

**PERENCANAAN  
STRUKTUR GEDUNG SEKOLAH  
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 :**

**PANJI PANDU WICAKSONO**  
**I 8507058**

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

**2011**

*commit to user*

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PERENCANAAN**  
**STRUKTUR GEDUNG SEKOLAH**  
**2 LANTAI**

**TUGAS AKHIR**



**Dikerjakan oleh :**

**PANJI PANDU WICAKSONO**  
**NIM. 1 8507058**

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

**Ir. PURWANTO ,MT**  
**NIP. 19610724 198702 1 001**

**PROGRAM DIPLOMA III TEKNIK SIPIL**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SEBELAS MARET**  
**SURAKARTA**  
*commit to user*  
**2011**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PERENCANAAN**  
**STRUKTUR GEDUNG SEKOLAH**  
**2 LANTAI**

**TUGAS AKHIR**

Dikerjakan Oleh :  
**PANJI PANDU WICAKSONO**  
NIM : I 8507058

Dipertahankan didepan tim penguji :

1. **Ir.PURWANTO,MT** :.....  
NIP. 19610724 198702 1 001
2. **XXXXXXXX** :.....  
NIP. 19550504 198003 1 003
3. **XXXXXXXX** :.....  
NIP. 19531227 198601 1 001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik UNS

Disahkan,  
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 DJARWANTI., MT**  
NIP. 19561112 198403 2 007

## PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG SEKOLAH 2 LANTAI** ini dengan baik.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penyusun banyak menerima bimbingan, bantuan dan dorongan yang sangat berarti dari berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Segenap pimpinan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta staf.
2. Segenap pimpinan Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta staf.
3. Segenap pimpinan Program D-III Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta beserta staf.
4. Ir.Purwanto, MT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir atas arahan dan bimbingannya selama dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Setiono, ST M.sc selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingannya.
6. Keluarga dan rekan – rekan D-III Teknik Sipil Gedung angkatan 2006.

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

Surakarta, Juli 2010

Penyusun

*commit to user*

## 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> .....	xviii
 <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	1
1.3 Kriteria Perencanaan .....	2
1.4 Peraturan-Peraturan Yang Berlaku.....	3
 <b>BAB 2 DASAR TEORI</b>	
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 .....	9
2.3 Perencanaan Tangga .....	11
2.4 Perencanaan Plat Lantai .....	12
2.5 Perencanaan Balok Anak.....	13
2.6 Perencanaan Portal (Balok, Kolom).....	14
2.7 Perencanaan Pondasi .....	16

### BAB 3 RENCANA ATAP

3.1	Perencanaan Atap.....	18
3.2	Dasar Perencanaan .....	19
3.2	Perencanaan Gording.....	19
3.2.1	Perencanaan Pembebanan .....	19
3.2.2	Perhitungan Pembebanan.....	20
3.2.3	Kontrol Terhadap Tegangan .....	22
3.2.4	Kontrol Terhadap Lendutan.....	23
3.3	Perencanaan Jurai .....	24
3.3.1	Perhitungan Panjang Batang Jurai.....	24
3.3.2	Perhitungan Luasan Jurai .....	25
3.3.3	Perhitungan Pembebanan Jurai .....	28
3.3.4	Perencanaan Profil Jurai.....	35
3.3.5	Perhitungan Alat Sambung .....	37
3.4	Perencanaan Setengah Kuda-Kuda.....	40
3.4.1	Perhitungan Panjang Batang Setengah Kuda-kuda .....	40
3.4.2	Perhitungan Luasan Setengah Kuda-kuda .....	41
3.4.3	Perhitungan Pembebanan Setengah Kuda-kuda.....	43
3.4.4	Perencanaan Profil Setengah Kuda-kuda.....	52
3.4.5	Perhitungtan Alat Sambung .....	54
3.5	Perencanaan Kuda-kuda Trapesium .....	57
3.5.1	Perhitungan Panjang Kuda-kuda Trapesium.....	57
3.5.2	Perhitungan Luasan Kuda-kuda Trapesium .....	58
3.5.3	Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Trapesium .....	61
3.5.4	Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium .....	69
3.5.5	Perhitungan Alat Sambung .....	71
3.6	Perencanaan Kuda-kuda Utama .....	75
3.6.1	Perhitungan Panjang Kuda-kuda Utama .....	75
3.6.2	Perhitungan Luasan Kuda-kuda Utama .....	77
3.6.3	Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama .....	80
3.6.4	Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama .....	89
3.6.5	Perhitungan Alat Sambung .....	91

## BAB 4 PERENCANAAN TANGGA

4.1	Uraian Umum .....	95
4.2	Data Perencanaan Tangga .....	95
4.3	Perhitungan Tebal Plat Equivalent dan Pembebanan .....	97
4.3.1	Perhitungan Tebal Plat Equivalent.....	97
4.3.2	Perhitungan Beban.....	98
4.4	Perhitungan Tulangan Tangga dan Bordes.....	99
4.4.1	Perhitungan Tulangan Tumpuan.....	99
4.4.2	Perhitungan Tulangan Lapangan.....	101
4.5	Perencanaan Balok Bordes.....	102
4.5.1	Pembebanan Balok Bordes.....	103
4.5.2	Perhitungan Tulangan Lentur.....	103
4.5.3	Perhitungan Tulangan Geser.....	104
4.6	Perhitungan Pondasi Tangga.....	105
4.7	Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi.....	106
4.7.1	Perhitungan Kapasitas Dukung Pondasi .....	106
4.7.2	Perhitungan Tulangan Lentur.....	106

## BAB 5 PLAT LANTAI

5.1	Perencanaan Plat Lantai .....	109
5.2	Perhitungan Beban Plat Lantai.....	109
5.3	Perhitungan Momen.....	110
5.4	Penulangan Plat Lantai.....	116
5.5	Penulangan Lapangan Arah x.....	118
5.6	Penulangan Lapangan Arah y.....	119
5.7	Penulangan Tumpuan Arah x.....	120
5.8	Penulangan Tumpuan Arah y.....	121
5.9	Rekapitulasi Tulangan.....	122

*commit to user*

## BAB 6 PERENCANAAN BALOK ANAK

6.1	Perencanaan Balok Anak .....	123
6.1.1	Perhitungan Lebar Equivalent.....	124
6.1.2	Lebar Equivalent Balok Anak.....	124
6.2	Perhitungan Pembebanan Balok Anak As 5' .....	125
6.2.1	Perhitungan Pembebanan.....	125
6.2.2	Perhitungan Tulangan .....	126
6.3	Perhitungan Pembebanan Balok Anak As A'(5-6).....	129
6.3.1	Perhitungan Pembebanan.....	129
6.3.2	Perhitungan Tulangan .....	131
6.4	Perhitungan Pembebanan Balok Anak As C' .....	134
6.4.1	Perhitungan Pembebanan.....	134
6.4.2	Perhitungan Tulangan .....	135

## BAB 7 PERENCANAAN PORTAL

7.1	Perencanaan Portal.....	140
7.1.1	Dasar Perencanaan.....	141
7.1.2	Perencanaan Pembebanan.....	141
7.2	Perhitungan Luas Equivalen Plat.....	142
7.3	Perhitungan Pembebanan Balok.....	143
7.3.1	Perhitungan Pembebanan Balok Portal Memanjang.....	143
7.3.2	Perhitungan Pembebanan Balok Portal Mlintang .....	146
7.3.3	Perhitungan Pembebanan Rink Balk.....	148
7.3.4	Perhitungan Pembebanan Sloof Memanjang .....	149
7.3.5	Perhitungan Pembebanan Sloof Mlintang.....	151
7.4	Penulangan Rink Balk.....	153
7.4.1	Perhitungan Tulangan Lentur Rink Balk .....	153
7.4.2	Perhitungan Tulangan Geser Rink Balk.....	155
7.5	Penulangan Balok Portal.....	157
7.5.1	Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal Memanjang .....	157
7.5.2	Perhitungan Tulangan Geser Balok Portal Memanjang.....	159



7.5.3	Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal Melintang .....	161
7.5.4	Perhitungan Tulangan Geser Balok Portal Melintang .....	164
7.6	Penulangan Kolom.....	166
7.6.1	Perhitungan Tulangan Lentur Kolom.....	166
7.6.2	Perhitungan Tulangan Geser Kolom.....	167
7.7	Penulangan Sloof.....	169
7.7.1	Perhitungan Tulangan Lentur Sloof Memanjang.....	169
7.7.2	Perhitungan Tulangan Geser Sloof Memanjang .....	171
7.7.3	Perhitungan Tulangan Lentur Sloof Melintang.....	172
7.7.4	Perhitungan Tulangan Geser Sloof Melintang .....	175
 <b>BAB 8 PERENCANAAN PONDASI</b>		
8.1	Data Perencanaan .....	177
8.2	Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi.....	178
8.2.1	Perhitungan Kapasitas Dukung Pondasi .....	178
8.2.1	Perhitungan Tulangan Lentur .....	179
 <b>BAB 9 RENCANA ANGGARAN BIAYA</b>		
9.1	Rencana Anggaran Biaya .....	181
9.2	Data Perencanaan .....	181
9.3	Perhitungan Volume .....	181
 <b>BAB 10 REKAPITULASI</b>		
10.1	Perencanaan Atap .....	190
10.2	Perencanaan Tangga .....	196
10.2.1	Penulangan Tangga.....	196
10.2.2	Pondasi Tangga.....	196
10.3	Perencanaan Plat .....	197
10.4	Perencanaan Balok Anak .....	197
10.5	Perencanaan Portal .....	197
10.6	Perencanaan Pondasi Footplat .....	198

<b>PENUTUP.....</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

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

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

### 1.2. Maksud Dan Tujuan

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

*commit to user*



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

1. Mahasiswa dapat merencanakan suatu konstruksi bangunan yang sederhana sampai bangunan bertingkat.
2. Mahasiswa diharapkan dapat memperoleh pengetahuan dan pengalaman dalam merencanakan struktur gedung.
3. Mahasiswa diharapkan dapat memecahkan suatu masalah yang dihadapi dalam perencanaan suatu struktur gedung.

### 1.3. Kriteria Perencanaan

#### 1. Spesifikasi Bangunan

- a. Fungsi Bangunan : Gedung sekolah
- b. Luas Bangunan : 1250 m<sup>2</sup>
- c. Jumlah Lantai : 2 lantai
- d. Tinggi Tiap Lantai : 4 m
- e. Konstruksi Atap : Rangka kuda-kuda baja
- f. Penutup Atap : Genteng tanah liat
- g. Pondasi : Foot Plate

#### 2. Spesifikasi Bahan

- a. Mutu Baja Profil : BJ 37
- b. Mutu Beton ( $f'c$ ) : 30 MPa
- c. Mutu Baja Tulangan ( $f_y$ ) : Polos : 240 Mpa  
Ulir : 340 Mpa.

#### 1.4. Peraturan-Peraturan Yang Berlaku

- 1) Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung  
**SNI 03-1727-1989**
- 2) Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung  
**SNI 03-1729-2002**
- 3) Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung  
**SNI 03-2847-2002**





## BAB 2

### DASAR TEORI

#### 2.1. Dasar Perencanaan

##### 2.1.1. Jenis Pembebanan

Dalam merencanakan struktur bangunan bertingkat, digunakan struktur yang mampu mendukung berat sendiri, beban angin, beban hidup maupun beban khusus yang bekerja pada struktur bangunan tersebut. Beban-beban yang bekerja pada struktur dihitung menurut **SNI 03-1727-2002**. Beban-beban tersebut adalah :

##### 1. Beban Mati ( $q_d$ )

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

##### a. Bahan Bangunan:

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

##### b. Komponen Gedung:

1. Langit-langit dan dinding (termasuk rusuk-rusuknya, tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terdiri dari :
  - semen asbes (eternit) dengan tebal maximum 4mm ..... 11 kg/m<sup>2</sup>
  - kaca dengan tebal 3-4 mm ..... 10 kg/m<sup>2</sup>

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

## 2. Beban Hidup (ql)

Beban hidup adalah semua bahan yang terjadi akibat penghuni atau pengguna suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan pembebanan lantai dan atap tersebut. Khususnya pada atap, beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan (SNI 03-1727-1989).

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

- |                                  |                       |
|----------------------------------|-----------------------|
| a. Beban atap .....              | 100 kg/m <sup>2</sup> |
| b. Beban tangga dan bordes ..... | 300 kg/m <sup>2</sup> |
| c. Beban lantai .....            | 250 kg/m <sup>2</sup> |

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

*commit to user*

**Tabel 2.1.** Koefisien Reduksi Beban Hidup

Penggunaan Gedung	Koefisien Beban Hidup untuk Perencanaan Balok Induk
a. PERUMAHAN/HUNIAN Rumah sakit/Poliklinik	0,75
b. PENYIMPANAN Toko buku, Ruang Arsip	0,80
c. TANGGA Perumahan / penghunian, Pertemuan umum, perdagangan dan penyimpanan, industri, tempat kendaraan	0,90
d. PENDIDIKAN Sekolah, Ruang Kuliah	0,90

Sumber: SNI 03-1727-1989

### 3. Beban Angin (W)

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

Beban Angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (hisapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan positif dan negatif yang dinyatakan dalam  $\text{kg/m}^2$  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  $40 \text{ kg/m}^2$ .

Sedangkan koefisien angin untuk gedung tertutup:

#### 1. Dinding Vertikal

- a. Di pihak angin ..... + 0,9
- b. Di belakang angin ..... *commit.to.user* ..... - 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  $\alpha$  .....  $- 0,4$

### 2.1.2. Sistem Kerja Beban

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

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

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

### 2.1.3. Provisi Keamanan

Dalam pedoman beton, **SNI 03-2847-2002** 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.

**Tugas Akhir**

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

**Tabel 2.2.** Faktor pembebanan U untuk beton

No.	KOMBINASI BEBAN	FAKTOR U
1.	L	1,4 D
2.	D, L	1,2 D + 1,6 L + 0,5 ( A atau R )
3.	D, L, W	1,2 D + 1,0 L ± 1,6 W + 0,5 (A atau R)

**Tabel 2.3.** Faktor pembebanan U untuk baja

No.	KOMBINASI BEBAN	FAKTOR U
1.	L	1,4 D
2.	D, L	1,2 D + 1,6 L + 0,5 ( A atau R )
3.	D, L, W	1,2 D + 1,0 L ± 1,3 W + 0,5 (A atau R)

Keterangan :

D = Beban mati

L = Beban hidup

W = Beban angin

**Tabel 2.4.** Faktor Reduksi Kekuatan  $\phi$

No	GAYA	$\phi$
1.	Lentur tanpa beban aksial	0,80
2.	Aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur	0,80
3.	Aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur	
	➤ Komponen dengan tulangan spiral	0,70
	➤ Komponen lain	0,65
4.	Geser dan torsi	0,75
5.	Tumpuan Beton	0,65

*commit to user*



### 2.1.4. Standar ketentuan

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

Beberapa persyaratan utama pada Pedoman Beton 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 | = 40 mm |

## 2.2. Perencanaan Atap

### 1. Pembebanan

Pada perencanaan atap, 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

*commit to user*

3. Analisa struktur pada perencanaan ini menggunakan program **SAP 2000**.
4. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-1729-2002**
5. Perhitungan profil kuda-kuda

**a. Batang tarik**

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

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

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

L = Panjang sambungan dalam arah gaya tarik

$$\bar{x} = Y - Y_p$$

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

$$A_e = U \cdot A_n$$

Cek kekuatan nominal :

**Kondisi leleh**

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

**Kondisi fraktur**

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

$$\phi P_n > P \dots\dots ( \text{aman} )$$

**b. Batang tekan**

Periksa kelangsingan penampang :

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

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

*commit to user*

**Tugas Akhir**

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

Apabila $\lambda_c \leq 0,25$	→	$\omega = 1$
$0,25 < \lambda_s < 1,2$	→	$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c}$
$\lambda_s \geq 1,2$	→	$\omega = 1,25 \cdot \lambda_s^2$

$$P_n = \phi \cdot A_g \cdot F_{cr} = A_g \frac{f_y}{\omega}$$

$$\frac{P_u}{\phi P_n} < 1 \dots\dots ( \text{aman} )$$

**2.3. Perencanaan Tangga**

1. Pembebanan :
  1. Beban mati
  2. Beban hidup : 300 kg/m<sup>2</sup>
2. Asumsi Perletakan
  - a. Tumpuan bawah adalah jepit.
  - b. Tumpuan tengah adalah sendi.
  - c. Tumpuan atas adalah jepit.
3. Analisa struktur menggunakan program **SAP 2000**.
4. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-2847-2002**.
5. Perhitungan untuk penulangan tangga

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

Dimana  $\phi = 0,8$

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

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

*commit to user*

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

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

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

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

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

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

#### 2.4. Perencanaan Plat Lantai

1. Pembebanan :
  - Beban mati
  - Beban hidup : 250 kg/m<sup>2</sup>
2. Asumsi Perletakan : jepit penuh
3. Analisa struktur menggunakan **SNI 03-1727-2002**.
4. Analisa tampang menggunakan **SNI 03-2847-2002**.

Pemasangan tulangan lentur disyaratkan sebagai berikut :

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

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

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

dimana,  $\phi = 0,80$

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

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

*commit to user*

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

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

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

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

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

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

Luas tampang tulangan

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

## 2.5. Perencanaan Balok Anak

1. Pembebanan :
  - Beban mati
  - Beban hidup : 250 kg/m<sup>2</sup>
2. Asumsi Perletakan : jepit jepit
3. Analisa struktur menggunakan program **SAP 2000**.
4. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03-2847-2002**.

Perhitungan tulangan lentur :

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

dimana,  $\phi = 0,80$

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

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

*commit to user*

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

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

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

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

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

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

Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,60$$

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

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

$$\Phi \cdot V_c \leq V_u \leq 3 \Phi V_c$$

(perlu tulangan geser)

$$V_u < \Phi V_c < 3 \Phi V_c$$

(tidak perlu tulangan geser)

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

(pilih tulangan terpasang)

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

(pakai  $V_s$  perlu)

## 2.6. Perencanaan Portal

1. Pembebanan :

- Beban mati
- Beban hidup : 200 kg/m<sup>2</sup>

*commit to user*



**Tugas Akhir**

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

2. Asumsi Perletakan

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

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

Perhitungan tulangan lentur :

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

dimana,  $\phi = 0,80$

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

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

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

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

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

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

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

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

Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,60$$

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

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

$$\Phi \cdot V_c \leq V_u \leq 3 \Phi V_c$$

( perlu tulangan geser )

$$V_u < \Phi V_c < 3 \Phi V_c$$

(tidak perlu tulangan geser) *commit to user*

**Tugas Akhir**

**Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai**

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

( pilih tulangan terpasang )

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

( pakai  $V_s$  perlu )

**2.7. Perencanaan Pondasi**

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

Perhitungan kapasitas dukung pondasi :

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

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

Sedangkan pada perhitungan tulangan lentur

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

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

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

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

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

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

*commit to user*

**Tugas Akhir**

Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

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

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

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

Luas tampang tulangan

$$A_s = \rho b x d$$

Perhitungan tulangan geser :

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

$$\phi = 0,60$$

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

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

$$\Phi \cdot V_c \leq V_u \leq 3 \Phi V_c$$

( perlu tulangan geser )

$$V_u < \Phi V_c < 3 \Phi V_c$$

( tidak perlu tulangan geser )

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

( pilih tulangan terpasang )

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

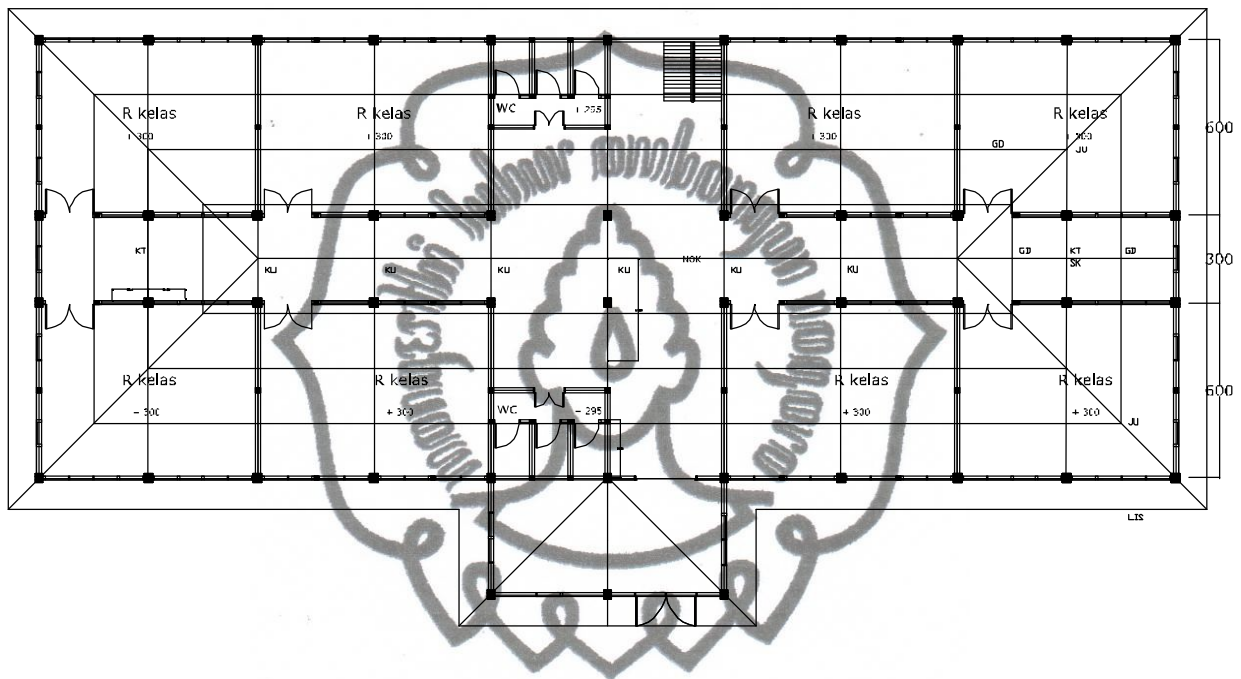
( pakai  $V_s$  perlu )

*commit to user*

## BAB 3

### PERENCANAAN ATAP

#### 3.1. Rencana Atap



Gambar 3.1. Rencana Atap

Keterangan :

KU = Kuda-kuda utama

GD = Gording

KT = Kuda-kuda trapesium

NOK = Nok

SK = Setengah kuda-kuda

LIS = Lisplank

JU = Jurai

*commit to user*



### 3.2. Dasar Perencanaan

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

- Bentuk rangka kuda-kuda : seperti tergambar.
- Jarak antar kuda-kuda : 4 m
- Kemiringan atap ( $\alpha$ ) :  $30^\circ$
- Bahan gording : baja profil *lip channels* (  $\square$  ).
- Bahan rangka kuda-kuda : baja profil *double* siku sama kaki ( $\perp$ ).
- Bahan penutup atap : genteng.
- Alat sambung : baut-mur.
- Jarak antar gording : 1,875 m
- Bentuk atap : limasan.
- 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 (  $\square$  ) 150 x 75 x 20 x 4,5 pada perencanaan kuda-kuda dengan data sebagai berikut :

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

*commit to user*



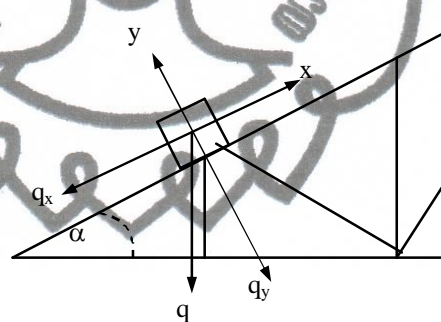
Kemiringan atap ( $\alpha$ )	= $30^\circ$ .
Jarak antar gording (s)	= 1,875 m.
Jarak antar kuda-kuda utama	= 4 m.
Jarak antara KU dengan KT	= 3,75 m.

