &= 300 \text{ mm} & \emptyset_t &= 16 \text{ mm} \\ b &= 200 \text{ mm} & \emptyset_s &= 10 \text{ mm} \\ p &= 40 \text{ mm} & f_y &= 360 \text{ Mpa} \\ f'_c &= 25 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= h - p - \frac{1}{2} \cdot \emptyset_t - \emptyset_s \\ &= 300 - 40 - 8 - 10 \\ &= 242 \text{ mm} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{360} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right) \\ &= 0,0314 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0039$$

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



$$= 0,75 \cdot 0,0314 = 0,02355$$

➤ **Daerah Lapangan**

$$M_u = 1623,73 \text{ kgm} = 1,62373 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \quad (\text{Perhitungan SAP})$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1,62373 \cdot 10^7}{0,8} = 2,03 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,03 \cdot 10^7}{200 \cdot 242^2} = 1,733$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,941$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$
$$= \frac{1}{16,941} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,941 \cdot 1,733}{360}} \right)$$
$$= 0,005$$

$\rho > \rho_{\min} \rightarrow$ dipakai ρ

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

Digunakan $\rho_{\min} = 0,005$

$$\text{As perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$
$$= 0,005 \cdot 200 \cdot 242$$
$$= 242 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2}$$
$$= \frac{242}{200,96} = 1,2 \sim 2 \text{ tulangan}$$

Dipakai tulangan 2 D 16 mm

$$\text{As ada} = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2$$
$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2$$
$$= 401,92 \text{ mm}^2 > \text{As perlu} \rightarrow \text{Aman..!!}$$



$$a = \frac{A_s \text{ ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{401,92 \cdot 360}{0,85 \cdot 25 \cdot 200} = 34,045$$

$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \cdot f_y (d - a/2) \\ &= 401,92 \cdot 360 (242 - 34,045/2) \\ &= 3,255 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

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

Jadi dipakai tulangan 2 D 16 mm

➤ **Daerah Tumpuan**

$$M_u = 3247,46 \text{ kgm} = 3,24746 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \quad (\text{Perhitungan SAP})$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,24746 \cdot 10^7}{0,8} = 4,06 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{4,06 \cdot 10^7}{200 \cdot 242^2} = 3,466$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,941$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,941} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,941 \cdot 3,466}{360}} \right) \\ &= 0,0106 \end{aligned}$$

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

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

Digunakan $\rho = 0,0106$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0106 \cdot 200 \cdot 242 \\ &= 513,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

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



$$= \frac{513,04}{200,96} = 2,6 \sim 3 \text{ tulangan}$$

Dipakai tulangan 3 D 16 mm

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

$$a = \frac{\text{As ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} = \frac{602,88 \cdot 360}{0,85 \cdot 25 \cdot 200} = 51,067$$

$$\begin{aligned} \text{Mn ada} &= \text{As ada} \cdot f_y \cdot (d - a/2) \\ &= 602,88 \cdot 360 \cdot (242 - 51,067/2) \\ &= 4,698 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Mn ada > Mn → Aman..!!

Jadi dipakai tulangan 3 D 16 mm

2. Tulangan Geser Balok anak

$$V_u = 4871,18 \text{ kg} = 48711,8 \text{ N} \quad (\text{Perhitungan SAP})$$

$$f_c = 25 \text{ Mpa}$$

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

$$\begin{aligned} d &= h - p - \frac{1}{2} \emptyset \\ &= 300 - 40 - \frac{1}{2} (10) = 255 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\ &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{25} \cdot 200 \cdot 255 \\ &= 42500 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset V_c &= 0,6 \cdot 42500 \text{ N} \\ &= 25500 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 \emptyset V_c &= 3 \cdot 25500 \\ &= 76500 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\emptyset V_c < V_u < 3 \emptyset V_c$$

$$25500 < 48711,8 < 76500$$

Jadi diperlukan tulangan geser



$$\begin{aligned} \emptyset V_s &= V_u - \emptyset V_c \\ &= 48711,8 - 25500 = 23211,8 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{23211,8}{0,6} = 38686,333 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (10)^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 100 = 157 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

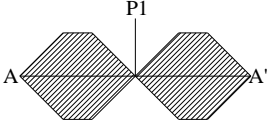
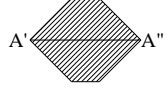
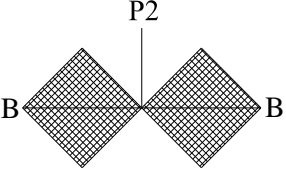
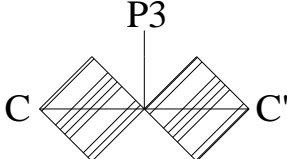
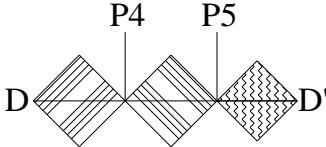
$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{157 \cdot 240 \cdot 255}{38686,333} = 248,37 \text{ mm} \sim 200 \text{ mm}$$

$$s \text{ max} = h/2 = \frac{300}{2} = 150 \text{ mm} < 600 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\emptyset 10 - 150 \text{ mm}$

Untuk perhitungan selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel

Tabel 6.2. Penampang Balok Anak

No.	Tipe Balok Anak	Leq	qd	ql
1.		2,44	1072,16 P1= 6138,84	610
2.		1,22	579,28	305
3.		2	894,4 P2= 9742,31	500
4.		1,34	164,76 P3= 3130,38	335
5.		1,92	1882,08 P4= 5372,62 P5= 5691,15	480



6.		1,25	1611,4 P6= 2686,31 P7= 2845,58 P8= 3791,37	312,5
7.		1,49	1708,36 P9= 2845,58 P10= 2686,31 P11= 2659,18	372,5
8.		1,19	567,16	297,5
9.		0,43	1292,24	107,5
10.		1,52	1720,48 P12= 8999,83	380
11.		2,38	1047,92 P13= 5679,55	595
12.		1,66	757,04 P14= 3161,19	415
13.		1,92	862,08 P15= 9530,01	480
14.		0,93	462,12 P16= 4363 62	232,5

Tabel 6.3. Perhitungan Tulangan Lentur Balok Anak Daerah Lapangan



As Balok Anak	d (mm)	Mu (Nmm)	Mn (Nmm)	Rn (N/mm)	ρ	As Perlu (mm ²)	Luas Tul.	Tul. yang dipakai	As ada (mm ²)
A - A'	242	1,6237X10 ⁷	2,030X10 ⁷	1,733	0,0050	242	200,96	2Ø16	401,92
A' - A''	242	9,0409 X10 ⁶	11,301 X10 ⁶	0,965	0,0027	333,45	200,96	2Ø16	401,92
B - B'	246	7,6735 X10 ⁶	9,592 X10 ⁶	0,794	0,0022	191,88	113,04	2Ø12	226,08
C - C'	246	4,4775 X10 ⁶	5,597 X10 ⁶	0,462	0,0013	191,88	113,04	2Ø12	226,08
D - D'	242	2,0869 X10 ⁷	2,609 X10 ⁷	2,227	0,0065	314,60	200,96	2Ø16	401,92
E - E'	242	1,6917 X10 ⁷	2,115 X10 ⁷	1,806	0,0053	256,52	200,96	2Ø16	401,92
E' - E''	246	4,6984 X10 ⁶	5,873 X10 ⁶	0,485	0,0014	191,88	113,04	2Ø12	226,08
F - F'	242	8,8639 X10 ⁶	11,080 X10 ⁶	0,946	0,0027	191,88	200,96	2Ø16	401,92
G - G'	246	1,2638 X10 ⁷	1,580 X10 ⁷	1,305	0,0037	191,88	113,04	2Ø12	226,08
G' - G''	246	4,7426 X10 ⁶	5,928 X10 ⁶	0,490	0,0014	191,88	113,04	2Ø12	226,08
H - H'	242	1,0479 X10 ⁷	1,31 X10 ⁷	1,118	0,0032	333,45	200,96	2Ø16	401,92
H' - H''	246	4,00 X10 ⁶	5,00 X10 ⁶	0,413	0,0012	191,88	113,04	2Ø12	226,08
I - I'	246	6,8036 X10 ⁶	8,505 X10 ⁶	0,703	0,002	191,88	113,04	2Ø12	226,08
J - J'	246	3,7868 X10 ⁶	4,734 X10 ⁶	0,391	0,0011	191,88	113,04	2Ø12	226,08

Tabel 6.4. Perhitungan Tulangan Lentur Balok Anak Daerah Tumpuan

As Balok Anak	d (mm)	Mu (Nmm)	Mn (Nmm)	Rn (N/mm)	ρ	As Perlu (mm ²)	Luas Tul.	Tul. yang dipakai	As ada (mm ²)
A - A'	242	3,2447 X10 ⁷	4,06 X10 ⁷	3,466	0,0106	513,04	200,96	3Ø16	803,84
A' - A''	242	1,8082 X10 ⁷	2,26 X10 ⁶	1,93	0,0056	271,04	200,96	2Ø16	401,16
B - B'	246	1,5347 X10 ⁷	1,918 X10 ⁷	1,585	0,0046	226,32	113,04	3Ø12	339,12
C - C'	246	8,9544 X10 ⁶	11,193 X10 ⁶	0,925	0,0026	191,88	113,04	2Ø12	226,08
D - D'	242	4,1738 X10 ⁷	5,217 X10 ⁷	4,454	0,0140	677,6	200,96	4Ø16	803,84
E - E'	242	3,3834 X10 ⁷	4,229 X10 ⁷	3,611	0,0111	537,24	200,96	3Ø16	803,84
E' - E''	246	9,3968 X10 ⁶	11,746 X10 ⁶	0,970	0,0028	191,88	113,04	2Ø12	226,08



F – F'	242	1,7728 X10 ⁷	2,216X10 ⁷	1,892	0,0055	266,2	200,96	2Ø16	401,16
G – G'	246	2,5276 X10 ⁷	3,159 X10 ⁷	2,61	0,0077	378,84	113,04	4Ø12	452,16
G' -G''	246	9,4853 X10 ⁶	11,857 X10 ⁶	0,980	0,0028	191,88	113,04	2Ø12	226,08
H-H'	242	3,1767 X10 ⁷	3,971 X10 ⁷	3,390	0,0103	498,52	200,96	3Ø16	803,84
H' -H''	246	9,0909 X10 ⁶	11,364 X10 ⁶	0,939	0,0027	191,88	113,04	2Ø12	226,08
I-I'	246	1,3607 X10 ⁷	1,701 X10 ⁶	1,405	0,0040	196,8	113,04	2Ø12	226,08
J-J'	246	7,5737 X10 ⁶	9,467 X10 ⁶	0,782	0,0022	191,88	113,04	2Ø12	226,08

Tabel 6.5. Perhitungan Tulangan Geser Balok Anak

As Balok Anak	d (mm)	Vu (N)	Vc (N)	Ø Vc (N)	3 Ø Vc (N)	Tul. yg dipakai
A - A'	255	48711,8	42500	25500	76500	Ø10-150 mm
A' – A''	255	27122,7	42500	25500	76500	Ø10-150 mm
B – B'	256	30694,2	42666,67	25600	76800	Ø8-150 mm
C – C'	256	26863,1	42666,67	25600	76800	Ø8-150 mm
D – D'	255	62607,5	42500	25500	76500	Ø10-150 mm
E – E'	255	50751,2	42500	25500	76500	Ø10-150 mm
E' – E''	256	28190,3	42666,67	25600	76800	Ø8-150 mm
F – F'	255	26591,8	42500	25500	76500	Ø10-150 mm
G – G'	256	37913,7	42666,67	25600	76800	Ø8-150 mm
G' – G''	256	28455,8	42666,67	25600	76800	Ø8-150 mm
H – H'	255	47650,1	42500	25500	76500	Ø10-150 mm
H' – H''	256	21818,1	42666,67	25600	76800	Ø8-150 mm



Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Gedung Laboratorium

I – I'	256	28397,7	42666,67	25600	76800	Ø8-150 mm
J – J'	256	15805,9	42666,67	25600	76800	Ø8-150 mm

Keterangan :

b (mm) : 200 mm

h (mm) : 300 mm

$f'c$ (Mpa) : 25 Mpa

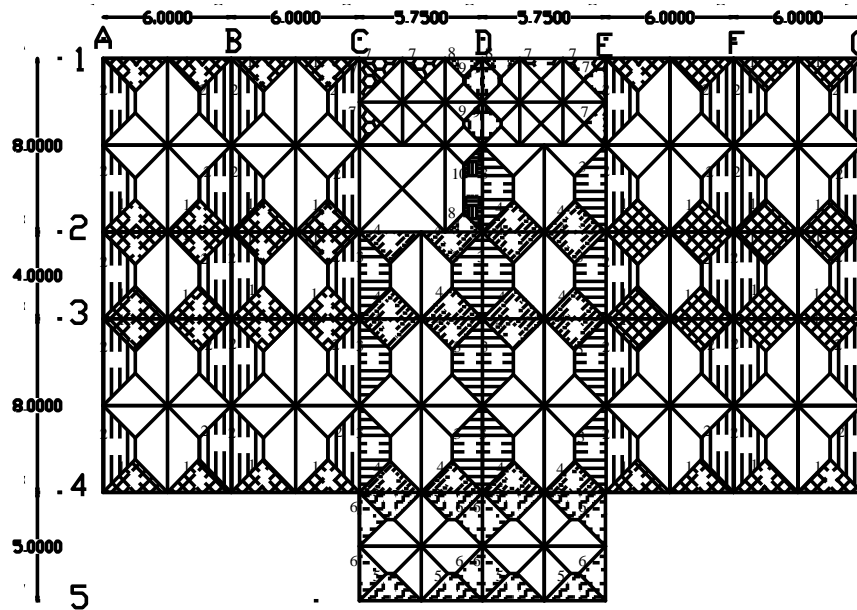
f_y (Mpa) : 360 Mpa

$f_y's$ (Mpa) : 240 Mpa



BAB 7

PERENCANAAN PORTAL



Gambar 7.1. Denah Portal

7.1. Perencanaan Portal

7.1.1. Dasar perencanaan

Secara umum data yang digunakan untuk perhitungan rencana portal adalah sebagai berikut :

