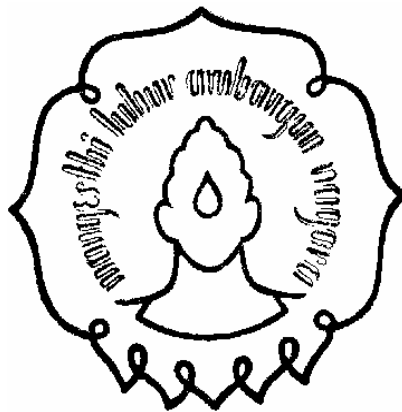


**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG  
FACTORY OUTLET DAN CAFE  
2 LANTAI**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli Madya  
Pada Program DIII Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret  
Surakarta**



**Dikerjakan oleh :**

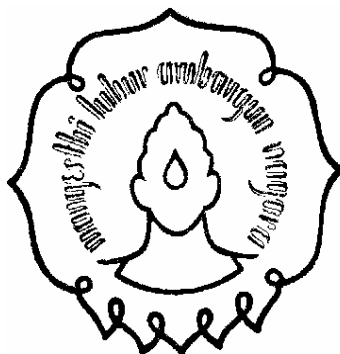
**JOKO SUSANTO**

**I 85 07 052**

**PROGRAM DIPLOMA III TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2010**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG**  
**FACTORY OUTLET DAN CAFE**  
**2 LANTAI**

**TUGAS AKHIR**



**Dikerjakan oleh :**

**JOKO SUSANTO**  
**NIM. I 8507052**

**Diperiksa dan disetujui,**  
**Dosen Pembimbing**

**EDY PURWANTO, ST.,MT.**  
**NIP. 19680912 199702 1 001**

**PROGRAM DIPLOMA III TEKNIK SIPIL**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**  
**SURAKARTA**  
**2010**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG**  
***FACTORY OUTLET DAN CAFE***  
**DUA LANTAI**

**TUGAS AKHIR**

**Dikerjakan Oleh :**

**JOKO SUSANTO**  
**NIM : I 8507052**

Dipertahankan didepan tim penguji :

1. **EDY PURWANTO, ST.,MT** : .....  
**NIP. 19680912 199702 1 001**
2. **Ir. SLAMET PRAYITNIO.,MT** : .....  
**NIP. 19531227 198601 1 001**
3. **Ir. PURWANTO.,MT** : .....  
**NIP. 19610724 198702 1 001**

Disahkan,

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik UNS

Ketua Program D-III Teknik  
Jurusan Teknik Sipil FT UNS

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

**Ir. SLAMET PRAYITNO., MT**  
**NIP. 19531227 198601 1 001**

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

**Ir. NOEGROHO DJARWANTL., MT**  
**NIP. 19561112 198403 2 007**

# DAFTAR ISI

	Hal	
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....		i
<b>HALAMAN PENGESAHAN.</b> .....		ii
<b>MOTTO</b> .....		iv
<b>PERSEMBAHAN</b> .....		v
<b>KATA PENGANTAR.</b> .....		vi
<b>DAFTAR ISI.</b> .....		vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....		xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....		xv
<b>DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL</b>	xvi	

## **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.....	3

## **BAB 2 DASAR TEORI**

2.1 Dasar Perencanaan .....	4
2.1.1 Jenis Pembebanan.....	4
2.1.2 Sistem Bekerjanya Beban.....	7
2.1.3 Provisi Keamanan.....	7
2.2 Perencanaan Atap .....	10
2.3 Perencanaan Tangga.....	12
2.4 Perencanaan Plat Lantai .....	13
2.5 Perencanaan Balok Anak.....	14

2.6	Perencanaan Portal (Balok, Kolom).....	16
2.7	Perencanaan Pondasi .....	17

### **BAB 3 RENCANA ATAP**

3.1	Perencanaan Atap.....	20
3.2	Dasar Perencanaan .....	21
3.2	Perencanaan Gording .....	21
3.2.1	Perencanaan Pembebanan .....	21
3.2.2	Perhitungan Pembebanan.....	22
3.2.3	Kontrol Terhadap Tegangan .....	24
3.2.4	Kontrol Terhadap Lendutan.....	25
3.3	Perencanaan Jurai .....	26
3.3.1	Perhitungan Panjang Batang Jurai.....	26
3.3.2	Perhitungan Luasan Jurai .....	27
3.3.3	Perhitungan Pembebanan Jurai .....	29
3.3.4	Perencanaan Profil Jurai.....	38
3.3.5	Perhitungan Alat Sambung .....	40
3.4	Perencanaan Setengah Kuda-Kuda .....	43
3.4.1	Perhitungan Panjang Batang Setengah Kuda-kuda .....	43
3.4.2	Perhitungan Luasan Setengah Kuda-kuda .....	44
3.4.3	Perhitungan Pembebanan Setengah Kuda-kuda .....	46
3.4.4	Perencanaan Profil Setengah Kuda-kuda.....	55
3.4.5	Perhitungtan Alat Sambung .....	57
3.5	Perencanaan Kuda-kuda Trapesium.....	60
3.5.1	Perhitungan Panjang Kuda-kuda Trapesium.....	60
3.5.2	Perhitungan Luasan Kuda-kuda Trapesium .....	61
3.5.3	Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Trapesium.....	64
3.5.4	Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium .....	71
3.5.5	Perhitungan Alat Sambung .....	73
3.6	Perencanaan Kuda-kuda Utama A ( KKA ) .....	77
3.6.1	Perhitungan Panjang Kuda-kuda Utama A .....	77

3.6.2	Perhitungan Luasan Kuda-kuda Utama A .....	79
3.6.3	Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama A .....	81
3.6.4	Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama A .....	90
3.6.5	Perhitungan Alat Sambung .....	92
3.7	Perencanaan Kuda-kuda Utama B ( KKB ) .....	96
3.7.1	Perhitungan Panjang Kuda-kuda Utama B .....	96
3.7.2	Perhitungan Luasan Kuda-kuda Utama B .....	97
3.7.3	Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama B .....	98
3.7.4	Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama B .....	105
3.7.5	Perhitungan Alat Sambung .....	107

## **BAB 4 PERENCANAAN TANGGA**

4.1	Uraian Umum .....	110
4.2	Data Perencanaan Tangga .....	110
4.3	Perhitungan Tebal Plat Equivalent dan Pembebanan .....	112
4.3.1	Perhitungan Tebal Plat Equivalent .....	112
4.3.2	Perhitungan Beban .....	113
4.4	Perhitungan Tulangan Tangga dan Bordes .....	114
4.4.1	Perhitungan Tulangan Tumpuan .....	114
4.4.2	Perhitungan Tulangan Lapangan .....	116
4.5	Perencanaan Balok Bordes .....	117
4.5.1	Pembebanan Balok Bordes .....	117
4.5.2	Perhitungan Tulangan Lentur .....	118
4.5.3	Perhitungan Tulangan Geser .....	119
4.6	Perhitungan Pondasi Tangga .....	120
4.7	Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi .....	121
4.7.1	Perhitungan Kapasitas Dukung Pondasi .....	121
4.7.2	Perhitungan Tulangan Lentur .....	121

## **BAB 5 PLAT LANTAI**

5.1	Perencanaan Plat Lantai .....	124
5.2	Perhitungan Beban Plat Lantai.....	124
5.3	Perhitungan Momen.....	125
5.4	Penulangan Plat Lantai.....	133
5.5	Penulangan Lapangan Arah x.....	134
5.6	Penulangan Lapangan Arah y.....	135
5.7	Penulangan Tumpuan Arah x.....	136
5.8	Penulangan Tumpuan Arah y.....	137
5.9	Rekapitulasi Tulangan.....	138

## **BAB 6 PERENCANAAN BALOK ANAK**

6.1	Perencanaan Balok Anak .....	140
6.1.1	Perhitungan Lebar Equivalent.....	141
6.1.2	Lebar Equivalent Balok Anak.....	141
6.2	Perhitungan Pembebanan Balok Anak As 1'.....	142
6.2.1	Perhitungan Pembebanan.....	142
6.2.2	Perhitungan Tulangan .....	143
6.3	Perhitungan Pembebanan Balok Anak As A'.....	147
6.3.1	Perhitungan Pembebanan.....	147
6.3.2	Perhitungan Tulangan .....	148
6.4	Perhitungan Pembebanan Balok Anak As C' .....	152
6.4.1	Perhitungan Pembebanan.....	152
6.4.2	Perhitungan Tulangan .....	153
6.5	Perhitungan Pembebanan Balok Anak As 4'.....	157
6.5.1	Perhitungan Pembebanan.....	157
6.5.2	Perhitungan Tulangan .....	158
6.6	Perhitungan Pembebanan Balok Anak As D' .....	162
6.6.1	Perhitungan Pembebanan.....	162
6.6.2	Perhitungan Tulangan .....	163

## **BAB 7 PERENCANAAN PORTAL**

7.1	Perencanaan Portal.....	167
7.1.1	Dasar Perencanaan.....	168
7.1.2	Perencanaan Pembebanan.....	168
7.2	Perhitungan Luas Equivalen Plat.....	169
7.3	Perhitungan Pembebanan Balok.....	170
7.4.1	Perhitungan Pembebanan Balok Portal Memanjang.....	170
7.4.2	Perhitungan Pembebanan Balok Portal Mlintang.....	174
7.5	Penulangan Ring Balk.....	177
7.5.1	Perhitungan Tulangan Lentur Rink Balk.....	177
7.5.2	Perhitungan Tulangan Geser Rink Balk.....	180
7.6	Penulangan Balok Portal.....	181
7.6.1	Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal Memanjang.....	181
7.6.2	Perhitungan Tulangan Geser Balok Portal Memanjang.....	183
7.6.3	Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal Melintang.....	187
7.6.4	Perhitungan Tulangan Geser Balok Portal Melintang.....	187
7.7	Penulangan Kolom.....	189
7.7.1	Perhitungan Tulangan Lentur Kolom.....	189
7.7.2	Perhitungan Tulangan Geser Kolom.....	190
7.8	Penulangan Sloof.....	191
7.8.1	Perhitungan Tulangan Lentur Sloof.....	191
7.8.2	Perhitungan Tulangan Geser Sloof.....	194

## **BAB 8 PERENCANAAN PONDASI**



8.1	Data Perencanaan .....	196
8.2	Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi .....	198
8.2.1	Perhitungan Kapasitas Dukung Pondasi .....	198
8.2.1	Perhitungan Tulangan Lentur .....	198

## **BAB 9 RENCANA ANGGARAN BIAYA**

9.1	Rencana Anggaran Biaya .....	200
9.2	Data Perencanaan .....	200
9.3	Perhitungan Volume .....	200

## **BAB 10 REKAPITULASI**

10.1	Perencanaan Atap .....	209
10.2	Perencanaan Tangga .....	216
10.2.1	Penulangan Tangga.....	216
10.2.2	Pondasi Tangga.....	216
10.3	Perencanaan Plat .....	216
10.4	Perencanaan Balok Anak .....	217
10.5	Perencanaan Portal .....	217
10.6	Perencanaan Pondasi Footplat .....	218

<b>PENUTUP</b> .....	xix
----------------------	-----

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 3.1 Denah Rencana Atap.....	20
Pembebanan Gording Untuk Beban Mati .....	22
Pembebanan Gording Untuk Beban Hidup.....	23
Pembebanan Gording Untuk Beban Angin.....	23
Gambar 3.2 Rangka Batang Jurai .....	26
Gambar 3.3 Luasan Atap Jurai. ....	27
Gambar 3.4 Luasan Plafon Jurai .....	28
Gambar 3.5 Pembebanan Jurai Akibat Beban Mati.....	30
Gambar 3.6 Pembebanan Jurai Akibat Beban Angin .....	36
Gambar 3.7 Rangka Batang Setengah Kuda - Kuda.....	42
Gambar 3.8 Luasan Atap Setengah Kuda - Kuda .....	43
Gambar 3.9 Luasan Plafon Setengah Kuda - Kuda . ....	45
Gambar 3.10 Pembebanan setengah kuda – kuda Akibat Beban Mati. ....	47
Gambar 3.11 Pembebanan setengah kuda-kuda Akibat Beban Angin. ....	53
Gambar 3.12 Rangka Batang Kuda – Kuda Trapesium.....	60
Gambar 3.13 Luasan Atap Kuda - Kuda Trapesium.....	61
Gambar 3.14 Luasan Plafon Kuda - Kuda Trapesium.....	63
Gambar 3.15 Pembebanan Kuda - Kuda Trapesium Akibat Beban Mati... ..	64
Gambar 3.16 Pembebanan Kuda- Kuda Trapesium Akibat Beban Angin. ....	69
Gambar 3.17 Rangka Batang Kuda – Kuda Utama A .....	77
Gambar 3.18 Luasan Atap Kuda - Kuda Utama A. ....	79
Gambar 3.19 Luasan Plafon Kuda - Kuda Utama A. ....	80
Gambar 3.20 Pembebanan Kuda - Kuda Utama A Akibat Beban Mati. ....	82
Gambar 3.21 Pembebanan Kuda- Kuda Utama A Akibat Beban Angin. ....	87
Gambar 3.22 Rangka Batang Kuda – Kuda Utama B .....	96
Gambar 3.23 Luasan Atap Kuda - Kuda Utama B. ....	97
Gambar 3.24 Luasan Plafon Kuda - Kuda Utama B.....	98

Gambar 3.25 Pembebanan Kuda - Kuda Utama B Akibat Beban Mati.....	99
Gambar 3.26 Pembebanan Kuda- Kuda Utama B Akibat Beban Angin. ...	102
Gambar 4.1 Perencanaan Tangga. ....	110
Gambar 4.2 Potongan Tangga.....	111
Gambar 4.3 Tebal Ekvivalen. ....	112
Gambar 4.4 Rencana Tumpuan Tangga. ....	114
Gambar 4.5 Pondasi Tangga. ....	120
Gambar 5.1 Denah Plat lantai	124
Gambar 5.2 Plat Tipe A	125
Gambar 5.3 Plat Tipe B	126
Gambar 5.4 Plat Tipe C	126
Gambar 5.5 Plat Tipe D	127
Gambar 5.6 Plat Tipe E	128
Gambar 5.7 Plat Tipe F	128
Gambar 5.8 Plat Tipe G	129
Gambar 5.9 Plat Tipe H	130
Gambar 5.10 Plat Tipe I	130
Gambar 5.11 Plat Tipe J	131
Gambar 5.12 Plat Tipe K	132
Gambar 5.13 Perencanaan Tinggi Efektif	134
Gambar 6.1 Denah Pembebanan Balok Anak	140
Gambar 6.2 Lebar Ekvivalen Balok Anak as 1'	142
Gambar 6.3 Lebar Ekvivalen Balok Anak as A'	147
Gambar 6.4 Lebar Ekvivalen Balok Anak as C'	152
Gambar 6.5 Lebar Ekvivalen Balok Anak as 4'	157
Gambar 6.6 Lebar Ekvivalen Balok Anak as D'	162
Gambar 7.1 Denah Portal.	167
Gambar 7.2 Luas Ekvivalen.	169
Gambar 8.1 Perencanaan Pondasi	196

## DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Koefisien Reduksi Beban hidup .....	6
Tabel 2.2 Faktor Pembebanan U.....	8
Tabel 2.3 Faktor Reduksi Kekuatan $\phi$ .....	9
Tabel 3.1 Kombinasi Gaya Dalam Pada Gording.....	24
Tabel 3.2 Perhitungan Panjang Batang Jurai .....	26
Tabel 3.3 Rekapitulasi Beban Mati Jurai .....	35
Tabel 3.4 Perhitungan Beban Angin Jurai .....	37
Tabel 3.5 Rekapitulasi Gaya Batang Jurai .....	37
Tabel 3.6 Rekapitulasi Perencanaan Profil Jurai .....	42
Tabel 3.7 Perhitungan Panjang Batang Setengah Kuda-Kuda.....	43
Tabel 3.8 Rekapitulasi Beban Mati Setengah Kuda-Kuda .....	52
Tabel 3.9 Perhitungan Beban Angin Setengah Kuda-Kuda.....	54
Tabel 3.10 Rekapitulasi Gaya Batang Setengah Kuda-Kuda .....	54
Tabel 3.11 Rekapitulasi Perencanaan Profil Setengah Kuda-Kuda.....	59
Tabel 3.12 Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Trapesium.....	60
Tabel 3.13 Rekapitulasi Beban Mati Kuda-kuda Trapesium.....	68
Tabel 3.14 Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Trapesium.....	70
Tabel 3.15 Rekapitulasi Gaya Batang pada Kuda-kuda Trapesium .....	70
Tabel 3.16 Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium .....	75
Tabel 3.12 Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Utama A .....	77
Tabel 3.13 Rekapitulasi Beban Mati Kuda-kuda Utama A .....	86
Tabel 3.14 Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Utama A.....	88
Tabel 3.15 Rekapitulasi Gaya Batang pada Kuda-kuda Utama A.....	89
Tabel 3.16 Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama A.....	94
Tabel 3.12 Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Utama B .....	96

Tabel 3.13 Rekapitulasi Beban Mati Kuda-kuda Utama B.....	101
Tabel 3.14 Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Utama B.....	103
Tabel 3.15 Rekapitulasi Gaya Batang pada Kuda-kuda Utama B.....	104
Tabel 3.16 Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama B.....	109
Tabel 5.1 Rekapitulasi Perhitungan Plat Lantai .....	133
Tabel 5.2 Rekapitulasi Penulangan Plat Lantai .....	139
Tabel 6.1 Hitungan Lebar Equivalen .....	141
Tabel 7.1 Hitungan Lebar Equivalen .....	170
Tabel 7.2 Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Portal Memanjang .....	173
Tabel 7.3 Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Portal Melintang .....	176

## DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

A	= Luas penampang batang baja ( $\text{cm}^2$ )
A	= Beban atap
B	= Luas penampang ( $\text{m}^2$ )
AS'	= Luas tulangan tekan ( $\text{mm}^2$ )
AS	= Luas tulangan tarik ( $\text{mm}^2$ )
B	= Lebar penampang balok (mm)
C	= Baja Profil Canal
D	= Diameter tulangan (mm)
D	= Beban mati
Def	= Tinggi efektif (mm)
E	= Modulus elastisitas(m)
E	= Beba gempa
e	= Eksentrisitas (m)
F	= Beban akibat berat dan tekanan fluida
F' <sub>c</sub>	= Kuat tekan beton yang disyaratkan (Mpa)
F <sub>y</sub>	= Kuat leleh yang disyaratkan (Mpa)
g	= Percepatan grafitasi (m/dt)
h	= Tinggi total komponen struktur (cm)
H	= Tebal lapisan tanah (m)
I	= Momen Inersia ( $\text{mm}^2$ )
L	= Panjang batang kuda-kuda (m)
L	= Beban hidup
M	= Harga momen (kgm)

Mu	= Momen berfaktor (kgm)
N	= Gaya tekan normal (kg)
Nu	= Beban aksial berfaktor
P'	= Gaya batang pada baja (kg)
q	= Beban merata (kg/m)
q'	= Tekanan pada pondasi ( kg/m)
R	= Beban air hujan
S	= Spasi dari tulangan (mm)
T	= Pengaruh kombinasi suhu, rangkai, susut dan perbedaan penurunan
U	= Faktor pembebanan
V	= Kecepatan angin ( m/detik )
Vu	= Gaya geser berfaktor (kg)
W	= Beban Angin (kg)
Z	= Lendutan yang terjadi pada baja (cm)
$\phi$	= Diameter tulangan baja (mm)
$\theta$	= Faktor reduksi untuk beton
$\rho$	= Ratio tulangan tarik (As/bd)
$\sigma$	= Tegangan yang terjadi (kg/cm <sup>3</sup> )
$\omega$	= Faktor penampang

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

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

Bangsa Indonesia telah menyediakan berbagai sarana guna memenuhi sumber daya manusia yang berkualitas. Dalam merealisasikan hal ini Universitas Sebelas Maret Surakarta sebagai salah satu lembaga pendidikan yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut, memberikan Tugas Akhir sebuah perencanaan gedung bertingkat dengan maksud agar dapat menghasilkan tenaga yang bersumber daya tinggi 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. Khususnya dalam hal ini adalah teknik sipil, sangat diperlukan teknisi-teknisi yang menguasai ilmu dan keterampilan dalam bidangnya. Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta sebagai lembaga pendidikan bertujuan untuk menghasilkan ahli teknik yang berkualitas, bertanggungjawab, kreatif dalam menghadapi masa depan serta dapat mensukseskan pembangunan nasional di Indonesia.



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

1. Mahasiswa dapat merencanakan 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 : *Swalayan*
- b. Luas Bangunan :  $\pm 950 \text{ m}^2$
- c. Jumlah Lantai : 2 lantai
- d. Tinggi Lantai : 4,0 m
- e. Konstruksi Atap : Rangka kuda-kuda baja
- f. Penutup Atap : Genteng
- g. Pondasi : *Foot Plate*

#### 2. Spesifikasi Bahan

- a. Mutu Baja Profil : BJ 37 (  $\sigma_{\text{leleh}} = 2400 \text{ kg/cm}^2$  )  
(  $\sigma_{\text{ijin}} = 1600 \text{ kg/cm}^2$  )
- b. Mutu Beton ( $f'c$ ) : 25 MPa
- c. Mutu Baja Tulangan ( $f_y$ ) : Polos : 240 Mpa  
Ulir : 340 MPa

#### **1.4 Peraturan-Peraturan Yang Berlaku**

- a. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung **SNI 03-2847-2002**.
- b. Peraturan Beton Bertulang Indonesia ( **PBBI 1971** ).
- c. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung ( **PPIUG 1983** ).
- d. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung **SNI 03-1729-2002**

## BAB 2

### DASAR TEORI

#### 1.1 Dasar Perencanaan

##### 1.1.1 Jenis Pembebanan

Dalam merencanakan struktur suatu bangunan bertingkat, digunakan struktur yang mampu mendukung berat sendiri, gaya angin, beban hidup maupun beban khusus yang bekerja pada struktur bangunan tersebut.

Beban-beban yang bekerja pada struktur dihitung menurut **Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983**, beban - beban tersebut adalah :

#### 1. Beban Mati (qd)

Beban mati adalah berat dari 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 itu. Untuk merencanakan gedung ini, beban mati yang terdiri dari berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung adalah :

##### a) Bahan Bangunan :

1. Beton Bertulang ..... 2400 kg/m<sup>3</sup>
2. Pasir basah ..... 1800 kg/m<sup>3</sup>  
   kering ..... 1000 kg/m<sup>3</sup>
3. Beton biasa ..... 2200 kg/m<sup>3</sup>

##### b) Komponen Gedung :

1. Dinding pasangan batu merah setengah bata ..... 250 kg/m<sup>3</sup>
2. Langit – langit dan dinding (termasuk rusuk – rusuknya, tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terdiri dari :  
   - semen asbes (eternit) dengan tebal maximum 4 mm ..... 11 kg/m<sup>2</sup>

- kaca dengan tebal 3 – 4 mm.....	10 kg/m <sup>2</sup>
3. Penutup atap genteng dengan reng dan usuk.....	50 kg/m <sup>2</sup>
4. Penutup lantai dari tegel, keramik dan beton (tanpa adukan) per cm tebal .....	24 kg/m <sup>2</sup>
5. Adukan semen per cm tebal .....	21 kg/m <sup>2</sup>

## 2. Beban Hidup (ql)

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghuni atau pengguna suatu gedung, termasuk beban – beban pada lantai yang berasal dari barang – barang yang dapat berpindah, mesin – mesin serta peralatan yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan pembebanan lantai dan atap tersebut. Khususnya pada atap, beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan (**PPIUG 1983**).

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

Beban atap.....	100 kg/m <sup>2</sup>
Beban tangga dan bordes .....	300 kg/m <sup>2</sup>
Beban lantai untuk swalayan .....	250 kg/m <sup>2</sup>

Berhubung peluang untuk terjadi beban hidup penuh yang membebani semua bagian dan semua unsur struktur pemikul secara serempak selama unsur gedung tersebut adalah sangat kecil, maka pada perencanaan balok induk dan portal dari sistem pemikul beban dari suatu struktur gedung, beban hidupnya dikalikan dengan suatu koefisien reduksi yang nilainya tergantung pada penggunaan gedung yang ditinjau, seperti diperlihatkan pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Koefisien reduksi beban hidup

Penggunaan Gedung	Koefisien Beban Hidup untuk Perencanaan Balok Induk
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PERUMAHAN: Rumah sakit / Poliklinik</li> </ul>	0,75
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PENDIDIKAN: Sekolah, Ruang kuliah</li> </ul>	0,90
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PENYIMPANAN : Gudang, Perpustakaan</li> </ul>	0,80
<ul style="list-style-type: none"> <li>• TANGGA : Perdagangan, penyimpanan</li> </ul>	0,90

Sumber : PPIUG 1983

### 3. Beban Angin (W)

Beban Angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara ( $\text{kg/m}^2$ ).

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  $\text{kg/m}^2$  ini ditentukan dengan mengalikan tekanan tiup dengan koefisien – koefisien angin. Tekan tiup harus diambil minimum  $25 \text{ kg/m}^2$ , kecuali untuk daerah di laut dan di tepi laut sampai sejauh 5 km dari tepi pantai. Pada daerah tersebut tekanan hisap diambil minimum  $40 \text{ kg/m}^2$ .

$$P = \frac{V^2}{16} (\text{kg/m}^2)$$

Di mana V adalah kecepatan angin dalam m/det, yang harus ditentukan oleh instansi yang berwenang.

Sedangkan koefisien angin ( + berarti tekanan dan – berarti isapan ), untuk gedung tertutup :

#### 1. Dinding Vertikal

- a) Di pihak angin ..... + 0,9

b) Di belakang angin ..... - 0,4

2. Atap segitiga dengan sudut kemiringan  $\alpha$

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  $\alpha$  ..... - 0,4

### 1.1.2 Sistem Bekerjanya 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.

### 1.1.3 Provisi Keamanan

Dalam pedoman beton **PPIUG 1983**, 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 ( $\phi$ ), 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. Sedangkan kekurangan kekuatan dapat diakibatkan oleh variasi yang merugikan dari kekuatan bahan, pengerjaan, dimensi, pengendalian dan tingkat pengawasan.

**Tabel 2.2** Faktor Pembebanan U

1	D	$1,4 D$
2	D, L, A,R	$1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A \text{ atau } R)$
3	D,L,W, A, R	$1,2 D + 1,0 L \pm 1,6 W + 0,5 (A \text{ atau } R)$
4	D, W	$0,9 D \pm 1,6 W$
5	D,L,E	$1,2 D + 1,0 L \pm 1,0 E$
6	D,E	$0,9 D \pm 1,0 E$
7	D,F	$1,4 ( D + F )$
8	D,T,L,A,R	$1,2 ( D+ T ) + 1,6 L + 0,5 ( A \text{ atau } R )$

**Sumber : SNI 03-2847-2002**

Keterangan :

D = Beban mati

L = Beban hidup

W = Beban angin

A = Beban atap

R = Beban air hujan

E = Beban gempa

T = Pengaruh kombinasi suhu, rangkai, susut dan perbedaan penurunan

F = Beban akibat berat dan tekanan fluida yang diketahui dengan baik berat jenis dan tinggi maksimumnya yang terkontrol.

**Tabel 2.3** Faktor Reduksi Kekuatan  $\phi$

No	Kondisi gaya	Faktor reduksi ( $\phi$ )
1.	Lentur, tanpa beban aksial	0,80
2.	Beban aksial, dan beban aksial dengan lentur :	
	a. Aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur	0,8
	b. Aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur :	
	• Komponen struktur dengan tulangan spiral	0,7
	• Komponen struktur lainnya	0,65
3.	Geser dan torsi	0,75
4.	Tumpuan beton	0,65

**Sumber : SNI 03-2847-2002**

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. Sedang untuk melindungi dari karat dan kehilangan kekuatannya dalam kasus kebakaran, maka diperlukan adanya tebal selimut beton minimum.