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

- Berat penutup atap =  $50 \text{ kg/m}^2$ .
- Beban angin =  $25 \text{ kg/m}^2$ .
- Berat hidup (pekerja) =  $100 \text{ kg}$ .
- Berat penggantung dan plafond =  $25 \text{ kg/m}^2$ .

### 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
			<hr/>
	q =	131,75	kg/m

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

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

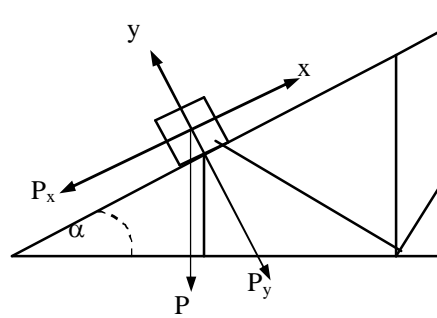
$$M_{x1} = \frac{1}{8} \cdot q_y \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 114,099 \times (4)^2 = 228,198 \text{ kgm.}$$

$$M_{y1} = \frac{1}{8} \cdot q_x \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 65,875 \times (4)^2 = 131,75 \text{ kgm.}$$

*commit to user*



### b. Beban hidup



P diambil sebesar 100 kg.

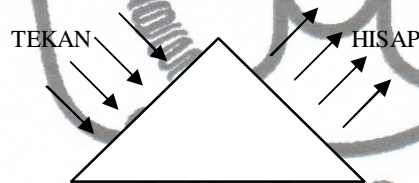
$$P_x = P \sin \alpha = 100 \times \sin 30^\circ = 50 \text{ kg.}$$

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

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

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

### c. Beban angin



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

Koefisien kemiringan atap ( $\alpha$ ) =  $30^\circ$ .

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

$$2) \text{ Koefisien angin hisap} = -0,4$$

Beban angin :

$$1) \text{ Angin tekan } (W_1) = \text{koef. Angin tekan} \times \text{beban angin} \times \frac{1}{2} \times (s_1 + s_2) \\ = 0,2 \times 25 \times \frac{1}{2} \times (1,875 + 1,875) = 9,375 \text{ kg/m.}$$

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

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

$$1) M_{x(\text{tekan})} = \frac{1}{8} \cdot W_1 \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 9,375 \times (4)^2 = 18,75 \text{ kgm.}$$

$$2) M_{x(\text{hisap})} = \frac{1}{8} \cdot W_2 \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times -18,75 \times (4)^2 = -37,5 \text{ kgm.}$$

*commit to user*

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

Momen	Beban Mati	Beban Hidup	Beban Angin		Kombinasi	
			Tekan	Hisap	Minimum	Maksimum
$M_x$	228,198	86,603	18,75	- 37,75	277,301	333,551
$M_y$	131,75	50	-	-	181,75	181,75

### 3.3.3. Kontrol Terhadap Tegangan

Kontrol terhadap tegangan Maximum

$$M_x = 333,551 \text{ kgm} = 33355,1 \text{ kgcm.}$$

$$M_y = 181,75 \text{ kgm} = 18175 \text{ kgcm.}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\left(\frac{M_x}{Z_x}\right)^2 + \left(\frac{M_y}{Z_y}\right)^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{33355,1}{65,2}\right)^2 + \left(\frac{18175}{19,8}\right)^2} \\ &= 1050,861 \text{ kg/cm}^2 < \sigma \text{ ijin} = 1600 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

Kontrol terhadap tegangan Minimum

$$M_x = 277,301 \text{ kgm} = 27730,1 \text{ kgcm.}$$

$$M_y = 181,75 \text{ kgm} = 18175 \text{ kgcm}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\left(\frac{M_x}{Z_x}\right)^2 + \left(\frac{M_y}{Z_y}\right)^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{27730,1}{65,2}\right)^2 + \left(\frac{18175}{19,8}\right)^2} \\ &= 1011,672 \text{ kg/cm}^2 < \sigma \text{ ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

*commit to user*





### 3.3.4. Kontrol Terhadap Lendutan

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

$$E = 2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 \quad q_y = 1,14099 \text{ kg/cm}$$

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

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

$$q_x = 0,65875 \text{ kg/cm}$$

$$Z_{ijin} = \frac{1}{180} \times 400 = 2,2 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} Z_x &= \frac{5 \cdot q_x \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_y} + \frac{P_x \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \\ &= \frac{5 \times 0,65875 \times (400)^4}{384 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 99,2} + \frac{50 \times 375^3}{48 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 99,2} \\ &= 1,374 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_y &= \frac{5 \cdot q_y \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} + \frac{P_y \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \\ &= \frac{5 \times 1,14099 \times (400)^4}{384 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 489} + \frac{86,603 \times 375^3}{48 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 489} \\ &= 0,482 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{Z_x^2 + Z_y^2} \\ &= \sqrt{(1,374)^2 + (0,482)^2} = 1,456 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$Z \leq Z_{ijin}$$

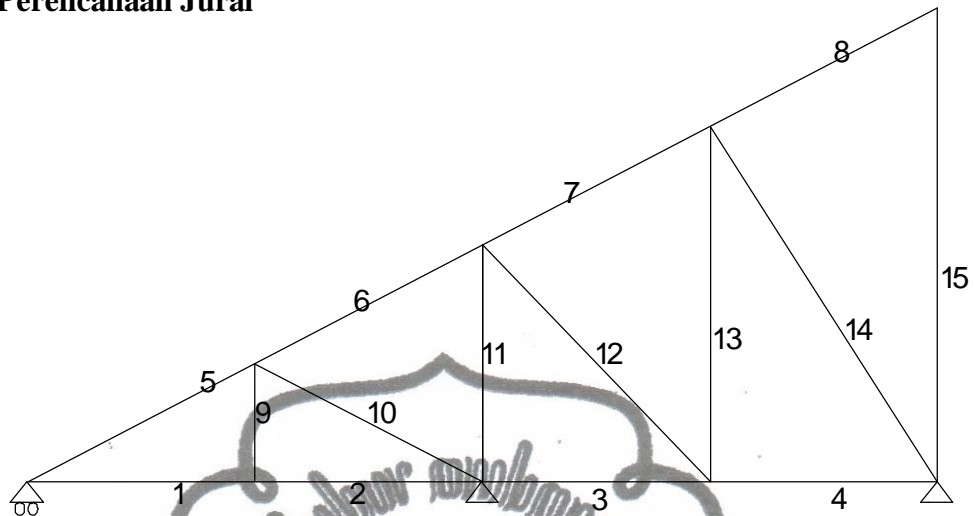
$$1,456 \text{ cm} \leq 2,2 \text{ cm} \quad \dots\dots\dots \text{ aman !}$$

Jadi, baja profil *lip channels* (  $\square$  ) dengan dimensi **150 × 70 × 20 × 4,5** aman dan mampu menerima beban apabila digunakan untuk gording.

*commit to user*



### 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

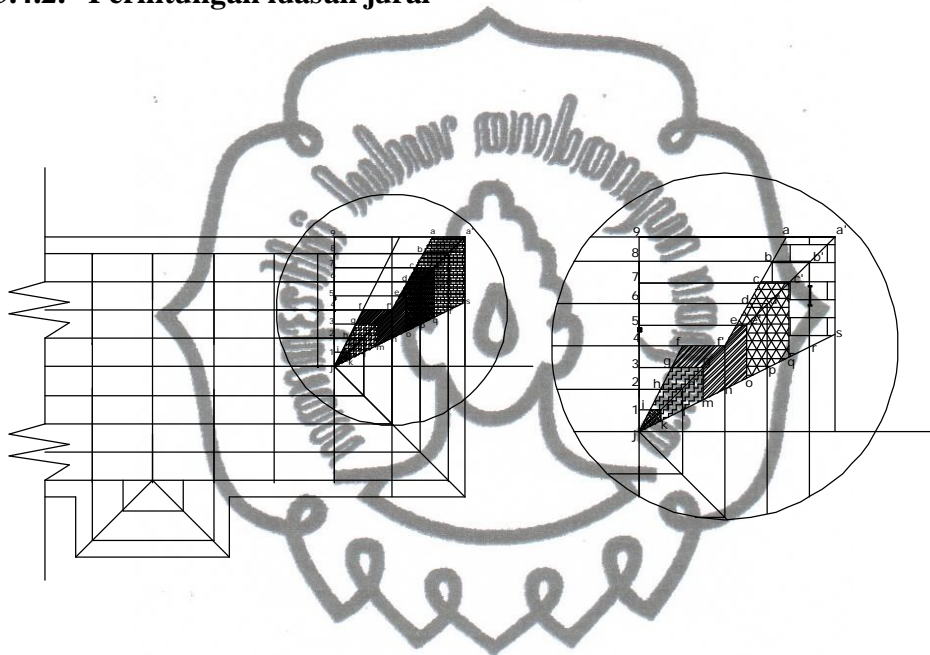
Nomer Batang	Panjang Batang (m)
1	2,652
2	2,652
3	2,652
4	2,652
5	2,864
6	2,864
7	2,864
8	2,864
9	1,083
10	2,864
11	2,165

*commit to user*



12	3,423
13	3,226
14	4,193
15	4,330

### 3.4.2. Perhitungan luasan jurai



Gambar 3.3. Luasan Atap Jurai

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

$$\text{Panjang } j1 = 1-2 = 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 6-7 = 7-8 = 8-9 = 0,937 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } aa' = 2,375 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } a's = 4,25 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } cc' = 1,407 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } c'q = 3,281 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } ee' = 0,469 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } e'o = 2,344 \text{ m}$$

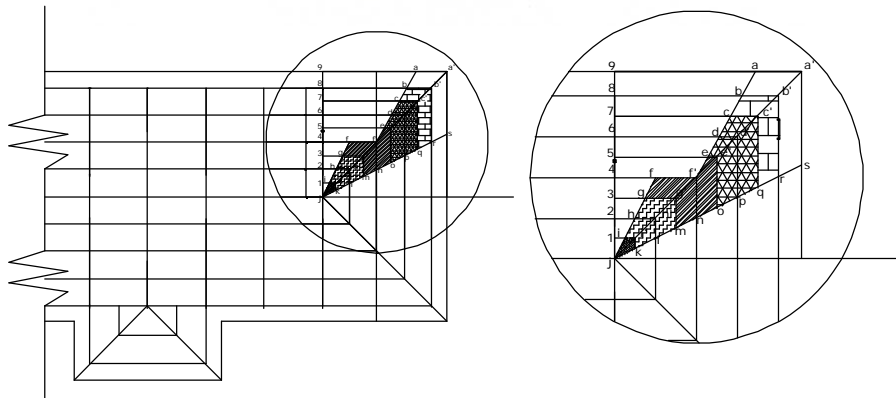
$$\text{Panjang } gg' = g'm = 1,407 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } ii' = i'k = 0,469 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas } aa'sqc'c &= \left(\frac{1}{2} (aa' + cc') \cdot 7-9\right) + \left(\frac{1}{2} (a's + c'q) \cdot 7-9\right) \\ &= \left(\frac{1}{2} (2,375 + 1,407) \cdot 2 \cdot 0,937\right) + \left(\frac{1}{2} (4,25 + 3,281) \cdot 2 \cdot 0,937\right) \\ &= 10,6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



- **Luas cc'qoe'e**  $= (\frac{1}{2} (cc' + ee') 5-7) + (\frac{1}{2} (c'q + e'o) 5-7)$   
 $= (\frac{1}{2} (1,407+0,469) 2 \cdot 0,937) + (\frac{1}{2} (3,281+2,344) 2 \cdot 0,937)$   
 $= 7,028 \text{ m}^2$
- **Luas ee'omg'gff'**  $= (\frac{1}{2} 4-5 \cdot ee') + (\frac{1}{2} (e'o + g'm) 3-5) + (\frac{1}{2} (ff' + gg') 3-5)$   
 $= (\frac{1}{2} \times 0,93 \times 0,469) + (\frac{1}{2} (2,344+1,41) 1,8) + (\frac{1}{2} (1,875+1,407) 1,8)$   
 $= 6,927 \text{ m}^2$
- **Luas gg'mki'i**  $= (\frac{1}{2} (gg' + ii') 1-3) \times 2$   
 $= (\frac{1}{2} (1,407 + 0,469) 2 \cdot 0,937) \times 2$   
 $= 3,515 \text{ m}^2$
- **Luas jii'k**  $= (\frac{1}{2} \times ii' \times j1) \times 2$   
 $= (\frac{1}{2} \times 0,469 \times 0,937) \times 2$   
 $= 0,439 \text{ m}^2$



**Gambar 3.4.** Luasan Plafon Jurai

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

$$\text{Panjang } j1 = 1-2 = 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 6-7 = 7-8 = 8-9 = 0,937 \text{ m}$$



Panjang bb'	= 1,875 m	Panjang b'r	= 3,751 m
Panjang cc'	= 1,407 m	Panjang c'q	= 3,281 m
Panjang ee'	= 0,469 m	Panjang e'o	= 2,344 m
Panjang gg'	= g'm = 1,407 m		
Panjang ii'	= i'k = 0,469 m		

- Luas bb'rqc'c =  $(\frac{1}{2} (bb' + cc') 7-8) + (\frac{1}{2} (b'r + c'q) 7-8)$   
 =  $(\frac{1}{2} (1,875 + 1,407) 0,937) + (\frac{1}{2} (3,751 + 3,281) 0,937)$   
 = 4,831 m<sup>2</sup>
- Luas cc'qoe'e =  $(\frac{1}{2} (cc' + ee') 5-7) + (\frac{1}{2} (c'q + e'o) 5-7)$   
 =  $(\frac{1}{2} (1,407+0,469) 2 \cdot 0,937) + (\frac{1}{2} (3,281 + 2,344) 2 \cdot 0,937)$   
 = 7,027 m<sup>2</sup>
- Luas ee'omg'gff' =  $(\frac{1}{2} 4-5 \cdot ee') + (\frac{1}{2} (e'o + g'm) 3-5) + (\frac{1}{2} (ff' + gg') 3-5)$   
 =  $(\frac{1}{2} \times 0,9 \times 0,469) + (\frac{1}{2} (2,281+1,41) 1,8) + (\frac{1}{2} (1,87+1,41) 1,8)$   
 = 6,750 m<sup>2</sup>
- Luas gg'mki'i =  $(\frac{1}{2} (gg' + ii') 1-3) \times 2$   
 =  $(\frac{1}{2} (1,407+0,471) 2 \cdot 0,937) \times 2$   
 = 3,519 m<sup>2</sup>
- Luas jii'k =  $(\frac{1}{2} \times ii' \times j1) \times 2$   
 =  $(\frac{1}{2} \times 0,469 \times 0,937) \times 2$   
 = 0,439 m<sup>2</sup>



### 3.4.3. Perhitungan Pembebanan Jurai

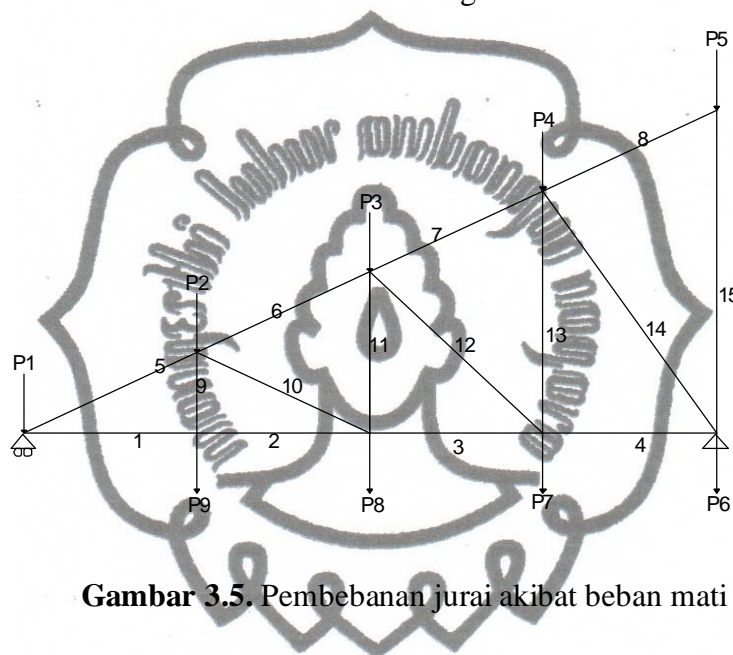
Data-data pembebanan :

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

$$\begin{aligned} \text{a) Beban Gording} &= \text{berat profil gording} \times \text{panjang gording } bb'r \\ &= 11 \times (1,875 + 3,75) = 61,875 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Beban Atap} &= \text{luasan } aa'sqc'c' \times \text{berat atap} \\ &= 10,6 \times 50 = 530 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) Beban Plafon} &= \text{luasan } bb'rqc'c' \times \text{berat plafon} \\ &= 4,831 \times 25 = 86,958 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) Beban Kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{btg} (1 + 5) \times \text{berat profil kuda-kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (2,652 + 2,864) \times 25 \\ &= 68,95 \text{ kg} \end{aligned}$$

*commit to user*



$$\begin{aligned} \text{e) Beban Plat Sambung} &= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 30 \% \times 68,95 = 20,685 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f) Beban Bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 10 \% \times 68,95 = 6,895 \text{ kg} \end{aligned}$$

## 2) Beban P2

$$\begin{aligned} \text{a) Beban Gording} &= \text{berat profil gording} \times \text{panjang gording dd'p} \\ &= 11 \times (0,9375 + 2,8125) = 41,25 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Beban Atap} &= \text{luasan cc' qoe'e} \times \text{berat atap} \\ &= 7,028 \times 50 = 351,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) Beban Kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{btg} (5 + 9 + 10 + 6) \times \text{berat profil kuda-kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (2,864 + 1,083 + 2,864 + 2,864) \times 25 \\ &= 120,937 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) Beban Plat Sambung} &= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 30 \% \times 120,937 = 36,281 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e) Beban Bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 10 \% \times 120,937 = 12,094 \text{ kg} \end{aligned}$$

## 3) Beban P3

$$\begin{aligned} \text{a) Beban Gording} &= \text{berat profil gording} \times \text{panjang gording ff'n} \\ &= 11 \times (1,875 + 1,875) = 41,25 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Beban Atap} &= \text{luasan ee' omg' gff' } \times \text{berat atap} \\ &= 6,75 \times 50 = 337,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) Beban Kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{btg} (6 + 11 + 12 + 7) \times \text{berat profil kuda-kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (2,864 + 2,165 + 3,423 + 2,864) \times 25 \\ &= 146,963 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) Beban Plat Sambung} &= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 30 \% \times 146,963 = 47,089 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e) Beban Bracing} &= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 10 \% \times 146,963 = 15,696 \text{ kg} \end{aligned}$$

*commit to user*



## 4) Beban P4

- a) Beban Gording = berat profil gording  $\times$  panjang gording  $hh'1$   
 $= 11 \times (0,9375 + 0,9375) = 20,625 \text{ kg}$
- b) Beban Atap = luasan  $gg'mki'i$   $\times$  berat atap  
 $= 3,519 \times 50 = 175,95 \text{ kg}$
- c) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{btg} (7 + 13 + 15 + 8) \times$  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  $jii'k$   $\times$  berat atap  
 $= 0,439 \times 50 = 21,95 \text{ kg}$
- b) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{btg} (8+15) \times$  berat profil kuda-kuda  
 $= \frac{1}{2} \times (2,864 + 4,33) \times 25$   
 $= 89,925 \text{ kg}$
- c) Beban Plat Sambung = 30 %  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 30 \% \times 89,925 = 26,977 \text{ kg}$
- d) Beban Bracing = 10%  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 10 \% \times 89,925 = 8,992 \text{ kg}$