- Bentuk rangka portal : Seperti tergambar
- Model perhitungan : SAP 2000 (3D)
- Perencanaan dimensi rangka : $b \text{ (mm)} \times h \text{ (mm)}$
Dimensi kolom : $400 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$



Dimensi sloof memanjang	: 200 mm × 400 mm
Dimensi sloof melintang	: 300 mm × 400 mm
Dimensi balok memanjang	: 300 mm × 600 mm
Dimensi balok melintang	: 400 mm × 800 mm
Dimensi ring balk	: 200 mm × 400 mm
d. Kedalaman pondasi	: 1,5 m
e. Mutu beton	: K300U36

7.1.2. Perencanaan pembebanan

Dalam perhitungan portal, berat sendiri balok dimasukkan dalam perhitungan (input) SAP 2000, sedangkan beberapa pembebanan yang lain adalah sebagai berikut :

➤ Plat Lantai

Berat plat sendiri	= 0,12 × 2400 × 1	= 288 kg/m ²
Berat keramik (1 cm)	= 0,01 × 2400 × 1	= 24 kg/m ²
Berat Spesi (2 cm)	= 0,02 × 2100 × 1	= 42 kg/m ²
Berat plafond + instalasi listrik		= 18 kg/m ²
Berat Pasir (2 cm)	= 0,02 × 1600 × 1	= 32 kg/m ²
	qD	= 428 kg/m²

➤ Dinding

Berat sendiri dinding : $0,15 (4 - 0,4) \times 1700 = 918 \text{ kg/m}$

➤ Atap

Kuda kuda utama	= 9953,70 kg (SAP 2000)
Kuda kuda trapesium	= 24232,95 kg (SAP 2000)
Jurai	= 3158,87 kg (SAP 2000)
Setengah Kuda-kuda	= 3277,52 kg (SAP 2000)

7.1.3. Perhitungan luas equivalen untuk plat lantai

Luas equivalen segitiga : $\frac{1}{3} \cdot Lx$



$$\text{Luas equivalen trapesium} : \frac{1}{6} \cdot L_x \cdot \left(3 - 4 \left(\frac{L_x}{2 \cdot L_y} \right)^2 \right)$$

Tabel 7.1. Hitungan Lebar Equivalen

No.	Ukuran Plat (mm)	Lx (m)	Ly (m)	leq (segitiga)	leq (trapesium)
1	150 × 300	1,50	3,00	0,5	-
2	150 × 400	1,50	4,00	-	0,71
3	143,75 × 400	1,4375	4,00	-	0,69
4	143,75 × 287,5	1,4375	2,875	0,48	-
5	125 × 287,5	1,25	2,875	-	0,59
6	125 × 250	1,25	2,50	0,42	-
7	100 × 200	1,00	2,00	0,33	-
8	87,5 × 175	0,875	1,75	0,29	-
9	87,5 × 200	0,875	2,00	-	0,41
10	87,5 × 400	0,875	4,00	-	0,43

7.2. Perhitungan Pembebanan Portal

7.2.1. Perhitungan Pembebanan Portal Memanjang 30/60

Pada perhitungan pembebanan balok induk, diambil salah satu perencanaan sebagai acuan penulangan portal memanjang. Perencanaan tersebut pada balok induk **As 3 (A – G)**

1. Pembebanan balok element As 3 (A - C)

➤ **Beban Mati (qD)**

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,3 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 345,6 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = (2 \times 1) \cdot 404 = 808 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 \times (4 - 0,4) \cdot 1700 = \underline{918 \text{ kg/m}}$$



$$qD = 2071,6 \quad \text{kg/m}$$

- Beban hidup (qL)

$$qL = (2 \times 1) \cdot 200 = 400 \text{ kg/m}$$

- Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= (1,2 \cdot 2071,6) + (1,6 \cdot 400) \\ &= 3125,92 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

2. Pembebanan balok element As 3 (C - E)

- Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,3 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 345,6 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 \times (4 - 0,4) \cdot 1700 = 918 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = (2 \times 0,96) \cdot 404 = \underline{775,68 \quad \text{kg/m}}$$

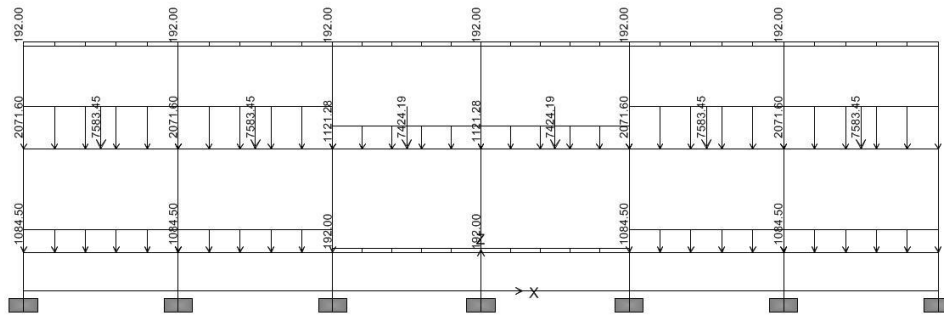
$$qD = 2039,28 \quad \text{kg/m}$$

- Beban hidup (qL)

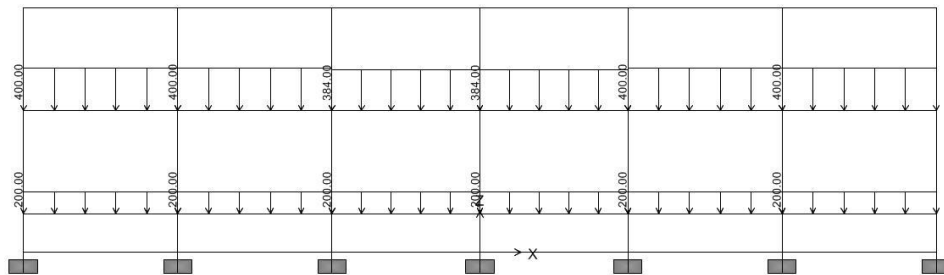
$$qL = (2 \times 0,96) \cdot 200 = 384 \text{ kg/m}$$

- Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= (1,2 \cdot 2039,28) + (1,6 \cdot 384) \\ &= 3061,536 \text{ kg/m} \end{aligned}$$



Gambar 7.2. Beban Mati Portal Memanjang As 3 (A-G)



Gambar 7.3. Beban Hidup Portal Memanjang As 3 (A-G)

Tabel 7.2. Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Portal Memanjang

Balok induk	Pembebanan
-------------	------------



Balok	Bentang	qD			Jumlah	qL	qU
		Plat lantai	Berat dinding	Berat sendiri balok			
1	A - B	404	918	345,6	1667,6	200	2321,12
	B - C	404	918	345,6	1667,6	200	2321,12
	C - D	383,8	918	345,6	1647,4	190	2280,88
	D - E	383,8	918	345,6	1647,4	190	2280,88
	E - F	404	918	345,6	1667,6	200	2321,12
	F - G	404	918	345,6	1667,6	200	2321,12
2	A - B	808	918	345,6	2071,6	400	3125,92
	B - C	808	918	345,6	2071,6	400	3125,92
	C - D	387,84	0	345,6	733,44	192	1187,328
	D - E	775,68	0	345,6	1121,28	384	1959,936
	E - F	808	918	345,6	2071,6	400	3125,92
	F - G	808	918	345,6	2071,6	400	3125,92
3	A - B	808	918	345,6	2071,6	400	3125,92
	B - C	808	918	345,6	2071,6	400	3125,92
	C - D	775,68	0	345,6	1121,28	384	1959,936
	D - E	775,68	0	345,6	1121,28	384	1959,936
	E - F	808	918	345,6	2071,6	400	3125,92
	F - G	808	918	345,6	2071,6	400	3125,92
4	A - B	404	918	345,6	1667,6	200	2321,12
	B - C	404	918	345,6	1667,6	200	2321,12
	C - D	864,56	918	345,6	2128,16	192	2860,992
	D - E	864,56	918	345,6	2128,16	192	2860,992
	E - F	404	918	345,6	1667,6	200	2321,12
	F - G	404	918	345,6	1667,6	200	2321,12
5	C - D	476,72	0	345,6	822,32	0	986,784
	D - E	476,72	0	345,6	822,32	0	986,784

7.2.2. Perhitungan Pembebanan Portal Melintang 40/80



Pada perhitungan pembebanan balok induk, diambil salah satu perencanaan sebagai acuan penulangan portal memanjang. Perencanaan tersebut pada balok induk **As D (1 – 5)**.

1. Pembebanan balok element As D (1 – 2)

- Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,4 \cdot (0,8 - 0,12) \cdot 2400 = 652,8 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = ((2 \times 0,82) + 0,69 + 0,43) \cdot 404 = \underline{1115,04 \text{ kg/m}}$$

$$\mathbf{qD = 1767,84 \text{ kg/m}}$$

- Beban hidup (qL)

$$qL = ((2 \times 0,82) + 0,69 + 0,43) \cdot 200 = 552 \text{ kg/m}$$

- Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= (1,2 \cdot 1767,84) + (1,6 \cdot 552) \\ &= 3004,61 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

2. Pembebanan balok element As D (2 – 3)

- Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,3 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 652,8 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = (2 \times 0,69) \cdot 404 = \underline{557,52 \text{ kg/m}}$$

$$qD = 1210,32 \text{ kg/m}$$

- Beban hidup (qL)

$$qL = (2 \times 0,69) \cdot 200 = 276 \text{ kg/m}$$

- Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= (1,2 \cdot 1210,32) + (1,6 \cdot 276) \\ &= 1893,98 \text{ kg/m} \end{aligned}$$



3. Pembebanan balok induk element As D (3 – 4)

➤ Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,4 \cdot (0,8 - 0,12) \cdot 2400 = 652,8 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = (2 \times 1,38) \cdot 404 = \underline{1115,04 \text{ kg/m}}$$

$$qD = 1767,84 \text{ kg/m}$$

➤ Beban hidup (qL)

$$qL = (2 \times 1,38) \cdot 200 = 552 \text{ kg/m}$$

➤ Beban berfaktor (qU)

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

$$= (1,2 \cdot 1767,84) + (1,6 \cdot 552)$$

$$= 3004,61 \text{ kg/m}$$

4. Pembebanan balok induk element As D (4 – 5)

➤ Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,4 \cdot (0,8 - 0,12) \cdot 2400 = 652,8 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = (2 \times 0,84) \cdot 404 = \underline{678,72 \text{ kg/m}}$$

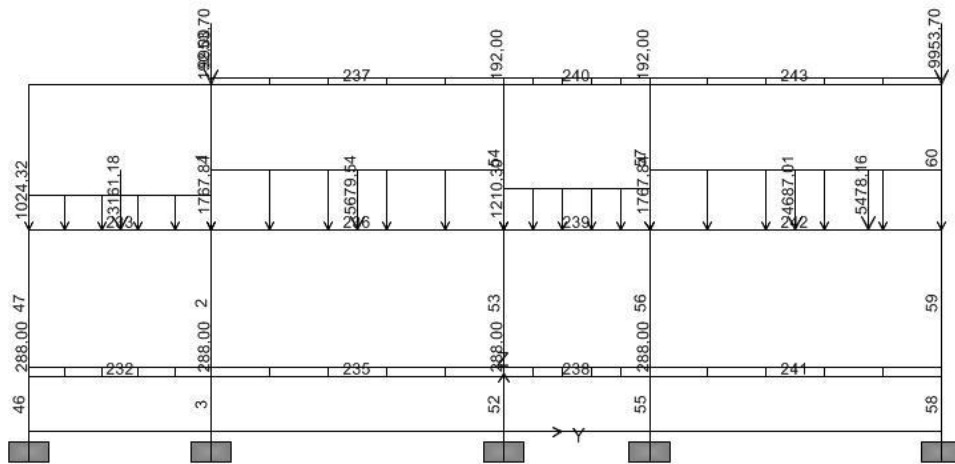
$$qD = 1331,52 \text{ kg/m}$$

➤ Beban berfaktor (qU)

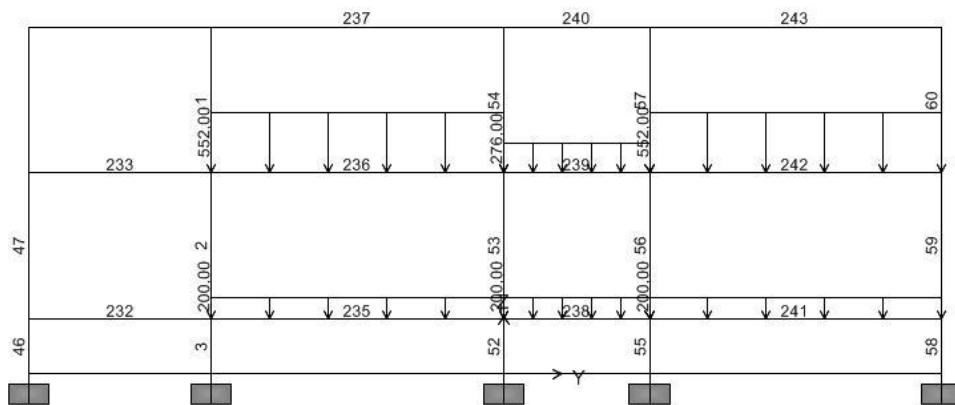
$$qU = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 1331,52) + (1,6 \cdot 0)$$

$$= 1597,82 \text{ kg/m}$$



Gambar 7.4. Beban Mati Portal Melintang As D (1-5)