Beberapa persyaratan utama pada **SNI 03-2847-2002** 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 |

## 1.2 Perencanaan Atap

### 2.2.1. Perencanaan Kuda-Kuda

#### 1. Pembebanan

Pada perencanaan atap ini, beban yang bekerja adalah :

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

#### 2. Asumsi Perletakan

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

#### 3. Perencanaan struktur menggunakan program **SAP 2000**.

#### 4. Perencanaan tampang menggunakan peraturan **PPBBI 1984**.

#### 5. Perhitungan profil kuda-kuda

##### a. Batang tarik

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

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

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

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

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

b. Batang tekan

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

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

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

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

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

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

kontrol tegangan :

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

### 2.2.2. Perhitungan Alat Sambung

Alat sambung yang digunakan adalah baut. Dalam **PPBBI 1984** pasal 8.2 butir 1 dijelaskan bahwa tegangan-tegangan yang diijinkan dalam menghitung kekuatan baut-baut adalah sebagai berikut :

a. Tegangan geser yang diijinkan

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

b. Tegangan tumpuan yang diijinkan

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

c. Tebal pelat sambung

$$\delta = 0,625 d$$

d. Kekuatan baut

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

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

Untuk menentukan jumlah baut tiap sambungan menggunakan kekuatan baut terhadap tegangan geser atau desak yang memiliki hasil lebih kecil dengan cara beban maksimal yang ditahan oleh batang dibagi dengan kekuatan baut yang terkecil.

Jarak antar baut ditentukan dengan rumus :

- $2,5 d \leq S \leq 7 d$
- $2,5 d \leq u \leq 7 d$
- $1,5 d \leq S_1 \leq 3 d$

Dimana :

d = diameter alat sambungan

s = jarak antar baut arah Horisontal

u = jarak antar baut arah Vertikal

s1 = jarak antar baut dengan tepi sambungan

### 1.3 Perencanaan Tangga

#### 1. Pembebanan :

- Beban mati
- Beban hidup :  $200 \text{ kg/m}^2$

#### 2. Asumsi Perletakan

- Tumpuan bawah adalah Jepit.
- Tumpuan tengah adalah Sendi.
- Tumpuan atas adalah Jepit.

#### 3. Perencanaan struktur menggunakan program **SAP 2000**.

#### 4. Perencanaan tampang menggunakan peraturan **SNI 03-2847-2002**.

Perhitungan untuk penulangan tangga :

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

Dimana  $\Phi = 0.8$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \cdot f'_c}$$

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

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

$$\rho_b = \frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \beta_1 \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \cdot \rho_b$$

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

$\rho < \rho_{\min}$   $\longrightarrow$  dipakai  $\rho_{\min} = 0.0025$

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

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

dimana,  $\phi = 0,80$

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

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

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

$$\rho_b = \frac{0.85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \cdot \rho_b$$

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

$\rho < \rho_{\min}$  → dipakai  $\rho_{\min} = 0.0025$

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

Luas tampang tulangan

$$A_s = \rho_b \cdot b \cdot d$$

#### 1.4 Perencanaan Plat Lantai

1. Pembebanan :

- Beban mati
- Beban hidup : 250 kg/m<sup>2</sup>

2. Asumsi Perletakan : jepit penuh

3. Analisa struktur menggunakan tabel 13.3.2 **PPIUG 1983**.

4. Perencanaan tampang menggunakan peraturan **PBI 1971**.

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

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

Dimana  $\Phi = 0.8$

$$M = \frac{f_y}{0.85 \cdot f'_c}$$

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

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

$$\rho_b = \frac{0.85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \cdot \rho_b$$

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

$\rho < \rho_{\min}$   $\longrightarrow$  dipakai  $\rho_{\min} = 0.0025$

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

Luas tampang tulangan

$$A_s = \rho b d$$

## 1.5 Perencanaan Balok

1. Pembebanan :

- Beban mati
- Beban hidup : 250 kg/m<sup>2</sup>

2. Asumsi Perletakan : sendi sendi

3. Perencanaan struktur menggunakan program **SAP 2000**.

4. Perencanaan tampang menggunakan peraturan **SNI 03-2847-2002**.

5. Perhitungan tulangan lentur :

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

dimana,  $\phi = 0,80$

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

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

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

$$\rho_b = \frac{0.85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \cdot \rho_b$$

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

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

$$\rho < \rho_{\min} \longrightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

b. Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,75$$

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

$$\phi V_c = 0,75 \times V_c$$

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

( perlu tulangan geser )

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

( pilih tulangan terpasang )

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

( pakai  $V_s$  perlu )

Tetapi jika terjadi  $V_u < \phi V_c$ , maka harus selalu dipasang tulangan geser minimum, kecuali untuk :

1. Pelat dan fondasi telapak.
2. Konstruksi pelat perusuk.
3. Balok dengan tinggi total yang tidak lebih dari nilai terbesar di antara 250 mm, 2,5 kali tebal sayap atau 0,5 kali lebar badan.

## 1.6 Perencanaan Portal

### 1. Pembebanan :

- Beban mati
- Beban hidup : 250 kg/m<sup>2</sup>

### 2. Asumsi Perletakan

- Jepit pada kaki portal.
- Bebas pada titik yang lain

### 3. Perencanaan struktur menggunakan program **SAP 2000**.

### 4. Perencanaan tampang menggunakan peraturan **SNI 03-2847-2002**

#### a. Perhitungan tulangan lentur :

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

dimana,  $\phi = 0,80$

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

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

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

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

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



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

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

$\rho < \rho_{\min}$  → dipakai  $\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$

b. Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,75$$

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

$$\phi V_c = 0,75 \times V_c$$

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

( perlu tulangan geser )

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

( pilih tulangan terpasang )

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

( pakai  $V_s$  perlu )

Tetapi jika terjadi  $V_u < \phi V_c$ , maka harus selalu dipasang tulangan geser minimum, kecuali untuk :

1. Pelat dan fondasi telapak.
2. Konstruksi pelat perusuk.
3. Balok dengan tinggi total yang tidak lebih dari nilai terbesar di antara 250 mm, 2,5 kali tebal sayap atau 0,5 kali lebar badan.

## 1.7 Perencanaan Pondasi

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

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

$$q_u = 1,3 cNc + qNq + 0,4 \gamma B N\gamma$$

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

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

b. Perhitungan tulangan lentur :

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

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

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

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

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

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

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

$\rho < \rho_{min}$   $\longrightarrow$  dipakai  $\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$

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

Luas tampang tulangan

$A_s = \text{Jumlah tungan} \times \text{Luas}$

b. Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,75$$

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

$$\phi V_c = 0,75 \times V_c$$

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

( perlu tulangan geser )

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

( pilih tulangan terpasang )

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

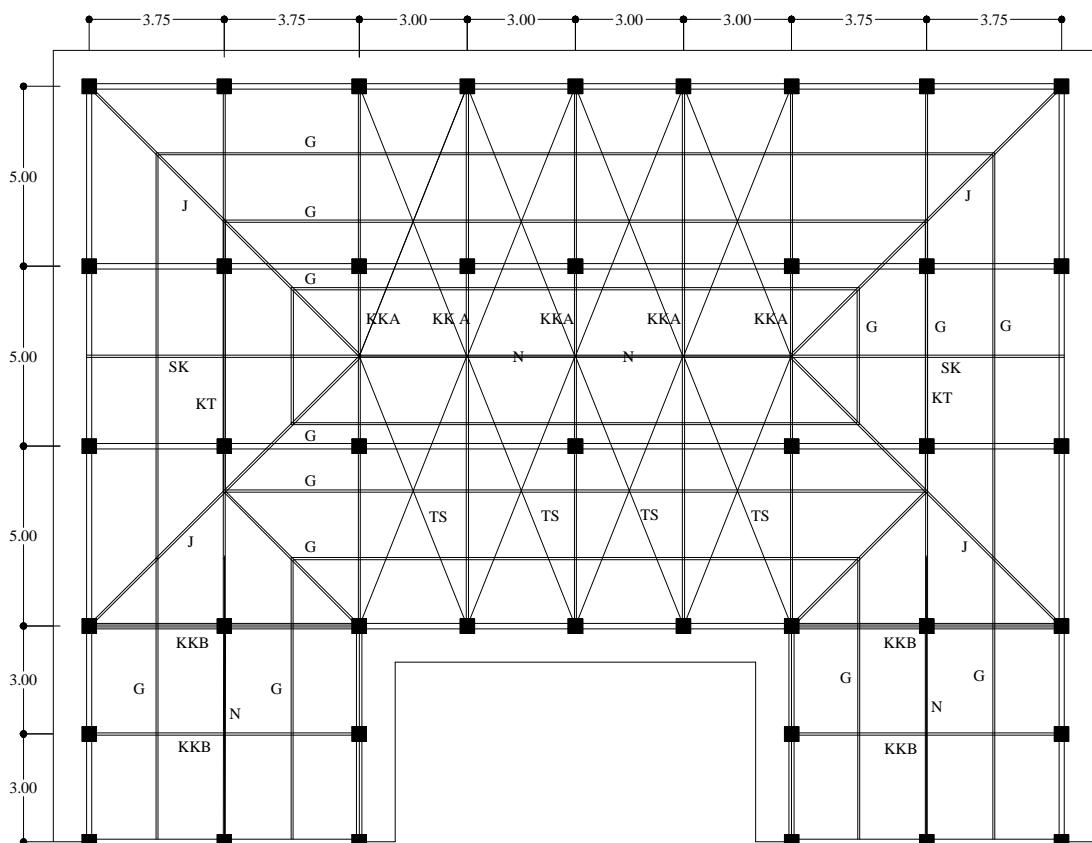
( pakai  $V_s$  perlu )

Tetapi jika terjadi  $V_u < \phi V_c$ , maka harus selalu dipasang tulangan geser minimum, kecuali untuk :

1. Pelat dan fondasi telapak.
2. Konstruksi pelat perusuk.
3. Balok dengan tinggi total yang tidak lebih dari nilai terbesar di antara 250 mm, 2,5 kali tebal sayap atau 0,5 kali lebar badan.

## BAB 3 PERENCANAAN ATAP

### 3.1. Rencana Atap



**Gambar 3.1.** Rencana Atap

Keterangan :

KK A = Kuda-kuda utama

G = Gording

KT = Kuda-kuda trapesium

N = Nok

SK1 = Setengah kuda-kuda utama



L = Lisplank

KK B = Kuda – kuda samping

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 : 3 m
- c. Kemiringan atap ( $\alpha$ ) :  $30^\circ$
- 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 : 1,875 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*/ kanal kait (  ) 150 x 75 x 20 x 4,5 pada perencanaan kuda-kuda dengan data sebagai berikut :

- a. Berat gording = 11 kg/m.
- b.  $I_x = 489 \text{ cm}^4$ .
- c.  $I_y = 99,2 \text{ cm}^4$ .
- d.  $h = 150 \text{ mm}$
- e.  $b = 75 \text{ mm}$
- f.  $t_s = 4,5 \text{ mm}$
- g.  $t_b = 4,5 \text{ mm}$
- h.  $Z_x = 65,2 \text{ cm}^3$ .
- i.  $Z_y = 19,8 \text{ cm}^3$ .



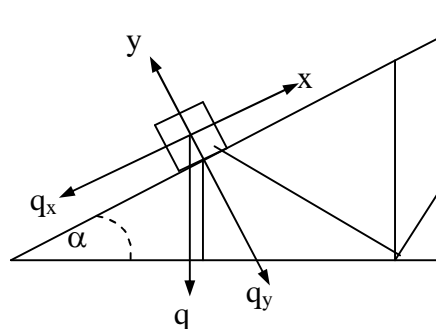
Kemiringan atap ( $\alpha$ )	= 30°.
Jarak antar gording (s)	= 1,875 m.
Jarak antar kuda-kuda utama	= 3 m.
Jarak antara KU dengan KT	= 3,75 m.

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

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

### 3.3.2. Perhitungan Pembebanan

#### a. Beban Mati (titik)



Berat gording		= 11	kg/m
Berat penutup atap	= ( 1,875 x 50 )	= 93,75	kg/m
Berat plafon	= ( 1,5 x 18 )	= 27	kg/m
	<b>q</b>	<u>131,75</u>	<b>kg/m</b> +

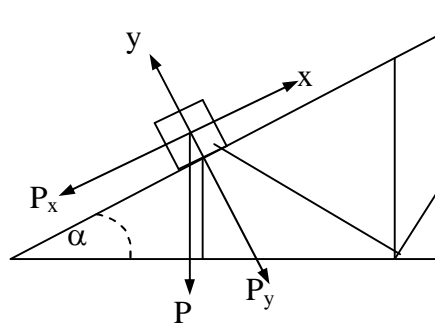
$$q_x = q \sin \alpha = 131,75 \times \sin 30^\circ = 65,875 \text{ kg/m.}$$

$$q_y = q \cos \alpha = 131,75 \times \cos 30^\circ = 114,099 \text{ kg/m.}$$

$$M_{x1} = \frac{1}{8} \cdot q_y \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 114,099 \times (3,75)^2 = 200,564 \text{ kgm.}$$

$$M_{y1} = \frac{1}{8} \cdot q_x \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 65,875 \times (3,75)^2 = 115,796 \text{ kgm.}$$

**b. Beban hidup**



P diambil sebesar 100 kg.

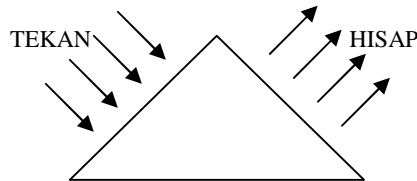
$$P_x = P \sin \alpha = 100 \times \sin 30^\circ = 50 \text{ kg.}$$

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

$$M_{x2} = \frac{1}{4} \cdot P_y \cdot L = \frac{1}{4} \times 86,603 \times 3,75 = 81,19 \text{ kgm.}$$

$$M_{y2} = \frac{1}{4} \cdot P_x \cdot L = \frac{1}{4} \times 50 \times 3,75 = 46,875 \text{ kgm.}$$

**c. Beban angin**



Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m<sup>2</sup>.

Koefisien kemiringan atap ( $\alpha$ ) = 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 x beban angin x  $\frac{1}{2}$  x ( $s_1+s_2$ )  
=  $0,2 \times 25 \times \frac{1}{2} \times (1,875+1,875) = 9,375 \text{ kg/m.}$

2) Angin hisap ( $W_2$ ) = koef. Angin hisap x beban angin x  $\frac{1}{2}$  x ( $s_1+s_2$ )  
=  $-0,4 \times 25 \times \frac{1}{2} \times (1,875+1,875) = -18,75 \text{ kg/m.}$

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

1)  $M_{x(\text{tekan})} = \frac{1}{8} \cdot W_1 \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 9,375 \times (3,75)^2 = 16,48 \text{ kgm.}$

2)  $M_{x(\text{hisap})} = \frac{1}{8} \cdot W_2 \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times -18,75 \times (3,75)^2 = -32,96 \text{ kgm.}$



**Tabel 3.1. Kombinasi Gaya Dalam pada Gording**

Momen	Beban Mati	Beban Hidup	Beban Angin		Kombinasi	
			Tekan	Hisap	Minimum	Maksimum
$M_x$	200,564	81,19	16,48	- 32,96	281,754	298,234
$M_y$	115,796	46,875	-	-	162,671	162,671

**3.3.3. Kontrol Terhadap Tegangan**

➤ Kontrol terhadap momen Maximum

$$M_x = 298,234 \text{ kgm} = 29823,4 \text{ kgcm.}$$

$$M_y = 162,671 \text{ kgm} = 16267,1 \text{ kgcm.}$$

Asumsikan penampang kompak :

$$M_{nx} = Z_x \cdot f_y = 65,2 \cdot 2400 = 156480 \text{ kgcm}$$

$$M_{ny} = Z_y \cdot f_y = 19,8 \cdot 2400 = 47520 \text{ kgcm}$$

Check tahanan momen lentur yang terjadi :

$$\frac{M_x}{\phi_b \cdot M_{nx}} + \frac{M_y}{\phi_b \cdot M_{ny}} \leq 1$$

$$\frac{29823,4}{0,9 \cdot 156480} + \frac{162,671}{47520} = 0,59 \leq 1 \dots\dots\dots \text{ok}$$

➤ Kontrol terhadap momen Minimum

$$M_x = 281,754 \text{ kgm} = 28175,4 \text{ kgcm.}$$

$$M_y = 162,671 \text{ kgm} = 16267,1 \text{ kgcm.}$$

Asumsikan penampang kompak :

$$M_{nx} = Z_x \cdot f_y = 65,2 \cdot 2400 = 156480 \text{ kgcm}$$

$$M_{ny} = Z_y \cdot f_y = 19,8 \cdot 2400 = 47520 \text{ kgcm}$$

Check tahanan momen lentur yang terjadi :

$$\frac{M_x}{\phi_b \cdot M_{nx}} + \frac{M_y}{\phi \cdot M_{ny}} \leq 1$$

$$\frac{28175,4}{0,9 \cdot 156480} + \frac{162,671}{47520} = 0,52 \leq 1 \dots\dots\dots \text{ok}$$

### 3.3.4. Kontrol Terhadap Lendutan

Di coba profil : 150 x 75 x 20 x 4,5

$$E = 2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 \qquad q_y = 1,4073 \text{ kg/cm}$$

$$I_x = 489 \text{ cm}^4 \qquad P_x = 50 \text{ kg}$$

$$I_y = 99,2 \text{ cm}^4 \qquad P_y = 86,603 \text{ kg}$$

$$q_x = 0,8125 \text{ kg/cm}$$

$$Z_{ijin} = \frac{1}{180} \times 300 = 1,67 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} Z_x &= \frac{5 \cdot q_x \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_y} + \frac{P_x \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \\ &= \frac{5 \times 0,8125 \times (375)^4}{384 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 99,2} + \frac{50 \times 375^3}{48 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 99,2} \\ &= 1,26 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_y &= \frac{5 \cdot q_y \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} + \frac{P_y \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \\ &= \frac{5 \times 1,4073 \times (375)^4}{384 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 489} + \frac{86,603 \times 375^3}{48 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 489} \\ &= 0,44 \text{ cm} \end{aligned}$$

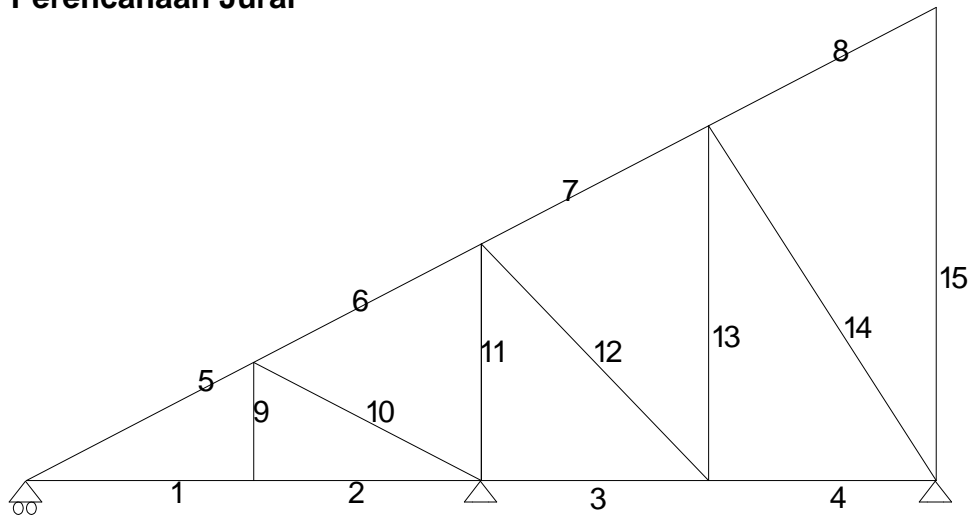
$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{Z_x^2 + Z_y^2} \\ &= \sqrt{(1,26)^2 + (0,44)^2} = 1,33 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$Z \leq Z_{ijin}$$

$$1,33 \text{ cm} \leq 1,67 \text{ cm} \quad \dots\dots\dots \text{ aman !}$$

Jadi, baja profil *lip channels* ( □ ) dengan dimensi **150 × 70 × 20 × 4,5** 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

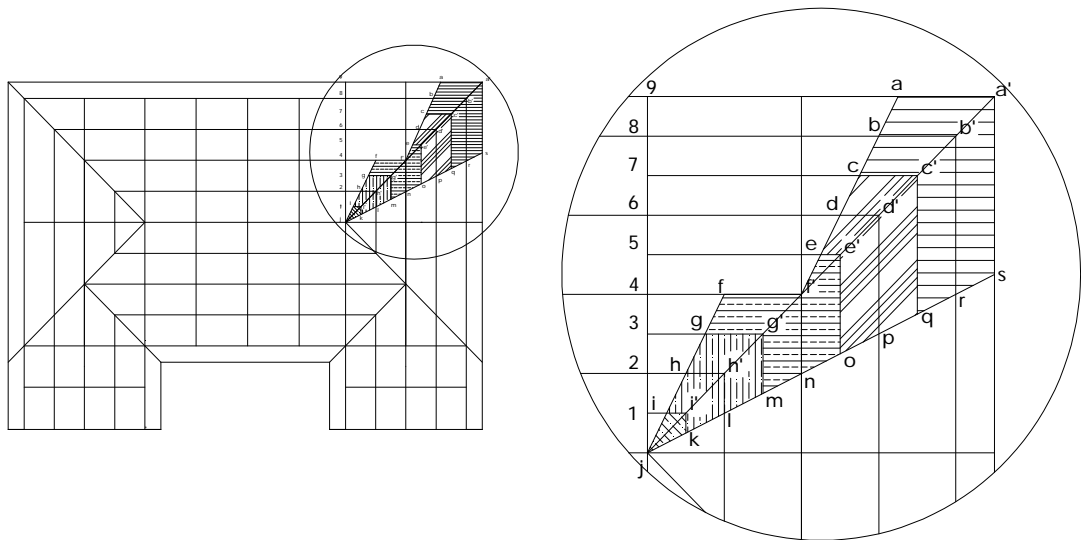
Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

**Tabel 3.2.** Panjang Batang pada Jurai

Nomer Batang	Panjang Batang (m)
1	2,652
2	2,652
3	2,652
4	2,652
5	2,864
6	2,864
7	2,864

8	2,864
9	1,083
10	2,864
11	2,165
12	3,423
13	3,226
14	4,193
15	4,330

### 3.4.2. Perhitungan luasan jurai



**Gambar 3.3.** Luasan Atap Jurai

Panjang j1 =  $\frac{1}{2} \cdot 1,875 = 0,937$  m

Panjang j1 = 1-2 = 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 6-7 = 7-8 = 8-9 = 0,937 m

Panjang aa' = 2,594 m

Panjang a's = 4,292 m

Panjang cc' = 1,537 m

Panjang c'q = 3,314 m

Panjang ee' = 0,515 m

Panjang e'o = 2,367 m

$$\text{Panjang gg}' = \text{g}'\text{m} = 1,410 \text{ m}$$

$$\text{Panjang ii}' = \text{i}'\text{k} = 0,471 \text{ m}$$

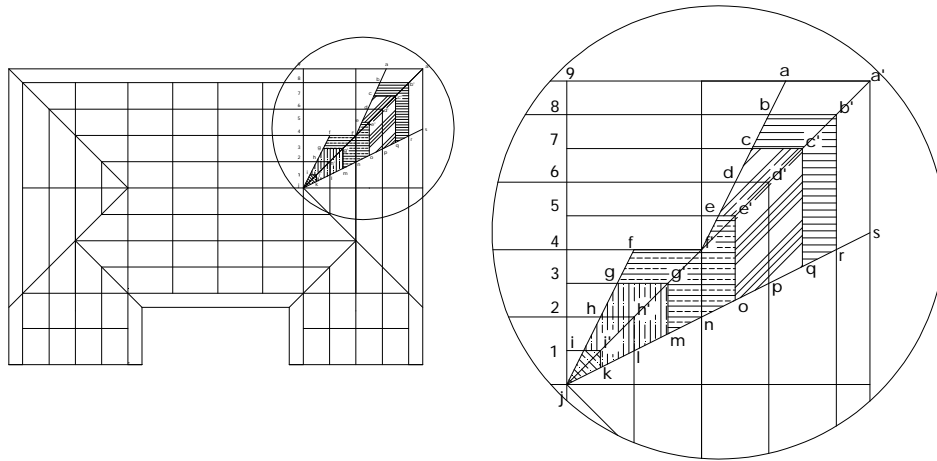
$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas aa'sqc}'\text{c} &= (\frac{1}{2} (\text{aa}' + \text{cc}') 7-9) + (\frac{1}{2} (\text{a}'\text{s} + \text{c}'\text{q}) 7-9) \\ &= (\frac{1}{2} (2,594+1,537) 2 \cdot 0,937) + (\frac{1}{2} (4,292 + 3,314) 2 \cdot 0,937) \\ &= 10,998 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas cc'qoe}'\text{e} &= (\frac{1}{2} (\text{cc}' + \text{ee}') 5-7) + (\frac{1}{2} (\text{c}'\text{q} + \text{e}'\text{o}) 5-7) \\ &= (\frac{1}{2} (1,537+0,515) 2 \cdot 0,937) + (\frac{1}{2} (3,314+2,367) 2 \cdot 0,937) \\ &= 7,246 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas ee'omg'gff}' &= (\frac{1}{2} 4-5 \cdot \text{ee}') + (\frac{1}{2} (\text{e}'\text{o} + \text{g}'\text{m}) 3-5) + (\frac{1}{2} (\text{ff}' + \text{gg}') 3-5) \\ &= (\frac{1}{2} \times 0,937 \times 0,51) + (\frac{1}{2} (2,367+1,41) 1,8) + (\frac{1}{2} (1,894+1,515) 1,8) \\ &= 6,862 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas gg'mki}'\text{i} &= (\frac{1}{2} (\text{gg}' + \text{ii}') 1-3) \times 2 \\ &= (\frac{1}{2} (1,41 + 0,471) 2 \cdot 0,937) \times 2 \\ &= 3,525 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas jii}'\text{k} &= (\frac{1}{2} \times \text{ii}' \times \text{j1}) \times 2 \\ &= (\frac{1}{2} \times 0,471 \times 0,937) \times 2 \\ &= 0,441 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



**Gambar 3.4.** Luasan Plafon Jurai

$$\text{Panjang } j1 = \frac{1}{2} \cdot 1,8 = 0,9 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } j1 = 1-2 = 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 6-7 = 7-8 = 8-9 = 0,9 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } bb' = 2,048 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } b'r = 3,787 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } cc' = 1,537 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } c'q = 3,314 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } ee' = 0,515 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } e'o = 2,367 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } gg' = g'm = 1,410 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } ii' = i'k = 0,471 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas } bb'rqc'e &= (\frac{1}{2} (bb' + cc') 7-8) + (\frac{1}{2} (b'r + c'q) 7-8) \\ &= (\frac{1}{2} (2,048 + 1,537) 0,9) + (\frac{1}{2} (3,787 + 3,314) 0,9) \\ &= 4,809 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas } cc'qoe'e &= (\frac{1}{2} (cc' + ee') 5-7) + (\frac{1}{2} (c'q + e'o) 5-7) \\ &= (\frac{1}{2} (1,537+0,515) 2 \cdot 0,9) + (\frac{1}{2} (3,314 +2,367)2 \cdot 0,9) \\ &= 6,960 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