## 6) Beban P6

- a) Beban Plafon = luasan  $jii'k$   $\times$  berat plafon  
 $= 0,439 \times 25 = 7,902 \text{ kg}$
- b) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{btg} (15 + 14 + 4) \times$  berat profil kuda-kuda  
 $= \frac{1}{2} \times (4,33 + 4,193 + 2,652) \times 25$   
 $= 139,687 \text{ kg}$

*commit to user*





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

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

## 7) Beban P7

$$\begin{aligned} \text{a) Beban Plafon} &= \text{luasan gg' mki' i} \times \text{berat plafon} \\ &= 3,519 \times 25 = 63,342 \text{ kg} \end{aligned}$$

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

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

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

## 8) Beban P8

$$\begin{aligned} \text{a) Beban Plafon} &= \text{luasan ee' omg' gff} \times \text{berat plafon} \\ &= 6,75 \times 25 = 121,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Beban Kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{btg} (3 + 11 + 4 + 10) \times \text{berat profil kuda-kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (2,652 + 2,652 + 3,423 + 2,864) \times 25 \\ &= 144,887 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) Beban Plat Sambung} &= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 30 \% \times 144,887 = 43,466 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) Beban Bracing} &= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 10 \% \times 144,887 = 14,487 \text{ kg} \end{aligned}$$

*commit to user*



## 9) Beban P9

- a) Beban Plafon = luasan cc'qoe'e × berat plafon  
 $= 7,027 \times 25 = 126,486 \text{ kg}$
- 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 % × beban kuda-kuda  
 $= 30 \% \times 79,837 = 23,951 \text{ kg}$
- d) Beban Bracing = 10% × 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	530	61,875	68,950	6,895	20,685	86,958	775,363	775
P2	351,4	41,25	120,937	12,094	36,281	-	561,962	562
P3	337,5	41,25	146,963	15,696	47,089	-	588,498	588
P4	175,95	20,625	164,338	16,434	49,301	-	426,648	427
P5	21,95	-	89,925	8,992	26,977	-	147,844	148
P6	-	-	139,687	13,969	41,906	7,902	203,464	203
P7	-	-	149,412	14,941	44,824	63,342	272,519	273
P8	-	-	144,887	14,487	43,466	121,5	324,34	324
P9	-	-	79,837	7,984	23,951	126,486	238,258	238

## b. Beban Hidup

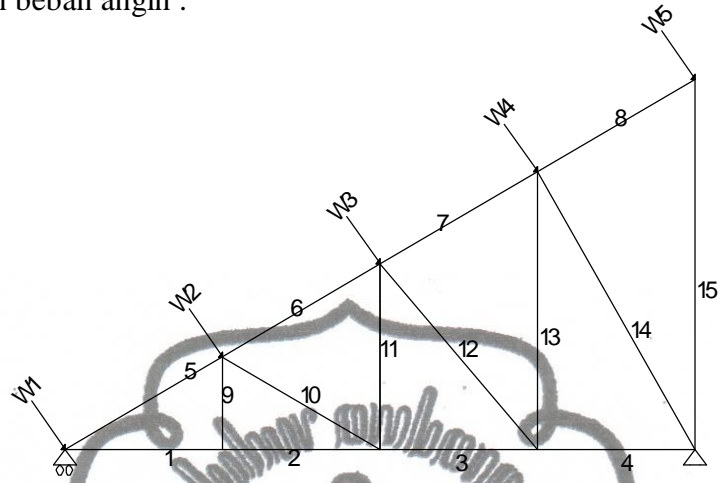
Beban hidup yang bekerja pada P1 = P2 = P3 = P4 = P5 = 100 kg

*commit to user*



### 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 =  $0,02\alpha - 0,40$   
 $= (0,02 \times 30) - 0,40 = 0,2$ 
  - a)  $W1 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 10,6 \times 0,2 \times 25 = 53 \text{ kg}$
  - b)  $W2 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 7,028 \times 0,2 \times 25 = 35,14 \text{ kg}$
  - c)  $W3 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 6,927 \times 0,2 \times 25 = 34,635 \text{ kg}$
  - d)  $W4 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 3,515 \times 0,2 \times 25 = 17,575 \text{ kg}$
  - e)  $W5 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 0,439 \times 0,2 \times 25 = 2,195 \text{ kg}$

*commit to user*

**Tabel 3.4.** Perhitungan Beban Angin Jurai

Beban Angin	Beban (kg)	Wx <i>W.Cos <math>\alpha</math></i> (kg)	(Untuk Input SAP2000)	Wy <i>W.Sin <math>\alpha</math></i> (kg)	(Untuk Input SAP2000)
W1	53	45,899	46	26,5	27
W2	35,14	30,432	31	17,57	18
W3	34,635	29,995	30	17,318	18
W4	17,575	15,22	16	8,788	9
W5	2,195	1,9	2	1,098	2

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	736,02	
2	715,46	
3		-256,52
4	256,52	
5		845,60
6	899,54	
7	324,09	
8		891,35
9	340,00	
10		1737,14
11		1678,97
12	684,38	
13	3,30	
14		890,80
15		50,39

*commit to user*



### 3.4.4. Perencanaan Profil Jurai

#### a. Perhitungan profil batang tarik

$$P_{maks.} = 899,54 \text{ kg}$$

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

$$F_u = 3400 \text{ kg/cm}^2 \text{ (340 MPa)}$$

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{mak}}{F_y} = \frac{899,54}{2400} = 0,38 \text{ cm}^2$$

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

Dari tabel baja didapat data-data =

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

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

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

$$= 8,60 - (14 \cdot 0,5) = 1,6 \text{ cm}^2$$

L = Sambungan dengan Diameter

$$= 3 \cdot 1,27 = 38,1 \text{ cm}$$

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

$$A_e = U \cdot A_n$$

$$= 0,75 \cdot 1,6$$

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

Kondisi leleh

$$\phi P_n = \phi A_g \cdot f_y$$

$$= 0,9 \cdot 8,60 \cdot 2400$$

$$= 18576 \text{ kg}$$

Check kekuatan nominal

$$\phi P_n = \phi A_e \cdot f_u$$

$$= 0,75 \cdot 1,2 \cdot 3400$$

$$= 3060 \text{ kg}$$

$$= 2631,6 \text{ kg} > 899,54 \text{ kg} \dots \text{OK (aman)}$$

*commit to user*



### b. Perhitungan profil batang tekan

$$P_{maks.} = 1737,14 \text{ kg}$$

$$L = 2,864 \text{ m} = 286,4 \text{ cm}$$

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{mak}}{F_y} = \frac{1737,14}{2400} = 0,72 \text{ cm}^2$$

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

Periksa kelangsingan penampang :

$$\frac{b}{t} \leq \frac{200}{\sqrt{f_y}} = \frac{45}{5} \leq \frac{200}{\sqrt{240}} = 9 \leq 12,910$$

$$\lambda = \frac{K.L}{r} = \frac{1.286,4}{1,35} = 212,148$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}} = \frac{212,148}{3,14} \sqrt{\frac{240}{200000}} = 2,340 \dots \lambda_c \geq 1,2 \quad \longrightarrow \quad \omega = 1,25 \cdot \lambda_c^2$$

$$\omega = 1,25 \cdot \lambda_c^2 = 1,25 \cdot (2,340^2) = 6,845$$

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

$$= 2 \cdot 4,30 \cdot \frac{2400}{6,845}$$

$$= 3015,34$$

$$\frac{P}{\phi P_n} = \frac{1737,14}{0,85 \cdot 3015,34}$$

$$= 0,678 < 1 \dots \dots \dots \text{OK}$$

*commit to user*



### 3.3.5. Perhitungan Alat Sambung

#### a. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur. (  $A_{490}, F_u^b = 825 \text{ Mpa} = 8250 \text{ kg/cm}^2$  )

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

Diameter lubang = 14,7 mm.

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

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

Menggunakan tebal plat 8 mm

➤ Tahanan geser baut

$$\begin{aligned} P_n &= n \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n \\ &= 2 \cdot (0,4 \cdot 825) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 = 83564,35 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ Tahanan tarik penyambung

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 \cdot f^{ub} \cdot A_n \\ &= 78341,58 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ Tahanan Tumpu baut :

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t) \\ &= 0,75 (2,4 \cdot 340 \cdot 12,7 \cdot 0,8) \\ &= 6217,92 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah  $P_{tumpu} = 6217,92 \text{ kg}$ .

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{tumpu}} = \frac{1737,14}{6217,92} = 0,279 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

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

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

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

$$= 40 \text{ mm}$$

*commit to user*



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

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

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

$$= 20 \text{ mm}$$

### b. Batang tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

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

Diameter lubang = 14,7 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

$$\begin{aligned} P_n &= n \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n \\ &= 2 \cdot (0,4 \cdot 825) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12,7^2 = 83564,3 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ Tahanan tarik penyambung

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 \cdot f^{ub} \cdot A_n \\ &= 78341,58 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ Tahanan Tumpu baut :

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t) \\ &= 0,75 (2,4 \cdot 370 \cdot 12,7 \cdot 0,8) \\ &= 6217,92 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah  $P_{\text{tumpu}} = 6217,92 \text{ kg}$ .

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{899,54}{6217,92} = 0,144 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

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

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

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

$$= 40 \text{ mm}$$

*commit to user*





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

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

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

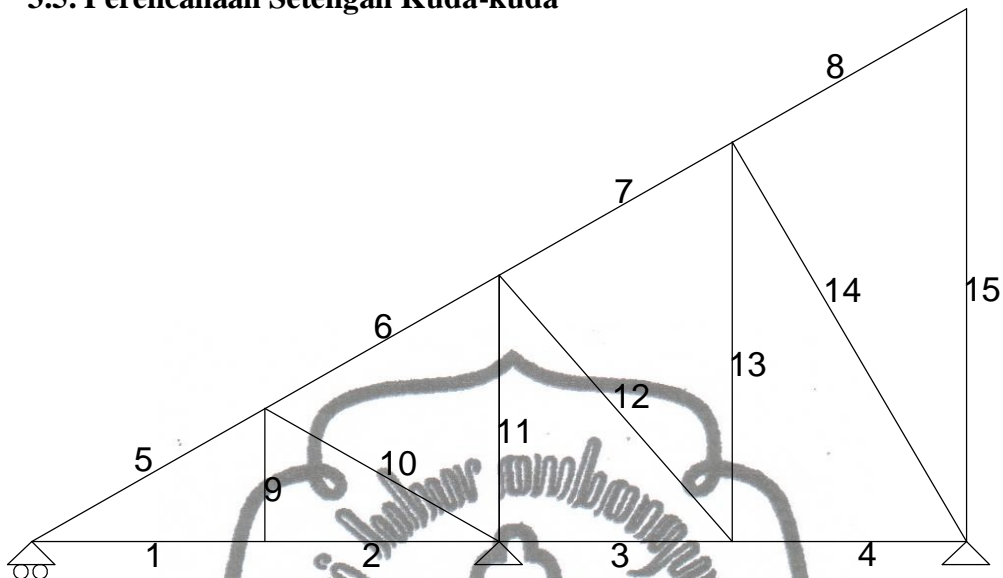
$$= 20 \text{ mm}$$

**Tabel 3.6.** Rekapitulasi Perencanaan Profil Jurai

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 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

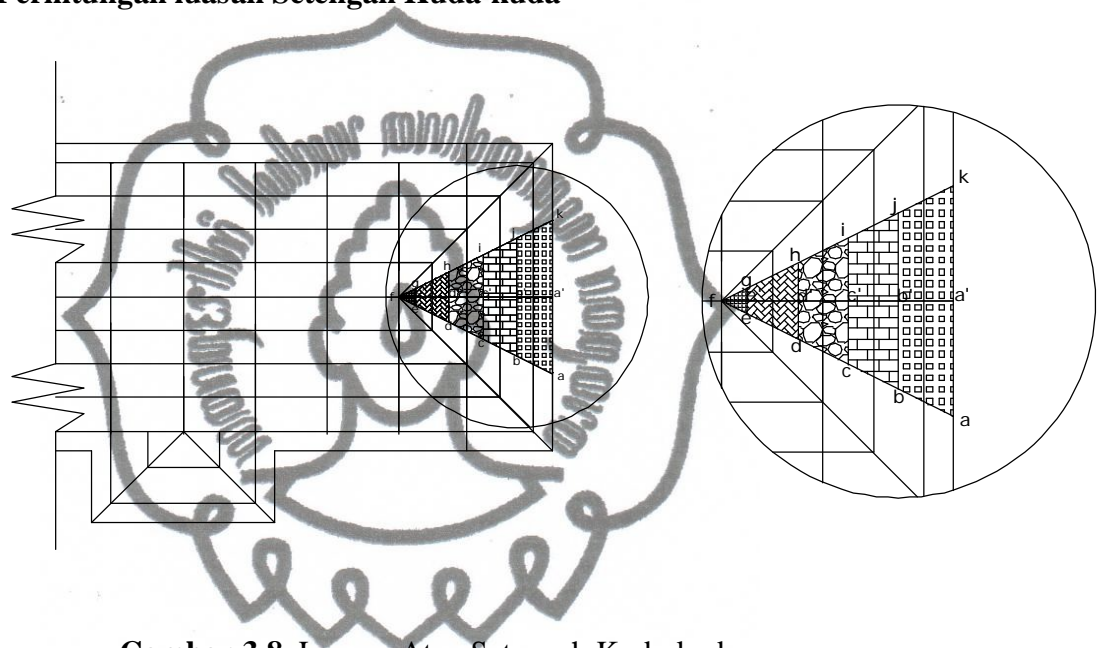
Nomer Batang	Panjang Batang
1	1,875
2	1,875
3	1,875
4	1,875
5	2,165
6	2,165
7	2,165
8	2,165
9	1,083
10	2,165
11	2,165

*commit to user*



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

$$\text{Panjang ak} = 8,5 \text{ m}$$

$$\text{Panjang bj} = 6,57 \text{ m}$$

$$\text{Panjang ci} = 4,64 \text{ m}$$

$$\text{Panjang dh} = 2,82 \text{ m}$$

$$\text{Panjang eg} = 0,94 \text{ m}$$

$$\text{Panjang a'b'} = 1,933 \text{ m}$$

$$b'c' = c'd' = d'e' = 1,875 \text{ m}$$

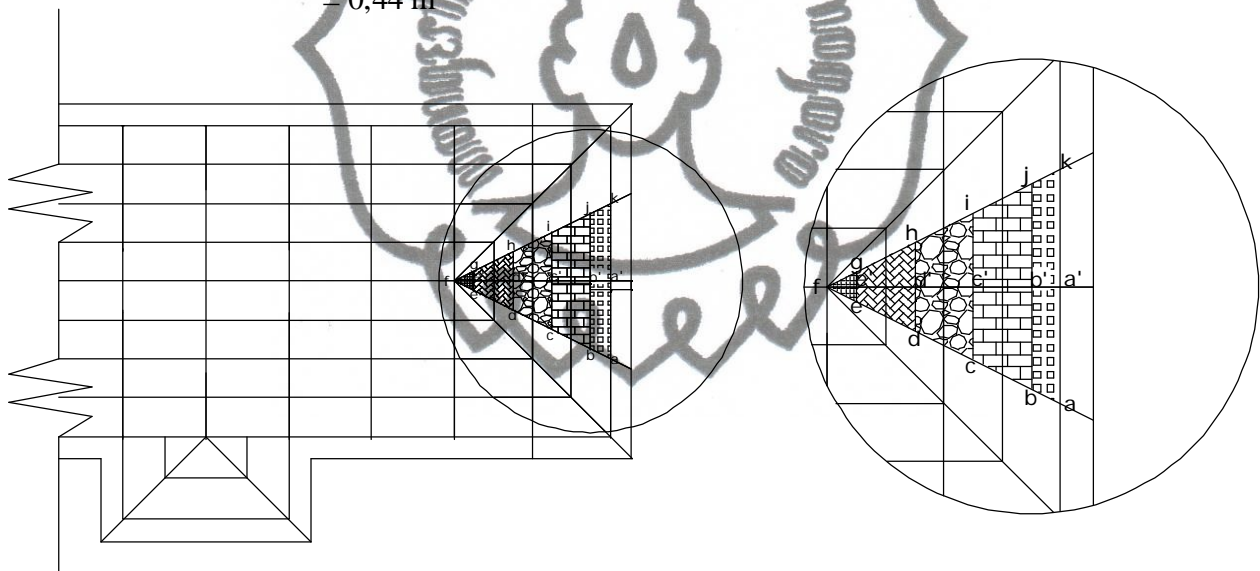
$$\text{Panjang e'f} = \frac{1}{2} \times 1,875 = 0,937 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas abjk} &= \frac{1}{2} \times (ak + bj) \times a'b' \\ &= \frac{1}{2} \times (8,5 + 6,57) \times 1,933 \\ &= 14,565 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

*commit to user*



- **Luas bcij** =  $\frac{1}{2} \times (bj + ci) \times b'c'$   
 =  $\frac{1}{2} \times (6,57 + 4,64) \times 1,875$   
 =  $10,509 \text{ m}^2$
- **Luas cdhi** =  $\frac{1}{2} \times (ci + dh) \times c'd'$   
 =  $\frac{1}{2} \times (4,64 + 2,82) \times 1,875$   
 =  $6,994 \text{ m}^2$
- **Luas degf** =  $\frac{1}{2} \times (dh + eg) \times d'e'$   
 =  $\frac{1}{2} \times (2,82 + 0,94) \times 1,875$   
 =  $3,525 \text{ m}^2$
- **Luas efg** =  $\frac{1}{2} \times eg \times e'f$   
 =  $\frac{1}{2} \times 0,94 \times 0,937$   
 =  $0,44 \text{ m}^2$



**Gambar 3.9.** Luasan Plafon

- Panjang ak = 7,5 m
- Panjang bj = 6,57 m
- Panjang ci = 4,64 m
- Panjang dh = 2,82 m
- Panjang eg = 0,94 m
- Panjang a'b' = e'f = 0,937 m
- Panjang b'c' = c'd' = d'e' = 1,875 m



$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas abjk} &= \frac{1}{2} \times (ak + bj) \times a'b' \\ &= \frac{1}{2} \times (7,5 + 6,57) \times 0,937 \\ &= 6,592 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas bcij} &= \frac{1}{2} \times (bj + ci) \times b'c' \\ &= \frac{1}{2} \times (6,57 + 4,64) \times 1,875 \\ &= 10,509 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas cdhi} &= \frac{1}{2} \times (ci + dh) \times c'd' \\ &= \frac{1}{2} (4,64 + 2,82) \times 1,875 \\ &= 6,994 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas degf} &= \frac{1}{2} \times (dh + eg) \times d'e' \\ &= \frac{1}{2} \times (2,82 + 0,94) \times 1,875 \\ &= 3,525 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas efg} &= \frac{1}{2} \times eg \times e'f \\ &= \frac{1}{2} \times 0,94 \times 0,937 \\ &= 0,44 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

### 3.5.3. Perhitungan Pembebanan Setengah Kuda-kuda

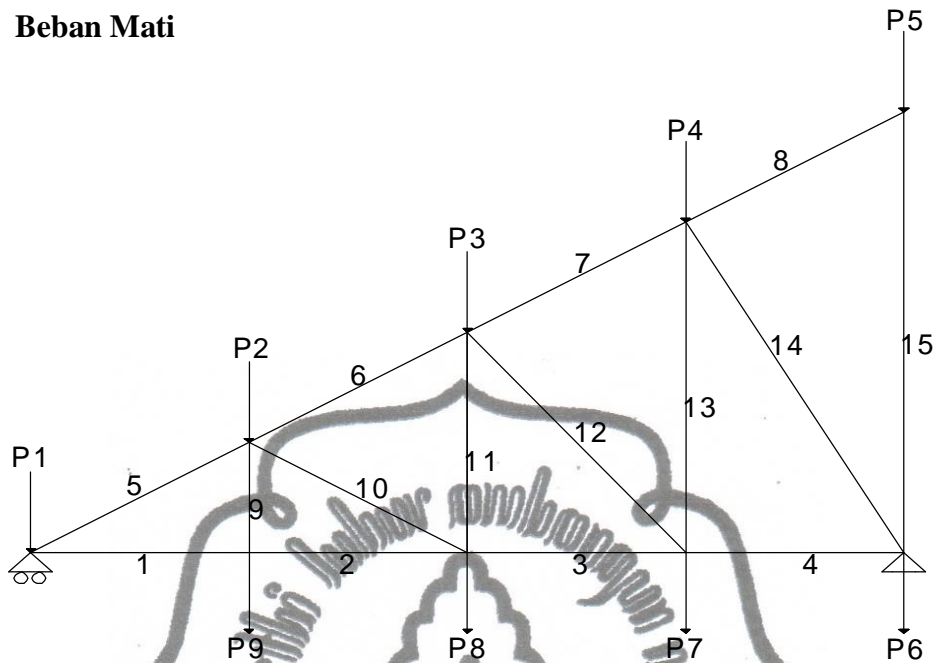
Data-data pembebanan :

$$\text{Berat gording} = 11 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat penutup atap} = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat profil kuda - kuda} = 25 \text{ kg/m}$$