Gambar 7.5. Beban Hidup Portal Melintang As D (1-5)



Tabel 7.3. Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Portal Melintang

Balok induk		Pembebanan					
Balok	Bentang	qD			Jumlah	qL	qU
		Plat lantai	Berat dinding	Berat sendiri balok			
A	1 – 2	573,68	918	652,8	2144,48	284	3027,78
	2 - 3	286,84	918	652,8	1857,64	142	2456,37
	3 - 4	573,68	918	652,8	2144,48	284	3027,78
B	1 – 2	1147,36	918	652,8	2718,16	576	4183,39
	2 - 3	573,68	0	652,8	1226,48	284	1926,18
	3 - 4	1147,36	918	652,8	2718,16	576	4183,39
C	1 – 2	840,32	918	652,8	2411,12	416	3558,94
	2 - 3	565,6	0	652,8	1218,4	280	1910,08
	3 - 4	1131,2	918	652,8	2702	560	4138,4
	4 - 5	339,36	0	652,8	992,16	0	1190,59
D	1 – 2	1115,04	0	652,8	1767,84	552	3004,61
	2 - 3	557,5	0	652,8	1210,3	276	1893,96
	3 - 4	1115,04	0	652,8	1767,84	552	3004,61
	4 - 5	678,72	0	652,8	1331,52	0	1597,82
E	1 – 2	1119,08	918	652,8	2689,88	554	4114,26
	2 - 3	565,6	0	652,8	1218,4	280	1910,08
	3 - 4	1131,2	918	652,8	2702	560	4138,4
	4 - 5	339,36	0	652,8	992,16	0	1190,59
F	1 – 2	1147,36	0	652,8	1800,16	576	3081,79
	2 - 3	573,68	0	652,8	1226,48	284	1926,18
	3 - 4	1147,36	0	652,8	1800,16	576	3081,79
G	1 – 2	573,68	918	652,8	2144,48	284	3027,78
	2 - 3	286,84	918	652,8	1857,64	142	2456,37
	3 - 4	573,68	918	652,8	2144,48	284	3027,78

7.2.3. Perhitungan Pembebanan Rink Balk 20/40

Beban rink balk

Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri balok} &= 0,2 \cdot 0,4 \cdot 2400 \\ &= 192 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban berfaktor (qU)

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



$$= 1,2 \cdot 192 + 1,6 \cdot 0$$
$$= 230,4 \text{ kg/m}$$

7.2.4. Perhitungan Pembebanan Sloof Memanjang 20/40

Pada perhitungan pembebanan balok induk, diambil salah satu perencanaan sebagai acuan penulangan portal memanjang. Perencanaan tersebut pada balok induk **As 3 (A – G)**

1. Pembebanan balok element As 3 (A - C)

➤ **Beban Mati (qD)**

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,2 \cdot 0,4 \cdot 2400 = 192 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 \times (4 - 0,6) \cdot 1700 = \underline{867 \text{ kg/m}}$$

$$\mathbf{qD = 1059 \text{ kg/m}}$$

➤ **Beban hidup (qL)**

$$qL = 200 \text{ kg/m}$$

➤ **Beban berfaktor (qU)**

$$qU = 1,2 qD + 1,6 qL$$
$$= (1,2 \cdot 1059) + (1,6 \cdot 200)$$
$$= 1590,8 \text{ kg/m}$$

2. Pembebanan balok element As 3 (D - E)

➤ **Beban Mati (qD)**

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,2 \cdot 0,4 \cdot 2400 = \underline{192 \text{ kg/m}}$$

$$\mathbf{qD = 192 \text{ kg/m}}$$

➤ **Beban hidup (qL)**

$$qL = 200 \text{ kg/m}$$

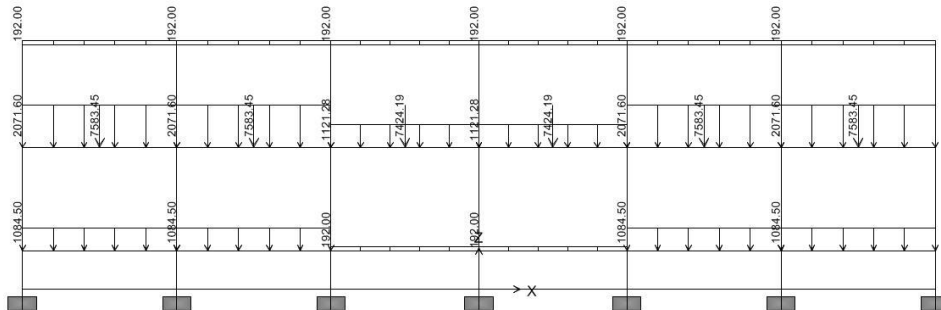
➤ **Beban berfaktor (qU)**

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

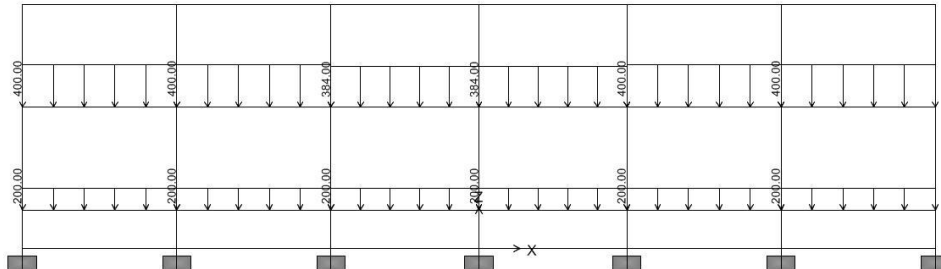


$$= (1,2 \cdot 192) + (1,6 \cdot 200)$$

$$= 550,4 \text{ kg/m}$$



Gambar 7.6. Beban Mati Portal Memanjang As 3 (A-G)



Gambar 7.7. Beban Hidup Portal Memanjang As 3 (A-G)

Tabel 7.4. Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Sloof Memanjang

Balok sloof		Pembebanan				
Sloof	Bentang	qD		Jumlah	qL	qU
		Berat dinding	Berat sendiri balok			
1	A - B	867	192	1059	200	1590,8
	B - C	867	192	1059	200	1590,8
	C - D	867	192	1059	200	1590,8



	D - E	867	192	1059	200	1590,8
	E - F	867	192	1059	200	1590,8
	F - G	867	192	1059	200	1590,8
2	A - B	867	192	1059	200	1590,8
	B - C	867	192	1059	200	1590,8
	C - D	0	192	192	200	550,4
	D - E	0	192	192	200	550,4
	E - F	867	192	1059	200	1590,8
	F - G	867	192	1059	200	1590,8
3	A - B	867	192	1059	200	1590,8
	B - C	867	192	1059	200	1590,8
	C - D	0	192	192	200	550,4
	D - E	0	192	192	200	550,4
	E - F	867	192	1059	200	1590,8
	F - G	867	192	1059	200	1590,8
4	A - B	867	192	1059	200	1590,8
	B - C	867	192	1059	200	1590,8
	C - D	867	192	1059	200	1590,8
	D - E	867	192	1059	200	1590,8
	E - F	867	192	1059	200	1590,8
	F - G	867	192	1059	200	1590,8
5	C - D	0	192	192	0	230,4
	D - E	0	192	192	0	230,4

7.2.5 Perhitungan Pembebanan Sloof Melintang 30/40

Pada perhitungan pembebanan balok induk, diambil salah satu perencanaan sebagai acuan penulangan portal memanjang. Perencanaan tersebut pada balok induk As A (1 – 4).

1. Pembebanan balok element As A (1 – 4)

➤ Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,3 \cdot 0,4 \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m}$$



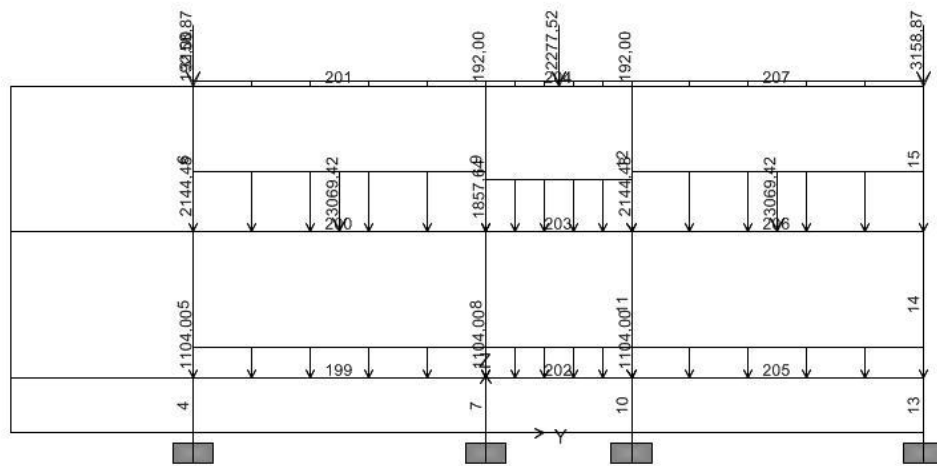
$$\begin{aligned} \text{Berat dinding} &= 0,15 \times (4 - 0,8) \cdot 1700 = \underline{816 \text{ kg/m}} \\ \mathbf{qD} &= \mathbf{1104 \text{ kg/m}} \end{aligned}$$

➤ Beban hidup (qL)

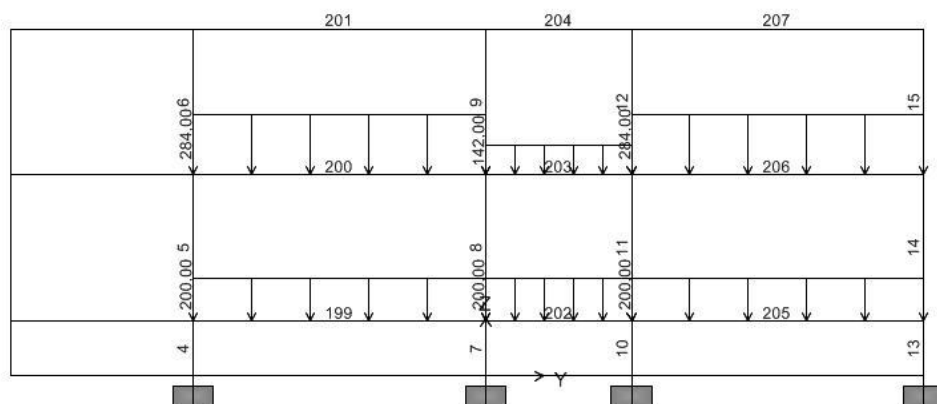
$$qL = 200 \text{ kg/m}$$

➤ Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= (1,2 \cdot 1104) + (1,6 \cdot 200) \\ &= 1644,8 \text{ kg/m} \end{aligned}$$



Gambar 7.8. Beban Mati Portal Melintang As A (1-4)





Gambar 7.9. Beban Hidup Portal Melintang As A (1-4)

Tabel 7.5. Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Sloof Melintang

Balok induk		Pembebanan				
Balok	Bentang	qD		Jumlah	qL	qU
		Berat dinding	Berat sendiri balok			
A	1 - 2	816	288	1104	200	1644,8
	2 - 3	816	288	1104	200	1644,8
	3 - 4	816	288	1104	200	1644,8
B	1 - 2	816	288	1104	200	1644,8
	2 - 3	0	288	1104	200	1644,8
	3 - 4	816	288	1104	200	1644,8
C	1 - 2	816	288	1104	200	1644,8
	2 - 3	0	288	288	200	665,6
	3 - 4	816	288	1104	200	1644,8
	4 - 5	0	288	288	0	345,6
D	1 - 2	0	288	288	200	665,6
	2 - 3	0	288	288	200	665,6
	3 - 4	0	288	288	200	665,6
	4 - 5	0	288	288	0	345,6
E	1 - 2	816	288	1104	200	1644,8
	2 - 3	0	288	288	200	665,6
	3 - 4	816	288	1104	200	1644,8
	4 - 5	0	288	288	0	345,6
F	1 - 2	0	288	288	200	665,6
	2 - 3	0	288	288	200	665,6
	3 - 4	0	288	288	200	665,6
G	1 - 2	816	288	1104	200	1644,8
	2 - 3	816	288	1104	200	1644,8
	3 - 4	816	288	1104	200	1644,8

7.3. Penulangan Portal

7.3.1. Penulangan Portal Memanjang 30/60



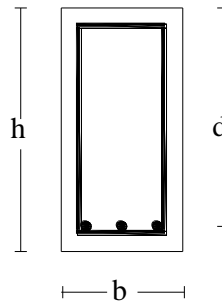
Untuk perhitungan tulangan lentur dan tulangan geser balok, diambil momen terbesar dari perhitungan dengan SAP 2000.

a. Perhitungan Tulangan Lentur

Data perencanaan :

$h = 600 \text{ mm}$	$\emptyset_t = 19 \text{ mm}$
$b = 300 \text{ mm}$	$\emptyset_s = 10 \text{ mm}$
$p = 40 \text{ mm}$	$f_y = 360 \text{ Mpa}$
$f'_c = 25 \text{ MPa}$	

$$\begin{aligned}d &= h - p - \frac{1}{2} \cdot \emptyset_t - \emptyset_s \\ &= 600 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 19 - 10 \\ &= 540,5 \text{ mm}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) & \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{360} 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right) & &= 0,75 \cdot 0,0314 \\ &= 0,0314 & &= 0,0235\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0039$$

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 143 diperoleh :

$$Mu = 14750,6 \text{ kgm} = 14,751 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$