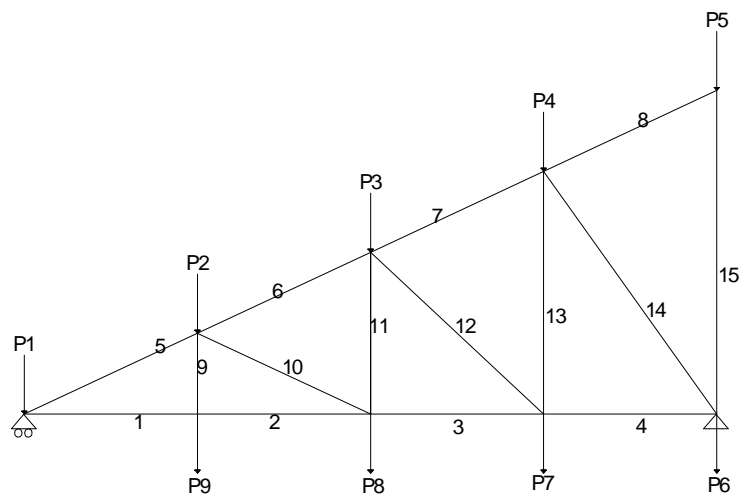
$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas } ee'omg'gff' &= (\frac{1}{2} 4-5 \cdot ee') + (\frac{1}{2} (e'o + g'm) 3-5) + (\frac{1}{2} (ff' + gg') 3-5) \\ &= (\frac{1}{2} \times 0,9 \times 0,515) + (\frac{1}{2} (2,367+1,41)1,8) + (\frac{1}{2}(1,89+1,51)1,8) \\ &= 6,520 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- **Luas gg'mki'i** =  $(\frac{1}{2} (gg' + ii') 1-3) \times 2$   
 =  $(\frac{1}{2} (1,41+0,471) 2 \cdot 0,9) \times 2$   
 =  $3,386 \text{ m}^2$
- **Luas jii'k** =  $(\frac{1}{2} \times ii' \times j1) \times 2$   
 =  $(\frac{1}{2} \times 0,471 \times 0,9) \times 2$   
 =  $0,424 \text{ m}^2$

### 3.4.3. Perhitungan Pembebanan Jurai

Data-data pembebanan :

- Berat gording = 11 kg/m
- Berat penutup atap = 50 kg/m<sup>2</sup>
- Berat plafon dan penggantung = 18 kg/m<sup>2</sup>
- Berat profil kuda-kuda = 25 kg/m





**Gambar 3.5.** Pembebanan jurai akibat beban mati

**a. Beban Mati**

1) Beban P1

a) Beban Gording = berat profil gording  $\times$  panjang gording bb'r

$$= 11 \times (2,048+3,787) = 64,185 \text{ kg}$$

b) Beban Atap = luasan aa'sqc'c  $\times$  berat atap

$$= 10,998 \times 50 = 549,9 \text{ kg}$$

c) Beban Plafon = luasan bb'rqc'c'  $\times$  berat plafon

$$= 4,809 \times 18 = 73,602 \text{ kg}$$

d) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times$  btg (1 + 5)  $\times$  berat profil kuda-kuda

$$= \frac{1}{2} \times (2,652 + 2,864) \times 25$$

$$= 68,95 \text{ kg}$$

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

$$= 30 \% \times 68,95 = 20,685 \text{ kg}$$

f) Beban Bracing = 10%  $\times$  beban kuda-kuda

$$= 10 \% \times 68,95 = 6,895 \text{ kg}$$

2) Beban P2

a) Beban Gording = berat profil gording  $\times$  panjang gording dd'p

$$= 11 \times (1,022+2,841) = 42,493 \text{ kg}$$

b) Beban Atap = luasan cc'qoe'e  $\times$  berat atap

$$= 7,426 \times 50 = 371,3 \text{ kg}$$

c) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times$  btg (5 + 9 + 10 + 6)  $\times$  berat profil kuda-kuda

$$= \frac{1}{2} \times (2,864 + 1,083 + 2,864 + 2,864) \times 25$$

$$= 120,937 \text{ kg}$$

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

$$= 30 \% \times 120,937 = 36,281 \text{ kg}$$

e) Beban Bracing = 10%  $\times$  beban kuda-kuda

$$= 10 \% \times 120,937 = 12,094 \text{ kg}$$

3) Beban P3

- a) Beban Gording = berat profil gording  $\times$  panjang gording  
 $= 11 \times (1,894 + 1,894) = 41,668 \text{ kg}$
- b) Beban Atap = luasan  $\times$  berat atap  
 $= 6,862 \times 50 = 343,1 \text{ kg}$
- c) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{btg} (6 + 11 + 12 + 7) \times \text{berat profil kuda-kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,864 + 2,165 + 3,423 + 2,864) \times 25$   
 $= 146,963 \text{ kg}$
- d) Beban Plat Sambung = 30 %  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 30 \% \times 146,963 = 47,089 \text{ kg}$
- e) Beban Bracing = 10 %  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 10 \% \times 146,963 = 15,696 \text{ kg}$

4) Beban P4

- a) Beban Gording = berat profil gording  $\times$  panjang gording  
 $= 11 \times (0,937 + 0,937) = 20,614 \text{ kg}$
- b) Beban Atap = luasan  $\times$  berat atap  
 $= 3,525 \times 50 = 176,25 \text{ kg}$
- c) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{btg} (7 + 13 + 15 + 8) \times \text{berat profil kuda-kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,864 + 3,226 + 4,193 + 2,864) \times 25$   
 $= 164,338 \text{ kg}$
- d) Beban Plat Sambung = 30 %  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 30 \% \times 164,338 = 49,301 \text{ kg}$
- e) Beban Bracing = 10%  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 10 \% \times 164,338 = 16,434 \text{ kg}$

5) Beban P5

- a) Beban Atap = luasan  $\times$  berat atap  
 $= 0,441 \times 50 = 22,05 \text{ kg}$

b) Beban Kuda-kuda  $= \frac{1}{2} \times \text{btg} (8+15) \times \text{berat profil kuda-kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,864 + 4,33) \times 25$   
 $= 89,925 \text{ kg}$

c) Beban Plat Sambung  $= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 30 \% \times 89,925 = 26,977 \text{ kg}$

d) Beban Bracing  $= 10\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 10 \% \times 89,925 = 8,992 \text{ kg}$

6) Beban P6

a) Beban Plafon  $= \text{luasan jii'k} \times \text{berat plafon}$   
 $= 0,424 \times 18 = 7,632 \text{ kg}$

b) Beban Kuda-kuda  $= \frac{1}{2} \times \text{btg} (15 + 14 + 4) \times \text{berat profil kuda-kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (4,33 + 4,193 + 2,652) \times 25$   
 $= 139,687 \text{ kg}$

c) Beban Plat Sambung  $= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 30 \% \times 139,687 = 41,906 \text{ kg}$

d) Beban Bracing  $= 10\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 10 \% \times 139,687 = 13,969 \text{ kg}$

7) Beban P7

a) Beban Plafon  $= \text{luasan gg'mki'i} \times \text{berat plafon}$   
 $= 3,386 \times 18 = 60,948 \text{ kg}$

b) Beban Kuda-kuda  $= \frac{1}{2} \times \text{btg} (4 + 12 + 13 + 3) \times \text{berat profil kuda-kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,652 + 3,226 + 3,423 + 2,652) \times 25$   
 $= 149,412 \text{ kg}$

c) Beban Plat Sambung  $= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 30 \% \times 149,412 = 44,824 \text{ kg}$

d) Beban Bracing  $= 10\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 10 \% \times 149,412 = 14,941 \text{ kg}$

8) Beban P8

- a) Beban Plafon = luasan ee'omg'gff' × berat plafon  
 =  $6,52 \times 18 = 117,36 \text{ kg}$
- b) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{btg} (3 + 11 + 4 + 10) \times \text{berat profil kuda-kuda}$   
 =  $\frac{1}{2} \times (2,652 + 2,652 + 3,423 + 2,864) \times 25$   
 =  $144,887 \text{ kg}$
- c) Beban Plat Sambung =  $30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 =  $30 \% \times 144,887 = 43,466 \text{ kg}$
- d) Beban Bracing =  $10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 =  $10 \% \times 144,887 = 14,487 \text{ kg}$

9) Beban P9

- a) Beban Plafon = luasan cc'qoe'e × berat plafon  
 =  $6,96 \times 18 = 125,28 \text{ kg}$
- b) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{btg} (2 + 9 + 1) \times \text{berat profil kuda-kuda}$   
 =  $\frac{1}{2} \times (2,652 + 1,083 + 2,652) \times 25$   
 =  $79,837 \text{ kg}$
- c) Beban Plat Sambung =  $30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 =  $30 \% \times 79,837 = 23,951 \text{ kg}$
- d) Beban Bracing =  $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 =  $10 \% \times 79,837 = 7,984 \text{ kg}$

**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)
-------	-----------------	--------------------	----------------------	--------------------	----------------------------	-------------------	-------------------	---------------------

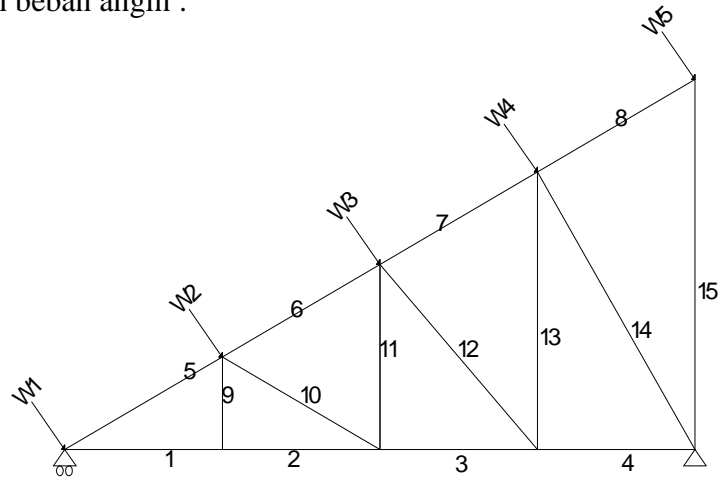
P1	549,9	64,185	68,950	6,895	20,685	73,602	784,217	785
P2	371,3	42,493	120,937	12,094	36,281	-	583,105	584
P3	343,1	41,668	146,963	15,696	47,089	-	594,516	594
P4	176,25	20,614	164,338	16,434	49,301	-	426,937	427
P5	28,9	-	89,925	8,992	26,977	-	154,794	155
P6	-	-	139,687	13,969	41,906	7,632	203,194	204
P7	-	-	149,412	14,941	44,824	60,948	270,125	271
P8	-	-	144,887	14,487	43,466	117,36	320,200	320
P9	-	-	79,837	7,984	23,951	125,28	237,052	238

**b. Beban Hidup**

Beban hidup yang bekerja pada  $P1 = P2 = P3 = P4 = P5 = 100 \text{ kg}$

### c. Beban Angin

Perhitungan beban angin :



**Gambar 3.6.** Pembebanan Jurai akibat Beban Angin

Beban angin kondisi normal, minimum =  $25 \text{ kg/m}^2$ .

▪ **Koefisien angin tekan** =  $0,02\alpha - 0,40$

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

- $W1 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 10,998 \times 0,2 \times 25 = 54,99 \text{ kg}$
- $W2 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 7,426 \times 0,2 \times 25 = 37,13 \text{ kg}$
- $W3 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 6,862 \times 0,2 \times 25 = 34,31 \text{ kg}$
- $W4 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 3,525 \times 0,2 \times 25 = 17,625 \text{ kg}$
- $W5 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 0,441 \times 0,2 \times 25 = 2,205 \text{ kg}$

**Tabel 3.4. Perhitungan Beban Angin Jurai**

Beban Angin	Beban (kg)	Wx W.Cos $\alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)	Wy W.Sin $\alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)
W1	54,99	50,986	51	20,600	21
W2	37,13	34,426	35	13,909	14
W3	34,31	31,812	32	12,853	13
W4	17,625	16,342	17	6,602	7
W5	2,205	2,044	3	0,826	1

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	839,66	
2	822,07	
3		352,02
4	352,02	
5		952,62
6	529,00	
7		258,39
8	2,37	
9	268,66	
10		1491,21
11		1765,07
12	906,36	
13		261,71

14		43,22
15		348,78

### 3.4.4. Perencanaan Profil Jurai

#### a. Perhitungan profil batang tarik

$$P_{\text{maks.}} = 906,36 \text{ kg}$$

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

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

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{\text{mak}}}{F_y} = \frac{906,36}{2400} = 0,38 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil  $\perp 45 . 45 . 5$

Dari tabel baja didapat data-data =

$$A_g = 4,30 \text{ cm}^2$$

$$\bar{x} = 1,35 \text{ cm}$$

$$A_n = 2.A_g - dt$$

$$= 860 - 14.5 = 790 \text{ mm}^2$$

L = Sambungan dengan Diameter

$$= 3.12,7 = 38,1 \text{ mm}$$

$$\bar{x} = 13,5 \text{ mm}$$

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

$$= 1 - \frac{13,5}{38,1} = 0,645$$

$$A_e = U.A_n$$



$$= 0,645.790$$

$$= 509,55 \text{ mm}^2$$

Check kekuatan nominal

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

$$= 0,75 \cdot 537,56 \cdot 370$$

$$= 141400,125 \text{ N}$$

$$= 14140,0125 \text{ kg} > 906,36 \text{ kg} \dots \text{OK}$$

**b. Perhitungan profil batang tekan**

$$P_{\text{maks.}} = 1765,07 \text{ kg}$$

$$lk = 2,165 \text{ m} = 216,5 \text{ cm}$$

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{\text{mak}}}{F_y} = \frac{1765,07}{2400} = 0,73 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil **┘ 45 . 45 . 5** ( $A_g = 4,30 \text{ cm}^2$ )

Periksa kelangsingan penampang :

$$\frac{b}{2t_w} < \frac{200}{\sqrt{F_y}} = \frac{55}{6} < \frac{200}{\sqrt{240}}$$

$$= 9,16 < 12,9$$

$$\lambda = \frac{K.L}{r} = \frac{1.216,5}{1,35}$$

$$= 160$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

$$= \frac{160}{3,14} \sqrt{\frac{240}{200000}}$$

$$= 1,765 \dots \dots \lambda_c \geq 1,2 \quad \longrightarrow \quad \omega = 1,25 \cdot \lambda_c^2$$

$$\omega = 1,25 \cdot \lambda_c^2 = 1,25 \cdot (1,765^2)$$

$$= 3,894$$

$$P_n = 2 \cdot A_g \cdot F_{cr}$$

$$= 2 \cdot 4,30 \cdot \frac{2400}{3,894}$$

$$= 5300$$

$$\frac{P}{\phi P_n} = \frac{1765,07}{0,85 \cdot 5300}$$

$$= 0,391 < 1 \dots \dots \dots \text{OK}$$

### 3.3.5. Perhitungan Alat Sambung

#### a. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut ( $\varnothing$ ) = 12,7 mm ( 1/2 inches)

Diameter lubang = 14 mm.

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

Menggunakan tebal plat 8 mm

➤ Tahanan geser baut

$$\begin{aligned} P_n &= m \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n \\ &= 2 \cdot (0,4 \cdot 825) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 = 8356,43 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ Tahanan tarik penyambung

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 \cdot f^{ub} \cdot A_n \\ &= 7833,9 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ Tahanan Tumpu baut :

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t) \\ &= 0,75 (2,4 \cdot 370 \cdot 12,7 \cdot 9) \\ &= 7612,38 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah  $P_{\text{tumpu}} = 7612,38 \text{ kg}$ .

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{1765,07}{7612,38} = 0,231 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

a)  $3d \leq S \leq 15t$  atau 200 mm

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_1 &= 3 d_b = 3 \cdot 12,7 \\ &= 38,1 \text{ mm} \\ &= 40 \text{ mm} \end{aligned}$$

b)  $1,5 d \leq S_2 \leq (4t + 100)$  atau 200 mm

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_2 &= 1,5 d_b = 1,5 \cdot 12,7 \\ &= 19,05 \text{ mm} \\ &= 20 \text{ mm} \end{aligned}$$

**b. Batang tarik**

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut ( $\varnothing$ ) = 12,7 mm ( 1/2 inches )

Diameter lubang = 13,7 mm.

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

Menggunakan tebal plat 8 mm

➤ Tahanan geser baut

$$\begin{aligned} P_n &= n \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n \\ &= 2 \cdot (0,4 \cdot 825) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 = 8356,43 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ Tahanan tarik penyambung

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 \cdot f^{ub} \cdot A_n \\ &= 7833,9 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ Tahanan Tumpu baut :

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t) \\ &= 0,75 (2,4 \cdot 370 \cdot 12,7 \cdot 9) \\ &= 7612,38 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah  $P_{\text{tumpu}} = 7612,38 \text{ kg}$ .

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{906,36}{7612,38} = 0,120 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

a)  $3d \leq S \leq 15t$  atau 200 mm

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_1 &= 3 d_b = 3 \cdot 12,7 \\ &= 38,1 \text{ mm} \\ &= 40 \text{ mm} \end{aligned}$$

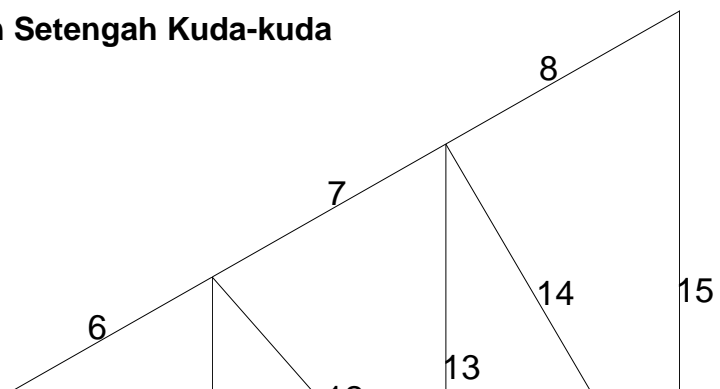
b)  $1,5 d \leq S_2 \leq (4t + 100)$  atau 200 mm

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_2 &= 1,5 d_b = 1,5 \cdot 12,7 \\ &= 19,05 \text{ mm} \\ &= 20 \text{ mm} \end{aligned}$$

**Tabel 3.6.** Rekapitulasi Perencanaan Profil Jurai

<b>Nomer Batang</b>	<b>Dimensi Profil</b>	<b>Baut (mm)</b>
1	┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
2	┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
3	┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
4	┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
5	┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
6	┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
7	┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
8	┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
9	┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
10	┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
11	┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
12	┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
13	┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
14	┘ 45 . 45 . 5	2 Ø 12,7
15	┘ 45 . 45 . 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**

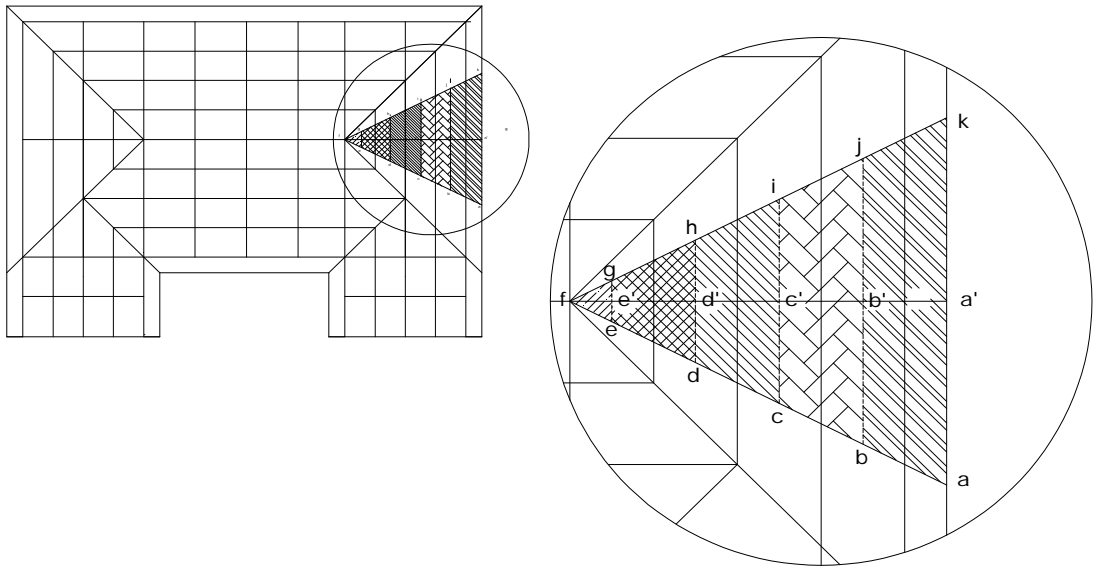
Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

**Tabel 3.7.** Perhitungan Panjang Batang pada Setengah Kuda-kuda

Nomer Batang	Panjang Batang
1	1,875
2	1,875
3	1,875
4	1,875
5	2,165
6	2,165
7	2,165
8	2,165
9	1,083
10	2,165
11	2,165
12	2,864

13	3,248
14	3,750
15	4,330

### 3.5.2. Perhitungan luasan Setengah Kuda-kuda



**Gambar 3.8.** Luasan Atap Setengah Kuda-kuda

Panjang ak = 8,5 m

Panjang bj = 6,6 m

Panjang ci = 4,7 m

Panjang dh = 2,8 m

Panjang eg = 0,9 m

Panjang a'b' = b'c' = c'd' = d'e' = 1,875 m

Panjang e'f =  $\frac{1}{2} \times 1,875 = 0,937$  m

- **Luas abjk** =  $\frac{1}{2} \times (ak + bj) \times a'b'$   
=  $\frac{1}{2} \times (8,5 + 6,6) \times 1,875$   
=  $14,156 \text{ m}^2$

- **Luas bcij** =  $\frac{1}{2} \times (bj + ci) \times b'c'$

$$= \frac{1}{2} \times (6,6 + 4,7) \times 1,875$$

$$= 10,594 \text{ m}^2$$

- **Luas cdhi** =  $\frac{1}{2} \times (ci + dh) \times c'd'$ 

$$= \frac{1}{2} \times (4,7 + 2,8) \times 1,875$$

$$= 7,031 \text{ m}^2$$

- **Luas degf** =  $\frac{1}{2} \times (dh + eg) \times d'e'$ 

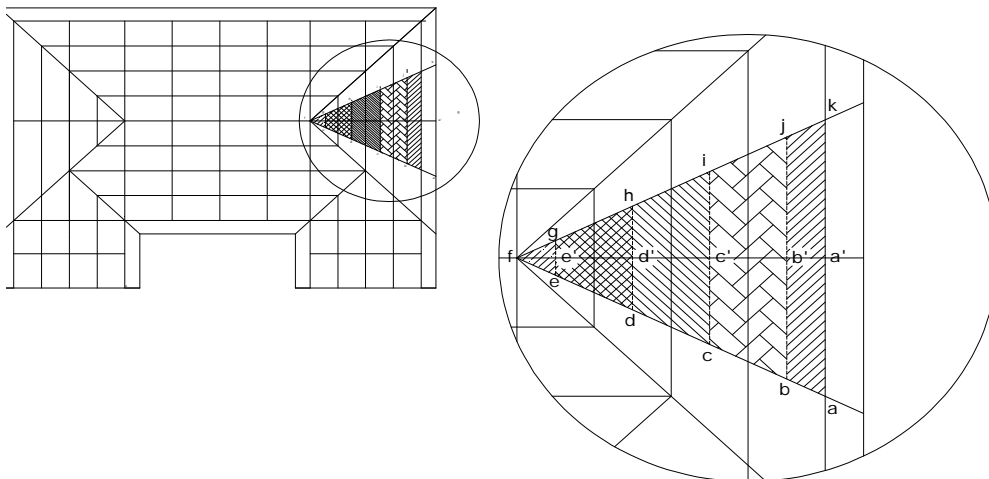
$$= \frac{1}{2} \times (2,8 + 0,9) \times 1,875$$

$$= 3,469 \text{ m}^2$$

- **Luas efg** =  $\frac{1}{2} \times eg \times e'f$ 

$$= \frac{1}{2} \times 0,9 \times 0,937$$

$$= 0,422 \text{ m}^2$$



**Gambar 3.9.** Luasan Plafon

Panjang ak = 7,5 m

Panjang bj = 6,6 m

Panjang ci = 4,7 m

Panjang dh = 2,8 m

Panjang eg = 0,9 m

Panjang a'b' = e'f = 0,9 m

Panjang b'c' = c'd' = d'e' = 1,8 m

- **Luas abjk** =  $\frac{1}{2} \times (ak + bj) \times a'b'$



$$= \frac{1}{2} \times (7,5 + 6,6) \times 0,9$$

$$= 6,345 \text{ m}^2$$

- **Luas bcij** =  $\frac{1}{2} \times (bj + ci) \times b'c'$
- =  $\frac{1}{2} \times (6,6 + 4,7) \times 1,8$
- =  $10,17 \text{ m}^2$

- **Luas cdhi** =  $\frac{1}{2} \times (ci + dh) \times c'd'$
- =  $\frac{1}{2} (4,7 + 2,8) \times 1,8$
- =  $6,75 \text{ m}^2$

- **Luas degf** =  $\frac{1}{2} \times (dh + eg) \times d'e'$
- =  $\frac{1}{2} \times (2,8 + 0,9) \times 1,8$
- =  $3,33 \text{ m}^2$

- **Luas efg** =  $\frac{1}{2} \times eg \times e'f$
- =  $\frac{1}{2} \times 0,9 \times 0,9$
- =  $0,405 \text{ m}^2$

### 3.5.3. Perhitungan Pembebanan Setengah Kuda-kuda

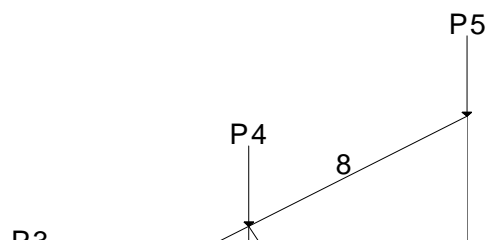
Data-data pembebanan :

Berat gording = 11 kg/m

Berat penutup atap = 50 kg/m<sup>2</sup>

Berat profil kuda - kuda = 25 kg/m

#### a. Beban Mati



**Gambar 3.10.** Pembebanan Setengah Kuda-kuda akibat Beban Mati

1) Beban Pl

- a) Beban Gording = berat profil gording  $\times$  panjang gording  
=  $11 \times 7,5 = 82,5$  kg
- b) Beban Atap = luasan abjk  $\times$  berat atap  
=  $14,156 \times 50 = 707,8$  kg
- c) Beban Plafon = luasan abjk  $\times$  berat plafon  
=  $14,156 \times 18 = 114,21$  kg
- d) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times$  btg  $(1 + 5) \times$  berat profil kuda-kuda  
=  $\frac{1}{2} \times (1,875 + 2,165) \times 25$   
=  $50,5$  kg
- e) Beban Plat Sambung =  $30\%$   $\times$  beban kuda-kuda  
=  $30\% \times 50,5 = 15,15$  kg
- f) Beban Bracing =  $10\%$   $\times$  beban kuda-kuda  
=  $10\% \times 50,5 = 5,05$  kg

2) Beban P2

- a) Beban Gording = berat profil gording  $\times$  panjang gording  
=  $11 \times 5,625 = 61,875$  kg
- b) Beban Atap = luasan bcij  $\times$  berat atap  
=  $10,594 \times 50 = 529,7$  kg
- c) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times$  btg  $(5 + 9 + 10 + 6) \times$  berat profil kuda-kuda  
=  $\frac{1}{2} \times (2,165 + 1,083 + 2,165 + 2,165) \times 25$   
=  $94,725$  kg
- d) Beban Plat Sambung =  $30\%$   $\times$  beban kuda-kuda  
=  $30\% \times 94,725 = 28,418$  kg
- e) Beban Bracing =  $10\%$   $\times$  beban kuda-kuda  
=  $10\% \times 94,725 = 9,472$  kg

3) Beban P3

- a) Beban Gording = berat profil gording  $\times$  panjang gording  
=  $11 \times 3,75 = 41,25$  kg
- b) Beban Atap = luasan cdhi  $\times$  berat atap  
=  $7,031 \times 50 = 351,55$  kg
- c) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times$  btg  $(6 + 11 + 13 + 7) \times$  berat profil kuda-kuda  
=  $\frac{1}{2} \times (2,165 + 2,165 + 2,864 + 2,165) \times 25$   
=  $116,988$  kg
- d) Beban Plat Sambung =  $30\%$   $\times$  beban kuda-kuda  
=  $30\% \times 116,988 = 35,096$  kg
- e) Beban Bracing =  $10\%$   $\times$  beban kuda-kuda  
=  $10\% \times 116,988 = 11,699$  kg