## a. Beban Mati



Gambar 3.10. Pembebanan Setengah Kuda-kuda akibat Beban Mati

## 1) Beban P1

- a) Beban Gording = berat profil gording  $\times$  panjang gording  
 $= 11 \times 7,5 = 82,5 \text{ kg}$
- b) Beban Atap = luasan abjk  $\times$  berat atap  
 $= 14,565 \times 50 = 707,8 \text{ kg}$
- c) Beban Plafon = luasan abjk  $\times$  berat plafon  
 $= 14,565 \times 25 = 114,21 \text{ kg}$
- d) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{btg} (1 + 5) \times \text{berat profil kuda-kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,165) \times 25$   
 $= 50,5 \text{ kg}$
- e) Beban Plat Sambung =  $30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 30 \% \times 50,5 = 15,15 \text{ kg}$
- f) Beban Bracing =  $10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 10 \% \times 50,5 = 5,05 \text{ kg}$

*commit to user*



## 2) Beban P2

- a) Beban Gording = berat profil gording  $\times$  panjang gording  
 $= 11 \times 5,625 = 61,875 \text{ kg}$
- b) Beban Atap = luasan bcij  $\times$  berat atap  
 $= 10,509 \times 50 = 525,45 \text{ kg}$
- c) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{btg} (5 + 9 + 10 + 6) \times$  berat profil kuda-kuda  
 $= \frac{1}{2} \times (2,165 + 1,083 + 2,165 + 2,165) \times 25$   
 $= 94,725 \text{ kg}$
- d) Beban Plat Sambung = 30 %  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 30 \% \times 94,725 = 28,418 \text{ kg}$
- e) Beban Bracing = 10%  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 10 \% \times 94,725 = 9,472 \text{ kg}$

## 3) Beban P3

- a) Beban Gording = berat profil gording  $\times$  panjang gording  
 $= 11 \times 3,75 = 41,25 \text{ kg}$
- b) Beban Atap = luasan cdhi  $\times$  berat atap  
 $= 6,994 \times 50 = 347,2 \text{ kg}$
- c) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{btg} (6 + 11 + 13 + 7) \times$  berat profil kuda-kuda  
 $= \frac{1}{2} \times (2,165 + 2,165 + 2,864 + 2,165) \times 25$   
 $= 116,988 \text{ kg}$
- d) Beban Plat Sambung = 30 %  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 30 \% \times 116,988 = 35,096 \text{ kg}$
- e) Beban Bracing = 10%  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 10 \% \times 116,988 = 11,699 \text{ kg}$

*commit to user*



## 4) Beban P4

- a) Beban Gording = berat profil gording  $\times$  panjang gording  
 $= 11 \times 1,875 = 20,625 \text{ kg}$
- b) Beban Atap = luasan degh  $\times$  berat atap  
 $= 3,525 \times 50 = 176,25 \text{ kg}$
- c) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{btg} (7 + 13 + 14 + 8) \times \text{berat profil kuda-kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,165 + 3,248 + 3,750 + 2,165) \times 25$   
 $= 141,6 \text{ kg}$
- d) Beban Plat Sambung = 30 %  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 30 \% \times 141,6 = 42,48 \text{ kg}$
- e) Beban Bracing = 10%  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 10 \% \times 141,6 = 14,16 \text{ kg}$

## 5) Beban P5

- a) Beban Atap = luasan efg  $\times$  berat atap  
 $= 0,44 \times 50 = 22 \text{ kg}$
- b) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{btg} (8 + 15) \times \text{berat profil kuda-kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,165 + 4,33) \times 25$   
 $= 81,187 \text{ kg}$
- c) Beban Plat Sambung = 30 %  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 30 \% \times 81,187 = 24,356 \text{ kg}$
- d) Beban Bracing = 10%  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 10 \% \times 81,187 = 8,119 \text{ kg}$





## 6) Beban P6

- a) Beban Plafon = luasan efg  $\times$  berat plafon  
 $= 0,44 \times 18 = 7,92$  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  
 $= 3,525 \times 25 = 63,45$  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  
 $= 6,994 \times 25 = 125,892 \text{ kg}$
- b) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{btg} (2 + 3 + 10 + 11) \times \text{berat profil kuda-kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,165 + 2,165 + 1,875 + 1,875) \times 25$   
 $= 101,000 \text{ kg}$
- c) Beban Plat Sambung =  $30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 30 \% \times 101,000 = 30,300 \text{ kg}$
- d) Beban Bracing =  $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 10 \% \times 101,000 = 10,100 \text{ kg}$

## 9) Beban P9

- a) Beban Plafon = luasan bcij  $\times$  berat plafon  
 $= 10,509 \times 25 = 189,162 \text{ kg}$
- b) Beban Kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{btg} (2 + 9 + 1) \times \text{berat profil kuda-kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (1,875 + 1,083 + 1,875) \times 25$   
 $= 60,412 \text{ kg}$
- c) Beban Plat Sambung =  $30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 30 \% \times 60,412 = 18,124 \text{ kg}$
- d) Beban Bracing =  $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 10 \% \times 60,412 = 6,041 \text{ kg}$

*commit to user*

**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	976
P2	525,45	61,875	94,725	9,472	28,418	-	719,94	720
P3	347,2	41,25	116,988	11,699	35,096	-	552,233	553
P4	176,25	20,625	141,6	14,16	42,48	-	395,115	396
P5	22	-	81,187	8,119	24,356	-	135,662	136
P6	-	-	124,437	12,444	37,331	7,92	182,128	183
P7	-	-	123,275	12,327	36,982	63,45	236,034	237
P8	-	-	101,00	10,10	30,30	125,892	267,292	268
P9	-	-	60,412	6,041	18,124	189,162	273,739	274

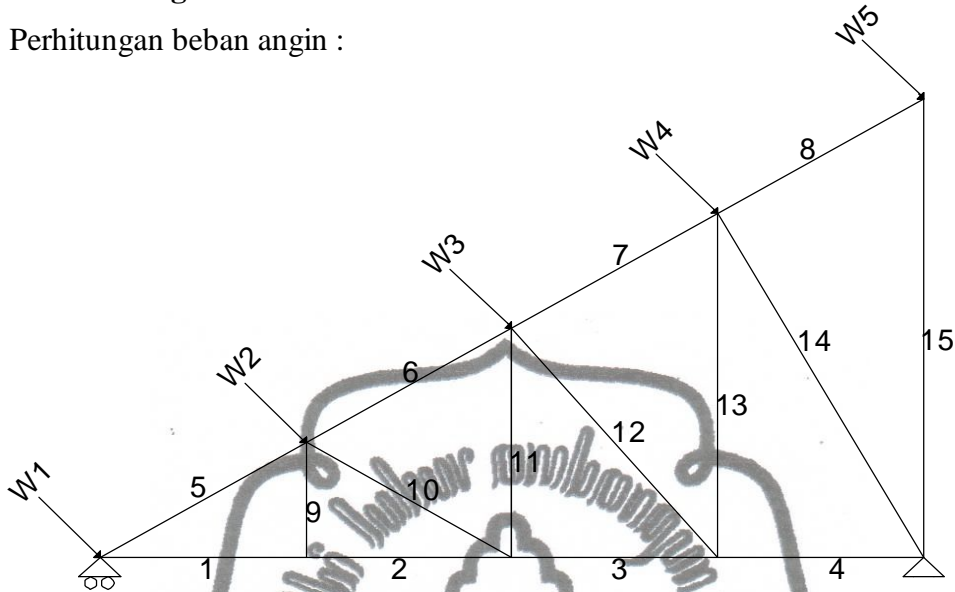
**a. Beban Hidup**

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)  $W_1 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 14,565 \times 0,2 \times 25 = 72,825 \text{ kg}$
  - b)  $W_2 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 10,509 \times 0,2 \times 25 = 52,545 \text{ kg}$
  - c)  $W_3 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 7,031 \times 0,2 \times 25 = 34,97 \text{ kg}$
  - d)  $W_4 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 3,525 \times 0,2 \times 25 = 17,625 \text{ kg}$
  - e)  $W_5 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 0,44 \times 0,2 \times 25 = 2,2 \text{ kg}$

*commit to user*

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

Beban Angin	Beban (kg)	$W_x$ $W \cdot \cos \alpha$ (kg)	Untuk Input SAP2000	$W_y$ $W \cdot \sin \alpha$ (kg)	Untuk Input SAP2000
W1	72,825	63,068	64	36,412	37
W2	52,545	45,505	46	26,273	27
W3	34,97	30,285	31	17,485	18
W4	17,625	15,264	16	8,813	9
W5	2,2	1,905	2	1,1	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	655,91	
2	641,4	
3		121,74
4	121,74	
5		827,94
6	671,97	
7	363,53	
8	790,63	
9	379,24	
10		1513,55
11		1411,08
12	394,43	
13	139,31	
14		801,77
15		50,39

*commit to user*



### 3.5.4. Perencanaan Profil Setengah Kuda-kuda

#### a. Perhitungan profil batang tarik

$$P_{maks.} = 790,63 \text{ kg}$$

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

$$F_u = 3400 \text{ kg/cm}^2 \text{ (340 MPa)}$$

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{mak}}{F_y} = \frac{790,63}{2400} = 0,329 \text{ cm}^2$$

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

Dari tabel baja didapat data-data =

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

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

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

$$= 8,60 - 14 \cdot 0,5 = 1,6 \text{ cm}^2$$

L = Sambungan dengan Diameter

$$= 3 \cdot 1,27 = 3,81 \text{ cm}$$

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

$$A_e = U \cdot A_n$$

$$= 0,75 \cdot 1,6$$

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

Kondisi leleh

$$\phi P_n = \phi A_g \cdot f_y$$

$$= 0,9 \cdot 8,60 \cdot 2400$$

$$= 18576 \text{ kg}$$

Check kekuatan nominal

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

$$= 0,75 \cdot 1,2 \cdot 3400$$

$$= 3060 \text{ kg} > 790,63 \text{ kg} \dots \text{OK (aman)}$$

*commit to user*



### b. Perhitungan profil batang tekan

$$P_{maks.} = 1513,55 \text{ kg}$$

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

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{mak}}{F_y} = \frac{1513,55}{2400} = 0,631 \text{ cm}^2$$

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

Periksa kelangsingan penampang :

$$\frac{b}{t} \leq \frac{200}{\sqrt{f_y}} = \frac{45}{5} \leq \frac{200}{\sqrt{240}} = 9 \leq 12,910$$

$$\lambda = \frac{K.L}{r} = \frac{1.216,5}{1,35} = 160$$

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

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

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

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

$$= 3,894$$

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

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

$$= 5300$$

$$\frac{P}{\phi P_n} = \frac{1513,55}{0,85 \cdot 5300}$$

$$= 0,336 < 1 \dots \dots \dots \text{OK (aman)}$$

*commit to user*



### 3.3.5. Perhitungan Alat Sambung

#### a. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

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

$$\begin{aligned} P_n &= m \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n \\ &= 2 \cdot (0,4 \cdot 8250) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 1,27^2 = 8356,43 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ 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 :

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t) \\ &= 0,75 (2,4 \cdot 3400 \cdot 1,27 \cdot 0,8) \\ &= 6217,92 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah  $P_{\text{tumpu}} = 6217,92 \text{ kg}$ .

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{tumpu}}} = \frac{1513,55}{6217,92} = 0,243 \sim 2 \text{ buah baut}$$

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

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





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

$$= 20 \text{ mm}$$

### 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 .  $d_b$

$$= 0,625 \times 12,7 = 7,94 \text{ mm.} = 0,794 \text{ cm}$$

Menggunakan tebal plat 8 mm

➤ Tahanan geser baut

$$\begin{aligned} P_n &= n \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n \\ &= 2 \cdot (0,4 \cdot 8250) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 1,27^2 = 8356,43 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ 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 :

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 \cdot (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t) \\ &= 0,75 \cdot (2,4 \cdot 3400 \cdot 1,27 \cdot 0,8) \\ &= 6217,92 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah  $P_{tumpu} = 6217,92 \text{ kg}$ .

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{790,63}{6217,92} = 0,127 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

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

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

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

$$= 40 \text{ mm}$$

*commit to user*



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

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

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

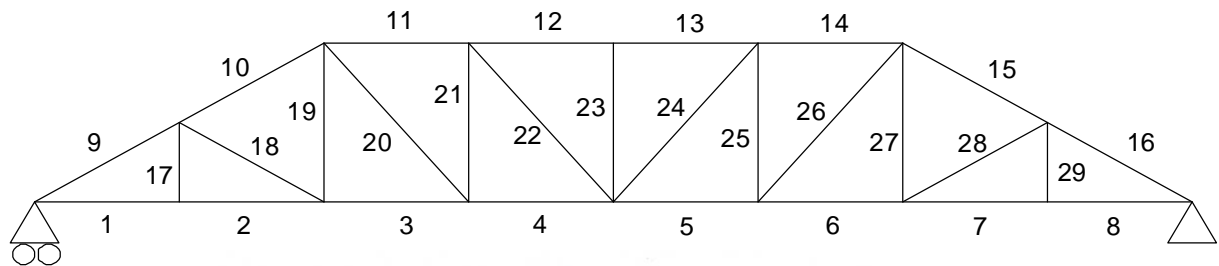
$$= 20 \text{ mm}$$

**Tabel 3.11.** 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

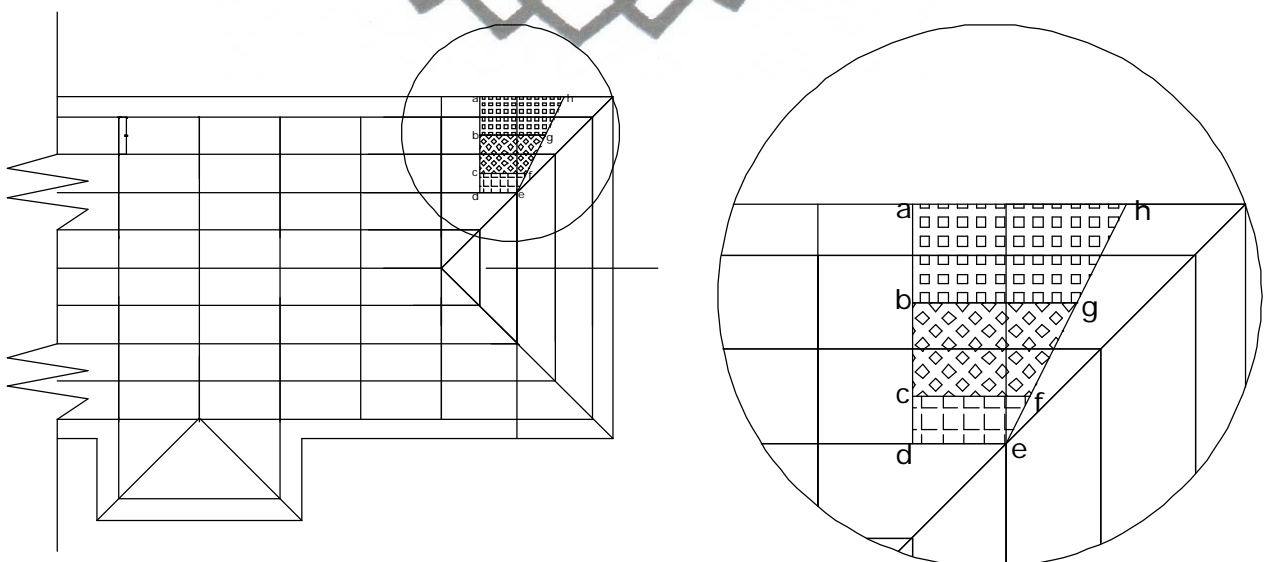
Nomer Batang	Panjang Batang (m)
1	1,875
2	1,875
3	1,875
4	1,875
5	1,875
6	1,875
7	1,875
8	1,875
9	2,165
10	2,165
11	1,875
12	1,875
13	1,875
14	1,875
15	2,165

*commit to user*



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

*commit to user*



$$\text{Panjang ah} = 4,245 \text{ m}$$

$$\text{Panjang bg} = 3,281 \text{ m}$$

$$\text{Panjang cf} = 2,344 \text{ m}$$

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

$$\text{Panjang ab} = 1,938 \text{ m}$$

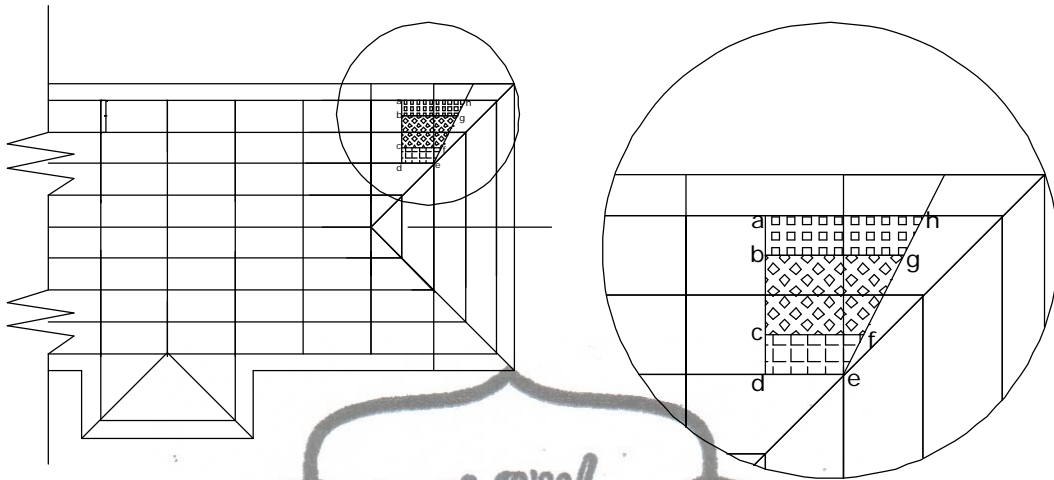
$$\text{Panjang bc} = 1,875 \text{ m}$$

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

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas abgh} &= \left( \frac{ah + bg}{2} \right) \times ab \\ &= \left( \frac{4,245 + 3,281}{2} \right) \times 1,938 \\ &= 7,293 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas bcfg} &= \left( \frac{bg + cf}{2} \right) \times bc \\ &= \left( \frac{3,281 + 2,344}{2} \right) \times 1,875 \\ &= 5,273 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas cdef} &= \left( \frac{cf + de}{2} \right) \times cd \\ &= \left( \frac{2,344 + 1,875}{2} \right) \times 0,937 \\ &= 1,977 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



Gambar 3.14. Luasan Plafon Kuda-kuda Trapesium

Panjang ah = 3,750 m

Panjang bg = 3,281 m

Panjang cf = 2,344 m

Panjang de = 1,875 m

Panjang ab = 0,937 m

Panjang bc = 1,875 m

Panjang cd = 0,937 m

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas abgh} &= \left( \frac{ah + bg}{2} \right) \times ab \\ &= \left( \frac{3,750 + 3,281}{2} \right) \times 0,937 \\ &= 3,294 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas bcfg} &= \left( \frac{bg + cf}{2} \right) \times bc \\ &= \left( \frac{3,281 + 2,344}{2} \right) \times 1,875 \\ &= 5,273 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

*commit to user*



$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ Luas cdef} &= \left( \frac{cf + de}{2} \right) \times cd \\
 &= \left( \frac{2,344 + 1,875}{2} \right) \times 0,937 \\
 &= 1,977 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

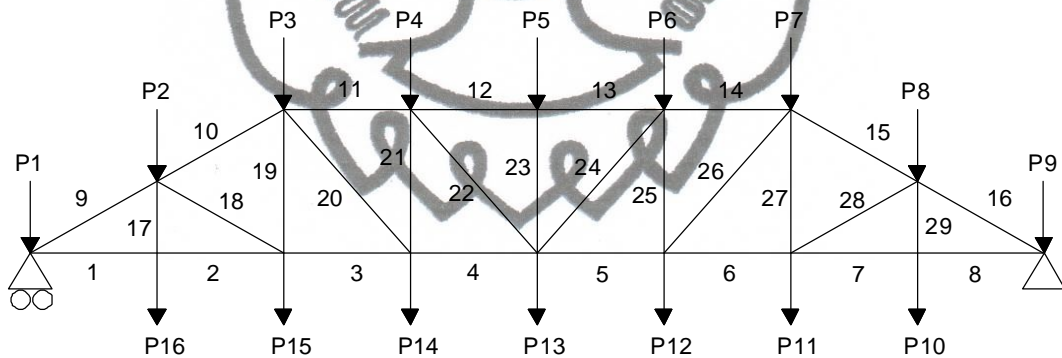
### 3.6.3. Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Trapesium

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

*commit to user*



### a. Beban Mati

#### 1) Beban P1 = P9

- a) Beban gording = Berat profil gording  $\times$  Panjang Gording  
 $= 11 \times 3,75 = 41,25 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luasan  $\times$  Berat atap  
 $= 7,293 \times 50 = 364,65 \text{ kg}$
- c) Beban plafon = Luasan  $\times$  berat plafon  
 $= 3,294 \times 25 = 59,292 \text{ kg}$
- 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 %  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 30 \% \times 50,5 = 15,15 \text{ kg}$
- f) Beban bracing = 10 %  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 10 \% \times 50,5 = 5,05 \text{ kg}$

#### 2) Beban P2 = P8

- a) Beban gording = Berat profil gording  $\times$  Panjang Gording  
 $= 11 \times 2,820 = 31,02 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luasan  $\times$  Berat atap  
 $= 5,273 \times 50 = 263,65 \text{ kg}$
- 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 %  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 30 \% \times 94,725 = 28,417 \text{ kg}$
- e) Beban bracing = 10 %  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 10 \% \times 94,725 = 9,472 \text{ kg}$