$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{14,751 \cdot 10^7}{0,8} = 18,439 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{18,439 \cdot 10^7}{300 \cdot 540,5^2} = 2,104$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,94$$

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

$$= \frac{1}{16,94} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,94 \cdot 2,104}{360}} \right)$$

$$= 0,0062$$

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

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

Digunakan $\rho = 0,0062$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0062 \cdot 300 \cdot 540,5$$

$$= 1005,33 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 19

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 19^2} = \frac{1005,33}{283,385} = 3,548 \approx 4 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 4 \times 283,385 = 1133,54 \text{ mm}^2$$

$A_s' > A_s$aman (Ok !)

$$a = \frac{A_s' \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{1133,54 \cdot 360}{0,85 \cdot 25 \cdot 300} = 64,012$$

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

$$= 1133,54 \cdot 360 (540,5 - 64,012/2)$$

$$= 20,75 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

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

Jadi dipakai tulangan 4 D 19 mm

Daerah Tumpuan



Dari Perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 176 diperoleh :

$$M_u = 20470,88 \text{ kgm} = 20,471 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{20,471 \cdot 10^7}{0,8} = 25,589 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{25,589 \cdot 10^7}{300 \cdot 540,5^2} = 2,92$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,94$$

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

$$= \frac{1}{16,94} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,94 \cdot 2,92}{360}} \right)$$

$$= 0,0088$$

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

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

Digunakan $\rho = 0,0088$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0088 \cdot 300 \cdot 540,5$$

$$= 1426,92 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 19

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 19^2} = \frac{1426,92}{283,385} = 5,03 \approx 6 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 6 \times 283,385 = 1700,31 \text{ mm}^2$$

$A_s' > A_s$aman!!

$$a = \frac{A_s' \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{1700,31 \cdot 360}{0,85 \cdot 25 \cdot 300} = 96,018$$

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

$$= 1700,31 \cdot 360 (540,5 - 96,018/2)$$

$$= 30,146 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

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

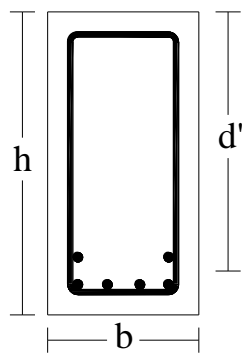


Jadi dipakai tulangan 6 D 19 mm

$$\begin{aligned}\text{Cek jarak} &= \frac{b - 2p - 2\phi_s - \phi_t}{(n - 1)} \\ &= \frac{300 - 2.40 - 2.10 - 6.19}{(6 - 1)} \\ &= 17,2 \text{ mm}\end{aligned}$$

Karena cek jarak menghasilkan < 25 mm, sehingga menggunakan tulangan dua lapis, dan dipakai d' .

$$\begin{aligned}d' &= h - p - \phi_s - \phi_t - \frac{1}{2} \cdot \text{spasi tulangan} \\ &= 800 - 40 - 10 - 19 - \frac{1}{2} \cdot 30 \\ &= 716 \text{ mm}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}Mn \text{ ada} &= A_s' \cdot f_y (d' - a/2) \\ &= 1700,31 \cdot 360 (716 - 96,018/2) \\ &= 40,889 \cdot 10^7 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

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

Jadi dipakai tulangan 6 D 19 mm

b. Perhitungan Tulangan Geser

Dari perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 161 Diperoleh :

$$\begin{aligned}V_u &= 17148,35 \text{ kg} = 171483,5 \text{ N} \\ f'_c &= 25 \text{ Mpa} \\ f_y &= 240 \text{ Mpa} \\ d &= h - p - \frac{1}{2} \phi \\ &= 600 - 40 - \frac{1}{2} (10)\end{aligned}$$



$$= 555 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 300 \cdot 555 \\ &= 138750 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,6 \cdot 138750 \text{ N} \\ &= 83250 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 \phi V_c &= 3 \cdot 83250 \\ &= 249750 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\phi V_c < V_u$$

$$V_u < 3 \phi V_c$$

$$83250 \text{ N} < 171483,5 \text{ N}$$

$$171483,5 \text{ N} < 249750$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\begin{aligned} \phi V_s &= V_u - \phi V_c \\ &= 171483,5 - 83250 \\ &= 88233,5 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{88233,5}{0,6} = 147055,833 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (10)^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 100 = 157 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{157 \cdot 240 \cdot 555}{147055,833} = 142,20 \text{ mm} \approx 140 \text{ mm}$$

$$s \text{ max} = h/2 = \frac{600}{2} = 300 \text{ mm} < 600 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\phi 10 - 140 \text{ mm}$

Tabel 7.6. Penulangan Balok Portal Memanjang Dimensi 30/60

Balok Bentang	Memanjang	
Potongan	Tumpuan	Lapangan



BALOK I		
Tulangan Pokok	6 D 19 mm	4 D 19 mm
Sengkang	Ø 10 – 140 mm	Ø 10 – 200 mm

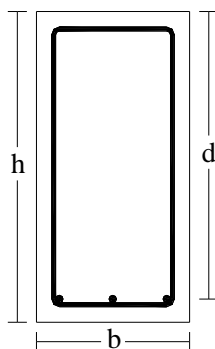
7.3.2 Penulangan Portal Melintang 40/80

Untuk perhitungan tulangan lentur dan tulangan geser balok, diambil momen terbesar dari perhitungan dengan SAP 2000.

a. Perhitungan Tulangan Lentur

Data perencanaan :

$$\begin{aligned} h &= 800 \text{ mm} & \quad \quad \quad \varnothing_t &= 19 \text{ mm} \\ b &= 400 \text{ mm} & \quad \quad \quad \varnothing_s &= 10 \text{ mm} \\ p &= 40 \text{ mm} & \quad \quad \quad f_y &= 360 \text{ Mpa} \\ f'_c &= 25 \text{ MPa} \\ d &= h - p - \frac{1}{2} \cdot \varnothing_t - \varnothing_s \\ &= 800 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 19 - 10 \\ &= 740,5 \text{ mm} \end{aligned}$$



$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \quad \rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$$



$$= \frac{0,85 \cdot 25}{360} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right) = 0,75 \cdot 0,0314$$

$$= 0,0314 = 0,0235$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0039$$

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 254 diperoleh :

$$M_u = 38092,8 \text{ kgm} = 38,093 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{38,093 \cdot 10^7}{0,8} = 47,616 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{47,616 \cdot 10^7}{400 \cdot 740,5^2} = 2,171$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,94$$

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

$$= \frac{1}{16,94} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,94 \cdot 2,171}{360}} \right)$$

$$= 0,00637$$

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

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

Digunakan $\rho = 0,00637$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,00637 \cdot 400 \cdot 740,5$$

$$= 1886,794 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 19

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 19^2} = \frac{1886,794}{283,385} = 6,66 \approx 7 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 7 \times 283,385 = 1983,695 \text{ mm}^2$$



$As' > As$aman (Ok !)

$$a = \frac{As' \cdot fy}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{1983,695 \cdot 360}{0,85 \cdot 25 \cdot 400} = 84,015$$

$$\begin{aligned} Mn \text{ ada} &= As' \cdot fy (d - a/2) \\ &= 1983,695 \cdot 360 (740,5 - 84,015/2) \\ &= 49,881 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

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

Jadi dipakai tulangan 7 D 19 mm

$$\begin{aligned} \text{Cek jarak} &= \frac{b - 2p - 2\phi_s - \phi_t}{(n - 1)} \\ &= \frac{400 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 10 - 7 \cdot 19}{(7 - 1)} \\ &= 27,83 \text{ mm} \end{aligned}$$

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 254 diperoleh :

$$Mu = 37369,33 \text{ kgm} = 37,369 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{37,369 \cdot 10^7}{0,8} = 46,711 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{46,711 \cdot 10^7}{400 \cdot 740,5^2} = 2,13$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,94$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{16,94} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,94 \cdot 2,13}{360}} \right) \\ &= 0,0062 \end{aligned}$$

$\rho > \rho_{\min}$

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



Digunakan $\rho = 0,0062$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0062 \cdot 400 \cdot 740,5 \\ &= 1836,44 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 19

$$n = \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 19^2} = \frac{1836,44}{283,385} = 6,48 \approx 7 \text{ tulangan}$$

$$\text{As}' = 7 \times 283,385 = 1983,695 \text{ mm}^2$$

$\text{As}' > \text{As}$aman (Ok !)

$$a = \frac{\text{As}' \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{1983,695 \cdot 360}{0,85 \cdot 25 \cdot 400} = 84,015$$

$$\begin{aligned} \text{Mn ada} &= \text{As}' \cdot f_y (d - a/2) \\ &= 1983,695 \cdot 360 (740,5 - 84,015/2) \\ &= 49,881 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

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

Jadi dipakai tulangan 7 D 19 mm

$$\begin{aligned} \text{Cek jarak} &= \frac{b - 2p - 2\phi_s - \phi_t}{(n - 1)} \\ &= \frac{400 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 10 - 7 \cdot 19}{(7 - 1)} \\ &= 27,83 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Perhitungan Tulangan Geser

Dari perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 254 Diperoleh :

$$V_u = 29743,29 \text{ kg} = 297432,9 \text{ N}$$

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

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

$$\begin{aligned} d &= h - p - \frac{1}{2} \phi \\ &= 800 - 40 - \frac{1}{2} (10) \\ &= 755 \text{ mm} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 400 \cdot 755 \\ &= 251666,667 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,6 \cdot 251666,667 \text{ N} \\ &= 151000 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 \phi V_c &= 3 \cdot 151000 \\ &= 453000 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_u > \phi V_c$$

$$< 3 \phi V_c$$

$$297432,9 \text{ N} > 151000 \text{ N}$$

$$< 453000 \text{ N}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\begin{aligned} \phi V_s &= V_u - \phi V_c \\ &= 297432,9 - 151000 \\ &= 146432,9 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{146432,9}{0,6} = 244054,833 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (10)^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 100 = 157 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

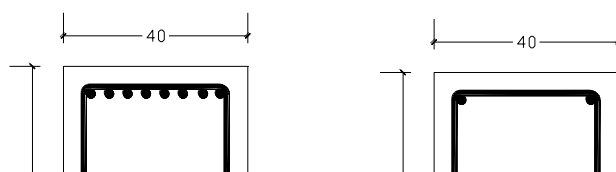
$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{157 \cdot 240 \cdot 755}{244054,833} = 116,56 \text{ mm} \approx 110 \text{ mm}$$

$$s \text{ max} = h/2 = \frac{600}{2} = 300 \text{ mm} < 600 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan ϕ 10 – 110 mm

Tabel 7.7. Penulangan Balok Portal Melintang Dimensi 40/80

Balok Bentang	Melintang
---------------	-----------





Potongan	Tumpuan	Lapangan
BALOK I		
Tulangan Pokok	7 D 19 mm	7 D 19 mm
Sengkang	Ø 10 – 110 mm	Ø 10 – 200 mm

7.3.2. Penulangan Portal Melintang 30/60

Untuk perhitungan tulangan lentur dan tulangan geser balok, diambil momen terbesar dari perhitungan dengan SAP 2000.

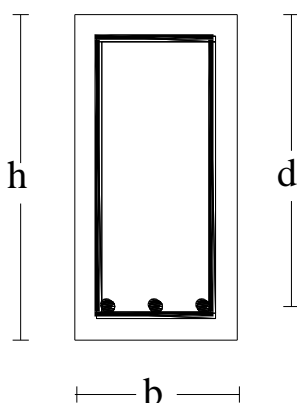
c. Perhitungan Tulangan Lentur

Data perencanaan :

$$\begin{aligned} h &= 600 \text{ mm} & \varnothing_t &= 19 \text{ mm} \\ b &= 300 \text{ mm} & \varnothing_s &= 10 \text{ mm} \\ p &= 40 \text{ mm} & f_y &= 360 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} d &= h - p - \frac{1}{2} \cdot \varnothing_t - \varnothing_s \\ &= 600 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 19 - 10 \\ &= 540,5 \text{ mm} \end{aligned}$$





$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) & \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{360} 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right) & &= 0,75 \cdot 0,0314 \\ &= 0,0314 & &= 0,0235 \\ \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0039\end{aligned}$$

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 233 diperoleh :

$$M_u = 2595,02 \text{ kgm} = 2,595 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,595 \cdot 10^7}{0,8} = 3,244 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,244 \cdot 10^7}{300 \cdot 540,5^2} = 0,37$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,94$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,94} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,94 \cdot 0,37}{360}} \right) \\ &= 0,0010\end{aligned}$$

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

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

Digunakan $\rho_{\min} = 0,0039$

$$\begin{aligned}\text{As perlu} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0039 \cdot 300 \cdot 540,5\end{aligned}$$



$$= 632,385 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 19

$$n = \frac{As \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 19^2} = \frac{632,285}{283,385} = 2,23 \approx 3 \text{ tulangan}$$

$$As' = 3 \times 283,385 = 850,155 \text{ mm}^2$$

$As' > As$aman (Ok !)

$$a = \frac{As' \cdot fy}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{850,155 \cdot 360}{0,85 \cdot 25 \cdot 300} = 48,009$$

$$\begin{aligned} Mn \text{ ada} &= As' \cdot fy \cdot (d - a/2) \\ &= 850,155 \cdot 360 \cdot (540,5 - 48,009/2) \\ &= 15,808 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

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

Jadi dipakai tulangan 3 D 19 mm

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 233 diperoleh :

$$Mu = 16620,81 \text{ kgm} = 16,621 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{16,621 \cdot 10^7}{0,8} = 20,765 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{20,765 \cdot 10^7}{300 \cdot 540,5^2} = 2,369$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,94$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{16,94} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,94 \cdot 2,369}{360}} \right) \\ &= 0,0069 \end{aligned}$$