4) Beban P4

- a) Beban Gording = berat profil gording  $\times$  panjang gording  
=  $11 \times 1,875 = 20,625$  kg
- b) Beban Atap = luasan degh  $\times$  berat atap  
=  $3,469 \times 50 = 173,45$  kg
- c) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times$  btg  $(7 + 13 + 14 + 8) \times$  berat profil kuda-kuda  
=  $\frac{1}{2} \times (2,165 + 3,248 + 3,750 + 2,165) \times 25$   
=  $141,6$  kg
- d) Beban Plat Sambung =  $30\%$   $\times$  beban kuda-kuda  
=  $30\% \times 141,6 = 42,48$  kg
- e) Beban Bracing =  $10\%$   $\times$  beban kuda-kuda  
=  $10\% \times 141,6 = 14,16$  kg

5) Beban P5

- a) Beban Atap = luasan efg  $\times$  berat atap  
=  $0,422 \times 50 = 21,1$  kg
- b) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times$  btg  $(8 + 15) \times$  berat profil kuda-kuda  
=  $\frac{1}{2} \times (2,165 + 4,33) \times 25$   
=  $81,187$  kg
- c) Beban Plat Sambung =  $30\%$   $\times$  beban kuda-kuda  
=  $30\% \times 81,187 = 24,356$  kg
- d) Beban Bracing =  $10\%$   $\times$  beban kuda-kuda  
=  $10\% \times 81,187 = 8,119$  kg

6) Beban P6

- a) Beban Plafon = luasan efg  $\times$  berat plafon  
=  $0,422 \times 18 = 7,596$  kg
- b) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times$  btg  $(15 + 14 + 4) \times$  berat profil kuda-kuda  
=  $\frac{1}{2} \times (4,33 + 3,75 + 1,875) \times 25$   
=  $124,437$  kg
- c) Beban Plat Sambung =  $30\%$   $\times$  beban kuda-kuda  
=  $30\% \times 124,437 = 37,331$  kg
- d) Beban Bracing =  $10\%$   $\times$  beban kuda-kuda  
=  $10\% \times 124,437 = 12,444$  kg

7) Beban P7

- a) Beban Plafon = luasan degh  $\times$  berat plafon  
=  $3,469 \times 18 = 62,442$  kg
- b) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times$  btg  $(4 + 12 + 13 + 3) \times$  berat profil kuda-kuda  
=  $\frac{1}{2} \times (1,875 + 3,248 + 2,864 + 1,875) \times 25$   
=  $123,275$  kg
- c) Beban Plat Sambung =  $30\%$   $\times$  beban kuda-kuda  
=  $30\% \times 123,275 = 36,982$  kg
- d) Beban Bracing =  $10\%$   $\times$  beban kuda-kuda  
=  $10\% \times 123,275 = 12,327$  kg

8) Beban P8

- a) Beban Plafon = luasan cdhi  $\times$  berat plafon  
=  $7,031 \times 18 = 126,558$  kg
- b) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times$  btg  $(2 + 3 + 10 + 11) \times$  berat profil kuda-kuda  
=  $\frac{1}{2} \times (2,165 + 2,165 + 1,875 + 1,875) \times 25$   
= 101,000 kg
- c) Beban Plat Sambung = 30 %  $\times$  beban kuda-kuda  
= 30 %  $\times$  101,000 = 30,300 kg
- d) Beban Bracing = 10%  $\times$  beban kuda-kuda  
= 10 %  $\times$  101,000 = 10,100 kg

9) Beban P9

- a) Beban Plafon = luasan bcij  $\times$  berat plafon  
=  $10,594 \times 18 = 190,692$  kg
- b) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times$  btg  $(2 + 9 + 1) \times$  berat profil kuda-kuda  
=  $\frac{1}{2} \times (1,875 + 1,083 + 1,875) \times 25$   
= 60,412 kg
- c) Beban Plat Sambung = 30 %  $\times$  beban kuda-kuda  
= 30 %  $\times$  60,412 = 18,124 kg
- d) Beban Bracing = 10%  $\times$  beban kuda-kuda  
= 10 %  $\times$  60,412 = 6,041 kg

**Tabel 3.8.** Rekapitulasi Pembebanan Setengah Kuda-kuda

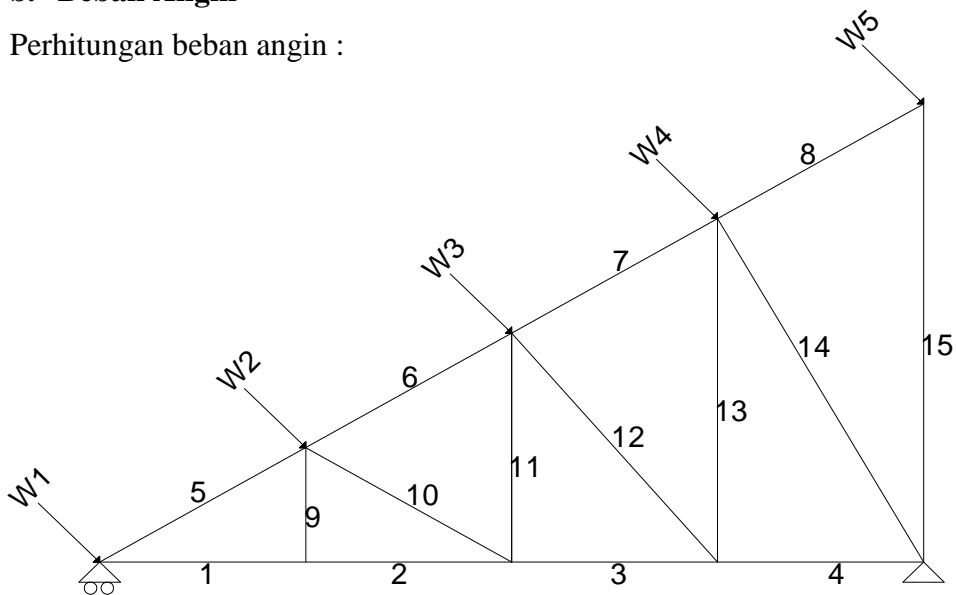
Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda-kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP 2000 ( kg )
P1	707,8	82,5	50,5	5,05	15,15	114,21	975,21	975
P2	529,7	61,875	94,725	9,472	28,418	-	724,19	724
P3	351,55	41,25	116,988	11,699	35,096	-	556,583	556
P4	173,45	20,625	141,6	14,16	42,48	-	392,315	392
P5	21,1	-	81,187	8,119	24,356	-	134,762	135
P6	-	-	124,437	12,444	37,331	7,596	181,808	182
P7	-	-	123,275	12,327	36,982	62,442	235,026	235
P8	-	-	101,00	10,10	30,30	126,558	267,958	268
P9	-	-	60,412	6,041	18,124	190,692	275,269	275

**a. Beban Hidup**

Beban hidup yang bekerja pada P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub>, = 100 kg

## b. Beban Angin

Perhitungan beban angin :



**Gambar 3.11.** Pembebanan Setengah Kuda-kuda akibat Beban Angin

Beban angin kondisi normal, minimum =  $25 \text{ kg/m}^2$ .

▪ **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  
=  $14,156 \times 0,2 \times 25 = 70,78 \text{ kg}$
- b) W2 = luasan  $\times$  koef. angin tekan  $\times$  beban angin  
=  $10,594 \times 0,2 \times 25 = 52,97 \text{ kg}$
- c) W3 = luasan  $\times$  koef. angin tekan  $\times$  beban angin  
=  $7,031 \times 0,2 \times 25 = 35,155 \text{ kg}$
- d) W4 = luasan  $\times$  koef. angin tekan  $\times$  beban angin  
=  $3,469 \times 0,2 \times 25 = 17,345 \text{ kg}$
- e) W5 = luasan  $\times$  koef. angin tekan  $\times$  beban angin  
=  $0,422 \times 0,2 \times 25 = 2,11 \text{ kg}$



**Tabel 3.9. Perhitungan Beban Angin Setengah Kuda-kuda**

Beban Angin	Beban (kg)	$W_x$ $W.Cos \alpha$ (kg)	Untuk Input SAP2000	$W_y$ $W.Sin \alpha$ (kg)	Untuk Input SAP2000
W1	70,780	61,297	61	35,390	35
W2	52,970	45,873	46	26,485	26
W3	35,155	30,445	30	17,577	18
W4	17,345	15,021	15	8,672	9
W5	2,110	1,827	2	1,055	1

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	859,59	
2	847,21	
3		195,69
4	159,69	
5		1051,31
6	271,05	
7		210,68
8	1,39	
9	302,69	
10		1349,41
11		1540,54
12	594,04	
13		188,70

14		389,44
15		324,92

### 3.5.4. Perencanaan Profil Setengah Kuda-kuda

#### a. Perhitungan profil batang tarik

$$P_{\text{maks.}} = 859,59 \text{ kg}$$

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

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

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{\text{mak}}}{F_y} = \frac{859,59}{2400} = 0,3581 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil  $\perp 45 . 45 . 5$

Dari tabel baja didapat data-data =

$$A_g = 4,30 \text{ cm}^2$$

$$\bar{x} = 1,35 \text{ cm}$$

$$A_n = 2 \cdot A_g - d \cdot t$$

$$= 860 - 14.5 = 790 \text{ mm}^2$$

L = Sambungan dengan Diameter

$$= 3.12,7 = 38,1 \text{ mm}$$

$$\bar{x} = 13,5 \text{ mm}$$

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

$$= 1 - \frac{13,5}{38,1} = 0,645$$

$$A_e = U \cdot A_n$$

$$= 0,645 \cdot 790$$

$$= 509,55 \text{ mm}^2$$

Check kekuatan nominal

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

$$= 0,75 \cdot 537,56 \cdot 370$$

$$= 141400,125 \text{ N}$$

$$= 14140,0125 \text{ kg} > 859,59 \text{ kg} \dots \text{OK}$$

**b. Perhitungan profil batang tekan**

$$P_{\text{maks.}} = 1540,54 \text{ kg}$$

$$l_k = 2,165 \text{ m} = 216,5 \text{ cm}$$

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{\text{mak}}}{F_y} = \frac{1540,54}{2400} = 0,642 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil  $\perp 45 \cdot 45 \cdot 5$  ( $A_g = 4,30 \text{ cm}^2$ )

Periksa kelangsingan penampang :

$$\frac{b}{2 \cdot t_w} < \frac{200}{\sqrt{F_y}} = \frac{55}{6} < \frac{200}{\sqrt{240}}$$

$$= 9,16 < 12,9$$

$$\lambda = \frac{K \cdot L}{r} = \frac{1 \cdot 216,5}{1,35}$$

$$= 160$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

$$= \frac{160}{3,14} \sqrt{\frac{240}{200000}}$$

$$= 1,765 \dots \dots \lambda_c \geq 1,2 \quad \longrightarrow \quad \omega = 1,25 \cdot \lambda_c^2$$

$$\omega = 1,25 \cdot \lambda_c^2 = 1,25 \cdot (1,765^2)$$

$$= 3,894$$

$$P_n = 2 \cdot A_g \cdot F_{cr}$$

$$= 2 \cdot 4,30 \cdot \frac{2400}{3,894}$$

$$= 5300$$

$$\frac{P}{\phi P_n} = \frac{1540,54}{0,85 \cdot 5300}$$

$$= 0,342 < 1 \dots \dots \dots \text{OK}$$

### 3.3.5. Perhitungan Alat Sambung

#### a. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut ( $\varnothing$ ) = 12,7 mm ( 1/2 inches)

Diameter lubang = 14 mm.

Tebal pelat sambung ( $\delta$ ) = 0,625 . d<sub>b</sub>

$$= 0,625 \cdot 12,7 = 7,94 \text{ mm.}$$

Menggunakan tebal plat 8 mm

➤ Tahanan geser baut

$$\begin{aligned}P_n &= m \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n \\ &= 2 \cdot (0,4 \cdot 825) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 = 8356,43 \text{ kg/baut}\end{aligned}$$

➤ Tahanan tarik penyambung

$$\begin{aligned}P_n &= 0,75 \cdot f^{ub} \cdot A_n \\ &= 7833,9 \text{ kg/baut}\end{aligned}$$

➤ Tahanan Tumpu baut :

$$\begin{aligned}P_n &= 0,75 (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t) \\ &= 0,75 (2,4 \cdot 370 \cdot 12,7 \cdot 9) \\ &= 7612,38 \text{ kg/baut}\end{aligned}$$

P yang menentukan adalah  $P_{tumpu} = 7612,38 \text{ kg}$ .

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{859,59}{7612,38} = 0,113 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

a)  $3d \leq S \leq 15t$  atau 200 mm

$$\begin{aligned}\text{Diambil, } S_1 &= 3 d_b = 3 \cdot 12,7 \\ &= 38,1 \text{ mm} \\ &= 40 \text{ mm}\end{aligned}$$

b)  $1,5 d \leq S_2 \leq (4t + 100)$  atau 200 mm

$$\begin{aligned}\text{Diambil, } S_2 &= 1,5 d_b = 1,5 \cdot 12,7 \\ &= 19,05 \text{ mm} \\ &= 20 \text{ mm}\end{aligned}$$

## b. Batang tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

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

Diameter lubang = 13,7 mm.

Tebal pelat sambung ( $\delta$ ) = 0,625 .  $d_b$

$$= 0,625 \times 12,7 = 7,94 \text{ mm.}$$

Menggunakan tebal plat 8 mm

➤ Tahanan geser baut

$$\begin{aligned} P_n &= n.(0,4.f^{ub}).A_n \\ &= 2.(0,4.825) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 = 8356,43 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ Tahanan tarik penyambung

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75.f^{ub}.A_n \\ &= 7833,9 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ Tahanan Tumpu baut :

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 (2,4.f_u \cdot d_b \cdot t) \\ &= 0,75 (2,4 \cdot 370 \cdot 12,7 \cdot 9) \\ &= 7612,38 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah  $P_{tumpu} = 7612,38 \text{ kg}$ .

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{1540,54}{7612,38} = 0,202 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

a)  $3d \leq S \leq 15t$  atau 200 mm

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_1 &= 3 d_b = 3 \cdot 12,7 \\ &= 38,1 \text{ mm} \\ &= 40 \text{ mm} \end{aligned}$$

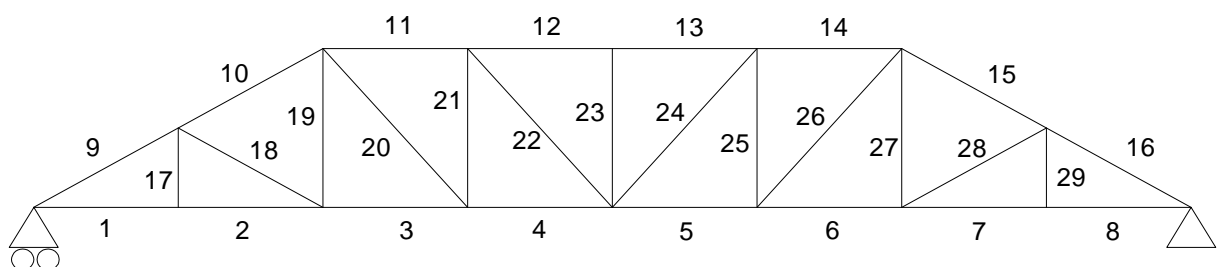
b)  $1,5 d \leq S_2 \leq (4t + 100)$  atau 200 mm

$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_2 &= 1,5 d_b = 1,5 \cdot 12,7 \\ &= 19,05 \text{ mm} \\ &= 20 \text{ mm} \end{aligned}$$

**Tabel 3.11.** Rekapitulasi Perencanaan Profil Setengah Kuda-kuda

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	┘ 45. 45. 5	2 Ø 12,7
2	┘ 45. 45. 5	2 Ø 12,7
3	┘ 45. 45. 5	2 Ø 12,7
4	┘ 45. 45. 5	2 Ø 12,7
5	┘ 45. 45. 5	2 Ø 12,7
6	┘ 45. 45. 5	2 Ø 12,7
7	┘ 45. 45. 5	2 Ø 12,7
8	┘ 45. 45. 5	2 Ø 12,7
9	┘ 45. 45. 5	2 Ø 12,7
10	┘ 45. 45. 5	2 Ø 12,7
11	┘ 45. 45. 5	2 Ø 12,7
12	┘ 45. 45. 5	2 Ø 12,7
13	┘ 45. 45. 5	2 Ø 12,7
14	┘ 45. 45. 5	2 Ø 12,7
15	┘ 45. 45. 5	2 Ø 12,7

### 3.5. Perencanaan Kuda-kuda Trapesium





**Gambar 3.12.** Rangka Batang Kuda-kuda Trapesium

### 3.6.1. Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Trapesium

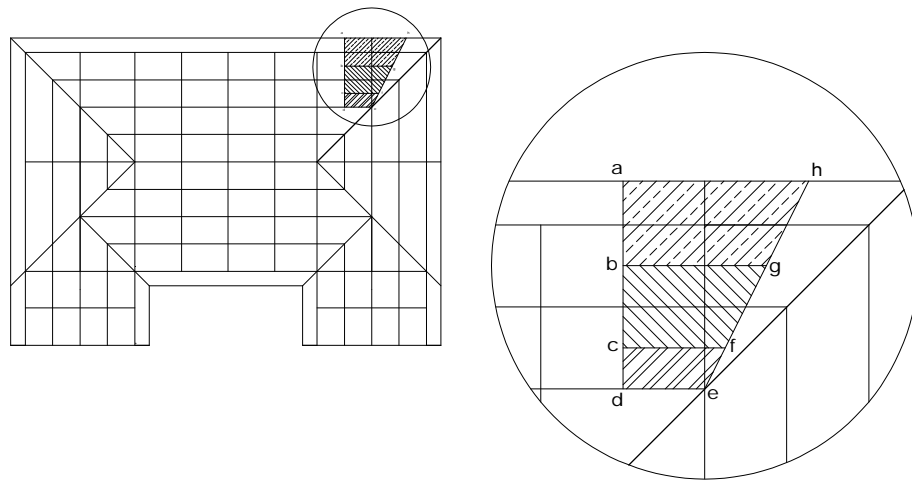
Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

**Tabel 3.12.** Perhitungan Panjang Batang pada Kuda-kuda Trapesium

Nomer Batang	Panjang Batang (m)
1	1,875
2	1,875
3	1,875
4	1,875
5	1,875
6	1,875
7	1,875
8	1,875
9	2,165
10	2,165
11	1,875
12	1,875
13	1,875
14	1,875
15	2,165
16	2,165
17	1,083
18	2,165
19	2,165

20	2,864
21	2,165
22	2,864
23	2,165
24	2,864
25	2,165
26	2,864
27	2,165
28	2,165
29	1,083

### 3.6.2. Perhitungan luasan kuda-kuda trapesium



**Gambar 3.13.** Luasan Atap Kuda-kuda Trapesium

Panjang ah = 4,245 m

Panjang bg = 3,276 m

Panjang cf = 2,336 m

$$\text{Panjang de} = 1,875 \text{ m}$$

$$\text{Panjang ab} = 1,930 \text{ m}$$

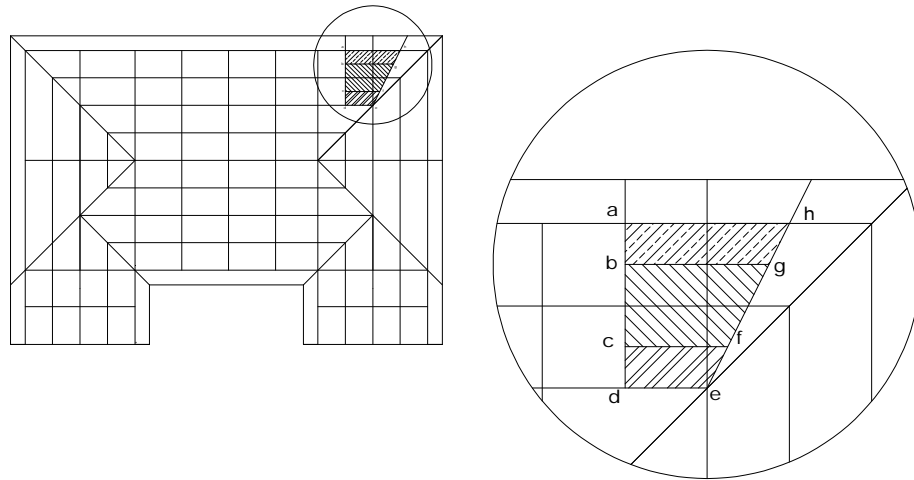
$$\text{Panjang bc} = 1,875 \text{ m}$$

$$\text{Panjang cd} = 0,937 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas abgh} &= \left( \frac{ah + bg}{2} \right) \times ab \\ &= \left( \frac{4,245 + 3,276}{2} \right) \times 1,930 \\ &= 7,258 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas bcfg} &= \left( \frac{bg + cf}{2} \right) \times bc \\ &= \left( \frac{3,276 + 2,336}{2} \right) \times 1,875 \\ &= 5,261 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas cdef} &= \left( \frac{cf + de}{2} \right) \times cd \\ &= \left( \frac{2,336 + 1,875}{2} \right) \times 0,937 \\ &= 1,973 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



Gambar 3.14. Luasan Plafon Kuda-kuda Trapesium

Panjang ah = 3,750 m

Panjang bg = 3,276 m

Panjang cf = 2,336 m

Panjang de = 1,875 m

Panjang ab = 0,9 m

Panjang bc = 1,8 m

Panjang cd = 0,9 m

• **Luas abgh** =  $\left(\frac{ah + bg}{2}\right) \times ab$   
 =  $\left(\frac{3,750 + 3,276}{2}\right) \times 0,9$   
 = 3,162 m<sup>2</sup>

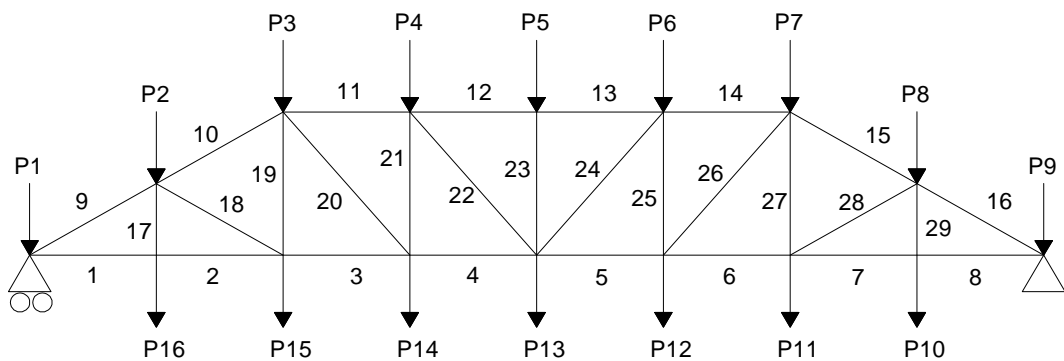
• **Luas bcfg** =  $\left(\frac{bg + cf}{2}\right) \times bc$   
 =  $\left(\frac{3,276 + 2,336}{2}\right) \times 1,8$   
 = 5,050 m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ Luas cdef} &= \left( \frac{cf + de}{2} \right) \times cd \\
 &= \left( \frac{2,336 + 1,875}{2} \right) \times 0,9 \\
 &= 1,895 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

### 3.6.3. Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Trapesium

Data-data pembebanan :

Berat gording	= 11	kg/m
Berat penutup atap	= 50	kg/m <sup>2</sup>
Berat profil	= 25	kg/m



**Gambar 3.15.** Pembebanan Kuda-kuda Trapesium akibat Beban Mati

### a. Beban Mati

#### 1) Beban P1 = P9

- a) Beban gording = Berat profil gording  $\times$  Panjang Gording  
=  $11 \times 3,75 = 41,25$  kg
- b) Beban atap = Luasan  $\times$  Berat atap  
=  $7,258 \times 50 = 362,9$  kg
- c) Beban plafon = Luasan  $\times$  berat plafon  
=  $3,291 \times 18 = 67,5$  kg
- d) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times$  Btg  $(1 + 9) \times$  berat profil kuda kuda  
=  $\frac{1}{2} \times (1,875 + 2,165) \times 25$   
=  $50,5$  kg
- e) Beban plat sambung =  $30\% \times$  beban kuda-kuda  
=  $30\% \times 50,5 = 15,15$  kg
- f) Beban bracing =  $10\% \times$  beban kuda-kuda  
=  $10\% \times 50,5 = 5,05$  kg

#### 2) Beban P2 = P8

- a) Beban gording = Berat profil gording  $\times$  Panjang Gording  
=  $11 \times 2,820 = 31,02$  kg
- b) Beban atap = Luasan  $\times$  Berat atap  
=  $5,261 \times 50 = 263,05$  kg
- c) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times$  Btg  $(9+17+18+10) \times$  berat profil kuda kuda  
=  $\frac{1}{2} \times (2,165 + 1,083 + 2,165 + 2,165) \times 25$   
=  $94,725$  kg
- d) Beban plat sambung =  $30\% \times$  beban kuda-kuda  
=  $30\% \times 94,725 = 28,417$  kg
- e) Beban bracing =  $10\% \times$  beban kuda-kuda  
=  $10\% \times 94,725 = 9,472$  kg

3) Beban P3 = P7

- a) Beban gording = Berat profil gording  $\times$  Panjang Gording  
=  $11 \times 1,875 = 20,625$  kg
- b) Beban atap = Luasan  $\times$  Berat atap  
=  $1,973 \times 50 = 98,65$  kg
- c) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (10+19+20+11) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
=  $\frac{1}{2} \times (2,165 + 2,165 + 2,864 + 1,875) \times 25$   
=  $113,362$  kg
- d) Beban plat sambung =  $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
=  $30\% \times 113,362 = 34,009$  kg
- e) Beban bracing =  $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
=  $10\% \times 113,362 = 11,336$  k
- f) Beban reaksi = reaksi jurai 1 + reaksi jurai 2  
=  $1221,27$  kg +  $1340,28$  kg =  $2561,55$  kg

4) Beban P4 = P6

- a) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (11+21+22+12) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
=  $\frac{1}{2} \times (1,875 + 2,165 + 2,864 + 1,875) \times 25$   
=  $109,737$  kg
- b) Beban plat sambung =  $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
=  $30\% \times 109,737 = 32,921$  kg
- c) Beban bracing =  $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
=  $10\% \times 109,737 = 10,974$  kg

5) Beban P5

- a) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (12 + 23 + 13) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
=  $\frac{1}{2} \times (1,875 + 2,165 + 1,875) \times 25$   
=  $73,937$  kg
- b) Beban plat sambung =  $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$

$$= 30 \% \times 73,937 = 22,181 \text{ kg}$$

c) Beban bracing =  $10 \% \times$  beban kuda-kuda

$$= 10 \% \times 79,937 = 7,994 \text{ kg}$$

d) Beban reaksi = reaksi  $\frac{1}{2}$  kuda-kuda 1 + reaksi  $\frac{1}{2}$  kuda-kuda 2

$$= 1221,83 \text{ kg} + 1296,77 \text{ kg} = 2518,6 \text{ kg}$$

6) Beban P10 = P16

a) Beban plafon = Luasan  $\times$  berat plafon

$$= 5,050 \times 18 = 90,900 \text{ kg}$$

b) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times$  Btg (8 + 29 + 7)  $\times$  berat profil kuda kuda

$$= \frac{1}{2} \times (1,875 + 1,083 + 1,875) \times 25$$

$$= 60,412 \text{ kg}$$

c) Beban plat sambung =  $30 \% \times$  beban kuda-kuda

$$= 30 \% \times 60,412 = 18,124 \text{ kg}$$

d) Beban bracing =  $10 \% \times$  beban kuda-kuda

$$= 10 \% \times 60,412 = 6,041 \text{ kg}$$

7) Beban P11 = P15

a) Beban plafon = Luasan  $\times$  berat plafon

$$= 1,895 \times 18 = 34,11 \text{ kg}$$

b) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times$  Btg (7+28+27+6)  $\times$  berat profil kuda kuda

$$= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,165 + 2,165 + 1,875) \times 25$$

$$= 101 \text{ kg}$$

c) Beban plat sambung =  $30 \% \times$  beban kuda-kuda

$$= 30 \% \times 101 = 30,3 \text{ kg}$$

d) Beban bracing =  $10 \% \times$  beban kuda-kuda

$$= 10 \% \times 101 = 10,1 \text{ kg}$$

a) Beban reaksi = reaksi jurai 1 + reaksi jurai 2

$$= 1071,58 \text{ kg} + 302,04 \text{ kg} = 1373,62 \text{ kg}$$



8) Beban P12 = P14

- a) Beban kuda-kuda  $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (6+26+25+5) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,864 + 2,165 + 1,875) \times 25$   
 $= 109,737 \text{ kg}$
- b) Beban plat sambung  $= 30\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 30\% \times 109,737 = 32,921 \text{ kg}$
- c) Beban bracing  $= 10\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 10\% \times 109,737 = 10,974 \text{ kg}$

9) Beban P13

- a) Beban kuda-kuda  $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (4+22+23+24+5) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,864 + 2,165+2,864 + 1,875) \times 25$   
 $= 145,537 \text{ kg}$
- b) Beban plat sambung  $= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 30 \% \times 145,537 = 43,661 \text{ kg}$
- c) Beban bracing  $= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 10 \% \times 145,537 = 14,554 \text{ kg}$
- d) Beban reaksi  $= \text{reaksi } \frac{1}{2} \text{ kuda-kuda 1} + \text{reaksi } \frac{1}{2} \text{ kuda-kuda 2}$   
 $= 978,25 \text{ kg} + 289,46 \text{ kg} = 1267,71 \text{ kg}$

**Tabel 3.13.** Rekapitulasi Pembebanan Kuda-kuda Trapesium

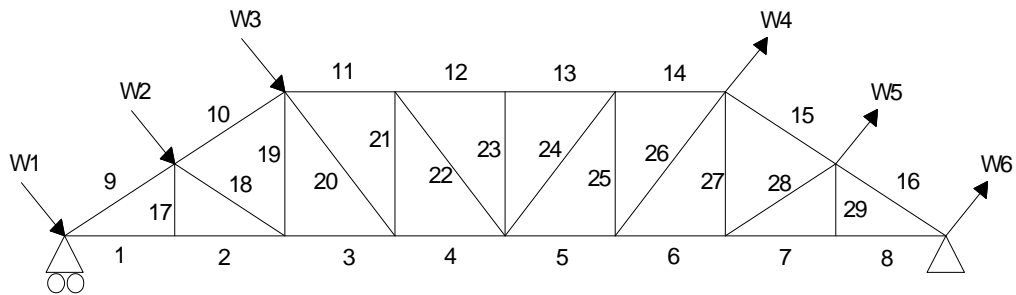
Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda - kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Beban Reaksi (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP (kg)
P1=P9	362,9	41,25	50,5	5,05	15,15	67,5	-	542,35	543
P2=P8	263,05	31,02	94,725	9,472	28,417	-	-	426,684	427
P3=P7	98,65	20,625	113,362	11,336	34,009	-	2561,55	2839,532	2840
P4=P6	-	-	109,737	10,974	39,921	-	-	160,632	161
P5	-	-	73,937	7,394	22,181	-	2518,6	2622,112	2623
P10=P16	-	-	60,412	6,041	18,124	90,9	-	175,477	176
P11=P15	-	-	101	10,1	30,3	34,11	1373,62	1549,13	1550
P12=P14	-	-	109,737	10,974	32,921	-	-	153,632	154
P13	-	-	145,537	14,554	43,661	-	1267,71	1471,462	1472

➤ **Beban Hidup**

Beban hidup yang bekerja pada P1, P2, P4, P5, P6, P8, P9 = 100 kg

➤ **Beban Angin**

Perhitungan beban angin :



**Gambar 3.16.** Pembebanan Kuda-kuda Trapesium akibat Beban Angin

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m<sup>2</sup>.