*commit to user*





## 3) Beban P3 = P7

- a) Beban gording = Berat profil gording  $\times$  Panjang Gording  
 $= 11 \times 1,875 = 20,625 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luasan  $\times$  Berat atap  
 $= 1,977 \times 50 = 98,85 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (10+19+20+11) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,165 + 2,165 + 2,864 + 1,875) \times 25$   
 $= 113,362 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung = 30 %  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 30 \% \times 113,362 = 34,009 \text{ kg}$
- e) Beban bracing = 10 %  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 10 \% \times 113,362 = 11,336 \text{ k}$
- f) Beban reaksi = reaksi jurai  
 $= 2845,41 \text{ kg}$

## 4) Beban P4 = P6

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

## 5) Beban P5

- a) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (12 + 23 + 13) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,165 + 1,875) \times 25$   
 $= 73,937 \text{ kg}$
- b) Beban plat sambung = 30 %  $\times$  beban kuda-kuda  
 $= 30 \% \times 73,937 = 22,181 \text{ kg}$

*commit to user*



$$\begin{aligned} \text{c) Beban bracing} &= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 10 \% \times 79,937 = 7,994 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) Beban reaksi} &= \text{reaksi } \frac{1}{2} \text{ kuda-kuda} \\ &= 2594,78 \text{ kg} \end{aligned}$$

## 6) Beban P10 = P16

$$\begin{aligned} \text{a) Beban plafon} &= \text{Luasan} \times \text{berat plafon} \\ &= 5,273 \times 25 = 94,914 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (8 + 29 + 7) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (1,875 + 1,083 + 1,875) \times 25 \\ &= 60,412 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) Beban plat sambung} &= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 30 \% \times 60,412 = 18,124 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) Beban bracing} &= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 10 \% \times 60,412 = 6,041 \text{ kg} \end{aligned}$$

## 7) Beban P11 = P15

$$\begin{aligned} \text{a) Beban plafon} &= \text{Luasan} \times \text{berat plafon} \\ &= 1,977 \times 25 = 35,586 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (7+28+27+6) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,165 + 2,165 + 1,875) \times 25 \\ &= 101 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) Beban plat sambung} &= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 30 \% \times 101 = 30,3 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) Beban bracing} &= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 10 \% \times 101 = 10,1 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e) Beban reaksi} &= \text{reaksi jurai} \\ &= 2845,41 \text{ kg} \end{aligned}$$

*commit to user*



8) Beban P12 = P14

$$\begin{aligned} \text{a) Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (6+26+25+5) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,864 + 2,165 + 1,875) \times 25 \\ &= 109,737 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 30\% \times 109,737 = 32,921 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 10\% \times 109,737 = 10,974 \text{ kg} \end{aligned}$$

9) Beban P13

$$\begin{aligned} \text{a) Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (4+22+23+24+5) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (1,875 + 2,864 + 2,165 + 2,864 + 1,875) \times 25 \\ &= 145,537 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 30\% \times 145,537 = 43,661 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 10\% \times 145,537 = 14,554 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) Beban reaksi} &= \text{reaksi } \frac{1}{2} \text{ kuda-kuda} \\ &= 2594,78 \text{ kg} \end{aligned}$$

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

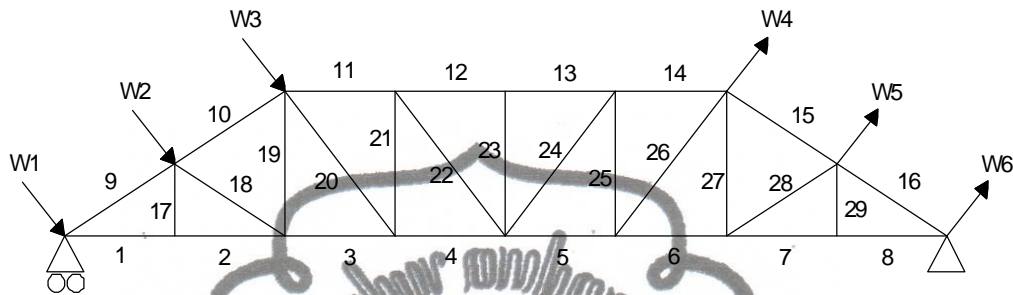
Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda - kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Beban Reaksi (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP (kg)
P1=P9	364,65	41,25	50,5	5,05	15,15	59,292	-	535,892	536
P2=P8	263,65	31,02	94,725	9,472	28,417	-	-	427,284	428
P3=P7	98,65	20,625	113,362	11,336	34,009	-	2845,41	3123,392	3124
P4=P6	-	-	109,737	10,974	39,921	-	-	160,632	161
P5	-	-	73,937	7,394	22,181	-	2594,78	2698,292	2699
P10=P16	-	-	60,412	6,041	18,124	94,914	-	179,491	180
P11=P15	-	-	101	10,1	30,3	35,586	2845,41	3022,396	3023
P12=P14	-	-	109,737	10,974	32,921	-	-	153,632	154
P13	-	-	145,537	14,554	43,661	-	2594,78	2798,532	2799

➤ **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 =  $25 \text{ kg/m}^2$ .

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

$$= (0,02 \times 30) - 0,40 = 0,2$$
  - a)  $W1 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$ 

$$= 7,293 \times 0,2 \times 25 = 36,465 \text{ kg}$$
  - b)  $W2 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$ 

$$= 5,273 \times 0,2 \times 25 = 26,365 \text{ kg}$$
  - c)  $W3 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$ 

$$= 1,977 \times 0,2 \times 25 = 9,885 \text{ kg}$$
- 2) Koefisien angin hisap =  $-0,40$ 
  - a)  $W4 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$ 

$$= 1,977 \times -0,4 \times 25 = -19,77 \text{ kg}$$
  - b)  $W5 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$ 

$$= 5,273 \times -0,4 \times 25 = -52,73 \text{ kg}$$
  - c)  $W6 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$ 

$$= 7,293 \times -0,4 \times 25 = -72,93 \text{ kg}$$

*commit to user*

**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)
$W_1$	36,465	31,579	32	18,232	19
$W_2$	26,365	22,833	23	13,182	14
$W_3$	9,885	8,561	9	4,943	5
$W_4$	-19,77	-17,121	-18	-9,885	-10
$W_5$	-52,73	-45,665	-46	-26,365	-27
$W_6$	-72,93	-63,159	-64	-36,465	-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	22061,93	
2	22141,31	
3	21580,48	
4	25198,88	
5	25174,48	
6	21531,46	
7	22038,41	
8	21958,23	
9		25568,49
10		24925,76
11		28198,94
12		28159,48
13		28159,34
14		25174,24
15		24868,73



16		25511,99
17	32,55	
18		645,19
19	4130,74	
20	5480,68	
21		3814,30
22		4467,29
23		3389,59
24	4453,89	
25		3791,77
26	5467,31	
27	4149,59	
28		608,58
29	58,85	

#### 3.6.4. Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium

##### a. Perhitungan Profil Batang Tarik

$$P_{\text{maks.}} = 25198,88 \text{ kg}$$

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

$$F_u = 3400 \text{ kg/cm}^2 \text{ (370 MPa)}$$

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{\text{mak}}}{F_y} = \frac{25198,88}{2400} = 10,499 \text{ cm}^2$$

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

$$= 4 \cdot 3 \cdot 12,7 = 190,5 \text{ mm}$$

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

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

$$= 1 - \frac{24,2}{190,51} = 0,873$$

$$A_e = U \cdot A_n$$

$$= 0,873 \cdot 2276$$

$$= 1986,95 \text{ mm}^2$$

Check kekuatan nominal

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

$$= 0,75 \cdot 1986,95 \cdot 340$$

$$= 506672,25 \text{ N}$$

$$= 506672,25 \text{ kg} > 19359,85 \text{ kg} \dots \text{OK (aman)}$$

### c. Perhitungan profil batang tekan

$$P_{\text{maks.}} = 28198,94 \text{ kg}$$

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

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{\text{mak}}}{F_y} = \frac{28198,94}{2400} = 11,749 \text{ cm}^2$$

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





Periksa kelangsingan penampang :

$$\frac{b}{t} \leq \frac{200}{\sqrt{f_y}} = \frac{80}{8} \leq \frac{200}{\sqrt{240}} = 10 \leq 12,910$$

$$\lambda = \frac{K.L}{r} = \frac{1.187,5}{2,42} = 77,48$$

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

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

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

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

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

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

$$= 42413,79$$

$$\frac{P}{\phi P_n} = \frac{28198,94}{0,85 \cdot 42413,79}$$

$$= 0,782 < 1 \dots \dots \dots \text{OK (aman)}$$

### 3.3.5. Perhitungan Alat Sambung

#### a. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

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

Diameter lubang = 14 mm.

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

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

*commit to user*

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 :

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

$$= 0,75 (2,4 \cdot 340 \cdot 12,7 \cdot 0,9)$$

$$= 6995,16 \text{ kg/baut}$$

P yang menentukan adalah  $P_{tumpu} = 6995,16 \text{ kg}$ .

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{tumpu}} = \frac{28198,94}{6995,16} = 4,031 \sim 5 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 5 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 ( ½ inches )

Diameter lubang = 14,7 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

$$\begin{aligned} P_n &= n \cdot (0,4 \cdot f^{ub}) \cdot A_n \\ &= 2 \cdot (0,4 \cdot 8250) \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 1,27^2 = 8356,43 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

➤ 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 :

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 \cdot (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t) \\ &= 0,75 \cdot (2,4 \cdot 340 \cdot 12,7 \cdot 0,9) \\ &= 6995,16 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah  $P_{tumpu} = 6995,16 \text{ kg}$ .

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{tumpu}} = \frac{25198,88}{6995,16} = 3,602 \sim 4 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 4 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

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

*commit to user*



Tabel 3.16. Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	┴ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
2	┴ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
3	┴ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
4	┴ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
5	┴ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
6	┴ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
7	┴ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
8	┴ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
9	┴ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
10	┴ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
11	┴ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
12	┴ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
13	┴ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
14	┴ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
15	┴ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
16	┴ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
17	┴ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
18	┴ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
19	┴ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
20	┴ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
21	┴ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
22	┴ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
23	┴ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
24	┴ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
25	┴ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
26	┴ 80. 80. 8	4 Ø 12,7

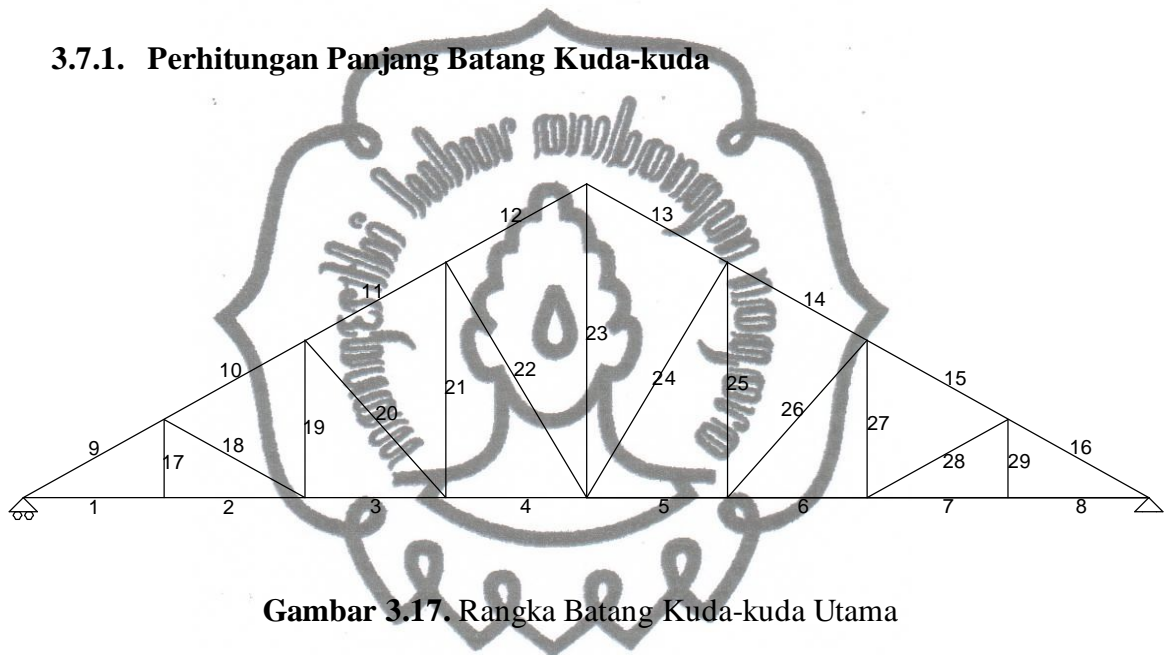
*commit to user*



27	⊥ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
28	⊥ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
29	⊥ 80. 80. 8	4 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

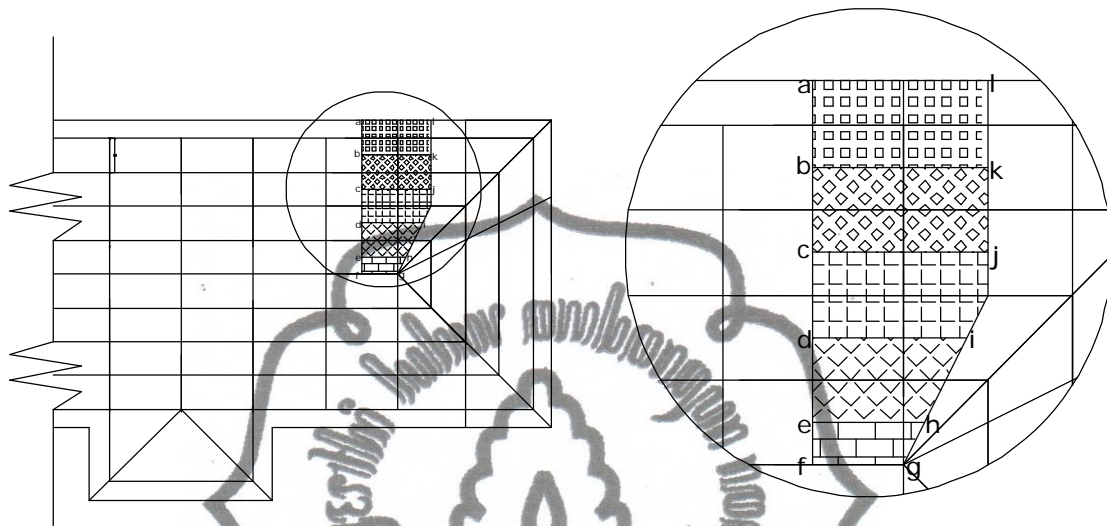
No batang	Panjang batang
1	1,875
2	1,875
3	1,875
4	1,875
5	1,875
6	1,875
7	1,875
8	1,875



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

*commit to user*

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



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

$$\text{Panjang al} = \text{Panjang bk} = \text{Panjang cj} = 3,875 \text{ m}$$

$$\text{Panjang di} = 3,406 \text{ m}$$

$$\text{Panjang eh} = 2,469 \text{ m}$$

$$\text{Panjang fg} = 2,000 \text{ m}$$

$$\text{Panjang ab} = 1,937 \text{ m}, \text{ bc} = \text{cd} = \text{de} = 1,875 \text{ m}$$

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

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas abkl} &= \text{al} \times \text{ab} \\ &= 3,875 \times 1,937 = 7,506 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas bcjk} &= \text{bk} \times \text{bc} \\ &= 3,875 \times 1,875 = 7,266 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

*commit to user*



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

=  $(3,875 \times \frac{1}{2} \cdot 1,875) + \left( \frac{3,875 + 3,406}{2} \times \frac{1}{2} \cdot 1,875 \right)$

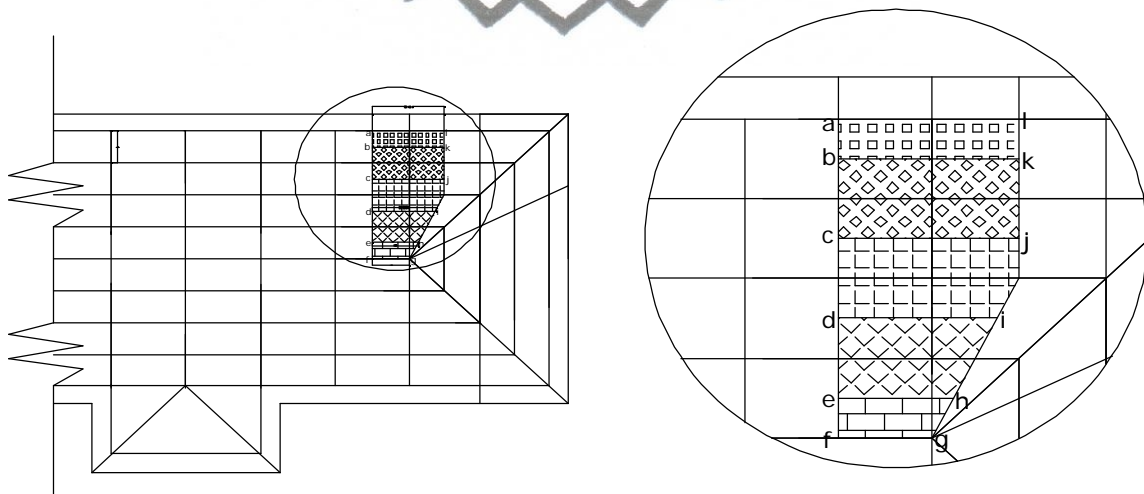
=  $7,046 \text{ m}^2$
- **Luas dehi** =  $\left( \frac{di + eh}{2} \right) \times de$

=  $\left( \frac{3,406 + 2,469}{2} \right) \times 1,875$

=  $5,508 \text{ m}^2$
- **Luas efgh** =  $\left( \frac{eh + fg}{2} \right) \times ef$

=  $\left( \frac{2,469 + 2}{2} \right) \times 0,937$

=  $2,094 \text{ m}^2$



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

*commit to user*





$$\text{Panjang al} = \text{Panjang bk} = \text{Panjang cj} = 3,875 \text{ m}$$

$$\text{Panjang di} = 3,406 \text{ m}$$

$$\text{Panjang eh} = 2,469 \text{ m}$$

$$\text{Panjang fg} = 2,000 \text{ m}$$

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

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

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

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas abkl} &= \text{al} \times \text{ab} \\ &= 3,875 \times 0,937 = 3,631 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas bcjk} &= \text{bk} \times \text{bc} \\ &= 3,875 \times 1,875 = 7,267 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas cdij} &= (\text{cj} \times \frac{1}{2} \text{cd}) + \left( \frac{\text{cj} + \text{di}}{2} \times \frac{1}{2} \cdot \text{cd} \right) \\ &= (3,875 \times \frac{1}{2} 1,875) + \left( \frac{3,875 + 3,406}{2} \times \frac{1}{2} \cdot 1,875 \right) \\ &= 7,046 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas dehi} &= \left( \frac{\text{di} + \text{eh}}{2} \right) \times \text{de} \\ &= \left( \frac{3,406 + 2,469}{2} \right) \times 1,875 \\ &= 5,508 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas efgh} &= \left( \frac{\text{eh} + \text{fg}}{2} \right) \times \text{ef} \\ &= \left( \frac{2,469 + 2}{2} \right) \times 0,937 \\ &= 2,094 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



### 3.7.3. Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama

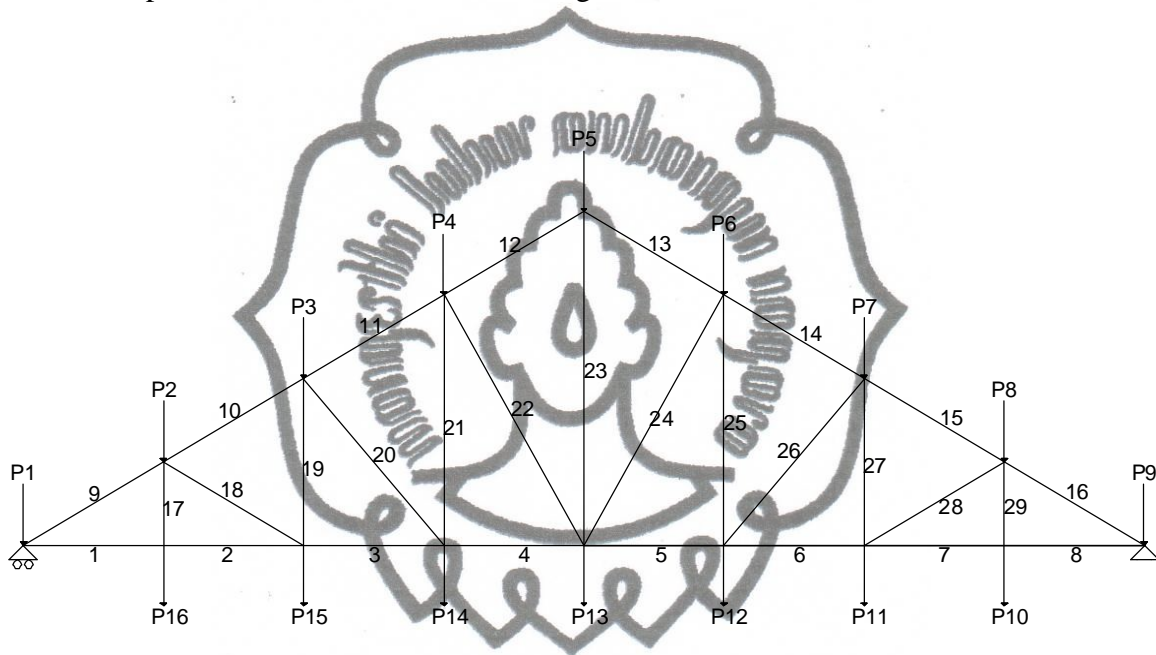
Data-data pembebanan :