$\rho > \rho_{\min}$

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

Digunakan $\rho = 0,0069$



$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0069 \cdot 300 \cdot 540,5 \\ &= 1118,84 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 19

$$n = \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 19^2} = \frac{1118,84}{283,385} = 3,95 \approx 4 \text{ tulangan}$$

$$\text{As}' = 4 \times 283,385 = 1133,54 \text{ mm}^2$$

$\text{As}' > \text{As}$aman (Ok !)

$$a = \frac{\text{As}' \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{1133,54 \cdot 360}{0,85 \cdot 25 \cdot 300} = 64,01$$

$$\begin{aligned} \text{Mn ada} &= \text{As}' \cdot f_y (d - a/2) \\ &= 1133,54 \cdot 360 (540,5 - 64,01/2) \\ &= 705,916 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

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

Jadi dipakai tulangan 4 D 19 mm

d. Perhitungan Tulangan Geser

Dari perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 233 diperoleh :

$$V_u = 10265,28 \text{ kg} = 102652,8 \text{ N}$$

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

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

$$\begin{aligned} d &= h - p - \frac{1}{2} \emptyset \\ &= 600 - 40 - \frac{1}{2} (10) \\ &= 555 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 300 \cdot 555 \\ &= 138750 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset V_c &= 0,6 \cdot 138750 \text{ N} \\ &= 83250 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 \emptyset V_c &= 3 \cdot 83250 \\ &= 249750 \text{ N} \end{aligned}$$



$$V_u > \phi V_c$$

$$< 3 \phi V_c$$

$$102652,8 \text{ N} > 83250 \text{ N}$$

$$< 249750 \text{ N}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\begin{aligned} \phi V_s &= V_u - \phi V_c \\ &= 102652,8 - 83250 \\ &= 19402,8 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{19402,8}{0,6} = 32338 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (10)^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 100 = 157 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{157 \cdot 240 \cdot 555}{32338} = 646,68 \text{ mm} \approx 600 \text{ mm}$$

$$s \text{ max} = d/2 = \frac{600}{2} = 250 \text{ mm} < 600 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\phi 10 - 250 \text{ mm}$

Tabel 7.6. Penulangan Balok Portal Melintang Dimensi 30/60

Balok Bentang	Melintang	
Potongan	Tumpuan	Lapangan
BALOK I		
Tulangan Pokok	4 D 19 mm	4 D 19 mm
Sengkang	$\phi 10 - 250 \text{ mm}$	$\phi 10 - 300 \text{ mm}$



7.4. Penulangan Kolom

a. Perhitungan Tulangan Lentur

Untuk contoh perhitungan tulangan lentur kolom diambil momen terbesar dari perhitungan SAP 2000 pada batang no. 28.

Data perencanaan :

$$\begin{aligned} b &= 400 \text{ mm} & \text{\textcircled{O}} \text{ tulangan} &= 19 \text{ mm} \\ h &= 400 \text{ mm} & \text{\textcircled{O}} \text{ sengkang} &= 10 \text{ mm} \\ f'c &= 25 \text{ MPa} & s \text{ (tebal selimut)} &= 40 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$P_u = 103021,44 \text{ kg} = 1030214,4 \text{ N}$$

$$M_u = 81,38 \text{ kgm} = 8,138 \cdot 10^5 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{8,138 \cdot 10^5}{0,8} = 10,173 \cdot 10^5 \text{ Nmm}$$

$$P_{n\text{perlu}} = \frac{P_u}{\phi} = \frac{1030214,4}{0,65} = 1584945,231 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} d &= h - s - \frac{1}{2} \text{\textcircled{O}} t - \text{\textcircled{O}} s \\ &= 400 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 19 - 10 \\ &= 340,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d' &= h - d \\ &= 400 - 340,5 \\ &= 59,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$e = \frac{M_u}{P_{n\text{perlu}}} = \frac{8,138 \cdot 10^5}{1584945,231} = 0,513 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} e_{\text{min}} &= 0,1 \cdot h \\ &= 0,1 \cdot 400 \\ &= 40 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$c_b = \frac{600}{600 + f_y} d$$



$$= \frac{600}{600 + 360} \cdot 340,5$$

$$= 212,813$$

$$ab = \beta_1 \cdot cb$$

$$= 0,85 \cdot 212,813$$

$$= 180,891$$

$$Pn_b = 0,85 \cdot f'_c \cdot ab \cdot b$$

$$= 0,85 \cdot 25 \cdot 180,891 \cdot 400$$

$$= 1537573,5 \text{ N}$$

$$0,1 \times f'_c \times Ag = 0,1 \times 25 \times 400 \times 400 = 40 \cdot 10^4 \text{ N}$$

→ karena $P_u = 1030214,4 \text{ N} > 0,1 \times f'_c \times Ag$, maka $\phi = 0,65$

$P_{n\text{perlu}} > Pn_b \rightarrow$ analisis keruntuhan tekan

$$a = \frac{Pn}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{1584945,231}{0,85 \cdot 25 \cdot 400} = 186,464$$

$$A_s = \frac{Pn_{\text{perlu}} \left(\frac{h}{2} - e - \frac{a}{2} \right)}{f_y (d - d')} = \frac{1584945,231 \cdot \left(\frac{400}{2} - 40 - \frac{186,464}{2} \right)}{360 (340,5 - 59,5)} = 1046,101 \text{ mm}^2$$

Luas memanjang minimum :

$$A_{s_t} = 1 \% Ag = 0,01 \cdot 400 \cdot 400 = 1600 \text{ mm}^2$$

Menghitung jumlah tulangan :

$$n = \frac{A_s}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (D)^2} = \frac{1046,101}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (19)^2} = 3,7 \approx 4 \text{ tulangan}$$

$$A_s \text{ ada} = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19^2$$

$$= 1133,54 \text{ mm}^2$$

$A_s \text{ ada} > A_s \text{ perlu} \dots \dots \dots \text{ Ok!}$

Jadi dipakai tulangan 4 D 19

b. Perhitungan Tulangan geser

Dari perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 8 diperoleh :

$$V_u = 2180,97 \text{ kg} = 21809,7 \text{ N}$$

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

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



$$\begin{aligned}d &= h - p - \frac{1}{2} \varnothing \\ &= 400 - 40 - \frac{1}{2} (10) \\ &= 355 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_c &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d \\ &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{25} \cdot 400 \cdot 355 \\ &= 118333,33 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\varnothing V_c &= 0,6 \cdot V_c \\ &= 0,6 \cdot 118333,33 \\ &= 71000 \text{ N}\end{aligned}$$

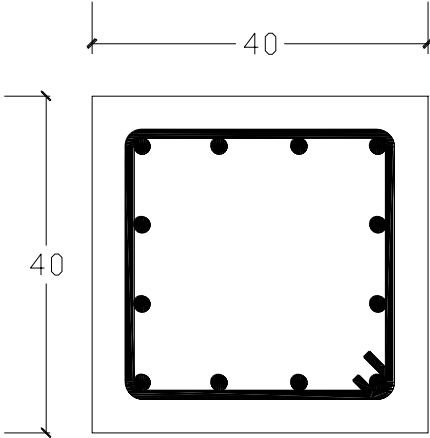
$$\begin{aligned}3 \varnothing V_c &= 3 \cdot \varnothing V_c \\ &= 3 \cdot 71000 \\ &= 213000 \text{ N}\end{aligned}$$

$$V_u < \varnothing V_c < 3 \varnothing V_c$$

21809,7 N < 71000 N < 213000 N tidak perlu tulangan geser

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\varnothing 10 - 200 \text{ mm}$

Tabel 7.8. Penulangan Kolom

Balok Bentang	
Potongan	Tumpuan
KOLOM	
Tulangan Pokok	4 D 19 mm
Sengkang	Ø 10 -200 mm

7.5. Perencanaan Pembebanan Ring Balk



a. Beban Titik

$$\text{Setengah Kuda-kuda} = 1942 \text{ kg (SAP 2000)}$$

b. Beban Merata

$$\text{Beban sendiri ring balk} = 0,20 \cdot 0,40 \cdot 2400$$

$$= 192 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban berfaktor (qU)} = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \times 192) + (1,6 \times 0)$$

$$= 230,4 \text{ kg/m}$$

7.6. Penulangan Ring Balk Memanjang 20/40

a. Perhitungan Tulangan Lentur

Untuk perhitungan tulangan lentur ring balk diambil pada bentang dengan moment terbesar dari perhitungan SAP 2000.

Data perencanaan :

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$\varnothing_t = 13 \text{ mm}$$

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

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

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

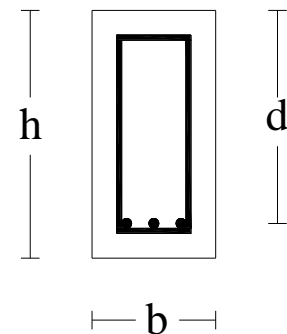
$$d = h - p - 1/2 \varnothing_t - \varnothing_s$$

$$f_y = 360 \text{ Mpa}$$

$$= 400 - 40 - 1/2 \cdot 13 - 8$$

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

$$= 345,5 \text{ mm}$$



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

$$= \frac{0,85 \cdot 25}{360} 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right)$$

$$= 0,0314$$

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



$$= 0,75 \cdot 0,0314$$

$$= 0,0236$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0039$$

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 138 diperoleh :

$$M_u = 753,94 \text{ kgm} = 7,539 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{7,539 \cdot 10^6}{0,8} = 9,424 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{9,424 \cdot 10^6}{200 \cdot 345,5^2} = 0,395$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,94$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,94} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,94 \cdot 0,395}{360}} \right) \\ &= 0,0011 \end{aligned}$$

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

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

Digunakan $\rho_{\min} = 0,0039$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0039 \cdot 200 \cdot 345,5 \\ &= 269,49 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 13

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 13^2} = \frac{269,49}{132,665} = 2,03 \approx 3 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 3 \times 132,665 = 397,995$$

$A_s' > A_s$aman Ok !



Jadi dipakai tulangan 3 D 13 mm

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 180 diperoleh :

$$M_u = 1739,16 \text{ kgm} = 1,739 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1,739 \cdot 10^7}{0,8} = 2,174 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,174 \cdot 10^7}{200 \cdot 345,5^2} = 0,911$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,94$$

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

$$= \frac{1}{16,94} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,94 \cdot 0,911}{360}} \right)$$

$$= 0,0026$$

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

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

Digunakan $\rho_{\min} = 0,0039$

$$A_s \text{ perlu} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0039 \cdot 200 \cdot 345,5$$

$$= 269,49 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 13

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 13^2} = \frac{269,49}{132,665} = 2,03 \approx 3 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 3 \times 132,665 = 397,995$$

$A_s' > A_s$aman Ok !

Jadi dipakai tulangan 3 D 13 mm



b. Perhitungan Tulangan Geser

Dari perhitungan SAP 2000 pada batang no. 180 diperoleh :

$$V_u = 1490,9 \text{ kg} = 14909 \text{ N}$$

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

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

$$d = h - p - \frac{1}{2} \varnothing$$

$$= 400 - 40 - \frac{1}{2} (8)$$

$$= 356 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{25} \cdot 200 \cdot 356$$

$$= 59333,333 \text{ N}$$

$$\varnothing V_c = 0,6 \cdot 59333,333 \text{ N}$$

$$= 35600 \text{ N}$$

$$3 \varnothing V_c = 3 \cdot 35600$$

$$= 106800 \text{ N}$$

$$V_u < \varnothing V_c < 3 \varnothing V_c$$

14909 < 35600 N < 106800 N tidak perlu tulangan geser

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\varnothing 8 - 200 \text{ mm}$

Tabel 7.9. Penulangan Ring Balk

Balok Bentang	Memanjang	
Potongan	Tumpuan	Lapangan
RING BALK		
Tulangan Pokok	3 D 13 mm	3 D 13 mm
Sengkang	$\varnothing 8 - 150 \text{ mm}$	$\varnothing 8 - 200 \text{ mm}$

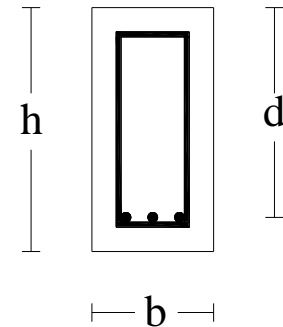
7.7. Penulangan Ring Balk Melintang 20/40



Untuk perhitungan tulangan lentur ring balk diambil pada bentang dengan moment terbesar dari perhitungan SAP 2000.

Data perencanaan :

$$\begin{aligned} h &= 400 \text{ mm} & \emptyset_t &= 13 \text{ mm} \\ b &= 200 \text{ mm} & \emptyset_s &= 8 \text{ mm} \\ p &= 40 \text{ mm} & d &= h - p - 1/2 \emptyset_t - \emptyset_s \\ f_y &= 360 \text{ Mpa} & &= 400 - 40 - 1/2 \cdot 13 - 8 \\ f'_c &= 25 \text{ MPa} & &= 345,5 \text{ mm} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{360} 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right) \\ &= 0,0314 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0314 \\ &= 0,0236 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0039$$

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 237 diperoleh :

$$M_u = 1296,67 \text{ kgm} = 1,297 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1,297 \cdot 10^7}{0,8} = 1,621 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1,621 \cdot 10^7}{200 \cdot 345,5^2} = 0,679$$



$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,94$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,94} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 21,176 \cdot 0,679}{360}} \right) \\ &= 0,0019 \end{aligned}$$

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

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

Digunakan $\rho_{\min} = 0,0039$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0039 \cdot 200 \cdot 345,5 \\ &= 269,49 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 13

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 13^2} = \frac{269,49}{132,665} = 2,03 \approx 3 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 3 \times 132,665 = 397,995$$

$A_s' > A_s$aman Ok !