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

$$= (0,02 \times 35) - 0,40 = 0,2$$

- a) W1 = luasan × koef. angin tekan × beban angin  
= 7,258 × 0,2 × 25 = 36,290 kg
- b) W2 = luasan × koef. angin tekan × beban angin  
= 5,261 × 0,2 × 25 = 26,305 kg
- c) W3 = luasan × koef. angin tekan × beban angin  
= 1,973 × 0,2 × 25 = 9,865 kg

2) **Koefisien angin hisap** =  $- 0,40$

- a) W4 = luasan × koef. angin tekan × beban angin  
= 1,973 × -0,4 × 25 = -19,730 kg
- b) W5 = luasan × koef. angin tekan × beban angin  
= 5,261 × -0,4 × 25 = -52,610 kg
- c) W6 = luasan × koef. angin tekan × beban angin  
= 7,258 × -0,4 × 25 = -72,580 kg

**Tabel 3.14. Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Trapesium**

Beban Angin	Beban (kg)	$W_x$ $W.Cos \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)	$W_y$ $W.Sin \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)
$W_1$	36,290	31,428	32	18,145	19
$W_2$	26,305	22,781	23	13,152	14
$W_3$	9,865	8,543	9	4,932	5
$W_4$	-19,730	-17,087	-18	-9,865	-10
$W_5$	-52,610	-45,561	-46	-26,305	-27
$W_6$	-72,580	-62,856	-63	-36,290	-37

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	17033,13	
2	17092,08	
3	16468,12	
4	19359,85	
5	19335,45	
6	16419,10	
7	16989,20	
8	16929,44	
9		19751,47
10		19032,90
11		19369,73
12		21612,86

13		21612,72
14		19345,03
15		19001,06
16		19720,19
17		102,22
18		742,97
19	2438,60	
20	4383,63	
21		3004,61
22	3385,89	
23		3316,98
24	3422,88	
25		3032,47
26	4420,66	
27	2407,07	
28		681,18
29	103,33	

### 3.6.4. Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium

#### a. Perhitungan Profil Batang Tarik

$$P_{maks.} = 19359,85 \text{ kg}$$

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

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

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{mak}}{F_y} = \frac{19359,85}{2400} = 8,07 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil  $\perp 80 \cdot 80 \cdot 8$

Dari tabel baja didapat data-data =

$$A_g = 12,3 \text{ cm}^2$$

$$\bar{x} = 2,42 \text{ cm}$$

$$A_n = 2 \cdot A_g - dt$$

$$= 2460 - 23 \cdot 8 = 2276 \text{ mm}^2$$

$L$  = Sambungan dengan Diameter

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

$$\bar{x} = 24,2 \text{ mm}$$

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

$$= 1 - \frac{24,2}{38,1} = 0,365$$

$$A_e = U \cdot A_n$$

$$= 0,365 \cdot 2276$$

$$= 830,74 \text{ mm}^2$$

Check kekuatan nominal

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

$$= 0,75 \cdot 830,74 \cdot 370$$

$$= 230530,35 \text{ N}$$

$$= 23053,035 \text{ kg} > 19359,85 \text{ kg} \dots \text{OK}$$

**c. Perhitungan profil batang tekan**

$$P_{\text{maks.}} = 21612,86 \text{ kg}$$

$$lk = 1,875 \text{ m} = 187,5 \text{ cm}$$

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{\text{mak}}}{F_y} = \frac{21612,86}{2400} = 9,01 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil **┘ 80 . 80 . 8** ( $A_g = 12,3 \text{ cm}^2$ )

Periksa kelangsingan penampang :

$$\frac{b}{2.t_w} < \frac{200}{\sqrt{F_y}} = \frac{80}{10} < \frac{200}{\sqrt{240}}$$

$$= 8 < 12,9$$

$$\lambda = \frac{K.L}{r} = \frac{1.187,5}{2,42}$$

$$= 77,48$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

$$= \frac{77,48}{3,14} \sqrt{\frac{240}{200000}}$$

$$= 0,855 \dots 0,25 < \lambda_c < 1,2 \longrightarrow \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c}$$

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c} = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot 0,855} \\ &= 1,392 \end{aligned}$$

$$P_n = 2 \cdot A_g \cdot F_{cr}$$

$$= 2 \cdot 12,3 \cdot \frac{2400}{1,392}$$

$$= 42413,79$$

$$\frac{P}{\phi P_n} = \frac{21612,86}{0,85 \cdot 42413,79}$$

$$= 0,599 < 1 \dots \dots \dots \text{OK}$$

### 3.3.5. Perhitungan Alat Sambung

#### a. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut ( $\varnothing$ ) = 12,7 mm ( 1/2 inches)

Diameter lubang = 14 mm.

Tebal pelat sambung ( $\delta$ ) = 0,625 .  $d_b$   
 $= 0,625 \cdot 12,7 = 7,94$  mm.

Menggunakan tebal plat 8 mm

➤ Tahanan geser baut

$$\begin{aligned} P_n &= m \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n \\ &= 2 \cdot (0,4 \cdot 825) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 = 8356,43 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ Tahanan tarik penyambung

$$P_n = 0,75 \cdot f^{ub} \cdot A_n$$



$$=7833,9 \text{ kg/baut}$$

➤ Tahanan Tumpu baut :

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t) \\ &= 0,75 (2,4 \cdot 370 \cdot 12,7 \cdot 9) \\ &= 7612,38 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah  $P_{\text{tumpu}} = 7612,38 \text{ kg}$ .

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{21612,86}{7612,38} = 2,83 \sim 3 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 3 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

$$\text{a) } 3d \leq S \leq 15t \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

$$\text{Diambil, } S_1 = 3 d_b = 3 \cdot 12,7$$

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

$$= 40 \text{ mm}$$

$$\text{b) } 1,5 d \leq S_2 \leq (4t + 100) \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

$$\text{Diambil, } S_2 = 1,5 d_b = 1,5 \cdot 12,7$$

$$= 19,05 \text{ mm}$$

$$= 20 \text{ mm}$$

## b. Batang tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

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

Diameter lubang = 13,7 mm.

$$\text{Tebal pelat sambung } (\delta) = 0,625 \cdot d_b$$

$$= 0,625 \times 12,7 = 7,94 \text{ mm.}$$

Menggunakan tebal plat 8 mm

➤ Tahanan geser baut

$$P_n = n \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n$$

$$= 2 \cdot (0,4 \cdot 825) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 = 8356,43 \text{ kg/baut}$$

➤ Tahanan tarik penyambung

$$P_n = 0,75 \cdot f^{ub} \cdot A_n$$

$$= 7833,9 \text{ kg/baut}$$

➤ Tahanan Tumpu baut :

$$P_n = 0,75 (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t)$$

$$= 0,75 (2,4 \cdot 370 \cdot 12,7 \cdot 9)$$

$$= 7612,38 \text{ kg/baut}$$

P yang menentukan adalah  $P_{tumpu} = 7612,38 \text{ kg}$ .

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{19359,85}{7612,38} = 2,54 \sim 3 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 3 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

a)  $3d \leq S \leq 15t$  atau 200 mm

$$\text{Diambil, } S_1 = 3 d_b = 3 \cdot 12,7$$

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

$$= 40 \text{ mm}$$

b)  $1,5 d \leq S_2 \leq (4t + 100)$  atau 200 mm

$$\text{Diambil, } S_2 = 1,5 d_b = 1,5 \cdot 12,7$$

$$= 19,05 \text{ mm}$$

$$= 20 \text{ mm}$$

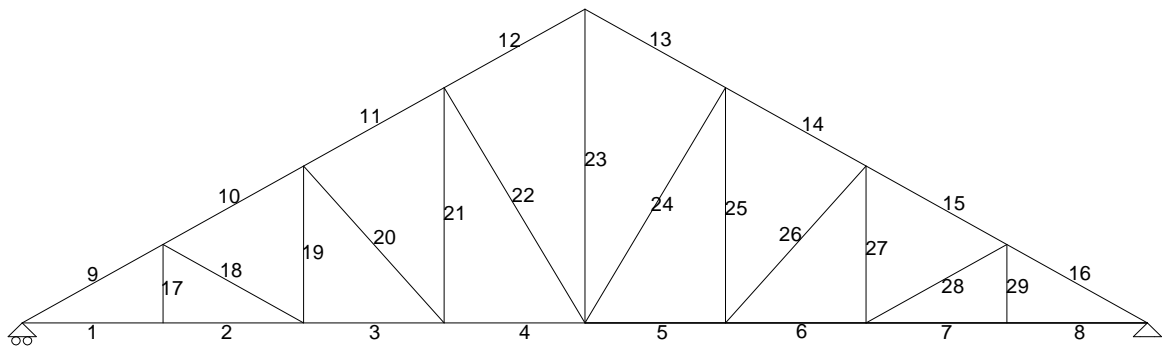
**Tabel 3.16.** Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
2	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
3	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7

4	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
5	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
6	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
7	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
8	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
9	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
10	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
11	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
12	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
13	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
14	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
15	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
16	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
17	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
18	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
19	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
20	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
21	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
22	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
23	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
24	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
25	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
26	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
27	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
28	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7
29	⊥ 80. 80. 8	3 Ø 12,7

### 3.6. Perencanaan Kuda-kuda Utama

#### 3.7.1. Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda



**Gambar 3.17.** Rangka Batang Kuda-kuda Utama

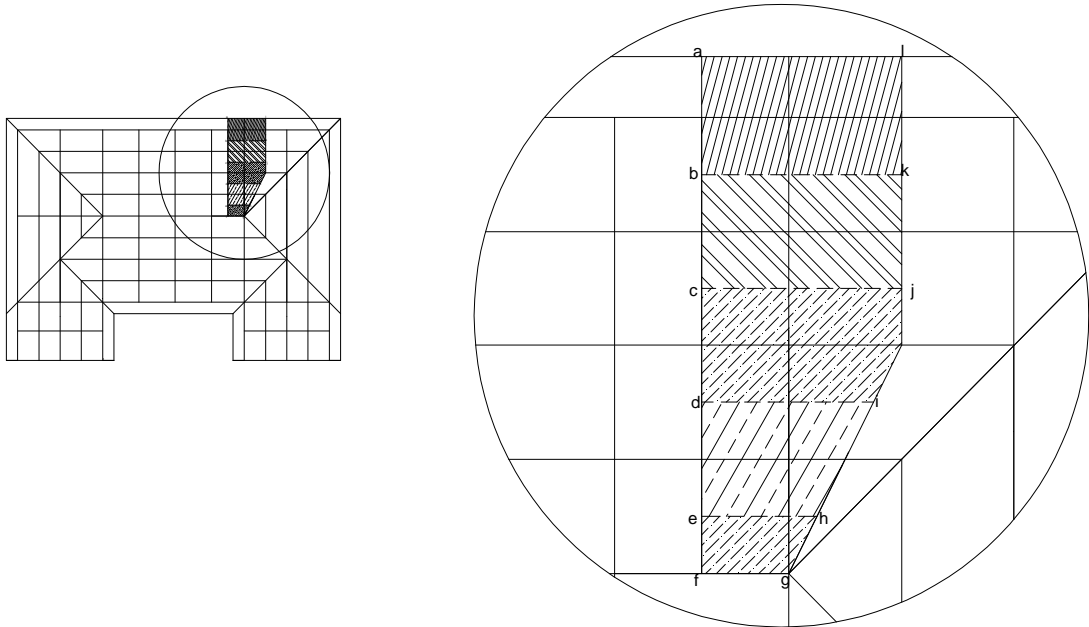
Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

**Tabel 3.17.** Perhitungan Panjang Batang pada Kuda-kuda Utama

No batang	Panjang batang
1	1,875
2	1,875
3	1,875
4	1,875
5	1,875
6	1,875
7	1,875
8	1,875
9	2,165
10	2,165
11	2,165

12	2,165
13	2,165
14	2,165
15	2,165
16	2,165
17	1,083
18	2,165
19	2,165
20	2,864
21	3,248
22	3,750
23	4,330
24	3,750
25	3,248
26	2,864
27	2,165
28	2,165
29	1,083

### 3.7.2. Perhitungan Luasan Setengah Kuda-Kuda Utama



**Gambar 3.18.** Luasan Atap Kuda-kuda Utama

Panjang al = Panjang bk = Panjang cj = 3,483 m

Panjang di = 3,010 m

Panjang eh = 2,070 m

Panjang fg = 1,600 m

Panjang ab = 1,937 m , bc = cd = de = 1,875 m

Panjang ef =  $\frac{1}{2} \cdot 1,875 = 0,937$  m

- **Luas abkl** =  $al \times ab$   
=  $3,483 \times 1,937 = 6,872 \text{ m}^2$

- **Luas bcjk** =  $bk \times bc$   
=  $3,483 \times 1,875 = 5,531 \text{ m}^2$

- **Luas cdij**  $= (cj \times \frac{1}{2} cd) + \left( \frac{cj+di}{2} \times \frac{1}{2}.cd \right)$

$$= (3,483 \times \frac{1}{2} . 1,875) + \left( \frac{3,483+3,010}{2} \times \frac{1}{2}.1,875 \right)$$

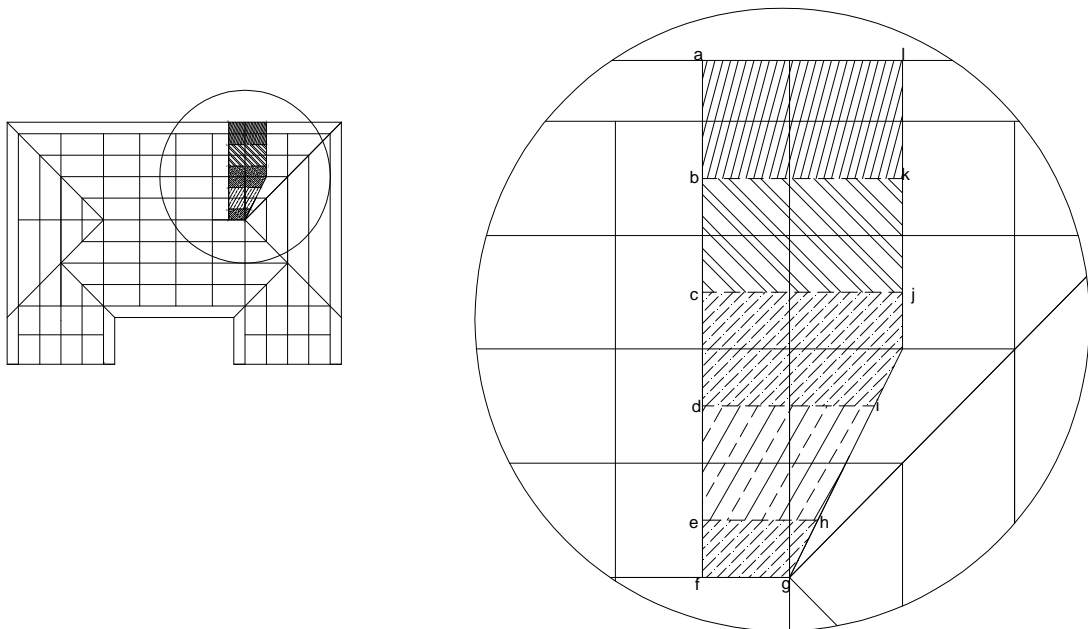
$$= 6,305 \text{ m}^2$$
- **Luas dehi**  $= \left( \frac{di+eh}{2} \right) \times de$

$$= \left( \frac{3,010+2,070}{2} \right) \times 1,875$$

$$= 4,762 \text{ m}^2$$
- **Luas efgh**  $= \left( \frac{eh+fg}{2} \right) \times ef$

$$= \left( \frac{2,070+1,600}{2} \right) \times 0,937$$

$$= 1,719 \text{ m}^2$$



**Gambar 3.19.** Luasan Plafon Kuda-kuda Utama

$$\text{Panjang al} = \text{Panjang bk} = \text{Panjang cj} = 3,483 \text{ m}$$

$$\text{Panjang di} = 3,010 \text{ m}$$

$$\text{Panjang eh} = 2,070 \text{ m}$$

$$\text{Panjang fg} = 1,600 \text{ m}$$

$$\text{Panjang ab} = 0,937 \text{ m}$$

$$\text{Panjang bc} = \text{cd} = \text{de} = 1,8 \text{ m}$$

$$\text{Panjang ef} = 0,9 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas abkl} &= \text{al} \times \text{ab} \\ &= 3,483 \times 0,937 = 3,263 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas bcjk} &= \text{bk} \times \text{bc} \\ &= 3,483 \times 1,8 = 6,269 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas cdij} &= (\text{cj} \times \frac{1}{2} \text{cd}) + \left( \frac{\text{cj} + \text{di}}{2} \times \frac{1}{2} \cdot \text{cd} \right) \\ &= (3,483 \times \frac{1}{2} 1,8) + \left( \frac{3,483 + 3,010}{2} \times \frac{1}{2} \cdot 1,8 \right) \\ &= 6,056 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas dehi} &= \left( \frac{\text{di} + \text{eh}}{2} \right) \times \text{de} \\ &= \left( \frac{3,010 + 2,070}{2} \right) \times 1,8 \\ &= 4,572 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas efgh} &= \left( \frac{\text{eh} + \text{fg}}{2} \right) \times \text{ef} \\ &= \left( \frac{2,010 + 1,600}{2} \right) \times 0,9 \\ &= 1,651 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



### 3.7.3. Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama

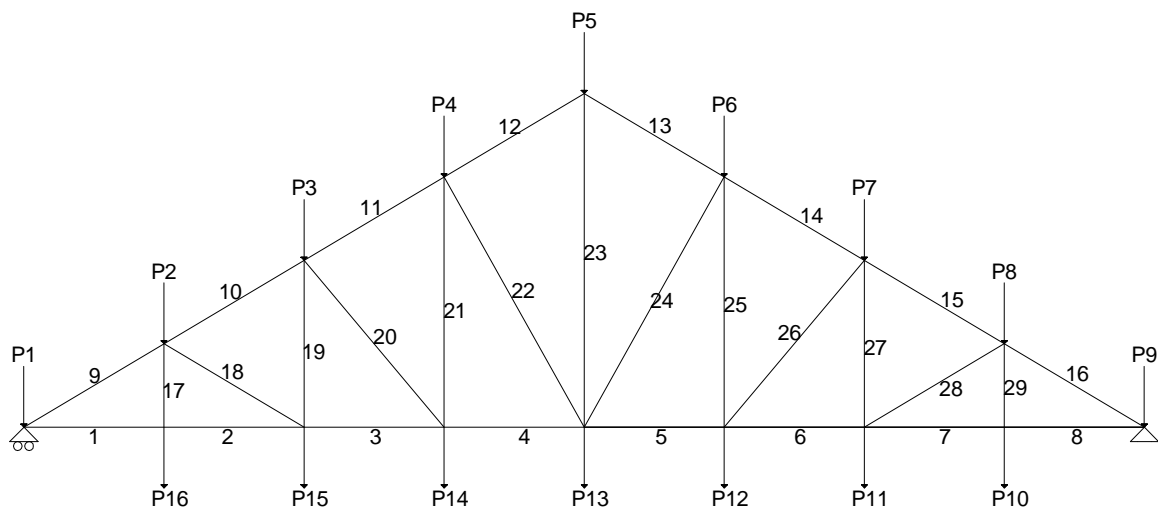
Data-data pembebanan :

Berat gording = 11 kg/m

Jarak antar kuda-kuda utama = 3 m

Berat penutup atap = 50 kg/m<sup>2</sup>

Berat profil = 15 kg/m



**Gambar 3.20.** Pembebanan Kuda- kuda Utama akibat Beban Mati

#### a. Beban Mati

1) Beban P1 = P9

a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording

$$= 11 \times 3,483 = 38,313 \text{ kg}$$

b) Beban atap = Luasan × Berat atap

$$= 6,872 \times 50 = 343,6 \text{ kg}$$

c) Beban plafon = Luasan × berat plafon

$$= 3,263 \times 18 = 58,734 \text{ kg}$$

d) Beban kuda-kuda  $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (1 + 9) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,165) \times 25$   
 $= 50,5 \text{ kg}$

e) Beban plat sambung  $= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 30 \% \times 50,5 = 15,15 \text{ kg}$

f) Beban bracing  $= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 10 \% \times 50,5 = 5,05 \text{ kg}$

2) Beban P2 = P8

a) Beban gording  $= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording}$   
 $= 11 \times 3,483 = 38,313 \text{ kg}$

b) Beban atap  $= \text{Luasan} \times \text{Berat atap}$   
 $= 5,531 \times 50 = 276,55 \text{ kg}$

c) Beban kuda-kuda  $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (9+17+18+10) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,165 + 1,083 + 2,165 + 2,165) \times 25$   
 $= 94,725 \text{ kg}$

d) Beban plat sambung  $= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 30 \% \times 94,725 = 28,417 \text{ kg}$

e) Beban bracing  $= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 10 \% \times 94,725 = 9,472 \text{ kg}$

3) Beban P3 = P7

a) Beban gording  $= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording}$   
 $= 11 \times 3,483 = 38,313 \text{ kg}$

b) Beban atap  $= \text{Luasan} \times \text{Berat atap}$   
 $= 6,305 \times 50 = 447,350 \text{ kg}$

c) Beban kuda-kuda  $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (10+19+20+11) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,165 + 2,165 + 2,864 + 2,165) \times 25$   
 $= 116,987 \text{ kg}$

$$\begin{aligned} \text{d) Beban plat sambung} &= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 30 \% \times 116,987 = 35,096 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e) Beban bracing} &= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 10 \% \times 116,987 = 11,699 \text{ kg} \end{aligned}$$

4) Beban P4 = P6

$$\begin{aligned} \text{a) Beban gording} &= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording} \\ &= 11 \times 2,5 = 27,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Beban atap} &= \text{Luasan} \times \text{Berat atap} \\ &= 4,762 \times 50 = 238,1 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (11+21+22+12) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (2,165 + 3,248 + 3,75 + 2,165) \times 25 \\ &= 141,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) Beban plat sambung} &= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 30 \% \times 141,6 = 42,48 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e) Beban bracing} &= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 10 \% \times 141,6 = 14,16 \text{ kg} \end{aligned}$$

5) Beban P5

$$\begin{aligned} \text{a) Beban gording} &= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording} \\ &= 11 \times 1,5 = 16,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Beban atap} &= \text{Luasan} \times \text{Berat atap} \\ &= 1,719 \times 50 = 85,95 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (12 + 23 + 13) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (2,165 + 4,330 + 2,165) \times 25 \\ &= 108,25 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) Beban plat sambung} &= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 30 \% \times 108,25 = 32,475 \text{ kg} \end{aligned}$$

e) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda  
= 10 % × 108,25 = 10,825 kg

f) Beban reaksi = (2 . reaksi jurai) + reaksi ½ kuda-kuda  
= (2 . 548,33 kg) + 493,63kg = 1590,29 kg

6) Beban P10 = P16

a) Beban plafon = Luasan × berat plafon  
= 6,269 × 18 = 112,842 kg

b) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (8 + 29 + 7) × berat profil kuda kuda  
= ½ × (1,875 + 1,083 + 1,875) × 25  
= 60,412 kg

c) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda  
= 30 % × 60,412 = 18,124 kg

d) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda  
= 10 % × 60,412 = 6,041 kg

7) Beban P11 = P15

a) Beban plafon = Luasan × berat plafon  
= 6,056 × 18 = 109,008 kg

b) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (7+28+27+6) × berat profil kuda kuda  
= ½ × (1,875 + 2,165 + 2,165 + 1,875) × 25  
= 101 kg

c) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda  
= 30 % × 101 = 30,3 kg

d) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda  
= 10 % × 101 = 10,1 kg