Berat gording = 11 kg/m

Jarak antar kuda-kuda utama = 4 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 × jarak kuda-kuda  
 = 11 × 4 = 44 kg

b) Beban atap = Luasan × Berat atap  
 = 7,506 × 50 = 375,3 kg

c) Beban plafon = Luasan × berat plafon  
 = 3,631 × 25 = 65,358 kg

*commit to user*



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

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

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

## 2) Beban P2 = P8

$$\begin{aligned} \text{a) Beban gording} &= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording} \\ &= 11 \times 3,875 = 42,625 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Beban atap} &= \text{Luasan} \times \text{Berat atap} \\ &= 7,267 \times 50 = 363,35 \text{ kg} \end{aligned}$$

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

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

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

## 3) Beban P3 = P7

$$\begin{aligned} \text{a) Beban gording} &= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording} \\ &= 11 \times 3,875 = 42,625 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Beban atap} &= \text{Luasan} \times \text{Berat atap} \\ &= 7,046 \times 50 = 352,3 \text{ kg} \end{aligned}$$

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

*commit to user*



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

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

## 4) Beban P4 = P6

$$\begin{aligned} \text{a) Beban gording} &= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording} \\ &= 11 \times 2,938 = 32,318 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Beban atap} &= \text{Luasan} \times \text{Berat atap} \\ &= 5,508 \times 50 = 275,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

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

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

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

## 5) Beban P5

$$\begin{aligned} \text{a) Beban gording} &= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording} \\ &= 11 \times 2 = 22 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Beban atap} &= \text{Luasan} \times \text{Berat atap} \\ &= 2,094 \times 50 = 104,7 \text{ kg} \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} \text{e) Beban bracing} &= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 10 \% \times 108,25 = 10,825 \text{ kg} \end{aligned}$$

*commit to user*



- f) Beban reaksi = (2 . reaksi jurai) + reaksi ½ kuda-kuda  
 = (2 . 757,3 kg) + 791,61kg = 2306,21 kg
- 6) Beban P10 = P16
- a) Beban plafon = Luasan × berat plafon  
 = 7,267 × 25 = 130,806 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  
 = 7,046 × 25 = 126,828 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 × berat plafon  
 = 5,508 × 25 = 99,144 kg
- b) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (6+26+25+5) × berat profil kuda kuda  
 = ½ × (1,875 + 2,864 + 3,248 + 1,875) × 25



$$= 123,275 \text{ kg}$$

- c) Beban plat sambung =  $30\% \times$  beban kuda-kuda  
 $= 30\% \times 123,275 = 36,982 \text{ kg}$
- d) Beban bracing =  $10\% \times$  beban kuda-kuda  
 $= 10\% \times 123,275 = 12,327 \text{ kg}$

## 9) Beban P13

- a) Beban plafon =  $(2 \times \text{Luasan}) \times$  berat plafon  
 $= 2 \times 2,094 \times 25 = 75,384 \text{ kg}$
- b) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (4+22+23+24+5) \times$  berat profil kuda-kuda  
 $= \frac{1}{2} \times (1,875 + 3,750 + 4,330 + 3,750 + 1,875) \times 25$   
 $= 194,75 \text{ kg}$
- c) Beban plat sambung =  $30\% \times$  beban kuda-kuda  
 $= 30\% \times 194,75 = 58,425 \text{ kg}$
- d) Beban bracing =  $10\% \times$  beban kuda-kuda  
 $= 10\% \times 194,75 = 19,475 \text{ kg}$
- e) Beban reaksi =  $(2 \times \text{reaksi jurai}) +$  reaksi  $\frac{1}{2}$  kuda-kuda  
 $= (2 \times 1027,92 \text{ kg}) + 995,4 \text{ kg} = 3051,24 \text{ kg}$

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

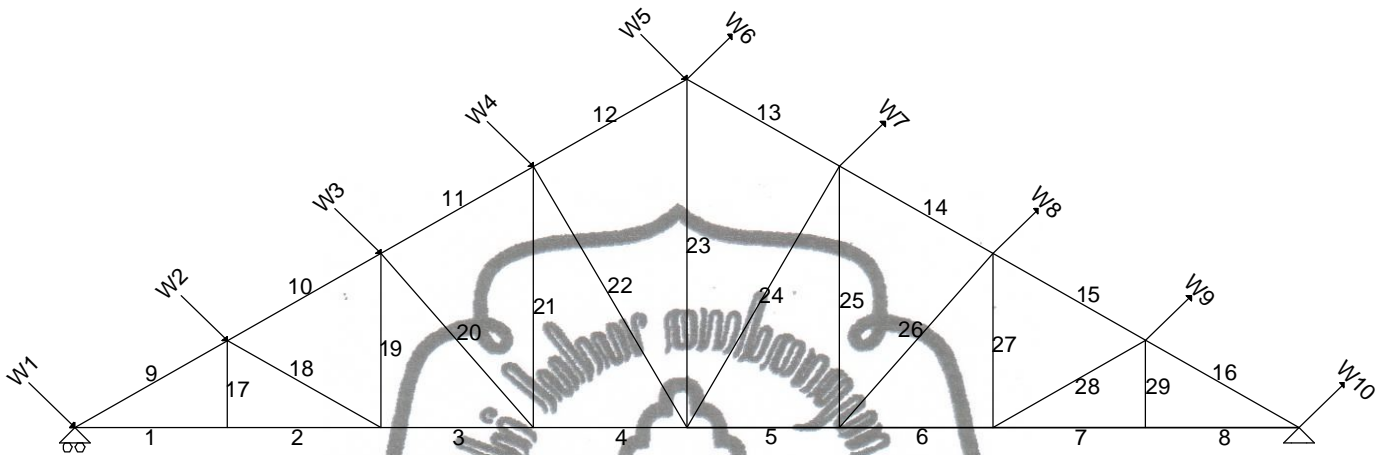
Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda - kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Beban Reaksi (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP (kg)
P1=P9	375,3	44	50,5	5,05	15,5	65,358	-	555,708	512
P2=P8	363,35	42,625	94,725	9,472	28,417	-	-	538,589	448
P3=P7	352,3	42,625	116,987	11,699	35,096	-	-	558,707	650
P4=P6	275,4	32,318	141,60	14,16	42,48	-	-	505,958	464
P5	104,7	22	108,25	10,825	32,475	-	2306,21	2584,46	2585
P10=P16	-	-	60,412	6,041	18,124	130,866	-	215,443	198
P11=P15	-	-	101	10,1	30,3	126,828	-	268,228	251
P12=P14	-	-	123,275	12,327	36,982	99,144	-	271,728	255
P13	-	-	194,75	19,475	58,425	75,384	3051,24	3435,274	3436

**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.  $W1 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 7,506 \times 0,2 \times 25 = 37,53 \text{ kg}$
  - b.  $W2 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 7,267 \times 0,2 \times 25 = 36,33 \text{ kg}$
  - c.  $W3 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 7,046 \times 0,2 \times 25 = 35,23 \text{ kg}$
  - d.  $W4 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 5,508 \times 0,2 \times 25 = 27,54 \text{ kg}$
  - e.  $W5 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 2,094 \times 0,2 \times 25 = 10,47 \text{ kg}$

*commit to user*





- 2) Koefisien angin hisap = - 0,40
- a.  $W_6 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 2,094 \times -0,4 \times 25 = -20,94 \text{ kg}$
- b.  $W_7 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 5,508 \times -0,4 \times 25 = -55,08 \text{ kg}$
- c.  $W_8 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 7,046 \times -0,4 \times 25 = -70,46 \text{ kg}$
- d.  $W_9 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 7,267 \times -0,4 \times 25 = -72,67 \text{ kg}$
- e.  $W_{10} = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$   
 $= 7,506 \times -0,4 \times 25 = -75,06 \text{ kg}$

**Tabel 3.19.** Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Utama

Beban Angin	Beban (kg)	$W_x$ $W \cdot \cos \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)	$W_y$ $W \cdot \sin \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)
$W_1$	37,53	32,5	33	18,765	19
$W_2$	36,33	31,463	32	18,165	19
$W_3$	35,23	30,51	31	17,615	18
$W_4$	27,54	23,85	24	13,77	14
$W_5$	10,47	9,067	10	5,235	6
$W_6$	-20,94	-18,135	-19	-10,47	-11
$W_7$	-55,08	-47,701	-48	-27,54	-28
$W_8$	-70,46	-61,02	-62	-35,23	-36
$W_9$	-72,67	-62,934	-63	-36,335	-37
$W_{10}$	-75,06	-65,004	-66	-37,53	-38



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	13096,17	
2	<b>13145,73</b>	
3	12241,93	
4	11078,20	
5	11011,98	
6	12100,57	
7	12930,83	
8	12879,66	
9		15193,50
10		14208,22
11		12910,15
12		11570,84
13		11597,67
14		12926,91
15		14233,50
16		<b>15210,06</b>
17	193,20	
18		1037,40
19	998,65	
20		1763,84
21	1775,92	
22		2249,12
23	8107,61	
24		2117,46
25	1690,95	



26		1650,12
27	955,45	
28		953,41
29	194,92	

### 3.7.4. Perencanaan Profil Kuda- kuda

#### a. Perhitungan Profil Batang Tarik

$$P_{maks.} = 13145,73 \text{ kg}$$

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

$$F_u = 3400 \text{ kg/cm}^2 \text{ (340 MPa)}$$

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{maks.}}{F_y} = \frac{13145,73}{2400} = 5,47 \text{ cm}^2$$

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

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

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

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



$$A_e = U \cdot A_n$$

$$= 0,85 \cdot 1740$$

$$= 1479 \text{ mm}^2$$

Check kekuatan nominal

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

$$= 0,75 \cdot 1479 \cdot 340$$

$$= 377145 \text{ N}$$

$$= 37714,5 \text{ kg} > 13145,73 \text{ kg} \dots \text{OK}$$

#### d. Perhitungan profil batang tekan

$$P_{\text{maks.}} = 15210,06 \text{ kg}$$

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

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

Dicoba, menggunakan baja profil  $\perp 70 \cdot 70 \cdot 7$  ( $A_g = 9,40 \text{ cm}^2$ )

Periksa kelangsingan penampang :

$$\frac{b}{2 \cdot t_w} < \frac{200}{\sqrt{F_y}} = \frac{70}{9} < \frac{200}{\sqrt{240}}$$

$$= 7,78 < 12,9$$

$$\lambda = \frac{K \cdot L}{r} = \frac{1 \cdot 216,5}{2,12}$$

$$= 102,12$$

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

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

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

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

$$= 1,697$$

*commit to user*



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

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

$$= 26588,097$$

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

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

### 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 = 14,7 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

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

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

➤ Tahanan tarik penyambung

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

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

➤ Tahanan Tumpu baut :

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

$$= 0,75 (2,4 \cdot 340 \cdot 12,7 \cdot 9)$$

$$= 6995,16 \text{ kg/baut}$$

*commit to user*



P yang menentukan adalah  $P_{tumpu} = 6995,16$  kg.

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{tumpu}} = \frac{15210,06}{6995,16} = 2,17 \sim 3 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 3 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

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

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

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

$$= 40 \text{ mm}$$

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

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

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

$$= 20 \text{ mm}$$

#### b. Batang tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

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

Diameter lubang = 14,7 mm.

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

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

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

*commit to user*



➤ Tahanan Tumpu baut :

$$\begin{aligned} P_n &= 0,75 (2,4 \cdot f_u \cdot d_b \cdot t) \\ &= 0,75 (2,4 \cdot 340 \cdot 12,7 \cdot 9) \\ &= 6995,16 \text{ kg/baut} \end{aligned}$$

P yang menentukan adalah  $P_{\text{tumpu}} = 6995,16 \text{ kg}$ .

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{tumpu}}} = \frac{13145,73}{6995,16} = 1,87 \sim 2 \text{ buah baut}$$

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 3.21.** 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

commit to user



9	┘ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
10	┘ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
11	┘ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
12	┘ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
13	┘ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
14	┘ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
15	┘ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
16	┘ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
17	┘ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
18	┘ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
19	┘ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
20	┘ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
21	┘ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
22	┘ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
23	┘ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
24	┘ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
25	┘ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
26	┘ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
27	┘ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
28	┘ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
29	┘ 70. 70. 7	2 Ø 12,7

*commit to user*



## BAB 4

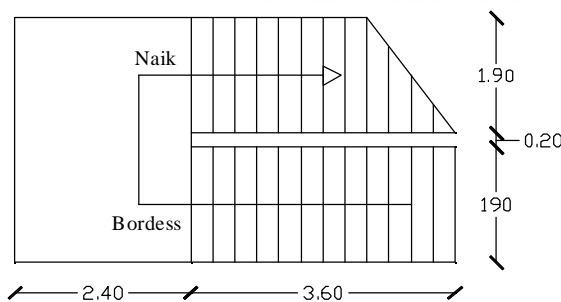
### PERENCANAAN TANGGA

#### 4.1 Uraian Umum

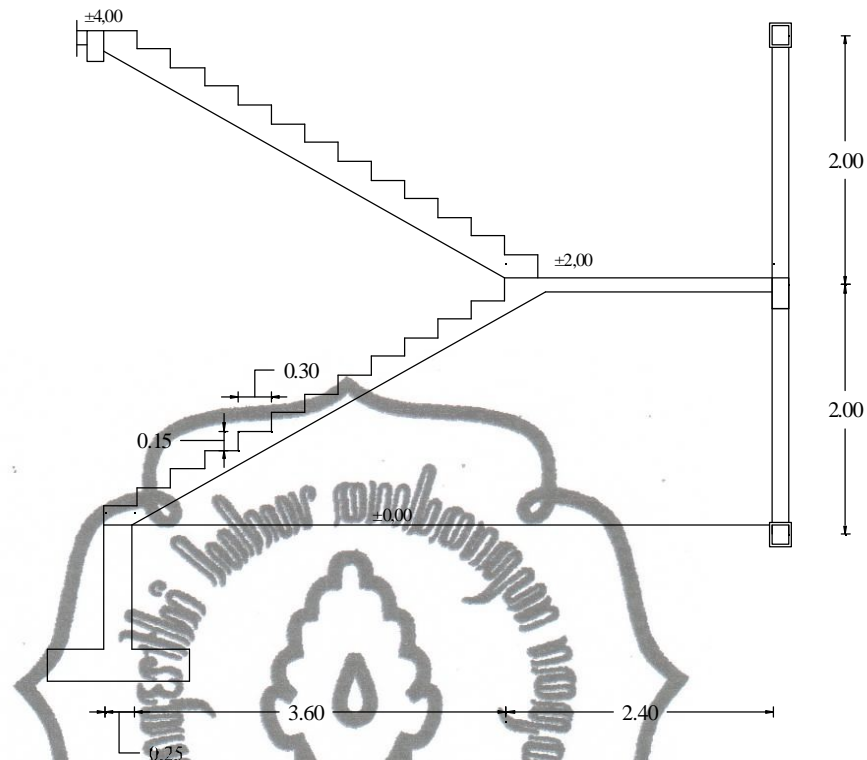
Tangga merupakan bagian dari struktur bangunan bertingkat yang sangat penting untuk penunjang antara struktur bangunan dasar dengan struktur bangunan tingkat atasnya. Penempatan tangga pada struktur suatu bangunan sangat berhubungan dengan fungsi bangunan bertingkat yang akan dioperasikan .

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

#### 4.2. Data Perencanaan Tangga



**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 = 600 cm
- Lebar tangga rencana = 190 cm
- Dimensi bordes = 240 x 300 cm

Menentukan lebar antrede dan tinggi optrede

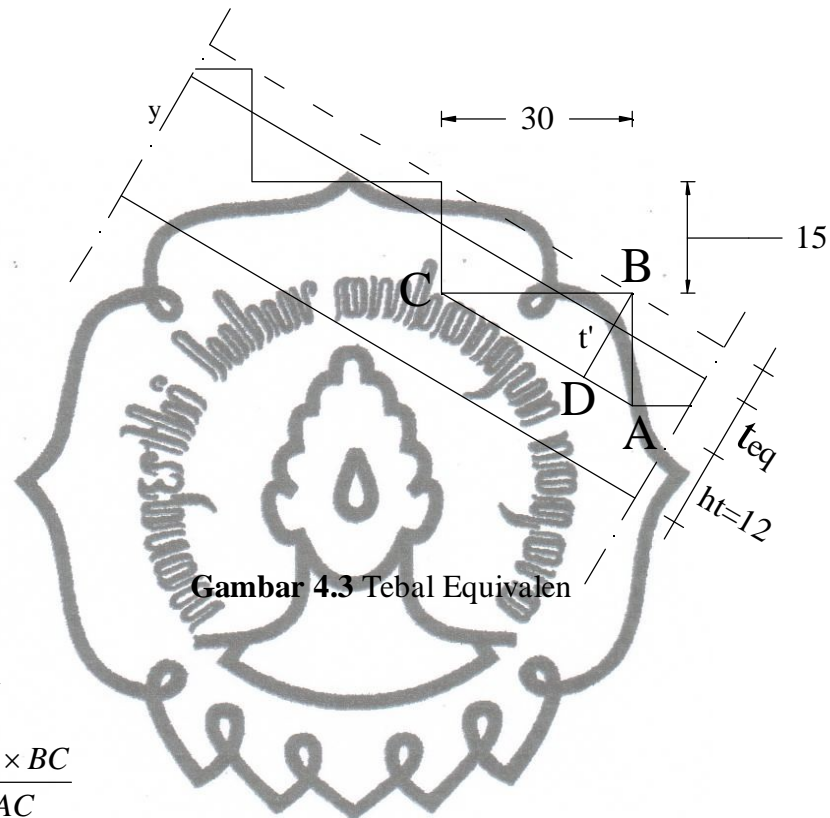
- Lebar antrede = 30 cm
- Jumlah antrede =  $360 / 30 = 12$  buah
- Jumlah optrede =  $12 + 1 = 13$  buah
- Tinggi optrede =  $200 / 13 = 15$  cm

Menentukan kemiringan tangga

$$\alpha = \text{Arc.tg} (200/360) = 29,3^\circ < 35^\circ \dots\dots(\text{aman})$$

### 4.3. Perhitungan Tebal Plat Equivalen dan Pembebanan

#### 4.3.1. Perhitungan Tebal Plat Equivalen



Gambar 4.3 Tebal Equivalen

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

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

$$= \frac{15 \times 30}{\sqrt{(15)^2 + (30)^2}}$$

$$= 13,416 \text{ cm}$$

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

$$= 2/3 \times 13,416$$

$$= 8,944 \text{ cm}$$

Jadi total equivalent plat tangga :

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

$$= 8,944 + 12$$

$$= 20,944 \text{ cm}$$

$$= 0,21 \text{ m}$$

*commit to user*



### 4.3.2. Perhitungan Beban

#### a. Pembebanan tangga ( tabel 2 . 1 PPIUG 1983 )

##### 1. Akibat beban mati ( $q_D$ )

Berat tegel keramik(1 cm)	$= 0,01 \times 1,9 \times 2400$	$= 45,6$	$\text{kg/m}$
Berat spesi (2 cm)	$= 0,02 \times 1,9 \times 2100$	$= 79,8$	$\text{kg/m}$
Berat plat tangga	$= 0,21 \times 1,9 \times 2400$	$= 1048,8$	$\text{kg/m}$
Berat sandaran tangga	$= 0,7 \times 0,1 \times 1000 \times 1$	$= 70$	$\text{kg/m}$
		$= 1244,2$	$\text{kg/m} +$

##### 2. Akibat beban hidup ( $q_L$ )

$$q_L = 1,90 \times 300 \text{ kg/m}^2$$

$$= 570 \text{ kg/m}$$

##### 3. Beban ultimate ( $q_U$ )

$$q_U = 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L$$

$$= 1,2 \cdot 1244,2 + 1,6 \cdot 570$$

$$= 2405,04 \text{ kg/m}$$

#### b. Pembebanan pada bordes ( tabel 2 . 1 PPIUG 1983 )

##### 1. Akibat beban mati ( $q_D$ )

Berat tegel keramik (1 cm)	$= 0,01 \times 4 \times 2400$	$= 96$	$\text{kg/m}$
Berat spesi (2 cm)	$= 0,02 \times 4 \times 2100$	$= 168$	$\text{kg/m}$
Berat plat bordes	$= 0,15 \times 4 \times 2400$	$= 1440$	$\text{kg/m}$
Berat sandaran tangga	$= 0,7 \times 0,1 \times 1000 \times 2$	$= 140$	$\text{kg/m} +$
		$= 1844$	$\text{kg/m}$

##### 2. Akibat beban hidup ( $q_L$ )

$$q_L = 4 \times 300 \text{ kg/m}^2$$

$$= 1200 \text{ kg/m}$$

*commit to user*



### 3. Beban ultimate ( $q_U$ )

$$\begin{aligned} q_U &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\ &= 1,2 \cdot 1844 + 1,6 \cdot 1200 \\ &= 4132,8 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} b &= 1400 \text{ mm} \\ h &= 150 \text{ mm (tebal bordes)} \\ p \text{ (selimut beton)} &= 40 \text{ mm} \\ \text{Tulangan } \varnothing & 12 \text{ mm} \\ d &= h - p - \frac{1}{2} \varnothing \text{ tul} \\ &= 150 - 40 - 6 \\ &= 104 \text{ mm} \end{aligned}$$

*commit to user*



Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh  $M_u$  :

$$M_u = 2440,74 \text{ kgm} = 2,44 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,44 \cdot 10^7}{0,8} = 3,05 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 30} = 9,411$$

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

$$= \frac{0,85 \cdot 30}{240} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + 240} \right)$$

$$= 0,064$$

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

$$= 0,75 \cdot 0,064$$

$$= 0,048$$

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

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,44 \cdot 10^7}{1400 \cdot (104)^2} = 1,61 \text{ N/mm}$$