Jadi dipakai tulangan 3 D 13 mm

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 243 diperoleh :

$$M_u = 2601 \text{ kgm} = 2,601 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,601 \cdot 10^7}{0,8} = 3,251 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,251 \cdot 10^7}{200 \cdot 345,5^2} = 1,362$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,94$$



$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,94} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,94 \cdot 1,362}{360}} \right) \\ &= 0,0039 \end{aligned}$$

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

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

Digunakan $\rho = 0,0039$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0039 \cdot 200 \cdot 345,5 \\ &= 269,49 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 13

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 13^2} = \frac{269,49}{132,665} = 2,03 \approx 3 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 3 \times 132,665 = 397,995$$

$A_s' > A_s \dots \dots \dots$ aman Ok !

Jadi dipakai tulangan 3 D 13 mm

c. Perhitungan Tulangan Geser

Dari perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 276 diperoleh :

$$V_u = 2313,33 \text{ kg} = 23133,3 \text{ N}$$

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

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

$$\begin{aligned} d &= h - p - \frac{1}{2} \emptyset \\ &= 400 - 40 - \frac{1}{2} (8) \\ &= 356 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{25} \cdot 200 \cdot 345,5 \\ &= 57583,333 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\emptyset V_c = 0,6 \cdot 57583,333 \text{ N}$$



$$= 34550 \text{ N}$$

$$3 \phi V_c = 3 \cdot 34550$$

$$= 103650 \text{ N}$$

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

23133,3 < 34550 N < 103650 N tidak perlu tulangan geser

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\phi 8 - 200 \text{ mm}$

Tabel 7.10. Penulangan Ring Balk

Balok Bentang	Melintang	
Potongan	Tumpuan	Lapangan
RING BALK		
Tulangan Pokok	3 D 13 mm	3 D 13 mm
Sengkang	$\phi 8 - 150 \text{ mm}$	$\phi 8 - 200 \text{ mm}$

7.8. Perencanaan Pembebanan Sloof

➤ **Beban Mati (q_D)**

Beban sendiri balok = $0,20 \cdot 0,40 \cdot 2400 = 192 \text{ kg/m}$

Berat spesi (2 cm) = $0,02 \cdot 2100 \cdot 1 = 42 \text{ kg/m}$

Berat Pasir (2 cm) = $0,02 \cdot 1,6 \cdot 1 = 32 \text{ kg/m}$

Berat keramik (0,5cm) = $0,005 \cdot 15 = 0,075 \text{ kg/m}$

$q_D = 266,075 \text{ kg/m}$

➤ **Beban berfaktor (q_U)**

$q_U = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L$



$$= (1,2 \cdot 266,075) + (1,6 \cdot 0)$$
$$= 319,29 \text{ kg/m}$$

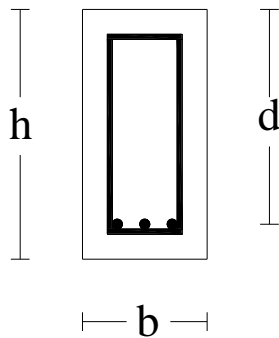
7.9. Penulangan Sloof Memanjang 20/40

a. Perhitungan Tulangan Lentur

Untuk perhitungan tulangan lentur sloof diambil pada bentang dengan moment terbesar dari perhitungan SAP 2000.

Data perencanaan :

$h = 400 \text{ mm}$	$\emptyset_t = 13 \text{ mm}$
$b = 200 \text{ mm}$	$\emptyset_s = 8 \text{ mm}$
$p = 40 \text{ mm}$	$d = h - p - 1/2 \emptyset_t - \emptyset_s$
$f_y = 360 \text{ Mpa}$	$= 400 - 40 - 1/2 \cdot 13 - 8$
$f'_c = 25 \text{ MPa}$	$= 345,5 \text{ mm}$



$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$
$$= \frac{0,85 \cdot 25}{360} 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right)$$
$$= 0,0314$$

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



$$= 0,75 \cdot 0,0314$$

$$= 0,0236$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0039$$

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 193 diperoleh :

$$M_u = 2862,41 \text{ kgm} = 2,862 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,862 \cdot 10^7}{0,8} = 3,578 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,578 \cdot 10^7}{200 \cdot 345,5^2} = 1,499$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,94$$

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

$$= \frac{1}{16,94} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,94 \cdot 1,499}{360}} \right)$$

$$= 0,0043$$

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

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

Digunakan $\rho = 0,0043$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0043 \cdot 200 \cdot 345,5$$

$$= 297,13 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 13

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 13^2} = \frac{297,13}{132,665} = 2,24 \approx 3 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 3 \times 132,665 = 397,995$$

$A_s' > A_s$ aman Ok !

Jadi dipakai tulangan 3 D 13 mm



Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 139 diperoleh :

$$M_u = 5680,16 \text{ kgm} = 5,68 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{5,68 \cdot 10^7}{0,8} = 7,1 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{7,1 \cdot 10^7}{200 \cdot 345,5^2} = 2,974$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,94$$

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

$$= \frac{1}{16,94} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,94 \cdot 2,974}{360}} \right)$$

$$= 0,0089$$

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

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

Digunakan $\rho = 0,0089$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0089 \cdot 200 \cdot 345,5$$

$$= 614,99 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 13

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 13^2} = \frac{614,99}{132,665} = 4,6 \approx 5 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 5 \times 132,665 = 663,325$$

$A_s' > A_s$aman Ok !

$$a = \frac{A_s' \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} = \frac{663,325 \cdot 360}{0,85 \cdot 25 \cdot 200} = 56,188$$

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

$$= 663,325 \cdot 360 (345,5 - 56,188/2)$$

$$= 7,58 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$



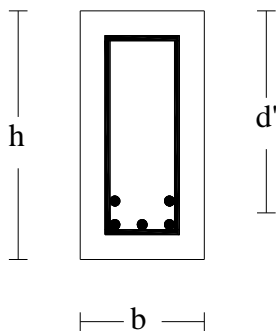
Mn ada > Mn → Aman..!!

Jadi dipakai tulangan 5 D 13 mm

$$\begin{aligned}\text{Cek jarak} &= \frac{b - 2p - 2\phi_s - \phi_t}{(n - 1)} \\ &= \frac{200 - 2.40 - 2.8 - 5.13}{(5 - 1)} \\ &= 9,75 \text{ mm}\end{aligned}$$

Karena cek jarak menghasilkan < 25 mm, sehingga menggunakan tulangan dua lapis, dan dipakai d'.

$$\begin{aligned}d' &= h - p - \phi_s - \phi_t - \frac{1}{2} \cdot \text{spasi tulangan} \\ &= 400 - 40 - 8 - 13 - \frac{1}{2} \cdot 30 \\ &= 324 \text{ mm}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}Mn \text{ ada} &= A_s' \cdot f_y (d' - a/2) \\ &= 663,325 \cdot 360 (324 - 56,188/2) \\ &= 7,21 \cdot 10^7 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

Mn ada > Mn → Aman..!!

Jadi dipakai tulangan 5 D 13 mm

b. Perhitungan Tulangan Geser

Dari perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 193 diperoleh :

$$\begin{aligned}V_u &= 5626,05 \text{ kg} = 56260,5 \text{ N} \\ f'_c &= 25 \text{ Mpa} \\ f_y &= 240 \text{ Mpa} \\ d &= h - p - \frac{1}{2} \phi\end{aligned}$$



$$= 400 - 40 - \frac{1}{2} (8)$$

$$= 356 \text{ mm}$$

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

$$= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 200 \cdot 356$$

$$= 59333,333 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,6 \cdot 59333,333 \text{ N}$$

$$= 35600 \text{ N}$$

$$3 \phi V_c = 3 \cdot 35600$$

$$= 106800 \text{ N}$$

$$\phi V_c < V_u$$

$$V_u < 3 \phi V_c$$

$$56260,5 \text{ N} > 35600 \text{ N}$$

$$56260,5 \text{ N} < 106800 \text{ N}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

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

$$= 56260,5 - 35600$$

$$= 20660,5 \text{ N}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{20660,5}{0,6} = 34434,167 \text{ N}$$

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

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

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{100,48 \cdot 240 \cdot 345,5}{34434,167} = 249,32 \approx 240 \text{ mm}$$

$$s \text{ max} = d/2 = \frac{400}{2} = 200 \text{ mm} < 600 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\phi 8 - 200 \text{ mm}$

Tabel 7.11. Penulangan Sloof

Balok Bentang `	Memanjang	
Potongan	Tumpuan	Lapangan



SLOOF		
Tulangan Pokok	5 D 13 mm	3 D 13 mm
Sengkang	Ø 8 – 150 mm	Ø 8 – 200 mm

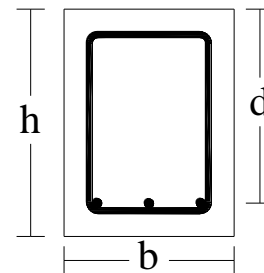
7.10. Penulangan Sloof Melintang 30/40

a. Perhitungan Tulangan Lentur

Untuk perhitungan tulangan lentur sloof diambil pada bentang dengan moment terbesar dari perhitungan SAP 2000.

Data perencanaan :

$$\begin{aligned}
 h &= 400 \text{ mm} & \varnothing_t &= 16 \text{ mm} \\
 b &= 300 \text{ mm} & \varnothing_s &= 10 \text{ mm} \\
 p &= 40 \text{ mm} & d &= h - p - 1/2 \varnothing_t - \varnothing_s \\
 f_y &= 360 \text{ Mpa} & &= 400 - 40 - 1/2 \cdot 16 - 10 \\
 f'_c &= 25 \text{ MPa} & &= 342 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \cdot 25}{360} 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right) \\
 &= 0,0314
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\
 &= 0,75 \cdot 0,0314 \\
 &= 0,0236
 \end{aligned}$$



$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0039$$

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 271 diperoleh :

$$M_u = 5706,79 \text{ kgm} = 5,707 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{5,707 \cdot 10^7}{0,8} = 7,134 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{7,134 \cdot 10^7}{200 \cdot 342^2} = 2,033$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,94$$

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

$$= \frac{1}{16,94} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,94 \cdot 2,033}{360}} \right)$$

$$= 0,0059$$

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

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

Digunakan $\rho = 0,0059$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0059 \cdot 200 \cdot 342$$

$$= 605,34 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 16

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{605,34}{200,96} = 3,012 \approx 4 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 4 \times 200,96 = 803,84$$

$A_s' > A_s$aman Ok !

$$a = \frac{A_s' \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} = \frac{803,84 \cdot 360}{0,85 \cdot 25 \cdot 300} = 45,393$$



$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= A_s' \cdot f_y (d - a/2) \\ &= 803,84 \cdot 360 (342 - 45,393/2) \\ &= 9,24 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

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

Jadi dipakai tulangan 4 D 16 mm

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 199 diperoleh :

$$M_u = 10397,83 \text{ kgm} = 10,398 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{10,398 \cdot 10^7}{0,8} = 12,998 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{12,998 \cdot 10^7}{300 \cdot 342^2} = 3,704$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = 16,94$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,94} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,94 \cdot 3,704}{360}} \right) \\ &= 0,0114 \end{aligned}$$

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

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

Digunakan $\rho = 0,0114$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0114 \cdot 300 \cdot 342 \\ &= 1169,64 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 16

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{1169,64}{200,96} = 5,82 \approx 6 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 6 \times 200,96 = 1205,76$$

$A_s' > A_s \dots \dots \dots \text{aman Ok !}$



$$a = \frac{As' \cdot fy}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{1205,76 \cdot 360}{0,85 \cdot 25 \cdot 300} = 68,09$$

$$\begin{aligned} Mn \text{ ada} &= As' \cdot fy (d - a/2) \\ &= 1205,76 \cdot 360 (342 - 68,09/2) \\ &= 13,368 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

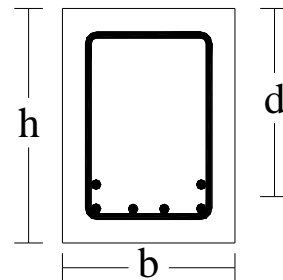
Mn ada > Mn → Aman..!!

Jadi dipakai tulangan 6 D 16 mm

$$\begin{aligned} \text{Cek jarak} &= \frac{b - 2p - 2\phi_s - \phi_t}{(n - 1)} \\ &= \frac{300 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 10 - 6 \cdot 16}{(6 - 1)} \\ &= 20,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

Karena cek jarak menghasilkan < 25 mm, sehingga menggunakan tulangan dua lapis, dan dipakai d'.

$$\begin{aligned} d' &= h - p - \phi_s - \phi_t - \frac{1}{2} \text{spasi tulangan} \\ &= 400 - 40 - 10 - 16 - \frac{1}{2} \cdot 30 \\ &= 319 \text{ mm} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} Mn \text{ ada} &= As' \cdot fy (d' - a/2) \\ &= 1205,76 \cdot 360 (319 - 68,09/2) \\ &= 13,002 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Mn ada > Mn → Aman..!!