8) Beban P12 = P14

- a) Beban plafon = Luasan  $\times$  berat plafon  
=  $4,572 \times 18 = 82,296$  kg
- b) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (6+26+25+5) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
=  $\frac{1}{2} \times (1,875 + 2,864 + 3,248 + 1,875) \times 25$   
=  $123,275$  kg
- c) Beban plat sambung =  $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
=  $30\% \times 123,275 = 36,982$  kg
- d) Beban bracing =  $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
=  $10\% \times 123,275 = 12,327$  kg

9) Beban P13

- a) Beban plafon =  $(2 \times \text{Luasan}) \times \text{berat plafon}$   
=  $2 \times 1,651 \times 18 = 59,436$  kg
- b) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (4+22+23+24+5) \times \text{berat profil kuda-kuda}$   
=  $\frac{1}{2} \times (1,875 + 3,750 + 4,330 + 3,750 + 1,875) \times 25$   
=  $194,75$  kg
- c) Beban plat sambung =  $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
=  $30\% \times 194,75 = 58,425$  kg
- d) Beban bracing =  $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
=  $10\% \times 194,75 = 19,475$  kg
- e) Beban reaksi =  $(2 \times \text{reaksi jurai}) + \text{reaksi } \frac{1}{2} \text{ kuda-kuda}$   
=  $(2 \times 1042,34 \text{ kg}) + 904,56 \text{ kg} = 2989,24$  kg

**Tabel 3.18.** Rekapitulasi Beban Mati Kuda-kuda Utama

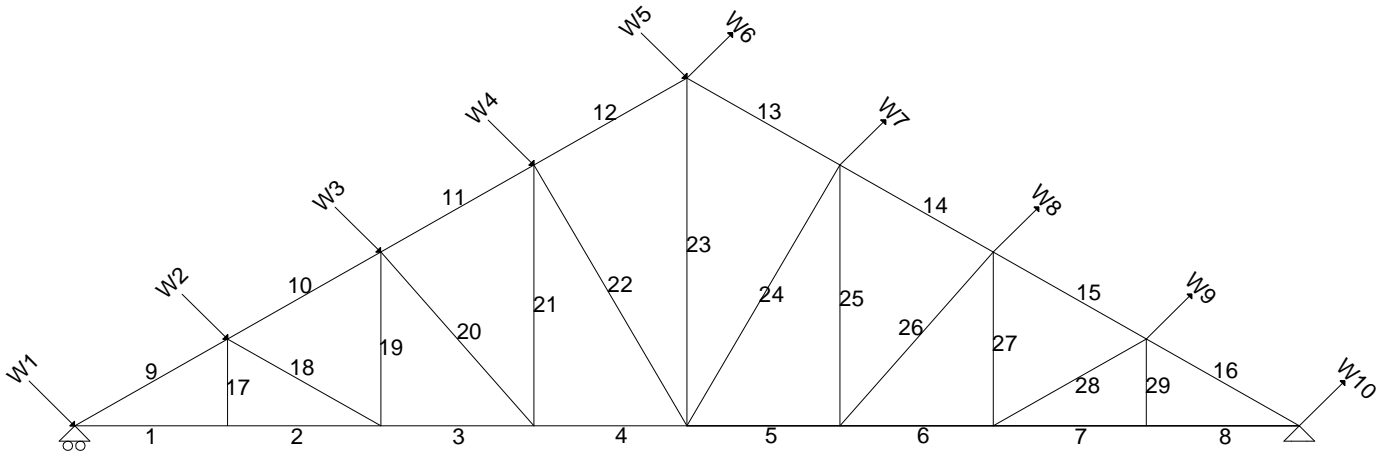
Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda - kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Beban Reaksi (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP (kg)
P1=P9	343,60	38,313	50,5	5,05	15,5	58,734	-	511,697	512
P2=P8	276,55	38,313	94,725	9,472	28,417	-	-	447,477	448
P3=P7	447,35	38,313	116,987	11,699	35,096	-	-	649,445	650
P4=P6	238,10	27,5	141,60	14,16	42,48	-	-	463,84	464
P5	85,95	16,5	108,25	10,825	32,475	-	1590,29	1844,29	1845
P10=P16	-	-	60,412	6,041	18,124	112,842	-	197,419	198
P11=P15	-	-	101	10,1	30,3	109,008	-	250,408	251
P12=P14	-	-	123,275	12,327	36,982	82,296	-	254,88	255
P13	-	-	194,75	19,475	58,425	59,436	2989,24	3321,326	3322

**b. Beban Hidup**

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

### c. Beban Angin

Perhitungan beban angin :



**Gambar 3.21.** Pembebanan Kuda-kuda Utama akibat Beban Angin

Beban angin kondisi normal, minimum =  $25 \text{ kg/m}^2$ .

1) **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  
=  $6,872 \times 0,2 \times 25 = 34,36 \text{ kg}$
- b. W2 = luasan  $\times$  koef. angin tekan  $\times$  beban angin  
=  $5,531 \times 0,2 \times 25 = 27,655 \text{ kg}$
- c. W3 = luasan  $\times$  koef. angin tekan  $\times$  beban angin  
=  $6,305 \times 0,2 \times 25 = 31,525 \text{ kg}$
- d. W4 = luasan  $\times$  koef. angin tekan  $\times$  beban angin  
=  $4,762 \times 0,2 \times 25 = 23,81 \text{ kg}$
- e. W5 = luasan  $\times$  koef. angin tekan  $\times$  beban angin  
=  $1,719 \times 0,2 \times 25 = 8,595 \text{ kg}$

2) **Koefisien angin hisap = - 0,40**

- a.  $W_6 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 1,719 \times -0,4 \times 25 = -17,19 \text{ kg}$
- b.  $W_7 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 4,762 \times -0,4 \times 25 = -47,62 \text{ kg}$
- c.  $W_8 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 6,305 \times -0,4 \times 25 = -63,05 \text{ kg}$
- d.  $W_9 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 5,531 \times -0,4 \times 25 = -55,31 \text{ kg}$
- e.  $W_{10} = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 6,872 \times -0,4 \times 25 = -68,72 \text{ kg}$

**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)
$W_1$	34,36	29,757	30	17,18	18
$W_2$	27,655	23,950	24	13,827	14
$W_3$	31,525	27,301	28	15,762	16
$W_4$	23,81	20,620	21	11,905	12
$W_5$	8,595	7,443	8	4,297	5
$W_6$	-17,19	-14,887	-15	-8,595	-9
$W_7$	-47,62	-41,240	-42	-23,81	-24
$W_8$	-63,05	-54,603	-55	-31,525	-32
$W_9$	-55,31	-47,900	-48	-27,655	-28
$W_{10}$	-68,72	-59,513	-60	-34,36	-35



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	12034,52	
2	<b>12080,78</b>	
3	11285,92	
4	10111,86	
5	10055,34	
6	11165,97	
7	11905,47	
8	11857,98	
9		<b>13963,85</b>
10		13093,07
11		11782,01
12		10471,57
13		10485,46
14		11788,74
15		13102,70
16		13974,92
17	183,74	
18		912,81
19	909,93	
20		1781,07
21	1768,79	
22		2196,27
23	7895,51	
24		2083,87

25	1697,08	
26		1685,08
27	877,40	
28		849,64
29	185,12	

### 3.7.4. Perencanaan Profil Kuda-kuda

#### a. Perhitungan Profil Batang Tarik

$$P_{\text{maks.}} = 12080,78 \text{ kg}$$

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

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

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{\text{mak}}}{F_y} = \frac{12080,78}{2400} = 5,03 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil  $\perp 70 . 70 . 7$

Dari tabel baja didapat data-data =

$$A_g = 9,40 \text{ cm}^2$$

$$\bar{x} = 2,12 \text{ cm}$$

$$A_n = 2 \cdot A_g - dt$$

$$= 1880 - 20 \cdot 7 = 1740 \text{ mm}^2$$

L = Sambungan dengan Diameter

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

$$\bar{x} = 21,2 \text{ mm}$$

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

$$= 1 - \frac{21,2}{38,1} = 0,444$$

$$A_e = U \cdot A_n$$

$$= 0,444 \cdot 1740$$

$$= 772,56 \text{ mm}^2$$

Check kekuatan nominal

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

$$= 0,75 \cdot 772,56 \cdot 370$$

$$= 214385,4 \text{ N}$$

$$= 21438,54 \text{ kg} > 12080,78 \text{ kg} \dots \text{OK}$$

**d. Perhitungan profil batang tekan**

$$P_{\text{maks.}} = 13974,92 \text{ kg}$$

$$l_k = 2,165 \text{ m} = 216,5 \text{ cm}$$

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{\text{mak}}}{F_y} = \frac{13974,92}{2400} = 5,82 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil  $\perp 70.70.7$  ( $A_g = 9,40 \text{ cm}^2$ )

Periksa kelangsingan penampang :

$$\frac{b}{2t_w} < \frac{200}{\sqrt{F_y}} = \frac{70}{9} < \frac{200}{\sqrt{240}}$$
$$= 7,78 < 12,9$$

$$\lambda = \frac{K.L}{r} = \frac{1.216,5}{2,12}$$
$$= 102,12$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$$

$$= \frac{102,12}{3,14} \sqrt{\frac{240}{200000}}$$

$$= 1,13 \dots 0,25 < \lambda_c < 1,2 \longrightarrow \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c}$$

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c} = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot 1,13}$$
$$= 1,697$$

$$P_n = 2.A_g.F_{cr}$$

$$= 2 \cdot 9,40 \cdot \frac{2400}{1,697}$$

$$= 26588,097$$

$$\frac{P}{\phi P_n} = \frac{13974,92}{0,85 \cdot 26588,097}$$

$$= 0,618 < 1 \dots \dots \dots \text{OK}$$

### 3.3.5. Perhitungan Alat Sambung

#### a. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut ( $\varnothing$ ) = 12,7 mm ( 1/2 inches)

Diameter lubang = 14 mm.

Tebal pelat sambung ( $\delta$ ) = 0,625 .  $d_b$   
= 0,625 . 12,7 = 7,94 mm.

Menggunakan tebal plat 8 mm

➤ Tahanan geser baut

$$P_n = m \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n$$

$$= 2 \cdot (0,4 \cdot 825) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 = 8356,43 \text{ kg/baut}$$

➤ Tahanan tarik penyambung

$$P_n = 0,75 \cdot f^{ub} \cdot A_n$$

$$= 7833,9 \text{ kg/baut}$$

➤ Tahanan Tumpu baut :

$$P_n = 0,75 (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t)$$

$$= 0,75 (2,4 \cdot 370 \cdot 12,7 \cdot 9)$$

$$= 7612,38 \text{ kg/baut}$$

P yang menentukan adalah  $P_{tumpu} = 7612,38 \text{ kg}$ .

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{13974,92}{7612,38} = 1,83 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

a)  $3d \leq S \leq 15t$  atau 200 mm

Diambil,  $S_1 = 3 d_b = 3 \cdot 12,7$

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

$$= 40 \text{ mm}$$

b)  $1,5 d \leq S_2 \leq (4t + 100)$  atau 200 mm

Diambil,  $S_2 = 1,5 d_b = 1,5 \cdot 12,7$

$$= 19,05 \text{ mm}$$

$$= 20 \text{ mm}$$

#### **b. Batang tarik**

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut ( $\varnothing$ ) = 12,7 mm ( 1/2 inches )

Diameter lubang = 13,7 mm.

Tebal pelat sambung ( $\delta$ ) = 0,625 .  $d_b$

$$= 0,625 \times 12,7 = 7,94 \text{ mm.}$$

Menggunakan tebal plat 8 mm

➤ Tahanan geser baut

$$P_n = n \cdot (0,4 \cdot f^{tb}) \cdot A_n$$

$$= 2 \cdot (0,4 \cdot 825) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 = 8356,43 \text{ kg/baut}$$

➤ Tahanan tarik penyambung

$$P_n = 0,75 \cdot f^{ub} \cdot A_n$$

$$= 7833,9 \text{ kg/baut}$$

➤ Tahanan Tumpu baut :

$$P_n = 0,75 (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t)$$

$$= 0,75 (2,4 \cdot 370 \cdot 12,7 \cdot 9)$$

$$= 7612,38 \text{ kg/baut}$$

P yang menentukan adalah  $P_{\text{tumpu}} = 7612,38 \text{ kg}$ .

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{12080,78}{7612,38} = 1,58 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

$$a) 3d \leq S \leq 15t \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

$$\text{Diambil, } S_1 = 3 d_b = 3 \cdot 12,7$$

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

$$= 40 \text{ mm}$$

$$b) 1,5 d \leq S_2 \leq (4t + 100) \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

$$\text{Diambil, } S_2 = 1,5 d_b = 1,5 \cdot 12,7$$

$$= 19,05 \text{ mm}$$

$$= 20 \text{ mm}$$

**Tabel 3.21.** Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama

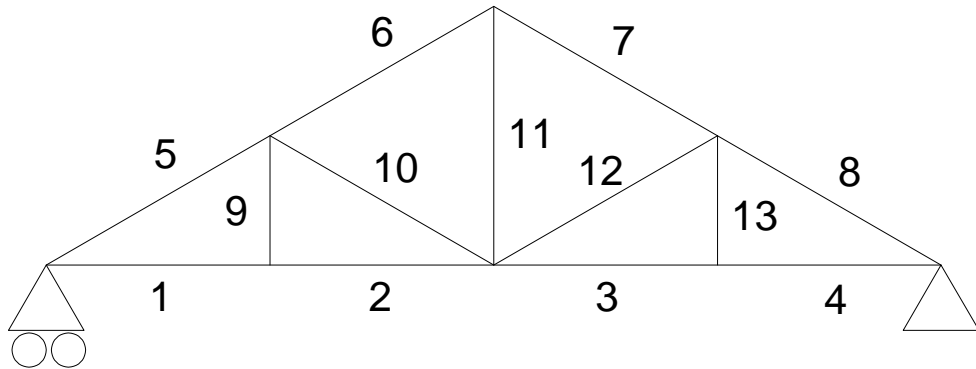
Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	┴ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
2	┴ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
3	┴ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
4	┴ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
5	┴ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
6	┴ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
7	┴ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
8	┴ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
9	┴ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
10	┴ 70. 70. 7	2 Ø 12,7

11	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
12	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
13	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
14	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
15	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
16	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
17	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
18	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
19	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
20	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
21	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
22	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
23	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
24	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
25	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
26	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
27	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
28	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
29	⊥ 70. 70. 7	2 Ø 12,7

### **3.6. Perencanaan Kuda-kuda Utama B (KKB)**

#### **3.7.5. Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda B**





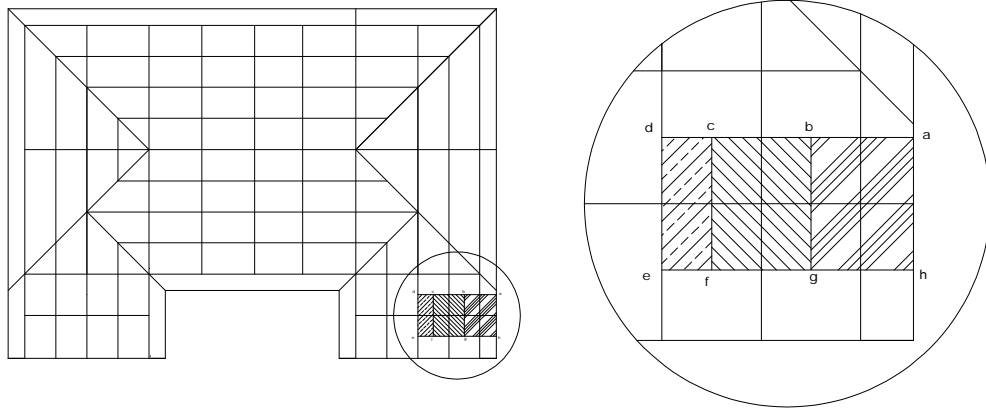
Gambar 3.17. Panjang batang kuda-kuda B

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

**Tabel 3.17.** Perhitungan Panjang Batang Pada Kuda-kuda Utama (KKB)

No batang	Panjang batang (m)
1	1,875
2	1,875
3	1,875
4	1,875
5	2,165
6	2,165
7	2,165
8	2,165
9	1,083
10	2,165
11	2,165
12	2,165
13	1,083

### 3.6.2 Perhitungan Luasan Setengah Kuda-Kuda Utama B



Gambar 3.18. Luasan Atap Kuda-kuda B

Panjang de, cf, bg, ah = 2,5 m

Panjang ef = 0,937 m

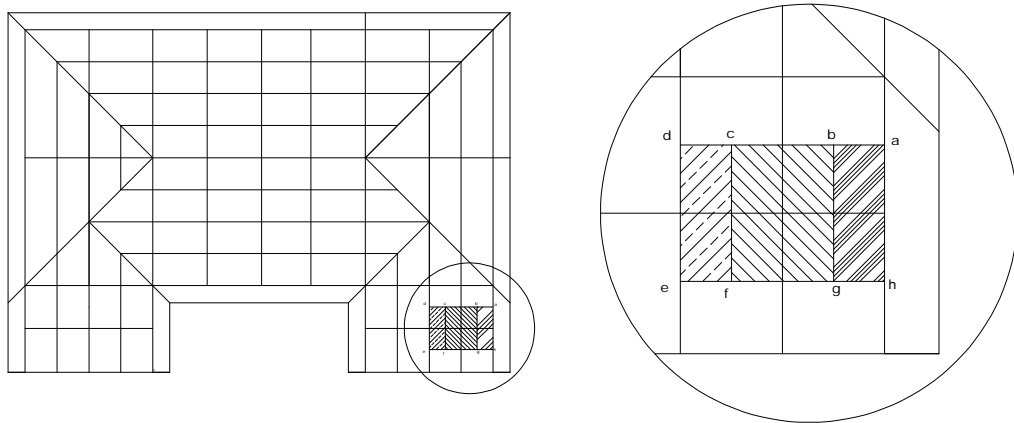
Panjang fg = 1,875 m

Panjang gh = 1,937 m

**Luas decf** = de x ef = 2,5 x 0,937 = 2,34 m<sup>2</sup>

**Luas cfgb** = cf x fg  
= 2,5 x 1,875 = 4,69 m<sup>2</sup>

**Luas bgha** = bg x gh  
= 2,5 x 1,937 = 4,84 m<sup>2</sup>



Gambar 3.19. Luasan Plafon Kuda-kuda B

Panjang de, cf, bg, ah = 2,5 m

Panjang ef = 0,9 m

Panjang fg = 1,8 m

Panjang gh = 0,9 m

**Luas decf** = de x ef = 2,5 x 0,9 = 2,25 m<sup>2</sup>

**Luas cfgb** = cf x fg  
= 2,5 x 1,8 = 4,5 m<sup>2</sup>

**Luas bgha** = bg x gh  
= 2,5 x 0,9 = 2,25 m<sup>2</sup>

### 3.6.3. Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama B

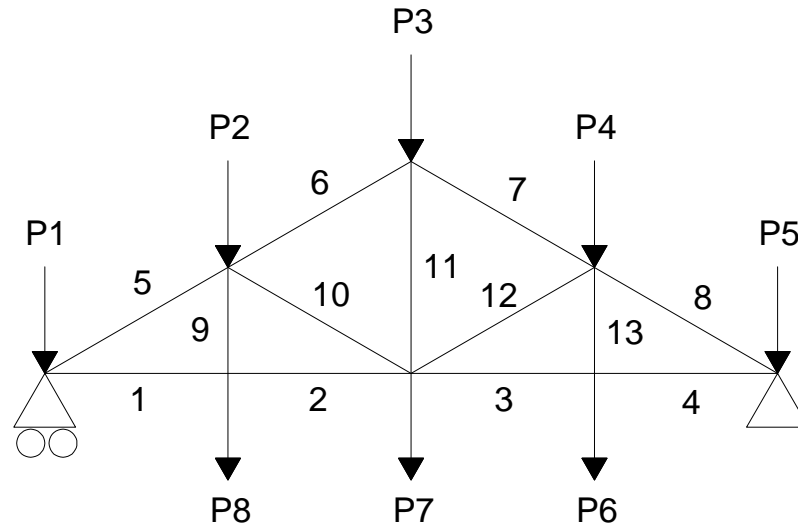
Data-data pembebanan :

Berat gording = 11 kg/m

Jarak antar kuda-kuda utama = 3,00 m

Berat penutup atap = 50 kg/m<sup>2</sup>

Berat profil = 25 kg/m



Gambar 3.20. Pembebanan Kuda-kuda utama akibat beban mati

### Perhitungan Beban

#### a. Beban Mati

1) Beban  $P_1 = P_5$

a) Beban gording = Berat profil gording x panjang gording  
=  $11 \times 2,5 = 27,5$  kg

b) Beban atap = Luasan atap **bg<sub>ha</sub>** x Berat atap  
=  $2,34 \times 50 = 117$  kg

c) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times B_{tg} (5 + 1) \times$  berat profil kuda kuda  
=  $\frac{1}{2} \times (2,165 + 1,875) \times 25 = 50,5$  kg

d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda  
=  $0,3 \times 50,5 = 15,15$  kg

e) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda  
=  $0,1 \times 50,5 = 5,05$  kg

f) Beban plafon = Luasan x berat plafon  
=  $2,25 \times 18 = 40,5$  kg

2) Beban  $P_2 = P_4$

- a) Beban gording = Berat profil gording x panjang gording  
=  $11 \times 2,5 = 27,5$  kg
- b) Beban atap = Luasan atap **cfgb** x berat atap  
=  $4,69 \times 50 = 234,5$  kg
- c) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg}(5 + 9 + 6 + 10)$  x berat profil kuda kuda  
=  $\frac{1}{2} \times (2,165 + 1,083 + 2,165 + 2,165) \times 25$   
=  $94,72$  kg
- d) Beban plat sambung =  $30\%$  x beban kuda-kuda  
=  $0,3 \times 94,72 = 28,42$  kg
- e) Beban bracing =  $10\%$  x beban kuda-kuda  
=  $0,1 \times 94,72 = 9,47$  kg

3) Beban  $P_3$

- a) Beban gording = Berat profil gording x panjang gording  
=  $11 \times 2,5 = 27,5$  kg
- b) Beban atap = Luasan atap **bgba** x berat atap  
=  $4,84 \times 50 = 242$  kg
- c) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg}(6 + 11 + 7)$  x berat profil kuda kuda  
=  $\frac{1}{2} \times (2,165 + 2,165 + 2,165) \times 25 = 81,19$  kg
- d) Beban plat sambung =  $30\%$  x beban kuda-kuda  
=  $0,3 \times 81,19 = 24,36$  kg
- e) Beban bracing =  $10\%$  x beban kuda-kuda  
=  $0,1 \times 81,19 = 8,12$  kg

4) Beban  $P_6 = P_8$

- a) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg}(3 + 13 + 4)$  x berat profil kuda kuda  
=  $\frac{1}{2} \times (1,875 + 1,083 + 1,875) \times 25$   
=  $60,41$  kg

- b) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda  
= 0,3 x 60,41 = 18,12 kg
- c) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda  
= 0,1 x 60,41 = 6,04 kg
- d) Beban Plafon = Luasan plafon x berat plafon  
= 2,25 x 18 = 40,5 kg

5) Beban P<sub>7</sub>

- a) Beban kuda-kuda = ½ x Btg (2+10+11+12+3) x berat profil kuda kuda  
= ½ x (1,875+2,165+2,165 +2,165+1,875 ) x 25  
= 128,06 kg
- b) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda  
= 0,3 x 128,06 = 38,42 kg
- c) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda  
= 0,1 x 128,06 = 12,81 kg
- d) Beban Plafon = Luasan plafon x berat plafon  
= 2,25 x 18 = 40,5 kg

**Tabel 3.18.** Rekapitulasi Beban Mati

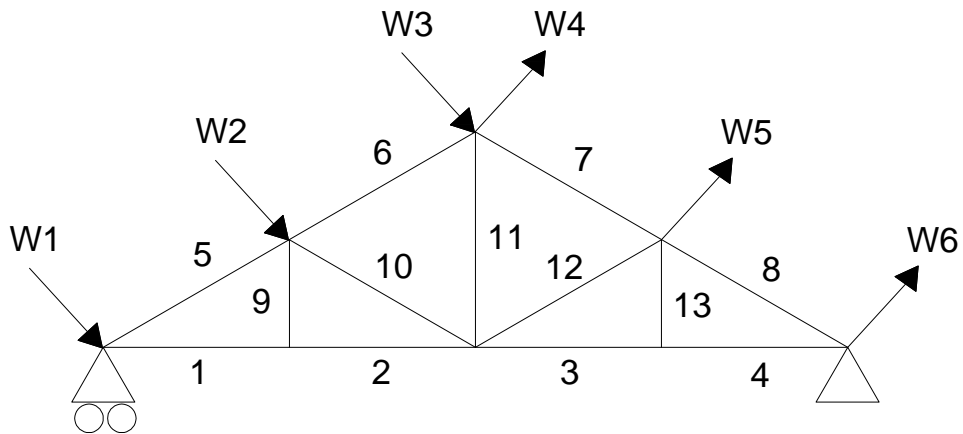
Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda - kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP (kg)
P <sub>1</sub> =P <sub>5</sub>	117	27,5	50,5	5,05	15,15	40,5	255,7	256
P <sub>2</sub> =P <sub>4</sub>	234,5	27,5	94,72	9,47	28,42	-	394,61	395
P <sub>3</sub>	242	27,5	81,19	8,12	24,36	-	383,17	384
P <sub>6</sub> =P <sub>8</sub>	-	-	60,41	6,04	18,12	40,5	125,07	126
P <sub>7</sub>	-	-	128,06	12,81	38,42	40,5	219,79	220

**b. Beban Hidup**

Beban hidup yang bekerja pada P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>5</sub>, P<sub>6</sub>, P<sub>7</sub> = 100 kg

c. **Beban Angin**

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.21. Pembebanan kuda-kuda utama B akibat beban angin

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m<sup>2</sup>.

a. **Koefisien angin tekan** =  $0,02\alpha - 0,40$  =  $(0,02 \times 30) - 0,40 = 0,2$

a)  $W_1$  = luasan x koef. angin tekan x beban angin  
= 4,84 x 0,2 x 25  
= 24,2 kg

b)  $W_2$  = luasan x koef. angin tekan x beban angin  
= 4,69 x 0,2 x 25  
= 23,45 kg

c)  $W_3$  = luasan x koef. angin tekan x beban angin  
= 2,34 x 0,2 x 25

$$= 11,7 \text{ kg}$$

**b. Koefisien angin hisap = - 0,40**

a)  $W_4 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$

$$= 2,34 \times -0,4 \times 25$$

$$= -23,4 \text{ kg}$$

b)  $W_5 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$

$$= 4,69 \times -0,4 \times 25$$

$$= -46,9 \text{ kg}$$

c)  $W_6 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$

$$= 4,84 \times -0,4 \times 25$$

$$= -48,4 \text{ kg}$$

**Tabel 3.19. Perhitungan Beban Angin**

Beban Angin	Beban (kg)	Wx W.Cos α (kg)	(Untuk Input SAP2000)	Wy W.Sin α (kg)	(Untuk Input SAP2000)
W <sub>1</sub>	24,2	20,988	21	12,100	13
W <sub>2</sub>	23,45	20,308	21	11,725	12
W <sub>3</sub>	11,7	10,132	11	5,85	6
W <sub>4</sub>	-23,4	20,265	21	11,7	12
W <sub>5</sub>	-46,9	40,616	41	23,45	24
W <sub>6</sub>	-48,4	41,916	42	24,2	25

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	5161,41	-
2	<b>5173,44</b>	-



3	4158,99	-
4	4135,12	-
5	5127,20	-
6	5115,59	-
7	-	<b>6117,22</b>
8	-	4998,81
9	-	3703,64
10	-	3675,05
11	-	4914,77
12	-	5977,46
13	265,70	-

### 3.6.4. Perencanaan Profil Kuda-kuda

#### a. Perhitungan profil batang tarik

$$P_{maks.} = 5173,44 \text{ kg}$$

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

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

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{maks.}}{F_y} = \frac{5173,44}{2400} = 2,15 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil  $\perp 55 . 55 . 8$

Dari tabel baja didapat data-data =

$$A_g = 8,23 \text{ cm}^2$$

$$\bar{x} = 1,64 \text{ cm}$$

$$A_n = 2 \cdot A_g - d \cdot t$$

$$= 1646 - 17.8 = 1510 \text{ mm}^2$$

L = Sambungan dengan Diameter

$$= 3.12,7 = 38,1 \text{ mm}$$

$$\bar{x} = 16,4 \text{ mm}$$

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

$$= 1 - \frac{16,4}{38,1} = 0,569$$

$$A_e = U \cdot A_n$$

$$= 0,569 \cdot 1510$$

$$= 859,19 \text{ mm}^2$$

Check kekuatan nominal

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

$$= 0,75 \cdot 859,19 \cdot 370$$

$$= 238425,2 \text{ N}$$

$$= 23842,52 \text{ kg} > 5173,44 \text{ kg} \dots \text{OK}$$

**e. Perhitungan profil batang tekan**

$$P_{\text{maks.}} = 6117,22 \text{ kg}$$

$$l_k = 2,31 \text{ m} = 231 \text{ cm}$$

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{\text{mak}}}{F_y} = \frac{6117,22}{2400} = 2,54 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil **┘ 55 . 55 . 8** ( $A_g = 8,23 \text{ cm}^2$ )

Periksa kelangsingan penampang :

$$\frac{b}{2.t_w} < \frac{200}{\sqrt{Fy}} = \frac{55}{8} < \frac{200}{\sqrt{240}}$$

$$= 6,87 < 12,9$$

$$\lambda = \frac{K.L}{r} = \frac{1.231}{1,64}$$

$$= 140,85$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{Fy}{E}}$$

$$= \frac{140,85}{3,14} \sqrt{\frac{240}{200000}}$$

$$= 1,55 \dots \dots \lambda_c \geq 1,2 \longrightarrow \omega = 1,25.\lambda_c^2$$

$$\omega = 1,25.\lambda_c^2 = 1,25.(1,55^2)$$

$$= 3$$

$$P_n = 2.Ag.Fcr$$

$$= 2.8,23. \frac{2400}{3}$$

$$= 13168$$

$$\frac{P}{\phi P_n} = \frac{6117,22}{0,85.13168}$$

$$= 0,546 < 1 \dots \dots \dots \text{OK}$$

### 3.3.5. Perhitungan Alat Sambung

#### a. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut ( $\varnothing$ ) = 12,7 mm ( 1/2 inches)

Diameter lubang = 14 mm.