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

$$= \frac{1}{9,411} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,411 \cdot 1,61}{240}} \right)$$

$$= 0,007$$

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

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

di pakai  $\rho_{\text{ada}} = 0,007$

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

$$= 0,007 \times 1400 \times 104$$

$$= 1019,2 \text{ mm}^2$$

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

*commit to user*



$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1019,2}{113,04} = 9,016 \approx 10 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan 1 m} = \frac{1000}{10} = 100 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan **10 Ø 12 mm – 100 mm**

$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 10 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 1130,4 \text{ mm}^2 > \text{As} (1019,2) \dots \text{Aman !} \end{aligned}$$

#### 4.4.2. Perhitungan Tulangan Lapangan

$$M_u = 1200,67 \text{ kgm} = 1,2 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1,2 \cdot 10^7}{0,8} = 1,5 \cdot 10^7 \text{ Nmmp}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 30} = 9,411$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{240} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,064 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,064 \\ &= 0,048 \end{aligned}$$

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

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1,5 \cdot 10^7}{1400 \cdot (104)^2} = 0,99 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{9,411} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,411 \cdot 0,99}{240}} \right) \\ &= 0,004 \end{aligned}$$

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

$$\rho_{\min} < \rho_{\max}$$

*commit to user*



di pakai  $\rho_{ada} = 0,004$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,004 \times 1400 \times 104 \\ &= 582,4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

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

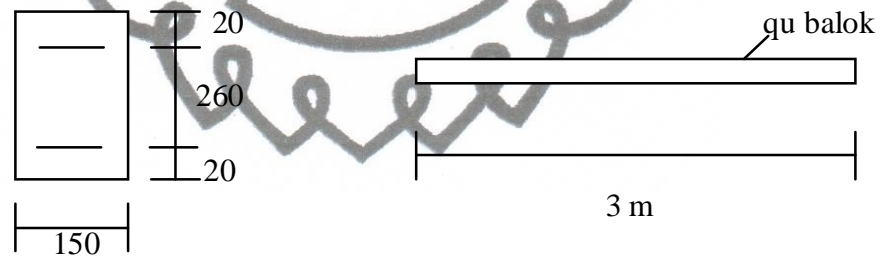
$$\text{Jumlah tulangan dalam 1 m} = \frac{582,4}{113,04} = 5,15 \approx 6 \text{ tulangan}$$

$$\text{Jarak tulangan 1 m} = \frac{1000}{6} = 166,67 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan **6  $\varnothing 12 \text{ mm} - 150 \text{ mm}$**

$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 6 \cdot \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ &= 678,24 \text{ mm}^2 > A_s (582,4) \text{ .....aman!} \end{aligned}$$

#### 4.5. Perencanaan Balok Bordes



Data perencanaan:

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

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

$$d' = 40 \text{ mm}$$

$$d = h - d' = 300 - 40 = 260 \text{ mm}$$

*commit to user*





#### 4.5.1. Pembebanan Balok Bordes

- Beban mati ( $q_D$ )

$$\text{Berat sendiri} = 0,15 \times 0,30 \times 2400 = 108 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 \times 2 \times 1700 = 510 \text{ kg/m}$$

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

$$q_D = 978 \text{ kg/m}$$

- Akibat beban hidup ( $q_L$ )

$$q_L = 300 \text{ kg/m}$$

- Beban ultimate ( $q_U$ )

$$\begin{aligned} q_U &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\ &= 1,2 \cdot 978 + 1,6 \cdot 300 \\ &= 1653,6 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

- Beban reaksi bordes

$$\begin{aligned} q_u &= \frac{\text{Reaksi bordes}}{\text{lebar bordes}} \\ &= \frac{1/2 \cdot 1653,6}{2} \\ &= 413,4 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

#### 4.5.2. Perhitungan tulangan lentur

##### Tulangan tumpuan

$$M_u = 2171,47 \text{ kgm} = 2,1715 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,1715 \cdot 10^7}{0,8} = 2,71 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 30} = 9,411$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{240} \cdot 0,85 \cdot \left( \frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,064 \end{aligned}$$

*commit to user*



$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,064 = 0,048\end{aligned}$$

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

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,71 \cdot 10^7}{150 \cdot (260)^2} = 2,67 \text{ N/mm}$$

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

$$= \frac{1}{9,411} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,411 \cdot 2,67}{240}} \right)$$

$$= 0,01$$

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

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

di pakai  $\rho_{\text{ada}} = 0,01$

$$\begin{aligned}A_s &= \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,01 \times 150 \times 260 \\ &= 390 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

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

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{390}{113,04} = 3,45 \approx 4 \text{ buah}$$

$$A_s \text{ yang timbul s} = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 = 452,16 \text{ mm}^2 > A_s (390) \dots \text{Aman !}$$

Dipakai tulangan **4  $\varnothing 12$  mm**

#### 4.5.3. Perhitungan Tulangan Geser Balok Bordes

$$V_u = 3769,92 \text{ kg} = 37699 \text{ N}$$

$$V_c = 1/6 \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f_c}$$

$$= 1/6 \cdot 150 \cdot 260 \cdot \sqrt{30}$$

$$= 35601,97 \text{ N}$$

$$\varnothing V_c = 0,75 \cdot V_c$$

$$= 26701,47 \text{ N}$$

*commit to user*



$$3 \phi V_c = 80104,42 \text{ N}$$

$$V_u > \phi V_c$$

Jadi perlu tulangan geser

$$\begin{aligned} \phi V_s &= V_u - \phi V_c \\ &= 37699 - 26701,47 = 10997,53 \text{ N} \end{aligned}$$

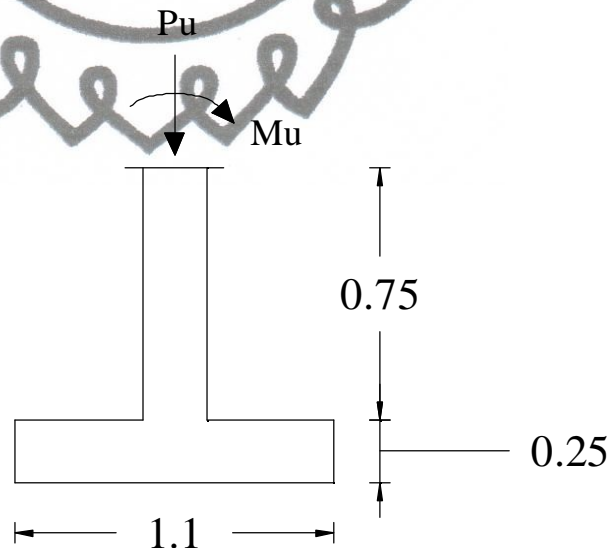
$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,75} = \frac{10997,53}{0,75} = 14662,37 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (8)^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 = 100,48 \text{ mm}^2 \\ s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{100,48 \times 240 \times 260}{14662,37} = 427,62 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S_{\text{max}} = d/2 = \frac{260}{2} = 130 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan  $\phi 8 - 100 \text{ mm}$

#### 4.6. Perhitungan Pondasi Tangga



**Gambar 4.3** Pondasi Tangga

Direncanakan pondasi telapak dengan lebar 1,1 m dan panjang 1,90m

- Tebal = 250 mm



- Ukuran alas = 1900 x 1100 mm
- $\gamma$  tanah = 1,7 t/m<sup>3</sup> = 1700 kg/m<sup>3</sup>
- $\sigma$  tanah = 5 kg/cm<sup>2</sup> = 50000 kg/m<sup>2</sup>
- Pu = 14558 kg
- h = 250 mm
- d = h - p - 1/2  $\phi_t$  -  $\phi_s$   
= 250 - 40 - 1/2 . 12 - 8 = 196 mm

#### 4.7. Perencanaan kapasitas dukung pondasi

##### 4.7.1. Perhitungan kapasitas dukung pondasi

###### ➤ Pembebanan pondasi

Berat telapak pondasi	= 1,9 x 1,1 x 0,25 x 2400	= 1050 kg
Berat tanah	= 2 (0,49 x 0,75) x 1 x 1700	= 1275 kg
Berat kolom	= (0,25 x 1,1 x 0,75) x 2400	= 630 kg
Pu		= 14558 kg
	<b>V tot</b>	<b>= 17513 kg</b>

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

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{tan ahl}} &= \frac{17513}{1,9 \cdot 1,1} \pm \frac{2440,74}{1/6 \cdot 1,9 \cdot (1,1)^2} = 16702,03 \text{ kg/m}^2 \\ &= 16702,03 \text{ kg/m}^2 < 50000 \text{ kg/m}^2 \\ &= \sigma_{\text{yang terjadi}} < \sigma_{\text{ijin tanah}} \dots \dots \dots \text{Ok!} \end{aligned}$$

##### 4.7.2. Perhitungan Tulangan Lentur

$$\begin{aligned} M_u &= \frac{1}{2} \cdot q_u \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 16702,03 \cdot (0,49)^2 \\ &= 2087,75 \text{ kg/m} = 2,088 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n = \frac{2,088 \cdot 10^7}{0,8} = 2,61 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot 30} = \frac{240}{0,85 \cdot 25} = 9,411$$

*commit to user*



$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \beta \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{240} \cdot 0,85 \cdot \left( \frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,064\end{aligned}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,61 \cdot 10^7}{1400 \cdot (196)^2} = 0,485$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,048\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{9,411} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2,9411 \cdot 0,485}{240}} \right) \\ &= 0,002\end{aligned}$$

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

$$\rho_{\text{ada}} < \rho_{\min} \longrightarrow \text{dipakai } \rho_{\min} = 0,0058$$

#### ➤ Untuk Arah Sumbu Panjang

$$\begin{aligned}A_{s \text{ ada}} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0058 \cdot 1400 \cdot 196 \\ &= 1591,52 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{digunakan tul } \varnothing 12 &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (12)^2 \\ &= 113,04 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{1591,52}{113,04} = 14,08 \sim 15 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1400}{15} = 93,33 \text{ mm} = 90 \text{ mm}$$

Sehingga dipakai tulangan  $\varnothing 12 - 90 \text{ mm}$



$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 15 \times 113,04 \\ &= 1695,6 > \text{As} \dots \dots \dots \text{OK!} \end{aligned}$$

➤ Untuk Arah Sumbu Pendek

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho_{\min} b \cdot d \\ &= 0,0058 \cdot 1250 \cdot 196 \\ &= 1421 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Digunakan tulangan } \varnothing 12 &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (12)^2 \\ &= 113,04 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{1421}{113,04} = 12,57 \sim 13 \text{ buah}$$

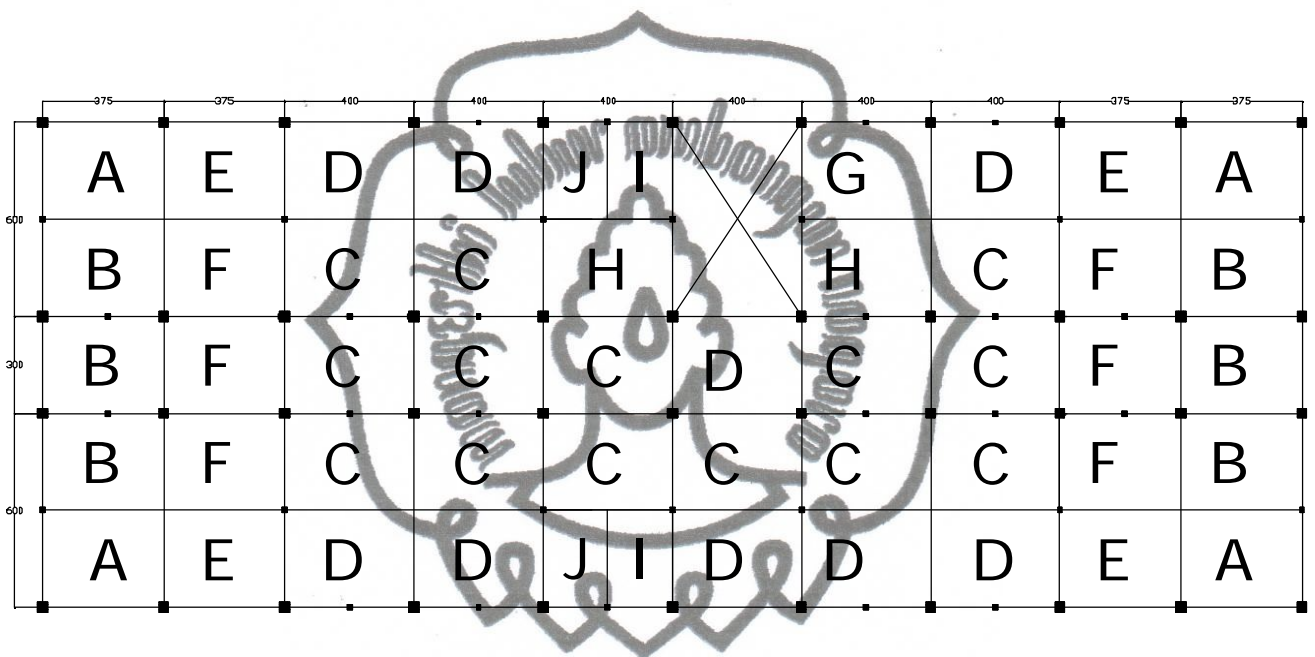
$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1250}{14} = 89,28 \text{ mm} = 80 \text{ mm}$$

Sehingga dipakai tulangan  $\varnothing 12 - 80 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 14 \times 113,04 \\ &= 1582,6 > \text{As} \dots \dots \dots \text{OK!} \end{aligned}$$

## 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 :

*commit to user*

Beban hidup fungsi gedung untuk swalayan tiap 1 m = 250 kg/m<sup>2</sup>



b. Beban Mati ( $q_D$ ) tiap 1 m

Berat plat sendiri	$= 0,12 \times 2400 \times 1$	$= 288$	kg/m
Berat keramik ( 1 cm )	$= 0,01 \times 2400 \times 1$	$= 24$	kg/m`
Berat Spesi ( 2 cm )	$= 0,02 \times 2100 \times 1$	$= 42$	kg/m
Berat plafond + instalasi listrik		$= 25$	kg/m
Berat Pasir ( 2 cm )	$= 0,02 \times 1,6 \times 1$	$= 32$	kg/m

$$q_D = 411 \text{ kg/m}$$

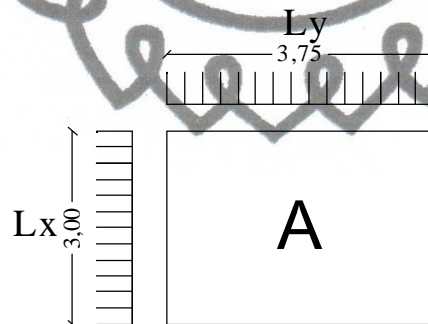
c. Beban Ultimate ( $q_U$ )

Untuk tinjauan lebar 1 m pelat maka :

$$\begin{aligned} q_U &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\ &= 1,2 \cdot 411 + 1,6 \cdot 250 \\ &= 973,2 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

### 5.3. Perhitungan Momen

a. Tipe pelat A



Gambar 5.2. Plat tipe A

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,75}{3} = 1,2$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 38 = 332,83 \text{ kgm}$$

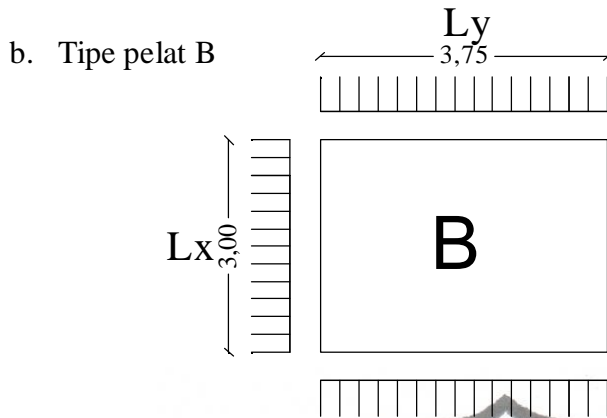
$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 28 = 245,25 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 85 = -744,49 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 74 = -648,15 \text{ kgm}$$

*commit to user*





**Gambar 5.3. Plat tipe B**

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,75}{3} = 1,2$$

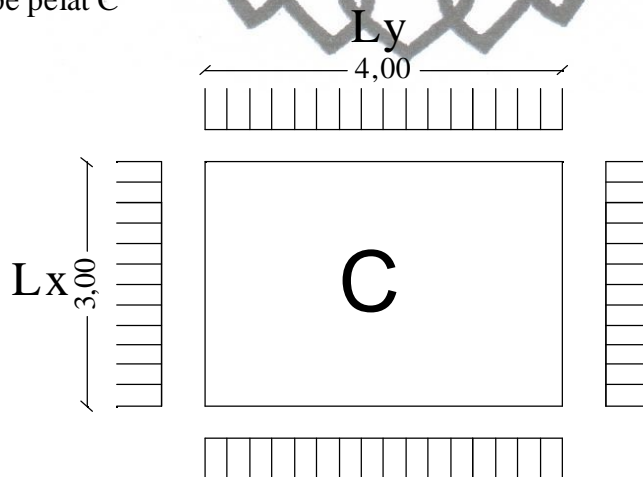
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 32 = 280,28 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 19 = 166,42 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 71 = -621,87 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 57 = -499,25 \text{ kgm}$$

c. Tipe pelat C



**Gambar 5.4. Plat tipe C**

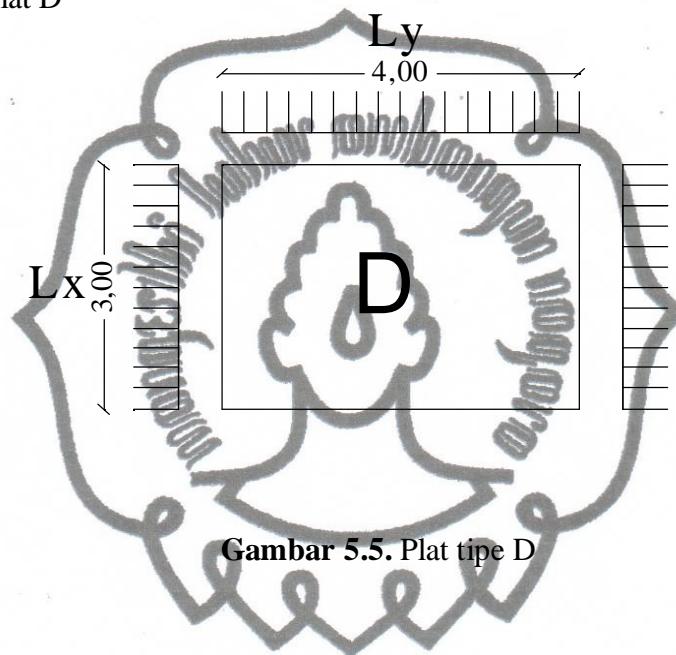
$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4}{3} = 1,3$$

*commit to user*



$$\begin{aligned}
 M_{lx} &= 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 31 &= 271,52 \text{ kg m} \\
 M_{ly} &= 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 19 &= 166,42 \text{ kg m} \\
 M_{tx} &= -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 69 &= -604,36 \text{ kg m} \\
 M_{ty} &= -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 57 &= -449,25 \text{ kg m}
 \end{aligned}$$

d. Tipe plat D



Gambar 5.5. Plat tipe D

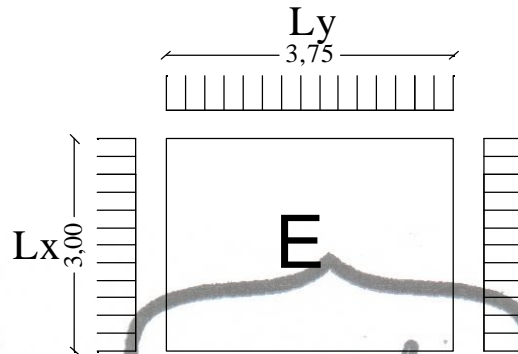
$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4}{3} = 1,3$$

$$\begin{aligned}
 M_{lx} &= 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 36 &= 315,32 \text{ kg m} \\
 M_{ly} &= 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 20 &= 175,18 \text{ kg m} \\
 M_{tx} &= -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 82 &= -718,22 \text{ kg m} \\
 M_{ty} &= -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 72 &= -630,63 \text{ kg m}
 \end{aligned}$$

*commit to user*



e. Tipe pelat E



**Gambar 5.6.** Plat tipe E

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,75}{3} = 1,2$$

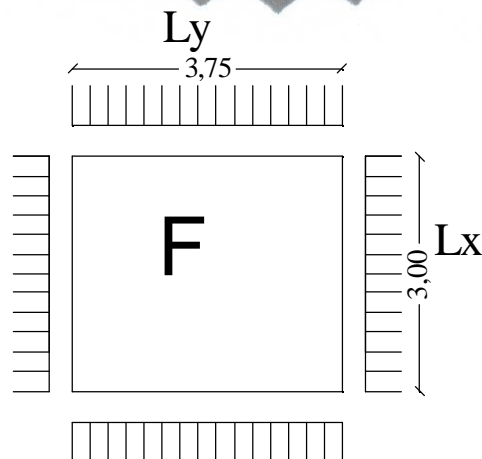
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 31 = 271,52 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 28 = 245,25 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 74 = -648,15 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 69 = -604,36 \text{ kgm}$$

f. Tipe pelat F



**Gambar 5.7.** Plat tipe F

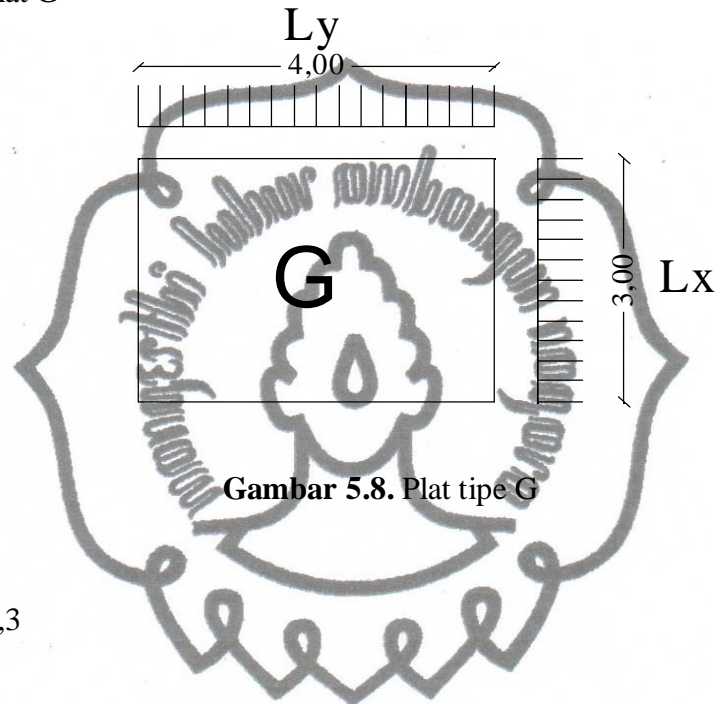
$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,75}{3} = 1,2$$