Jadi dipakai tulangan 6 D 16 mm

b. Perhitungan Tulangan Geser

Dari perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 277 Diperoleh :

$$Vu = 8009,96 \text{ kg} = 80099,6 \text{ N}$$

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

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

$$\begin{aligned} d &= h - p - \frac{1}{2} \phi \\ &= 400 - 40 - \frac{1}{2} (10) \end{aligned}$$



$$= 355 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 200 \cdot 355 \\ &= 59166,67 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,6 \cdot 59166,67 \text{ N} \\ &= 35500 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 \phi V_c &= 3 \cdot 35500 \\ &= 106500 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\phi V_c < V_u$$

$$V_u < 3 \phi V_c$$

$$35500 \text{ N} < 74538,2 \text{ N}$$

$$80099,6 \text{ N} < 106500 \text{ N}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\begin{aligned} \phi V_s &= V_u - \phi V_c \\ &= 80099,6 - 35500 \\ &= 44599,6 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{44599,6}{0,6} = 74332,667 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (10)^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 100 = 157 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{157 \cdot 240 \cdot 355}{74332,667} = 179,95 \approx 150 \text{ mm}$$

$$s \text{ max} = h/2 = \frac{400}{2} = 200 \text{ mm} < 600 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan ϕ 10 – 150 mm

Tabel 7.12. Penulangan Sloof

Balok Bentang	Melintang	
Potongan	Tumpuan	Lapangan



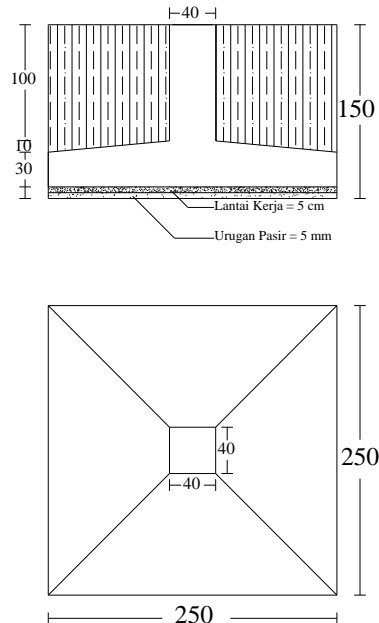
Tugas Akhir
Perencanaan Struktur Gedung Laboratorium

SLOOF		
Tulangan Pokok	6 D 16 mm	4 D 16 mm
Sengkang	Ø 10 – 150 mm	Ø 10 – 200 mm



BAB 8 PERENCANAAN PONDASI

8.1. Data Perencanaan



Gambar 8.1. Perencanaan Pondasi

Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 1,5 m dan panjang 2,5 m dan lebar 2,5 m

- $f'c$ = 25 Mpa
- f_y = 360 Mpa
- σ_{tanah} = $2 \text{ kg/cm}^2 = 20.000 \text{ kg/m}^2$
- γ_{tanah} = $1,7 \text{ t/m}^3 = 1700 \text{ kg/m}^3$
- γ_{beton} = $2,4 \text{ t/m}^3$ 186

Dari perhitungan SAP 2000 pada batang no. 28 diperoleh :

- P_u = 103021,44 kg
- M_u = 81,38 kgm



Di pakai $d = 330,5 \text{ mm}$

8.2. Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi

8.2.1. Perhitungan Kapasitas Dukung Pondasi

➤ Pembebanan pondasi

$$\begin{aligned}
 \text{Berat telapak pondasi} &= 2,5 \times 2,5 \times 0,40 \times 2400 &= & \\
 \text{6000 kg} & & & \\
 \text{Berat kolom pondasi} &= 0,4 \times 0,4 \times 1 \times 2400 &= & 384 \\
 \text{kg} & & & \\
 \text{Berat tanah} &= ((2,5 \times 2,5 \times 1) - (0,4 \times 0,4 \times 1)) \times 1700 &= & \\
 \text{10353 kg} & & & \\
 \text{Pu} & & & \\
 \text{103021,44 kg} & & & \\
 \text{kg} & & & \\
 \text{V total} &= & 119758,44 & \\
 \text{kg} & & &
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{\sum Mu}{\sum V} = \frac{122,31}{111447,82} \\
 &= 0,0011 \text{ kg} < 1/6. B = 0,42
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 \sigma \text{ yang terjadi} &= \frac{V_{\text{tot}}}{A} + \frac{M_{\text{tot}}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2} \\
 &= \frac{119758,44}{2,5 \cdot 2,5} + \frac{81,38}{\frac{1}{6} \cdot 2,5 \cdot (2,5)^2} \\
 &= 19192,6 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma \text{ yang terjadi} &= \frac{V_{\text{tot}}}{A} - \frac{M_{\text{tot}}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2} \\
 &= \frac{119758,44}{2,5 \cdot 2,5} - \frac{81,38}{\frac{1}{6} \cdot 2,5 \cdot (2,5)^2} \\
 &= 19130,1 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

$= \sigma \text{ tanah yang terjadi} < \sigma \text{ ijin tanah.....Ok!}$



8.2.2. Perhitungan Tulangan Lentur

$$\begin{aligned} \mathbf{Mu} &= \frac{1}{2} \cdot qu \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 19192,6 \cdot (1,05)^2 \\ &= \mathbf{10579,92 \text{ kgm} = 10,579 \cdot 10^7 \text{ Nmm}} \end{aligned}$$

$$\mathbf{Mn} = \frac{10,579 \cdot 10^7}{0,8} = \mathbf{13,2249 \cdot 10^7 \text{ Nmm}}$$

$$\mathbf{m} = \frac{f_y}{0,85 \cdot 25} = \frac{360}{0,85 \cdot 25} = \mathbf{16,94}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{360} 0,85 \left(\frac{600}{600 + 360} \right) \\ &= 0,0314 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0314 \\ &= 0,0236 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{360} = 0,0039$$

$$\mathbf{Rn} = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{13,2249 \cdot 10^7}{2500 (330,5)^2} = \mathbf{0,5}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,94} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,94 \cdot 0,5}{360}} \right) \\ &= 0,0019 \end{aligned}$$

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

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

Digunakan $\rho_{\min} = 0,0039$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0039 \cdot 2500 \cdot 330,5 \\ &= 3222,35 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Digunakan tul D 19} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (19)^2 \\ &= 283,385 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{3222,35}{283,385} = 11,37 \approx 12 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1000}{12} = 83,33 \text{ mm} \approx 80 \text{ mm}$$

Sehingga dipakai tulangan D 19 - 80 mm

$$\text{As yang timbul} = 12 \times 283,385 = 3400,62 > \text{As} \dots \dots \dots \text{ok!}$$

8.2.3. Perhitungan Tulangan Geser

$$\begin{aligned} V_u &= \sigma \times A_{\text{efektif}} \\ &= 19192,6 \times (0,40 \times 2,5) \\ &= 19192,6 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\ &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{25} \cdot 2500 \cdot 330,5 \\ &= 688541,667 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset V_c &= 0,6 \cdot V_c \\ &= 0,6 \cdot 688541,667 \\ &= 413125 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3\emptyset V_c &= 3 \cdot \emptyset V_c \\ &= 3 \cdot 413125 \\ &= 1239375 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_u < \emptyset V_c < 3\emptyset V_c$$

19192,6 N < 413125 N < 1239375 N tidak perlu tulangan geser

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\emptyset 10 - 200 \text{ mm}$



BAB 9

RENCANA ANGGARAN BIAYA

9.1. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah tolok ukur dalam perencanaan pembangunan, baik rumah tinggal, ruko, rukan, maupun gedung lainnya. Dengan RAB kita dapat mengukur kemampuan materi dan mengetahui jenis-jenis material dalam pembangunan, sehingga biaya yang kita keluarkan lebih terarah dan sesuai dengan yang telah direncanakan.

9.2. Data Perencanaan

Secara umum data yang digunakan untuk perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) adalah sebagai berikut :

- a. Analisa pekerjaan : Daftar analisa pekerjaan proyek kota Surakarta
- b. Harga upah & bahan : Dinas Pekerjaan Umum Kota Surakarta
- c. Harga satuan : terlampir

9.3. Perhitungan Volume

9.3.1 Pekerjaan Pendahuluan

A. Pekerjaan pembersihan lokasi

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= (35,5 \times 20) + (5 \times 11,5) = 767,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

B. Pekerjaan pembuatan pagar setinggi 2m

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum \text{panjang} \\ &= 140 \text{ m}^1 \end{aligned}$$

C. Pekerjaan pembuatan bedeng dan gudang

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= (2 \times 4) + (3 \times 3) = 17 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

D. Pekerjaan *bouwplank*

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times 2) \times (\text{lebar} \times 191) \\ &= (20 \times 2) + (35,5 \times 2) + (5 \times 2) + 11,5 = 131,9 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

9.3.2 Pekerjaan Pondasi



A. Galian pondasi

1. Footplat 1 (F1)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= (2,5 \times 2,5 \times 1,5) \times 32 = 300 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Footplat tangga (F2)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= 2 \times 1 \times 1 = 2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Pondasi batu kali

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (1 \times 0,80) \times 63 = 53,55 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

B. Urugan Pasir bawah Pondasi dan bawah lantai ($t = 5\text{cm}$)

1. Footplat 1 (F1)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= (2,5 \times 2,5 \times 0,10) \times 32 = 20 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Footplat tangga (F2)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= 2 \times 1 \times 0,10 = 0,2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Pondasi batu kali

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,80 \times 0,05) \times 63 = 2,52 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

4. Lantai

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{tinggi} \times \text{luas lantai} \\ &= 0,05 \times 767,5 = 38,375 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

C. Pasangan pondasi batu kosong (1pc:3psr:10kpr)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\ &= 63 \times 0,80 \times 0,10 = 5,04 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

D. Pasangn pondasi batu kali (1pc:3psr:10kpr)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\sum \text{panjang} \times ((\text{lebar atas} + \text{lebar bawah}):2) \times \text{tinggi}) \\ &= (92 \times ((0,3 + 0,75):2) \times 0,8) = 38,64 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

E. Urugan Tanah Galian

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{V.tanah galian- batukali-lantai kerja- batu kosong- Footplat} \\ &= 362,9 - 38,64 - 23,77 - 5,04 - 89,924 \\ &= 205,526 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

F. Peniggian elevasi lantai

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\ &= 44 \times 10 \times 0,4 = 176 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

G. Pondasi telapak(*footplat*)

Footplat 1 (F1)

$$\text{Volume} = (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n$$



$$= \{ (2,5.2,5.0,4)+(0,35.0,35.1,5) \} \times 32$$
$$= 85,88 \text{ m}^3$$

Footplat tangga (F2)

$$\text{Volume} = (\text{panjang x lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n$$
$$= \{ (2,5.2,5.0,3)+(0,35.0,35.1,2) \} \times 2$$
$$= 4,044 \text{ m}^3$$

9.3.3 Pekerjaan Beton

A. Beton *Sloof* 20/40

$$\text{Volume} = (\text{panjang x lebar}) \times \sum \text{panjang}$$
$$= (0,2 \times 0,4) \times 166 = 13,28 \text{ m}^3$$

B. Beton *Sloof* 30/40

$$\text{Volume} = (\text{panjang x lebar}) \times \sum \text{panjang}$$
$$= (0,3 \times 0,4) \times 140 = 16,8 \text{ m}^3$$

C. Balok 20/30

$$\text{Volume} = (\text{tinggi x lebar}) \times \sum \text{panjang}$$
$$= (0,20 \times 0,30) \times 145 = 106,08 \text{ m}^3$$

D. Balok 30/60

$$\text{Volume} = (\text{tinggi x lebar}) \times \sum \text{panjang}$$
$$= (0,30 \times 0,60) \times 166 = 29,88 \text{ m}^3$$

E. Balok 40/80

$$\text{Volume} = (\text{tinggi x lebar}) \times \sum \text{panjang}$$
$$= (0,40 \times 0,80) \times 140 = 44,8 \text{ m}^3$$

F. Kolom utama

1. Kolom 40/40

$$\text{Volume} = (\text{panjang x lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n$$
$$= (0,4 \times 0,4 \times 8) \times 32 = 40,96 \text{ m}^3$$

G. Ringbalk

$$\text{Volume} = (\text{tinggi x lebar}) \times \sum \text{panjang}$$
$$= (0,2 \times 0,4) \times 308,5 = 24,68 \text{ m}^3$$

H. Plat lantai (t=12cm)

$$\text{Volume} = \text{luas lantai} \times \text{tebal}$$
$$= 767,65 \times 0,12 = 92,118 \text{ m}^3$$

I. Plat kanopi (t=10cm)

$$\text{Volume} = \text{luas plat} \times \text{tebal}$$
$$= (11,5 \times 0,1) = 1,15 \text{ m}^3$$

J. Sirip kanopi (t=8cm)



$$\begin{aligned}\text{Volume} &= (\text{luas sirip kanopi} \times \text{tebal}) \times \sum n \\ &= (131,9 \times 0,5 \times 0,08) \times 2 = 10,552 \text{ m}^3\end{aligned}$$

K. Kolom praktis 15/15

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= (\text{tinggi} \times \text{lebar} \times \text{panjang}) \times \sum n \\ &= (0,15 \times 0,15 \times 8) \times 47 = 8,46 \text{ m}^3\end{aligned}$$

L. Tangga

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= ((\text{luas plat tangga} \times \text{tebal}) \times 2) + \text{plat bordes} \\ &= (12,96 \times 0,13) + (5,39 \times 0,15) \\ &= 2,4933 \text{ m}^3\end{aligned}$$

9.3.4 Pekerjaan pemasangan Bata merah dan Pemlesteran

A. Pemasangan dinding bata merah

$$\begin{aligned}1. \text{ Luas jendela} &= (J. \sum n) + (BV. \sum n) \\ &= (4,3475 \times 48) + (0,24 \times 8) \\ &= 210,6 \text{ m}^2 \\ 2. \text{ Luas Pintu} &= (P1. \sum n) + (P2. \sum n) + (P3. \sum n) + (PJ. \sum n) \\ &= (5,4 \times 2) + (4,2 \times 14) + (1,6929 \times 14) + (16,24 \times 2) \\ &= 125,7006 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{tinggi} \times \sum \text{panjang} - (\text{L. pintu} + \text{L. jendela}) \\ &= (8 \times 617) - (125,7006 + 210,6) \\ &= 4514,8 \text{ m}^2\end{aligned}$$

B. Pemlesteran dan pengacian

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= (\text{volume dinding bata merah} - 115,2 \text{ m}^2) \times 2 \text{ sisi} \\ &= (4514,8 - 115,2) \times 2 = 8799,2 \text{ m}^2\end{aligned}$$