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

Menggunakan tebal plat 8 mm

a. Tahanan geser baut

$$\begin{aligned}P_n &= m \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n \\ &= 2 \cdot (0,4 \cdot 825) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 \\ &= 8356,43 \text{ kg/baut}\end{aligned}$$

d. Tahanan tarik penyambung

$$\begin{aligned}P_n &= 0,75 \cdot f^{ub} \cdot A_n \\ &= 7833,9 \text{ kg/baut}\end{aligned}$$

e. Tahanan Tumpu baut :

$$\begin{aligned}P_n &= 0,75 (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t) \\ &= 0,75 (2,4 \cdot 370 \cdot 12,7 \cdot 9) \\ &= 7612,38 \text{ kg/baut}\end{aligned}$$

P yang menentukan adalah  $P_{\text{tumpu}} = 7612,38 \text{ kg}$ .

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{6117,22}{7612,38} = 0,803 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

a.  $3d \leq S \leq 15t$  atau 200 mm

Diambil,  $S_1 = 3 d_b = 3 \cdot 12,7$

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

$$= 40 \text{ mm}$$

b.  $1,5 d \leq S_2 \leq (4t + 100)$  atau 200 mm

$$\text{Diambil, } S_2 = 1,5 d_b = 1,5 \cdot 12,7$$

$$= 19,05 \text{ mm}$$

$$= 20 \text{ mm}$$

### b. Batang tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

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

Diameter lubang = 13,7 mm.

Tebal pelat sambung ( $\delta$ ) = 0,625 .  $d_b$

$$= 0,625 \times 12,7 = 7,94 \text{ mm}$$

Menggunakan tebal plat 8 mm

a. Tahanan geser baut

$$P_n = n \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n$$

$$= 2 \cdot (0,4 \cdot 825) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2$$

$$= 8356,43 \text{ kg/baut}$$

b. Tahanan tarik penyambung

$$P_n = 0,75 \cdot f^{ub} \cdot A_n$$

$$= 7833,9 \text{ kg/baut}$$

c. Tahanan Tumpu baut :

$$P_n = 0,75 (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t)$$

$$= 0,75 (2,4 \cdot 370 \cdot 12,7 \cdot 9)$$

$$= 7612,38 \text{ kg/baut}$$

P yang menentukan adalah  $P_{\text{tumpu}} = 7612,38 \text{ kg}$ .

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{5173,44}{7612,38} = 0,679 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

d.  $3d \leq S \leq 15t$  atau 200 mm

Diambil,  $S_1 = 3 d_b = 3 \cdot 12,7$

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

$$= 40 \text{ mm}$$

e.  $1,5 d \leq S_2 \leq (4t + 100)$  atau 200 mm

Diambil,  $S_2 = 1,5 d_b = 1,5 \cdot 12,7$

$= 19,05$  mm

$= 20$  mm

**Tabel 3.21.** Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda

<b>Nomer Batang</b>	<b>Dimensi Profil</b>	<b>Baut (mm)</b>
1	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
2	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
3	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
4	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
5	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
6	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
7	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
8	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
9	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
10	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
11	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
12	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
13	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
14	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
15	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
16	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
17	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
18	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
19	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
20	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7
21	┘ 55 . 55 . 8	2 Ø 12,7

## BAB 4

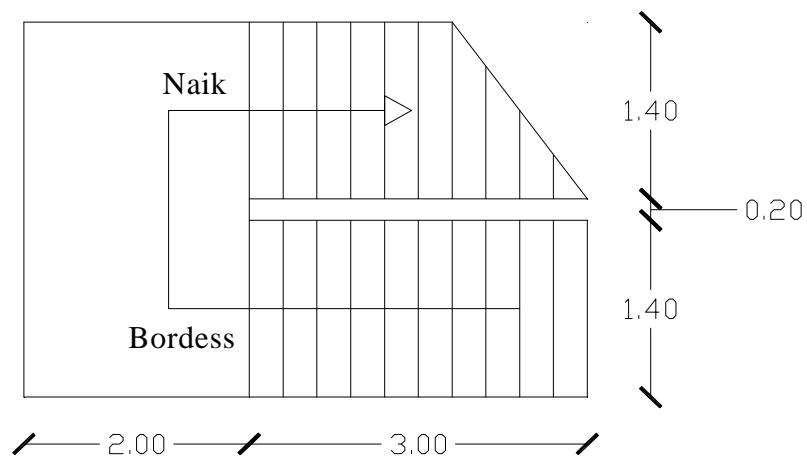
### PERENCANAAN TANGGA

#### 4.1 Uraian Umum

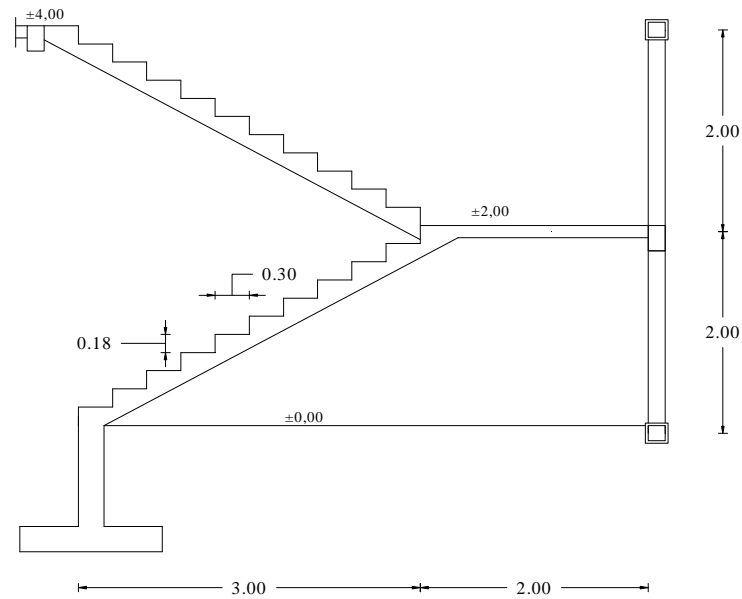
Tangga merupakan bagian dari struktur bangunan bertingkat yang sangat penting untuk penunjang antara struktur bangunan dasar dengan struktur bangunan tingkat atasnya. Penempatan tangga pada struktur suatu bangunan sangat berhubungan dengan fungsi bangunan bertingkat yang akan dioperasikan .

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.** Potongan Tangga

Data-data perencanaan tangga:

- Tebal plat tangga = 12 cm
- Tebal bordes tangga = 15 cm
- Lebar datar = 500 cm
- Lebar tangga rencana = 165 cm
- Dimensi bordes = 150 x 350 cm

Menentukan lebar antread dan tinggi optred

- Lebar antrade = 30 cm
- Jumlah antrede =  $300 / 30 = 10$  buah
- Jumlah optrede =  $10 + 1 = 11$  buah
- Tinggi optrede =  $200 / 11 = 18$  cm

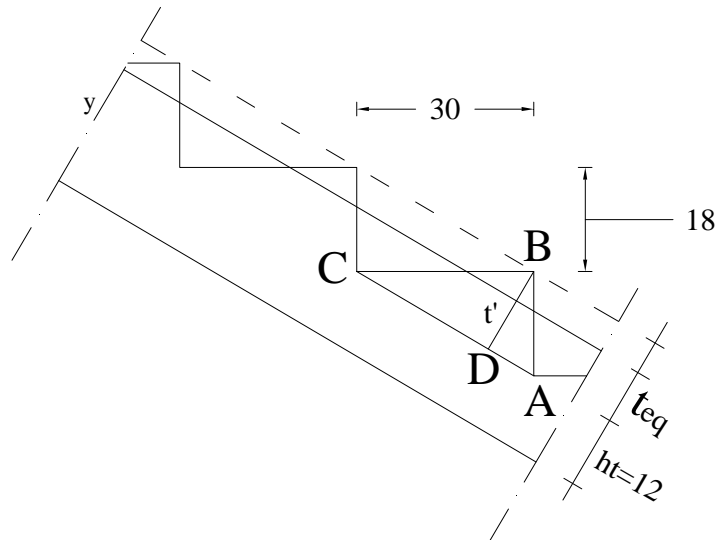
Menentukan kemiringan tangga

$$\alpha = \text{Arc.tg} ( 200/300 ) = 33,69^\circ < 35^\circ \dots\dots(\text{ok})$$



### 4.3. Perhitungan Tebal Plat Equivalen dan Pembebanan

#### 4.3.1. Perhitungan Tebal Plat Equivalen



Gambar 4.3. Tebal Equivalen

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

$$\begin{aligned} BD &= \frac{AB \times BC}{AC} \\ &= \frac{18 \times 30}{\sqrt{(18)^2 + (30)^2}} \\ &= 15,43 \text{ cm} + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{eq} &= 2/3 \times BD \\ &= 2/3 \times 15,43 \\ &= 10,29 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi total equivalent plat tangga :

$$\begin{aligned} Y &= t_{eq} + ht \\ &= 10,29 + 12 \\ &= 22,29 \text{ cm} \\ &= 0,23 \text{ m} \end{aligned}$$

### 4.3.2. Perhitungan Beban

#### a. Pembebanan tangga ( tabel 2 . 1 PPIUG 1983 )

##### 1. Akibat beban mati ( $q_D$ )

Berat tegel keramik(1 cm)	$= 0,01 \times 1,4 \times 2400$	$= 33,6$	kg/m
Berat spesi (2 cm)	$= 0,02 \times 1,4 \times 2100$	$= 58,8$	kg/m
Berat plat tangga	$= 0,23 \times 1,4 \times 2400$	$= 772,8$	kg/m
Berat sandaran tangga	$= 0,7 \times 0,1 \times 1000 \times 1$	$= 70$	kg/m
		$q_D = 935,2$	kg/m +

##### 2. Akibat beban hidup ( $q_L$ )

$$q_L = 1,40 \times 300 \text{ kg/m}^2$$
$$= 420 \text{ kg/m}$$

##### 3. Beban ultimate ( $q_U$ )

$$q_U = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L$$
$$= 1,2 \cdot 935,2 + 1,6 \cdot 420$$
$$= 1794,24 \text{ kg/m}$$

#### b. Pembebanan pada bordes ( tabel 2 . 1 PPIUG 1983 )

##### 1. Akibat beban mati ( $q_D$ )

Berat tegel keramik (1 cm)	$= 0,01 \times 3 \times 2400$	$= 72$	kg/m
Berat spesi (2 cm)	$= 0,02 \times 3 \times 2100$	$= 126$	kg/m
Berat plat bordes	$= 0,15 \times 3 \times 2400$	$= 1080$	kg/m
Berat sandaran tangga	$= 0,7 \times 0,1 \times 1000 \times 2$	$= 140$	kg/m +
		$q_D = 1418$	kg/m

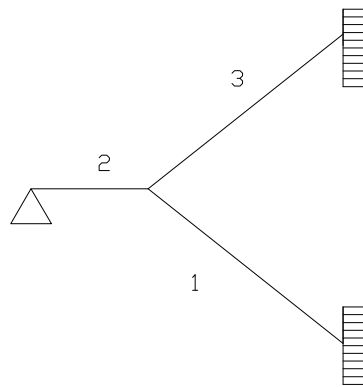
##### 2. Akibat beban hidup ( $q_L$ )

$$q_L = 3 \times 300 \text{ kg/ m}^2$$
$$= 900 \text{ kg/m}$$

### 3. Beban ultimate ( $q_U$ )

$$\begin{aligned}q_U &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\ &= 1,2 \cdot 1418 + 1,6 \cdot 900 \\ &= 3141,6 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

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



**Gambar 4.3.** Rencana Tumpuan Tangga

## 4.4. Perhitungan Tulangan Tangga dan Bordes

### 4.4.1. Perhitungan Tulangan Tumpuan

$$b = 1400 \text{ mm}$$

$$h = 200 \text{ mm (tebal bordes)}$$

$$p \text{ (selimut beton)} = 30 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan } \varnothing 12 \text{ mm}$$

$$d = h - p - \frac{1}{2} \varnothing \text{ tul}$$

$$= 200 - 30 - 6$$

$$= 164 \text{ mm}$$

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh  $M_u$  :

$$\begin{aligned}M_u &= 2053,45 \text{ kgm} = 2,0535 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\M_n &= \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,0535 \cdot 10^7}{0,8} = 2,57 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29 \\ \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,053 \\ \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,053 \\ &= 0,04 \\ \rho_{\min} &= 0,0025 \\ R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,57 \cdot 10^7}{1400 \cdot (164)^2} = 0,68 \text{ N/mm} \\ \rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,29} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 0,68}{240}} \right) \\ &= 0,003 \\ \rho_{\text{ada}} &< \rho_{\max} \\ \rho_{\text{ada}} &> \rho_{\min} \\ \text{di pakai } \rho_{\text{ada}} &= 0,003 \\ A_s &= \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,003 \times 1400 \times 164 \\ &= 688,8 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

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

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{688,8}{113,04} = 6,09 \approx 8 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan 1 m} = \frac{1000}{8} = 125 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan  $\varnothing 12 \text{ mm} - 250 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 8 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 904,32 \text{ mm}^2 > \text{As} \dots\dots\dots \text{Aman !} \end{aligned}$$

#### 4.4.2. Perhitungan Tulangan Lapangan

$$M_u = 981,27 \text{ kgm} = 0,9813 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{0,9813 \cdot 10^7}{0,8} = 1,23 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

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

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,053 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,053 \\ &= 0,04 \end{aligned}$$

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

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1,23 \cdot 10^7}{1400 \cdot (164)^2} = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,29} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 0,33}{240}} \right) \end{aligned}$$

$$= 0,0014$$

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

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

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

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0025 \times 1400 \times 164 \\ &= 574 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Dipakai tulangan } \varnothing 16 \text{ mm} = \frac{1}{4} \cdot \pi \times 12^2 = 113,04 \text{ mm}^2$$

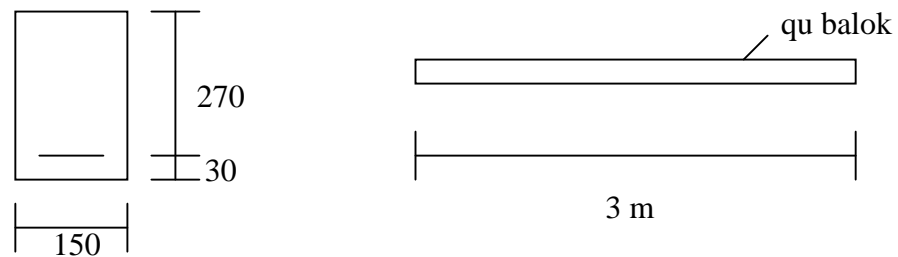
$$\text{Jumlah tulangan dalam 1 m} = \frac{574}{113,04} = 5,07 \approx 6 \text{ tulangan}$$

$$\text{Jarak tulangan 1 m} = \frac{1000}{6} = 166,67 \text{ mm}$$

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

$$\begin{aligned} A_s \text{ yang timbul} &= 6 \cdot \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ &= 678,24 \text{ mm}^2 > A_s \text{ .....aman!} \end{aligned}$$

## 4.5. Perencanaan Balok Bordes



Data perencanaan:

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

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

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

$$d = h - d' = 300 - 30 = 270 \text{ mm}$$

#### 4.5.1. Pembebanan Balok Bordes

➤ Beban mati ( $q_D$ )

$$\text{Berat sendiri} = 0,15 \times 0,30 \times 2400 = 108 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 \times 2 \times 1700 = 510 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat plat bordes} = 0,2 \times 2400 = 480 \text{ kg/m}$$

---

$$q_D = 1098 \text{ kg/m}$$

➤ Akibat beban hidup ( $q_L$ )

$$q_L = 200 \text{ kg/m}$$

➤ Beban ultimate ( $q_U$ )

$$q_U = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L$$

$$= 1,2 \cdot 1098 + 1,6 \cdot 200$$

$$= 1797,6 \text{ kg/m}$$

➤ Beban reaksi bordes

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

$$= \frac{1/2 \cdot 1797,6}{1,5}$$

$$= 599,2 \text{ Kg/m}$$

#### 4.5.2. Perhitungan tulangan lentur

##### Tulangan tumpuan

$$M_u = 1842,3 \text{ kgm} = 1,8423 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1,8423 \cdot 10^7}{0,8} = 2,3 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

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

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \cdot \left( \frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,053\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,04\end{aligned}$$

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

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,3 \cdot 10^7}{150 \cdot (270)^2} = 2,1 \text{ N/mm}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,29} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 2,1}{240}} \right) \\ &= 0,009\end{aligned}$$

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

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

di pakai  $\rho_{\text{ada}} = 0,009$

$$\begin{aligned}A_s &= \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,009 \cdot 150 \cdot 270 \\ &= 364,5 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

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

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{364,5}{113,04} = 3,22 \approx 4 \text{ buah}$$

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

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

#### 4.5.3. Perhitungan Tulangan Geser Balok Bordes



$$V_u = 2456,4 \text{ kg} = 24564 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f_c} \\ &= 1/6 \cdot 150 \cdot 270 \cdot \sqrt{25} \\ &= 33750 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,75 \cdot V_c \\ &= 25312,5 \text{ N} \end{aligned}$$

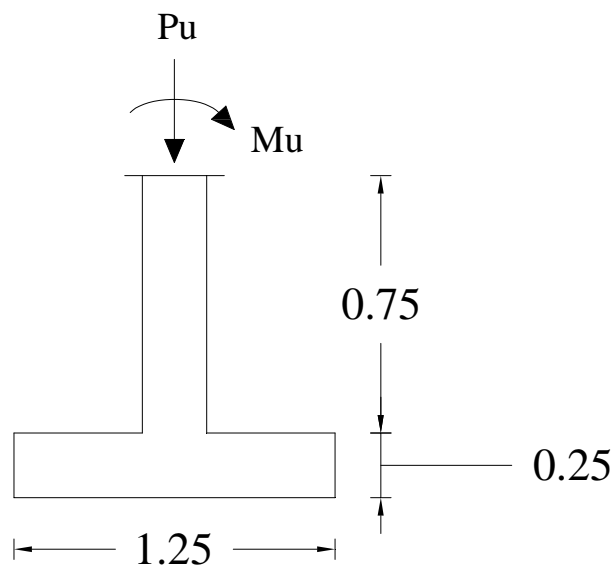
$$3 \phi V_c = 75937,5 \text{ N}$$

$V_u < \phi V_c$  tidak perlu tulangan geser

$$S_{\max} = \frac{270}{2} = 135 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan  $\phi 8 - 100 \text{ mm}$

#### 4.6. Perhitungan Pondasi Tangga



Gambar 4.3 Pondasi Tangga

Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 1,25 m dan panjang 1,40m

- Tebal = 250 mm
- Ukuran alas = 1400 x 1250 mm

- $\gamma$  tanah =  $1,7 \text{ t/m}^3 = 1700 \text{ kg/m}^3$
- $\sigma$  tanah =  $2,5 \text{ kg/cm}^2 = 25000 \text{ kg/m}^2$
- $P_u$  =  $10704.30 \text{ kg}$
- $h$  =  $250 \text{ mm}$
- $d$  =  $h - p - 1/2 \text{ } \phi_t - \phi_s$   
=  $250 - 30 - 1/2 \cdot 12 - 8 = 206 \text{ mm}$

#### 4.7. Perencanaan kapasitas dukung pondasi

##### 4.7.1. Perhitungan kapasitas dukung pondasi

###### ➤ Pembebanan pondasi

Berat telapak pondasi	= $1,4 \times 1,25 \times 0,25 \times 2400$	= 1050	kg
Berat tanah	= $2 (0,5 \times 0,75) \times 1 \times 1700$	= 1275	kg
Berat kolom	= $(0,25 \times 1,4 \times 0,75) \times 2400$	= 630	kg
$P_u$		= 10704.3	kg
		V tot = 13659,3	kg

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

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{tanah}} &= \frac{13659,3}{1,4 \cdot 1,25} \pm \frac{2053,45}{1/6 \cdot 1,4 \cdot (1,25)^2} = 13437,63 \text{ kg/m}^2 \\ &= 13437,63 \text{ kg/m}^2 < 25000 \text{ kg/m}^2 \\ &= \sigma_{\text{yang terjadi}} < \sigma_{\text{ijin tanah}} \dots \dots \dots \text{Ok!} \end{aligned}$$

##### 4.7.2. Perhitungan Tulangan Lentur

$$\begin{aligned} M_u &= \frac{1}{2} \cdot q_u \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 13437,63 \cdot (0,5)^2 \\ &= 1679,7 \text{ kg/m} = 1,6797 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{1,679 \cdot 10^7}{0,8} = 2,098 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

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

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

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

$$= 0,053$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,098 \cdot 10^7}{1400 \cdot (206)^2} = 0,353$$

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

$$= 0,04$$

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

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

$$= \frac{1}{11,29} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 0,353}{240}} \right)$$

$$= 0,0014$$

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

$$\rho_{\text{ada}} < \rho_{\min} \longrightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = 0,0058$$

➤ Untuk Arah Sumbu Panjang

$$A_s_{\text{ada}} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0058 \cdot 1400 \cdot 206$$

$$= 1672,72 \text{ mm}^2$$

$$\text{digunakan tul } \varnothing 12 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (12)^2$$

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

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{1672,72}{113,04} = 14,79 \sim 15 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1400}{15} = 93,33 \text{ mm} = 90 \text{ mm}$$

Sehingga dipakai tulangan  $\varnothing 12 - 90 \text{ mm}$

$$\text{As yang timbul} = 15 \times 113,04$$

$$= 1695,6 > \text{As} \dots \text{ok!}$$

➤ Untuk Arah Sumbu Pendek

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho_{\min} b \cdot d \\ &= 0,0058 \cdot 1250 \cdot 206 \\ &= 1493,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Digunakan tulangan } \varnothing 12 &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (12)^2 \\ &= 113,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{1493,5}{113,04} = 13,2 \sim 14 \text{ buah}$$

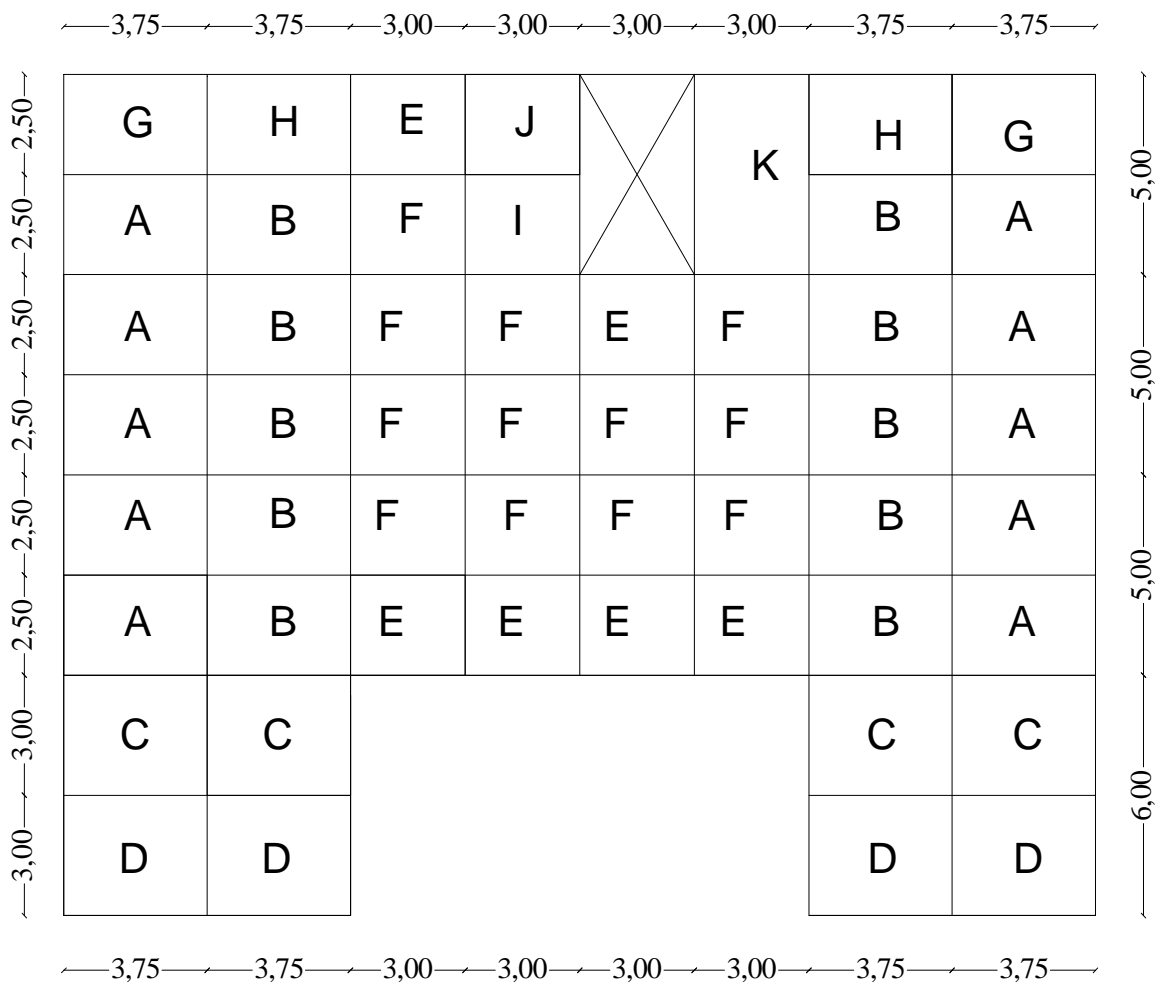
$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1250}{14} = 89,28 \text{ mm} = 80 \text{ mm}$$