9.3.5. Pekerjaan Pemasangan Kusen dan Pintu

A. Pemasangan kusen dan Pintu

$$\begin{aligned}\text{Jumlah panjang} &= J + P1 + P2 + P3 + PJ + BV \\ &= 403,2 + 18,8 + 120,4 + 79,24 + 2234,4 + 16 \\ &= 672,04 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= (\text{tinggi} \times \text{lebar}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,12 \times 0,06) \times 672,04 \\ &= 4,839 \text{ m}^3\end{aligned}$$

B. Pemasangan daun pintu dan jendela

$$\begin{aligned}\text{Luas daun pintu} &= P1 + P2 + P3 + P4 \\ &= (2,2 \times 2,6) + (2,2 \times 1,95) + (2,11 \times 1,22) \cdot 7 + (2,11 \times 0,80) \\ &= 29,7174 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Luas daun jendela} = J1 + J2$$



$$\begin{aligned} &= (0,90 \times 1,1) \times 32 + (0,88 \times 1,52) \times 15 \\ &= 51,744 \text{ m}^2 \\ \text{Volume} &= \text{Luas daun pintu} + \text{Luas daun jendela} \\ &= 81,462 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

C. Pekerjaan Perlengkapan pintu

- Tipe p1= 2 unit
- Tipe p2= 14 unit
- Tipe p3= 14 unit
- Tipe pJ= 2 unit

D. Pekerjaan Perlengkapan daun jendela

- Jendela= 48 unit

9.3.6. Pekerjaan Atap

A. Pekerjaan kuda kuda

- Setengah kuda-kuda (doble siku 50.50.5) dan (circular hollow 76,3.2,8)
 - Σpanjang profil under = 11,547 m
 - Σpanjang profil tarik = 11,4747 m
 - Σpanjang profil kaki kuda-kuda = 10,6188 m
 - Σpanjang profil sokong = 10,3923 m
 - Σpanjang profil circular hollow = 6,9282 m

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \Sigma \text{panjang} \times \Sigma n \\ &= 44,0328 \times 2 = 88,0656 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jurai kuda-kuda (doble siku 50.50.5) dan (circular hollow 76,3.2,8)
 - Σpanjang profil under = 15,144 m
 - Σpanjang profil tarik = 13,9143 m
 - Σpanjang profil kaki kuda-kuda = 14,46 m
 - Σpanjang profil sokong = 13,8564 m
 - Σpanjang profil circular hollow = 6,9282 m

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \Sigma \text{panjang} \times \Sigma n \\ &= 57,3747 \times 4 = 229,4988 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kuda-kuda utama (doble siku 75.75.7)
 - Σpanjang profil under = 11,208 m
 - Σpanjang profil tarik = 28,7954 m
 - Σpanjang profil kaki kuda-kuda = 20 m
 - Σpanjang profil sokong = 28,8675 m

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \Sigma \text{panjang} \times \Sigma n \\ &= 88,8709 \times 3 = 266,6217 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kuda-kuda Trapesium (doble siku 110.110.10)
 - Σpanjang profil under = 21,8564 m
 - Σpanjang profil tarik = 26,729 m



$$\begin{aligned}\sum \text{panjang profil kaki kuda-kuda} &= 20 \text{ m} \\ \sum \text{panjang profil sokong} &= 24,2487 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \sum \text{panjang} \times \sum n \\ &= 92,8341 \times 2 = 185,6682 \text{ m}\end{aligned}$$

➤ Gording (150.75.20.4,5)

$$\begin{aligned}\sum \text{panjang profil gording} &= 197,5 \text{ m} \\ \text{Volume total profil kuda-kuda} &= 110.110.10 = 185,6682 \text{ m} \\ \text{Volume total profil kuda-kuda} &= 75.75.7 = 28,8675 \text{ m} \\ \text{Volume total profil kuda-kuda} &= 50.50.5 = 317,5644 \text{ m} \\ \text{Volume total profil (circular hollow} &= 76,3.2,8) = 13,8564 \text{ m} \\ \text{Volume gording} &= 197,5 \text{ m}\end{aligned}$$

B. Pekerjaan pasang kaso 5/7 dan reng $\frac{3}{4}$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas atap} \\ &= 379,50348 \text{ m}^2\end{aligned}$$

C. Pekerjaan pasang Listplank

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \sum \text{keliling atap} \\ &= 111 \text{ m}\end{aligned}$$

D. Pekerjaan pasang genting

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas atap} \\ &= 379,50348 \text{ m}^2\end{aligned}$$

E. Pasang bubungan genting

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \sum \text{panjang} \\ &= 60,607 \text{ m}\end{aligned}$$

9.3.7. Pekerjaan Plafon

A. Pembuatan dan pemasangan rangka plafon

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar}) \times 2 \\ &= (767,5) \times 2 = 1535 \text{ m}^2\end{aligned}$$

B. Pasang plafon

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas rangka plafon} \\ &= 1535 \text{ m}^2\end{aligned}$$

9.3.8. Pekerjaan keramik

A. Pasang keramik 40/40

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas lantai} \\ &= ((797,5 \times 2) - ((2 \times 2) \times 8))\end{aligned}$$



$$= 1563 \text{ m}^2$$

B. Pasang keramik 20/20

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{luas lantai} \\ &= ((2 \times 2) \times 8) \\ &= 32 \text{ m}^2\end{aligned}$$

C. Pasang keramik dinding 20/25

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{tinggi dinding keramik} \times \text{lebar ruang} \\ &= 1,5 \times 48 = 72 \text{ m}^2\end{aligned}$$

9.3.9. Pekerjaan sanitasi

A. Pasang kloset jongkok

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \sum n \\ &= 8 \text{ unit}\end{aligned}$$

B. Pasang bak fiber

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \sum n \\ &= 8 \text{ unit}\end{aligned}$$

C. Pasang wastafel

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \sum n \\ &= 4 \text{ unit}\end{aligned}$$

D. Pasang floordrain

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \sum n \\ &= 8 \text{ unit}\end{aligned}$$

E. Pasang tangki air 550l

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \sum n \\ &= 2 \text{ unit}\end{aligned}$$

9.3.10. Pekerjaan instalasi air

A. Pekerjaan pengeboran titik air

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \sum n \\ &= 1 \text{ unit}\end{aligned}$$

B. Pekerjaan saluran pembuangan

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \sum \text{panjang pipa} \\ &= 158 \text{ m}\end{aligned}$$

C. Pekerjaan saluran air bersih

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \sum \text{panjang pipa} \\ &= 140 \text{ m}\end{aligned}$$

D. Pekerjaan pembuatan septictank dan rembesan



$$\begin{aligned} \text{Galian tanah} &= \text{septictank} + \text{rembesan} \\ &= (2,35 \times 1,85) \times 2 + (0,3 \times 1,5 \times 1,25) \\ &= 9,2575 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Pemasangan bata merah

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum \text{panjang} \times \text{tinggi} \\ &= 8,4 \times 2 = 1,68 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

9.3.11. Pekerjaan instalasi Listrik

A. Instalasi stop kontak

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 11 \text{ unit} \end{aligned}$$

B. Titik lampu

➤ TL 36 watt

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 85 \text{ unit} \end{aligned}$$

➤ pijar 25 watt

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 20 \text{ unit} \end{aligned}$$

C. Instalasi saklar

➤ Saklar single

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 5 \text{ unit} \end{aligned}$$

➤ Saklar double

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 19 \text{ unit} \end{aligned}$$

9.3.11. Pekerjaan pengecatan

A. Pengecatan dinding dalam dan plafon

$$\begin{aligned} \text{Volume dinding luar \& dalam} &= (\sum \text{panjang} \times \text{tinggi bidang cat}) - (\text{l.dinding} \\ &\quad \text{keramik} + \text{l.jendela} + \text{l.pintu}) \\ &= ((148 \times 8) + (8 \times 4)) - (72 + 29,7174 + 51,744) \\ &= 8799,2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{volume plafon} &= \text{luas plafon} \\ &= 1535 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\text{Total volume} &= 8799,2 + 1535 \\ &= 10334,2 \text{ m}^2\end{aligned}$$

B. Pengecatan menggunakan Cat minyak (pada listplank)

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \sum \text{panjang} \times \text{lebar papan} \\ &= 111 \times 0,15 = 16,65 \text{ m}^2\end{aligned}$$





BAB 10

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 :

➤ **Perencanaan atap**

Batang tarik pada kuda – kuda utama dipakai dimensi profil $\text{JL siku } 75.75.7$
diameter baut 19,05 mm jumlah baut 3

Batang tekan pada kuda – kuda utama dipakai dimensi profil $\text{JL siku } 75.75.7$
diameter baut 19,05 mm jumlah baut 4

Kuda – kuda trapesium dipakai dimensi profil $\text{JL siku } 110.110.5$ diameter
baut 25,4 mm jumlah baut 5

Setengah kuda – kuda dipakai dimensi profil $\text{JL siku } 50.50.5$ diameter baut
12,7 mm jumlah baut 2

Jurai dipakai dimensi profil $\text{JL siku } 50.50.5$ diameter baut 12,7 mm jumlah
baut 3

➤ **Perencanaan Tangga**

Tulangan tumpuan yang digunakan D12– 100 mm

Tulangan lapangan yang digunakan D12– 240 mm

Tulangan arah sumbu panjang yang digunakan pada pondasi D16 – 250 mm

Tulangan arah sumbu pendek yang digunakan pada pondasi D16 – 250 mm

Tulangan geser yang digunakan $\text{J } 203$ idasi $\text{Ø } 10$ – 200 mm



➤ **Perencanaan plat lantai**

Tulangan arah X

Tulangan lapangan yang digunakan \emptyset 10 – 200 mm

Tulangan tumpuan yang digunakan \emptyset 10 – 200 mm

Tulangan arah Y

Tulangan lapangan yang digunakan \emptyset 10 – 200 mm

Tulangan tumpuan yang digunakan \emptyset 10 – 200 mm

➤ **Perencanaan portal**

Perencanaan tulangan balok portal Arah Memanjang

Tulangan tumpuan yang digunakan 6 D 19 mm

Tulangan lapangan yang digunakan 4 D 19 mm

Tulangan geser yang digunakan \emptyset 10 – 140 mm

Perencanaan tulangan balok portal Arah Melintang

Tulangan tumpuan yang digunakan 7 D 19 mm

Tulangan lapangan yang digunakan 7 D 19 mm

Tulangan geser yang digunakan \emptyset 10 – 110 mm

➤ **Perencanaan Tulangan Kolom**

Tulangan tumpuan yang digunakan 4 D 19 mm

Tulangan lapangan yang digunakan 4 D 19 mm

Tulangan geser yang digunakan \emptyset 10 – 200 mm

➤ **Perencanaan Tulangan Ring Balk**

Perencanaan tulangan ringbalk arah memanjang

Tulangan tumpuan yang digunakan 3 D 13 mm



Tulangan lapangan yang digunakan 3 D 13 mm
Tulangan geser yang digunakan \emptyset 8 – 200 mm

Perencanaan tulangan ringbalk arah melintang
Tulangan tumpuan yang digunakan 3 D 13 mm
Tulangan lapangan yang digunakan 3 D 13 mm
Tulangan geser yang digunakan \emptyset 8 – 200 mm

➤ **Perencanaan Tulangan Sloof**

Perencanaan tulangan sloof arah memanjang
Tulangan tumpuan yang digunakan 5 D 13 mm
Tulangan lapangan yang digunakan 3 D 13 mm
Tulangan geser yang digunakan \emptyset 8 – 200 mm

Perencanaan tulangan sloof arah melintang
Tulangan tumpuan yang digunakan 6 D 16 mm
Tulangan lapangan yang digunakan 4 D 16 mm
Tulangan geser yang digunakan \emptyset 10 – 150 mm

➤ **Perencanaan pondasi portal**

Tulangan lentur yang digunakan D19 - 80 mm
Tulangan geser yang digunakan \emptyset 10 – 200 mm



PENUTUP

Puji syukur penyusun panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik, lancar dan tepat pada waktunya.

Tugas akhir ini dibuat berdasarkan atas teori-teori yang telah didapatkan dalam bangku perkuliahan maupun peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia. Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan tambahan ilmu bagi penyusun yang nantinya menjadi bekal yang berguna dan diharapkan dapat diterapkan dilapangan pekerjaan yang sesuai dengan bidang yang berhubungan di bangku perkuliahan.

Dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini merupakan suatu kebahagiaan tersendiri bagi penyusun. Keberhasilan ini tidak lepas dari kemauan dan usaha keras yang disertai doa dan bantuan dari semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penyusun sadar sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Akan tetapi kekurangan tersebut dapat dijadikan pelajaran yang berharga dalam penyusunan Tugas Akhir selanjutnya. Untuk itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya konstruktif dari pembaca.

Akhirnya penyusun berharap semoga Tugas Akhir dengan judul Perencanaan Struktur Hotel 2 Lantai ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan semua Civitas Akademik Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta, serta para pembaca pada umumnya. Dan juga apa yang terkandung dalam Tugas Akhir ini dapat menambah pengetahuan dalam bidang konstruksi bagi kita semua.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2002, *Standar Nasional Indonesia Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung* (SNI 03-2847-2002), Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- Anonim, 2002, *Standar Nasional Indonesia Tata Cara Perhitungan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung* (SNI 03-1729-2002), Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- Anonim, 1983, *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk bangunan Gedung* (PPIUG), 1983, Cetakan ke-2, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Direktorat Jendral Cipta Karya Yayasan Lembaga Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.
- Anonim, 1984, *Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia* (PPBBI), 1984, Cetakan ke-2, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Direktorat Jendral Cipta Karya Yayasan Lembaga Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.