Sehingga dipakai tulangan  **$\varnothing 12 - 80 \text{ mm}$**

$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 14 \times 113,04 \\ &= 1582,6 > \text{As} \dots \text{ok!} \end{aligned}$$

## BAB 5 PLAT LANTAI

### 5.1. Perencanaan Pelat Lantai



**Gambar 5.1.** Denah Plat lantai

### 5.2. Perhitungan Pembebanan Plat Lantai

#### I. Plat Lantai

##### a. Beban Hidup ( qL )

Berdasarkan PPIUG untuk gedung 1983 yaitu :

Beban hidup fungsi gedung untuk swalayan tiap 1 m = 250 kg/m<sup>2</sup>

b. Beban Mati ( qD ) tiap 1 m

Berat plat sendiri	= 0,12 x 2400 x 1	= 288 kg/m
Berat keramik ( 1 cm )	= 0,01 x 2400 x 1	= 24 kg/m`
Berat Spesi ( 2 cm )	= 0,02 x 2100 x 1	= 42 kg/m
Berat plafond + instalasi listrik		= 18 kg/m
Berat Pasir ( 2 cm )	= 0,02 x 1,6 x 1	= 32 kg/m
		<hr/>
		qD = 404 kg/m

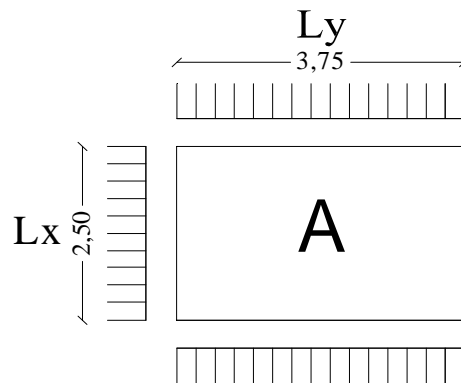
c. Beban Ultimate ( qU )

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

a. Tipe pelat A



Gambar 5.2. Plat tipe A

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{3,75}{2,5} = 1,5$$

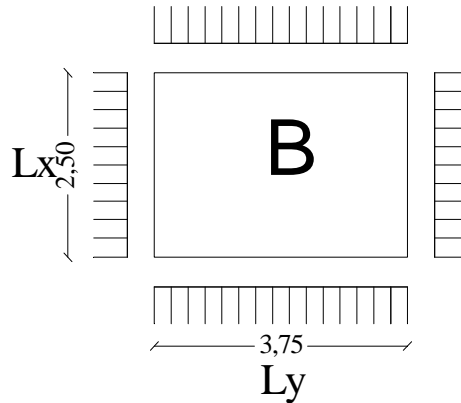
$$Mlx = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 38 = 210,14 \text{ kgm}$$

$$Mly = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 15 = 82,95 \text{ kgm}$$

$$Mtx = - 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 79 = - 436,87 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 57 = -315,21 \text{ kgm}$$

b. Tipe pelat B



**Gambar 5.3.** Plat tipe B

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,75}{2,5} = 1,5$$

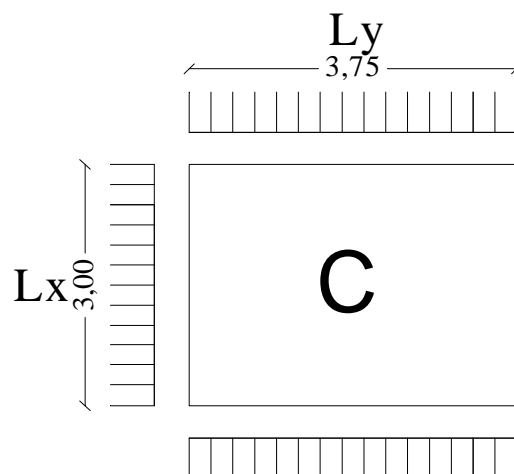
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 36 = 199,08 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 17 = 94,01 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 76 = -420,28 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 57 = -315,21 \text{ kgm}$$

c. Tipe pelat C



**Gambar 5.4.** Plat tipe C

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,75}{3} = 1,2$$

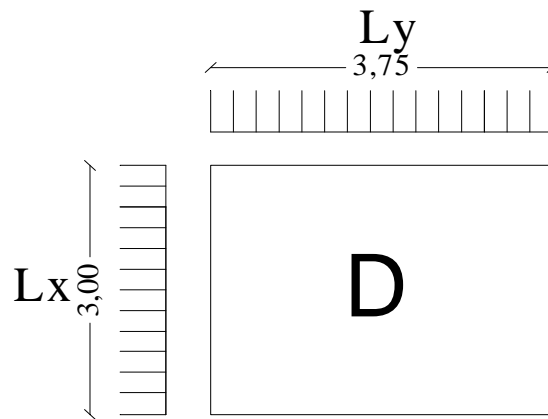
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (3)^2 \cdot 32 = 254,82 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (3)^2 \cdot 19 = 151,30 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (3)^2 \cdot 71 = -565,39 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (3)^2 \cdot 57 = -453,90 \text{ kgm}$$

d. Tipe plat D



**Gambar 5.5.** Plat tipe D

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,75}{3} = 1,2$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (3)^2 \cdot 38 = 302,60 \text{ kgm}$$

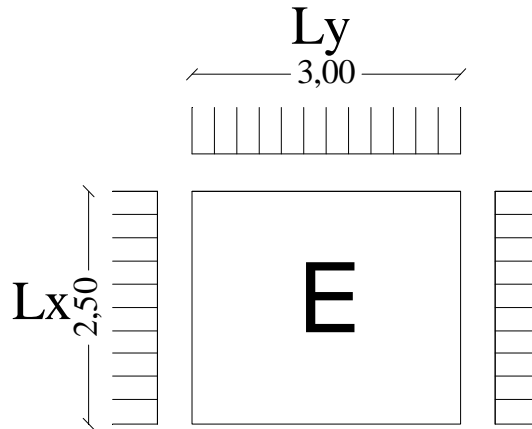
$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (3)^2 \cdot 28 = 222,97 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (3)^2 \cdot 85 = -676,87 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (3)^2 \cdot 74 = -589,28 \text{ kgm}$$



e. Tipe pelat E



**Gambar 5.6.** Plat tipe E

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,0}{2,5} = 1,2$$

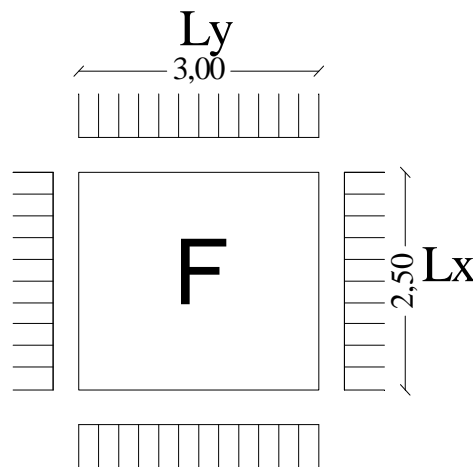
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 31 = 171,43 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 28 = 154,84 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 74 = -409,22 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 69 = -381,57 \text{ kgm}$$

f. Tipe pelat F



**Gambar 5.7.** Plat tipe F

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,0}{2,5} = 1,2$$

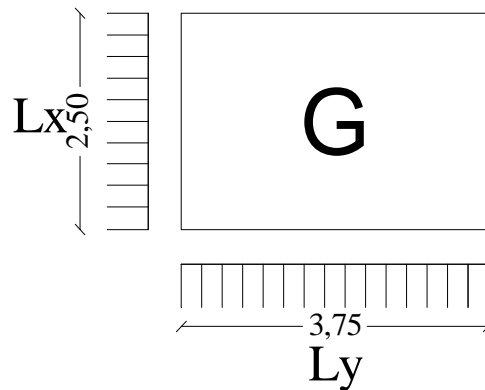
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 28 = 154,84 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 20 = 110,60 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 64 = -353,92 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 56 = -309,68 \text{ kgm}$$

g. Tipe pelat G



**Gambar 5.8.** Plat tipe G

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,75}{2,5} = 1,5$$

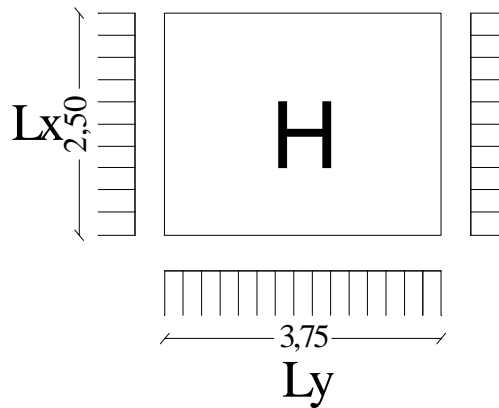
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 48 = 265,44 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 25 = 138,25 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 103 = -569,59 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 77 = -425,81 \text{ kgm}$$

h. Tipe pelat H



Gambar 5.9. Plat tipe H

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,75}{2,5} = 1,5$$

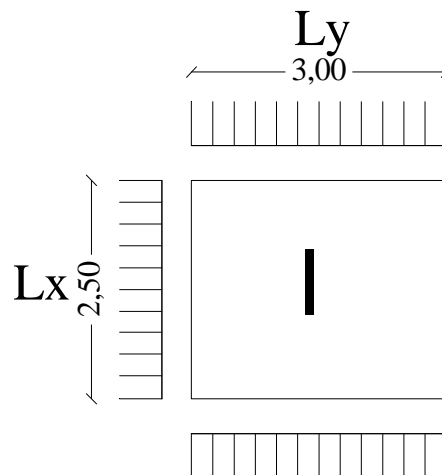
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 43 = 237,79 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 26 = 143,78 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 96 = -530,88 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 76 = -420,28 \text{ kgm}$$

i. Tipe pelat I



**Gambar 5.10.** Plat tipe J

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,0}{2,5} = 1,2$$

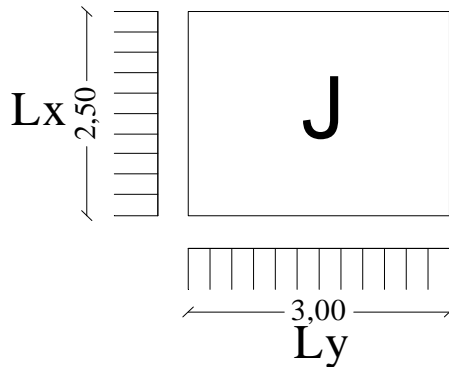
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 32 = 176,96 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 19 = 105,07 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 71 = -392,63 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 57 = -315,21 \text{ kgm}$$

j. Tipe pelat J



**Gambar 5.11.** Plat tipe I

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,0}{2,5} = 1,2$$

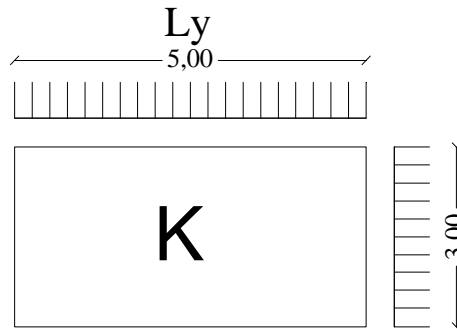
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 38 = 210,14 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 28 = 154,84 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 85 = -470,05 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (2,5)^2 \cdot 74 = -409,22 \text{ kgm}$$

k. Tipe pelat K



Gambar 5.12. Plat tipe G

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{5,0}{3,0} = 1,8$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (3,0)^2 \cdot 55 = 437,98 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 884,8 \cdot (3,0)^2 \cdot 22 = 175,19 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (3,0)^2 \cdot 113 = -889,84 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 884,8 \cdot (3,0)^2 \cdot 78 = -621,13 \text{ kgm}$$

#### 5.4. Penulangan Plat Lantai

**Tabel 5.1.** Perhitungan Plat Lantai

Tipe Plat	Ly/Lx (m)	Mlx (kgm)	Mly (kgm)	Mtx (kgm)	Mty (kgm)
A	3,75/2,5=1,5	210,14	82,95	436,87	315,21
B	3,75/2,5=1,5	199,08	94,01	420,28	315,21
C	3,75/3,0=1,2	254,82	151,30	565,39	453,90
D	3,75/3,0=1,2	302,60	<u>222,97</u>	676,87	589,28
E	3,0/2,5=1,2	171,43	154,84	409,22	381,57
F	3,0/2,5=1,2	154,84	110,60	353,92	309,68
G	5,0/2,5=2,0	265,44	60,83	458,99	315,21
H	5,0/2,5=2,0	237,79	143,78	530,88	420,28
I	3,0/2,5=1,2	176,96	105,07	392,63	315,21
J	3,0/2,5=1,2	210,14	154,84	470,05	409,22
k	3,75/3,0=1,5	<u>437,98</u>	175,19	<u>889,84</u>	<u>621,13</u>

Dari perhitungan momen diambil momen terbesar yaitu:

$$Mlx = 437,98 \text{ kgm}$$

$$Mly = 222,97 \text{ kgm}$$

$$Mtx = - 889,97 \text{ kgm}$$

$$Mty = - 621,13 \text{ kgm}$$

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

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

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

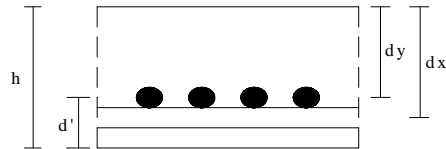
$$b = 1000$$

$$fy = 340 \text{ Mpa}$$

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

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

Tinggi efektif



Gambar 5.13. Perencanaan Tinggi Efektif

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

untuk plat digunakan

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \cdot \left( \frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,0538 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,0403 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = 0,0025 \text{ ( untuk pelat )}$$

### 5.5. Penulangan lapangan arah x

$$M_u = 437,98 \text{ kgm} = 4,38 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,38 \cdot 10^6}{0,8} = 5,48 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{5,48 \cdot 10^6}{1000 \cdot (95)^2} = 0,61 \text{ N/mm}^2$$

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

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,294} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 0,61}{240}} \right) \\ &= 0,0018 \end{aligned}$$

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

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

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

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

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{237,5}{78,5} = 3,02 \sim 3 \text{ buah.}$$

$$\text{Jarak tulangan dalam } 1 \text{ m}^1 = \frac{1000}{3} = 333,333 \text{ mm} \sim 240 \text{ mm}$$

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

$$\text{As yang timbul} = 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 235,5 > 175,75 \text{ (As) ...ok!}$$

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

### 5.6. Penulangan lapangan arah y

$$M_u = 222,97 \text{ kgm} = 2,2297 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,2297 \cdot 10^6}{0,8} = 2,787 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,787 \cdot 10^6}{1000 \cdot (85)^2} = 0,386 \text{ N/mm}^2$$



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

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,294} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 0,386}{240}} \right) \\ &= 0,0017 \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0025 \cdot 1000 \cdot 85 \\ &= 212,51 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

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

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

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

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

$$\text{As yang timbul} = 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 235,5 > 178,5 \text{ (As) ...ok!}$$

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

### 5.7. Penulangan tumpuan arah x

$$M_u = 889,84 \text{ kgm} = 8,898 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{8,898 \cdot 10^6}{0,8} = 11,12 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{11,12 \cdot 10^6}{1000 \cdot (85)^2} = 1,54 \text{ N/mm}^2$$

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

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{11,294} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 1,54}{240}} \right) \\ &= 0,006\end{aligned}$$

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

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,006$$

$$\begin{aligned}As &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,006 \cdot 1000 \cdot 85 \\ &= 510 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

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

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{510}{78,5} = 6,5 \sim 7 \text{ buah.}$$

$$\text{Jarak tulangan dalam } 1 \text{ m}^1 = \frac{1000}{10} = 100 \text{ mm.}$$

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

$$\text{As yang timbul} = 7 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 549,5 > 178,5 \text{ (As) ....ok!}$$

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

### 5.8. Penulangan tumpuan arah y

$$Mu = 621,13 \text{ kgm} = 6,211 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{6,211 \cdot 10^6}{0,8} = 7,76 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{7,6 \cdot 10^6}{1000 \cdot (95)^2} = 0,86 \text{ N/mm}^2$$

$$M = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 11,29$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,294} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,294 \cdot 0,86}{240}} \right) \\ &= 0,0036\end{aligned}$$

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

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,0036$$

$$\begin{aligned}\text{As} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0036 \cdot 1000 \cdot 95 \\ &= 342 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

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

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{342}{78,5} = 4,3 \sim 5 \text{ buah.}$$

$$\text{Jarak tulangan dalam } 1 \text{ m}^1 = \frac{1000}{10} = 100 \text{ mm.}$$

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

$$\text{As yang timbul} = 5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2 = 392,5 > 178,5 \text{ (As) ....ok!}$$

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

### 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  $\varnothing 10 - 100 \text{ mm}$

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

**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)
<b>A</b>	210,14	82,95	436,87	315,21	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-100	Ø10-100
<b>B</b>	199,08	94,01	420,28	315,21	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-100	Ø10-100
<b>C</b>	254,82	151,30	565,39	453,90	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-100	Ø10-100
<b>D</b>	302,60	<u>222,97</u>	676,87	589,28	Ø10-200	<u>Ø10-200</u>	Ø10-100	Ø10-100
<b>E</b>	171,43	154,84	409,22	381,57	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-100	Ø10-100
<b>F</b>	154,84	110,60	353,92	309,68	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-100	Ø10-100
<b>G</b>	265,44	60,83	458,99	315,21	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-100	Ø10-100
<b>H</b>	237,79	143,78	530,88	420,28	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-100	Ø10-100
<b>I</b>	176,96	105,07	392,63	315,21	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-100	Ø10-100
<b>J</b>	210,14	154,84	470,05	409,22	Ø10-200	Ø10-200	Ø10-100	Ø10-100
<b>K</b>	<u>437,98</u>	175,19	<u>889,84</u>	<u>621,13</u>	<u>Ø10-200</u>	Ø10-200	<u>Ø10-100</u>	<u>Ø10-100</u>

## BAB 9

### REKAPITULASI PERENCANAAN

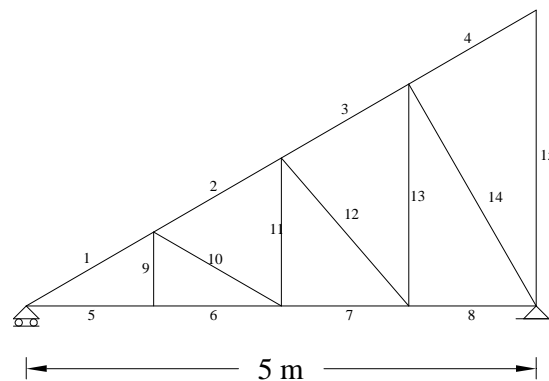
#### 9.1. Perencanaan Atap

Hasil dari perencanaan atap adalah sebagai berikut :

- j. Jarak antar kuda-kuda : 2,5 m
- k. Kemiringan atap ( $\alpha$ ) :  $30^\circ$
- l. Bahan gording : *lip channels* (□) 150 x 50 x 20 x 4,5
- m. Bahan rangka kuda-kuda : baja profil *double* siku sama sisi
- n. Bahan penutup atap : genteng tanah liat mantili
- o. Alat sambung : baut diameter 12,7 mm ( $\frac{1}{2}$  inches)-mur
- p. Pelat pengaku : 8 mm
- q. Jarak antar gording : 1,44 m
- r. Bentuk atap : limasan
- j. Mutu baja profil : Bj-37 ( $\sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2$ )  
( $\sigma_{Leleh} = 2400 \text{ kg/cm}^2$ )

Berikut adalah hasil rekapitulasi profil baja yang direncanakan

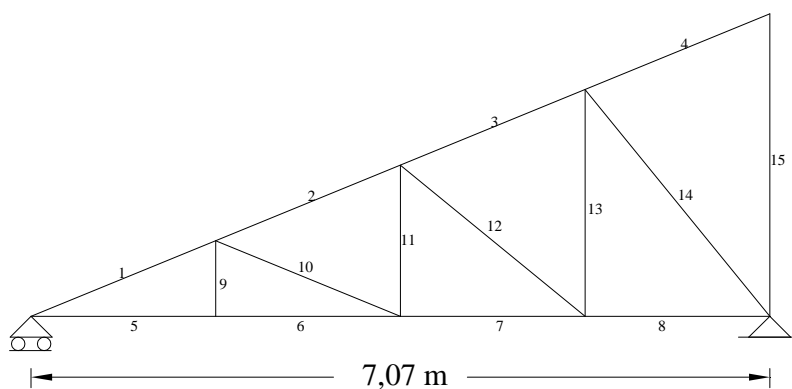
#### 1. Setengah Kuda-kuda



Tabel 9.1. Rekapitulasi Perencanaan Profil Setengah Kuda-kuda

Nomor Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	┴ 40 40 . 5	2 Ø 12,7
2	┴ 40 40 . 5	2 Ø 12,7
3	┴ 40 40 . 5	2 Ø 12,7
4	┴ 40 40 . 5	2 Ø 12,7
5	┴ 40 40 . 5	2 Ø 12,7
6	┴ 40 40 . 5	2 Ø 12,7
7	┴ 40 40 . 5	2 Ø 12,7
8	┴ 40 40 . 5	2 Ø 12,7
9	┴ 40 40 . 5	2 Ø 12,7
10	┴ 40 40 . 5	2 Ø 12,7
11	┴ 40 40 . 5	2 Ø 12,7
12	┴ 40 40 . 5	2 Ø 12,7
13	┴ 40 40 . 5	2 Ø 12,7
14	┴ 40 40 . 5	2 Ø 12,7
15	┴ 40 40 . 5	2 Ø 12,7

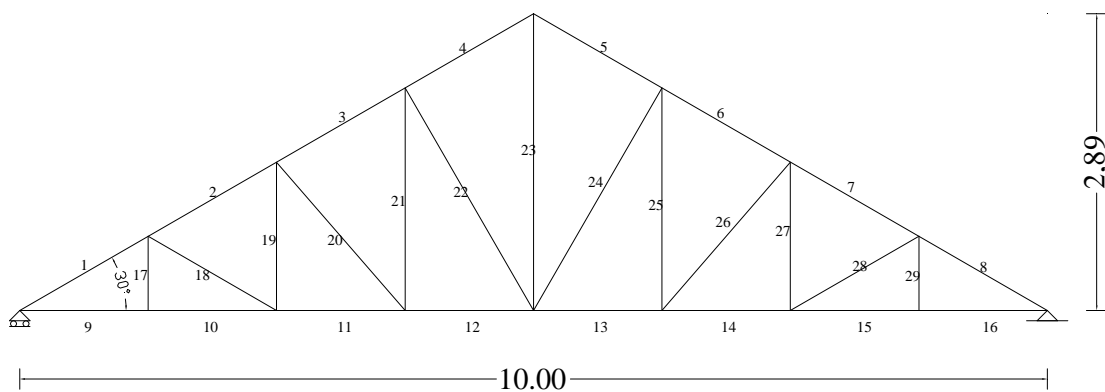
## 2. Jurai



Tabel 9.2. Rekapitulasi Perencanaan Profil Jurai

Nomor 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	└ 40 . 40 . 5	2 Ø 12,7
6	└ 40 . 40 . 5	2 Ø 12,7
7	└ 40 . 40 . 5	2 Ø 12,7
8	└ 40 . 40 . 5	2 Ø 12,7
9	└ 40 . 40 . 5	2 Ø 12,7
10	└ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7
11	└ 40 . 40 . 5	2 Ø 12,7
12	└ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7
13	└ 40 . 40 . 5	2 Ø 12,7
14	└ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7
15	└ 50 . 50 . 5	2 Ø 12,7

### 3. Kuda-kuda Utama



Tabel 9.3. Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama

Nomor Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)	Nomor Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9	16	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9
2	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9	17	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9
3	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9	18	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9
4	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9	19	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9
5	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9	20	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9
6	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9	21	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9
7	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9	22	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9
8	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9	23	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9
9	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9	24	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9
10	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9	25	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9
11	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9	26	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9
12	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9	27	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9
13	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9	28	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9
14	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9	29	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9
15	⊥ 60 . 60 . 6	3 Ø 15,9	-	-	-

## 9.2. Perencanaan Tangga

- ✓ Tebal plat tangga = 12 cm
- ✓ Tebal bordes tangga = 15 cm
- ✓ Panjang datar = 400 cm
- ✓ Lebar tangga rencana = 140 cm
- ✓ Dimensi bordes = 100 x 300 cm
- ✓ Kemiringan tangga  $\alpha$  =  $33,69^{\circ}$
- ✓ Jumlah antrede = 10 buah
- ✓ Jumlah optrede = 11 buah



### 9.2.1. Penulangan Tangga

a. Penulangan tangga dan bordes

Tumpuan =  $\varnothing$  12 mm – 100 mm

Lapangan =  $\varnothing$  12 mm – 200 mm

b. Penulangan balok bordes

Dimensi balok 15/30

Lentur =  $\varnothing$  12 mm

Geser =  $\varnothing$  8 – 100 mm

### 9.3. Perencanaan Plat

Rekapitulasi penulangan plat

Tulangan lapangan arah x  **$\varnothing$  10 mm - 200 mm**

Tulangan lapangan arah y  **$\varnothing$  10 mm - 200 mm**

Tulangan tumpuan arah x  **$\varnothing$  10 mm - 200 mm**

Tulangan tumpuan arah y  **$\varnothing$  10 mm – 200 mm**

### 9.4. Perencanaan Balok Anak

Penulangan balok anak

a. Tulangan balok anak as A'

Tumpuan = 2 D 12mm

Lapangan = 2 D 12mm

Geser =  $\varnothing$  8 – 200 mm

b. Tulangan balok anak as a

Tumpuan = 5 D 16mm

Lapangan = 5 D 16mm

Geser =  $\varnothing$  8 – 150 mm

c. Tulangan balok anak as b

Tumpuan = 4 D 16mm

Lapangan = 3 D 16mm  
Geser = Ø 8 – 150 mm

d. Tulangan balok anak as 2'

Tumpuan = 3D 16mm  
Lapangan = 3 D 16mm  
Geser = Ø 8 – 150 mm

e. Tulangan balok anak as c

Tumpuan = 2 D 16mm  
Lapangan = 2 D 16mm  
Geser = Ø 8 – 200 mm

f. Tulangan balok anak as F'

Tumpuan = 2 D 12mm  
Lapangan = 2 D 12mm  
Geser = Ø 8 – 200 mm

g. Tulangan balok anak as F''

Tumpuan = 4 D 16mm  
Lapangan = 4 D 16mm  
Geser = Ø 8 – 150 mm

### 9.5. Perencanaan Portal

a. Dimensi ring balok : 250 mm x 350 mm

Lapangan = 4 D 16 mm  
Tumpuan = 4 D 16 mm  
Geser = Ø 10 – 100 mm

b. Dimensi balok portal : 300 mm x 500 mm

-Balok portal memanjang

Lapangan = 4D 16 mm  
Tumpuan = 5 D 16 mm  
Geser = Ø 8 – 125 mm

-Balok portal melintang

Lapangan = 7 D 19 mm

Tumpuan = 8 D 19 mm

Geser =  $\varnothing$  10– 75 mm

c. Dimensi kolom : 400 x 400 mm

Tulangan = 4 D 16 mm

Geser =  $\varnothing$  8 – 200 mm

d. Dimensi sloof struktur : 200 mm x 300 mm

Lapangan = 2 D 16 mm

Tumpuan = 3 D 16 mm

Geser =  $\varnothing$  10 – 100 mm

#### **9.6. Perencanaan Pondasi Footplat**

- Kedalaman = 2,0 m

- Ukuran alas = 1750 x 1750 mm

-  $\gamma$  tanah =  $1,7 \text{ t/m}^3 = 1700 \text{ kg/m}^3$

-  $\sigma$  tanah =  $2,1 \text{ kg/cm}^2 = 2100 \text{ kg/m}^3$

- Tebal = 30 cm

- Penulangan pondasi

Tul. Lentur = D 16 –125 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 do'a 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 Gedung *Factory Outlet* dan *Cafe* Dua 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.