*commit to user*



$$\begin{aligned}
 M_{lx} &= 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 28 & = 245,25 \text{ kgm} \\
 M_{ly} &= 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 20 & = 175,18 \text{ kgm} \\
 M_{tx} &= -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 64 & = -560,56 \text{ kgm} \\
 M_{ty} &= -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 56 & = -490,49 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

g. Tipe pelat G



Gambar 5.8. Plat tipe G

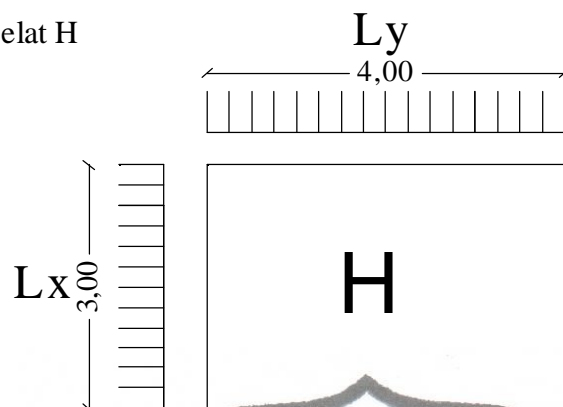
$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4}{3} = 1,3$$

$$\begin{aligned}
 M_{lx} &= 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 42 & = 367,87 \text{ kg m} \\
 M_{ly} &= 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 27 & = 236,49 \text{ kg m} \\
 M_{tx} &= -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 92 & = -808,31 \text{ kg m} \\
 M_{ty} &= -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 76 & = -665,67 \text{ kg m}
 \end{aligned}$$

*commit to user*



h. Tipe pelat H



Gambar 5.9. Plat tipe H

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4}{3} = 1,3$$

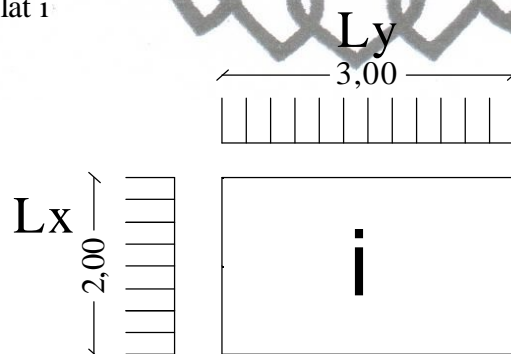
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 35 = 306,56 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 18 = 157,66 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 74 = -648,15 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 57 = -499,25 \text{ kgm}$$

i. Tipe pelat i



$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3}{2} = 1,5$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2)^2 \cdot 43 = 167,39 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2)^2 \cdot 25 = 97,32 \text{ kgm}$$

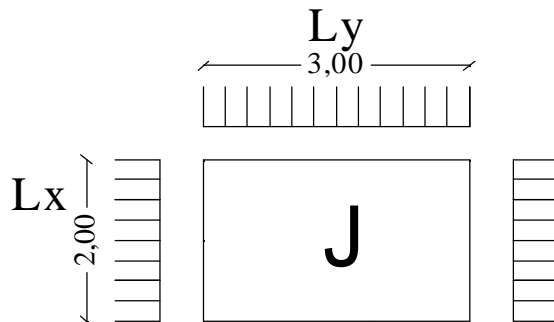
$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (2)^2 \cdot 103 = -400,96 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (2)^2 \cdot 77 = -299,75 \text{ kgm}$$

*commit to user*



j. Tipe pelat j



$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3}{2} = 1,5$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2)^2 \cdot 38 = 147,93 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2)^2 \cdot 15 = 58,39 \text{ kgm}$$

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

$$M_{txy} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (2)^2 \cdot 57 = -221,89 \text{ kgm}$$

#### 5.4. Penulangan Plat Lantai

Tabel 5.1. Perhitungan Plat Lantai

Tipe Plat	$L_y/L_x$ (m)	$M_{lx}$ (kgm)	$M_{ly}$ (kgm)	$M_{tx}$ (kgm)	$M_{ty}$ (kgm)
A	3,75/3=1,2	332,83	245,25	744,49	648,15
B	3,75/3=1,2	280,28	166,42	621,87	499,25
C	4/3=1,3	271,52	166,42	604,36	449,25
D	4/3=1,3	315,32	175,18	718,22	630,63
E	3,75/3=1,2	271,52	<b>245,25</b>	648,15	604,36
F	3,75/3=1,2	245,25	175,18	560,56	490,49
G	4/3=1,3	<b>367,87</b>	236,49	<b>808,31</b>	<b>665,67</b>
H	4/3=1,3	306,56	157,66	648,15	499,25
I	3/2=1,5	167,39	97,32	400,96	299,75
J	3/2=1,5	147,93	58,39	307,53	221,89

*commit to user*



Dari perhitungan momen diambil momen terbesar yaitu:

$$M_{lx} = 367,87 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 245,25 \text{ kgm}$$

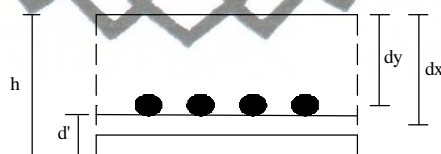
$$M_{tx} = - 808,31 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = - 665,67 \text{ kgm}$$

Data :

Tebal plat ( h )	= 12 cm = 120 mm
Tebal penutup ( d' )	= 20 mm
Diameter tulangan ( Ø )	= 8 mm
b	= 1000
$f_y$	= 340 Mpa
$f'_c$	= 30 Mpa
Tinggi Efektif ( d )	= $h - d' - \frac{1}{2} \cdot \frac{10}{10} = 120 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 88 \text{ mm}$

Tinggi efektif



Gambar 5.13. Perencanaan Tinggi Efektif

$$\begin{aligned} dx &= h - d' - \frac{1}{2} \cdot \frac{10}{10} \\ &= 120 - 20 - 4 = 96 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} dy &= h - d' - \frac{1}{2} \cdot \frac{10}{10} \\ &= 120 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 88 \text{ mm} \end{aligned}$$

*commit to user*



untuk plat digunakan

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{240} \cdot 0,85 \cdot \left( \frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,0645\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,0483\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = 0,002 \text{ (untuk pelat)}$$

### 5.5. Penulangan lapangan arah x

$$M_u = 367,87 \text{ kgm} = 3,68 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,68 \cdot 10^6}{0,8} = 4,6 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{4,6 \cdot 10^6}{1000 \cdot (96)^2} = 0,49 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 30} = 9,411$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{9,411} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,411 \cdot 0,49}{240}} \right) \\ &= 0,0021\end{aligned}$$

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

$$\rho > \rho_{\min}, \text{ di pakai } \rho = 0,0021$$

$$\begin{aligned}A_s &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d_x \\ &= 0,0021 \cdot 1000 \cdot 96 \\ &= 201,6 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

*commit to user*





$$\begin{aligned} \text{Digunakan tulangan } \varnothing 8 &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2 = 50,24 \text{ mm}^2 \\ \text{Jumlah tulangan} &= \frac{201,6}{50,24} = 4,012 \sim 5 \text{ buah.} \\ \text{Jarak tulangan dalam } 1 \text{ m}^1 &= \frac{1000}{5} = 200 \text{ mm} \\ \text{Jarak maksimum} &= 2 \times h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm} \\ \text{As yang timbul} &= 5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2 = 251,2 > 201,6 \text{ (As) ...ok!} \end{aligned}$$

Dipakai tulangan  $\varnothing 8 - 200 \text{ mm}$

### 5.6. Penulangan lapangan arah y

$$M_u = 245,25 \text{ kgm} = 2,45 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,45 \cdot 10^6}{0,8} = 3,063 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,063 \cdot 10^6}{1000 \cdot (88)^2} = 0,396 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 30} = 9,411$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{9,411} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,411 \cdot 0,396}{240}} \right) \\ &= 0,0017 \end{aligned}$$

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

$$\rho < \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{min}} = 0,002$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,002 \cdot 1000 \cdot 88 \\ &= 176 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Digunakan tulangan } \varnothing 8 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2 = 50,24 \text{ mm}^2$$

*commit to user*



$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{176}{50,24} = 3,5 \sim 4 \text{ buah.}$$

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

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

$$\text{As yang timbul} = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2 = 200,96 > 176 \text{ (As) ....ok!}$$

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

### 5.7. Penulangan tumpuan arah x

$$M_u = 808,31 \text{ kgm} = 8,08 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{8,08 \cdot 10^6}{0,8} = 10,1 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{10,1 \cdot 10^6}{1000 \cdot (96)^2} = 1,096 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 30} = 9,411$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{9,411} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,411 \cdot 1,096}{240}} \right) \\ &= 0,0047 \end{aligned}$$

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

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,0047$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0047 \cdot 1000 \cdot 96 \\ &= 451,2 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Digunakan tulangan } \varnothing 8 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2 = 50,24 \text{ mm}^2$$

*commit to user*



$$\begin{aligned} \text{Jumlah tulangan} &= \frac{451,2}{50,24} = 8,9 \sim 9 \text{ buah.} \\ \text{Jarak tulangan dalam } 1 \text{ m}^1 &= \frac{1000}{9} = 111,1 \text{ mm.} \sim 100 \text{ mm} \\ \text{Jarak maksimum} &= 2 \times h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm} \\ \text{As yang timbul} &= 9 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2 = 452,16 > 451,2 \text{ (As) } \dots \text{ok!} \end{aligned}$$

Dipakai tulangan  $\varnothing 8 - 100 \text{ mm}$

### 5.8. Penulangan tumpuan arah y

$$M_u = 665,67 \text{ kgm} = 6,66 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{6,66 \cdot 10^6}{0,8} = 8,325 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{8,325 \cdot 10^6}{1000 \cdot (88)^2} = 1,075 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 30} = 9,411$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{9,411} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,411 \cdot 1,075}{240}} \right) \\ &= 0,0045 \end{aligned}$$

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

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,0045$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0045 \cdot 1000 \cdot 88 \\ &= 396 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Digunakan tulangan } \varnothing 10 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2 = 50,24 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{396}{50,24} = 7,8 \sim 8 \text{ buah.}$$



$$\text{Jarak tulangan dalam } 1 \text{ m}^1 = \frac{1000}{8} = 125 \text{ mm.}$$

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

$$\text{As yang timbul} = 8 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2 = 401,92 > 396 \text{ (As) } \dots \text{ok!}$$

Dipakai tulangan  $\varnothing 8 - 100 \text{ mm}$

### 5.9. Rekapitulasi Tulangan

Dari perhitungan diatas diperoleh :

Tulangan lapangan arah x  $\varnothing 8 - 200 \text{ mm}$

Tulangan lapangan arah y  $\varnothing 8 - 200 \text{ mm}$

Tulangan tumpuan arah x  $\varnothing 8 - 100 \text{ mm}$

Tulangan tumpuan arah y  $\varnothing 8 - 100 \text{ mm}$

Tabel 5.2. Penulangan Plat Lantai

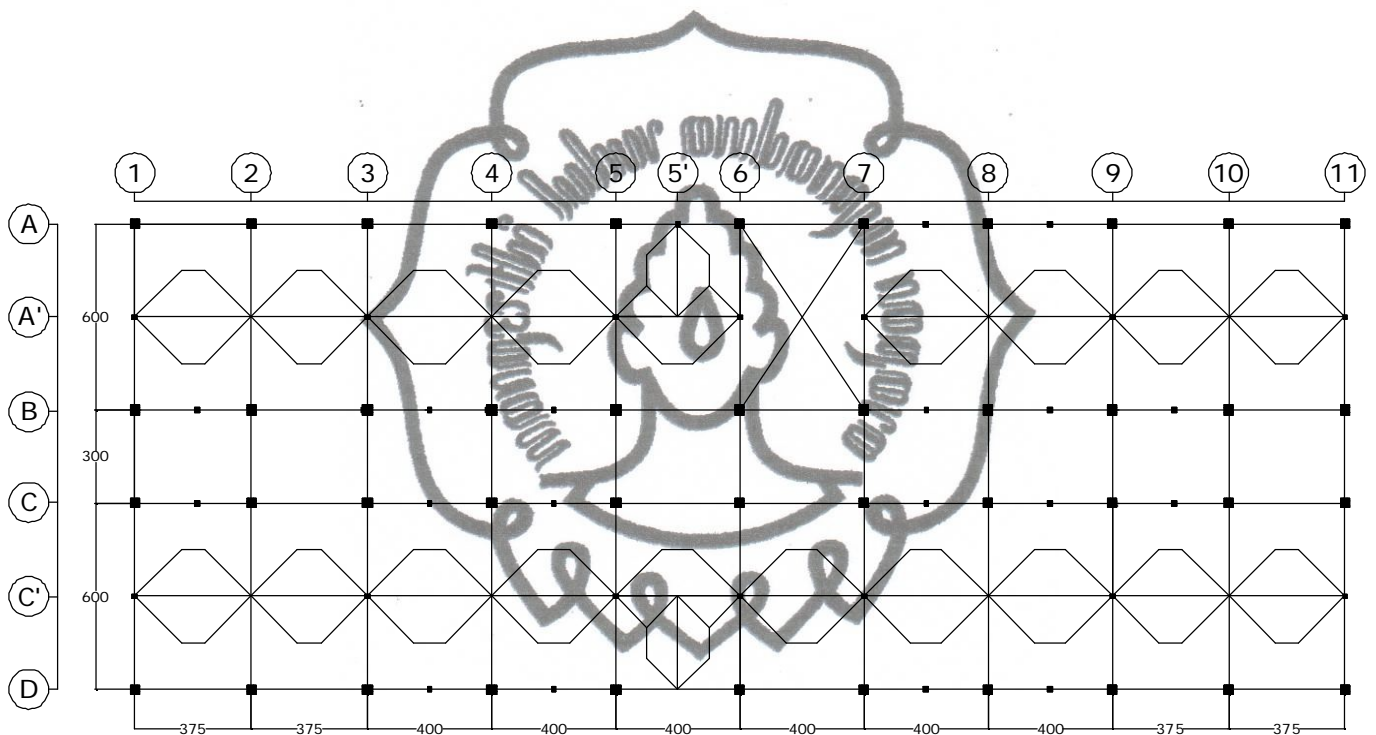
TIPE PLAT	Momen				Tulangan Lapangan		Tulangan Tumpuan	
	Mlx (kgm)	Mly (kgm)	Mtx (kgm)	Mty (kgm)	Arah x (mm)	Arah y (mm)	Arah x (mm)	Arah y (mm)
A	332,83	245,25	744,49	648,15	$\varnothing 8-200$	$\varnothing 8-200$	$\varnothing 8-100$	$\varnothing 8-100$
B	280,28	166,42	621,87	499,25	$\varnothing 8-200$	$\varnothing 8-200$	$\varnothing 8-100$	$\varnothing 8-100$
C	271,52	166,42	604,36	449,25	$\varnothing 8-200$	$\varnothing 8-200$	$\varnothing 8-100$	$\varnothing 8-100$
D	315,32	175,18	718,22	630,63	$\varnothing 8-200$	$\varnothing 8-200$	$\varnothing 8-100$	$\varnothing 8-100$
E	271,52	<b>245,25</b>	648,15	604,36	$\varnothing 8-200$	<b><math>\varnothing 8-200</math></b>	$\varnothing 8-100$	$\varnothing 8-100$
F	245,25	175,18	560,56	490,49	$\varnothing 8-200$	$\varnothing 8-200$	$\varnothing 8-100$	$\varnothing 8-100$
G	<b>367,87</b>	236,49	<b>808,31</b>	<b>665,67</b>	<b><math>\varnothing 8-200</math></b>	$\varnothing 8-200$	<b><math>\varnothing 8-100</math></b>	<b><math>\varnothing 8-100</math></b>
H	306,56	157,66	648,15	499,25	$\varnothing 8-200$	$\varnothing 8-200$	$\varnothing 8-100$	$\varnothing 8-100$
I	167,39	97,32	400,96	299,75	$\varnothing 8-200$	$\varnothing 8-200$	$\varnothing 8-100$	$\varnothing 8-100$
J	147,93	58,39	307,53	221,89	$\varnothing 8-200$	$\varnothing 8-200$	$\varnothing 8-100$	$\varnothing 8-100$

*commit to user*

## BAB 6

### BALOK ANAK

#### 6.1. Perencanaan Balok Anak



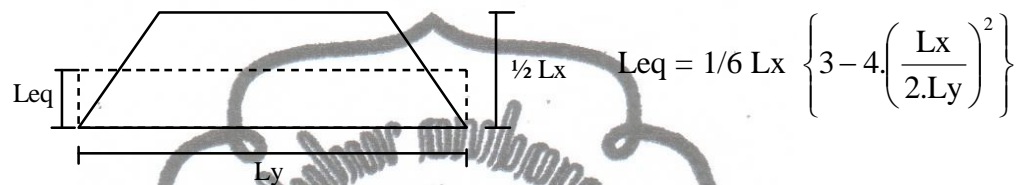
**Gambar 6.1.** Area Pembebanan Balok Anak

*commit to user*

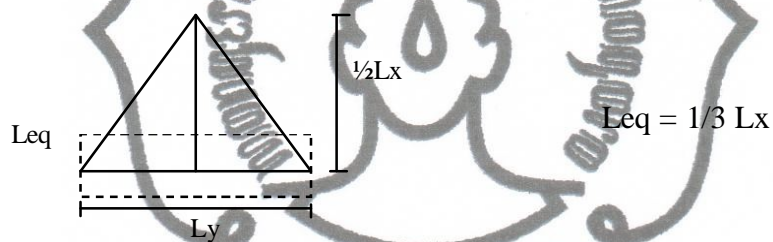
### 6.1.1. Perhitungan Lebar Equivalen

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

#### a Lebar Equivalen Tipe I



#### b Lebar Equivalen Tipe II



### 6.1.2. Lebar Equivalen Balok Anak

Tabel 6.1. Hitungan Lebar Equivalen

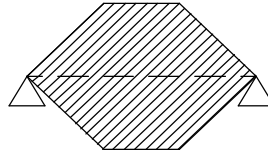
No.	Ukuran Plat (m <sup>2</sup> )	Lx (m)	Ly (m)	Leq (segitiga)	Leq (trapesium)
1.	3,0 x 3,75	3,0	3,75	-	1,18
2.	3,0 x 4,0	3,0	4,0	-	1,21
3.	2,0 x 3,0	2,0	3,0	0,67	0,85

*commit to user*



## 6.2. Pembebanan Balok Anak as 5'

### 6.2.1. Pembebanan



Gambar 6.2. Lebar Equivalen Balok Anak

Perencanaan Dimensi Balok

$$\begin{aligned} h &= 1/12 \cdot L_y \\ &= 1/12 \cdot 3000 \\ &= 250 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 2/3 \cdot h \\ &= 2/3 \cdot 250 \\ &= 166,67 \text{ mm (h dipakai = 250 mm, b = 200 mm)} \end{aligned}$$

#### 1. Beban Mati ( $q_D$ )

Pembebanan balok (A – B)

$$\text{Berat sendiri} = 0,20 \times (0,25 - 0,12) \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 62,4 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban plat} = (2 \times 0,85) \times 411 \text{ kg/m}^2 = 698,7 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban dinding} = 0,15 \times 3 \times 1700 = \underline{765 \text{ kg/m}}$$

$$q_{D1} = 1526,1 \text{ kg/m}$$

#### 2. Beban hidup ( $q_L$ )

Beban hidup digunakan  $250 \text{ kg/m}^2$

$$\begin{aligned} q_{L1} &= (2 \times 0,85) \times 250 \text{ kg/m}^2 \\ &= 425 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

#### 3. Beban berfaktor ( $q_U$ )

$$\begin{aligned} q_{U1} &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\ &= 1,2 \cdot 1526,1 + 1,6 \cdot 425 \\ &= 2511,32 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

*commit to user*



### 6.2.2. Perhitungan Tulangan

#### a. Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan :

$$\begin{aligned}
 h &= 250 \text{ mm} & \emptyset_t &= 16 \text{ mm} \\
 b &= 200 \text{ mm} & \emptyset_s &= 8 \text{ mm} \\
 p &= 40 \text{ mm} & d &= h - p - 1/2 \emptyset_t - \emptyset_s \\
 f_y &= 340 \text{ Mpa} & &= 250 - 40 - (1/2 \cdot 16) - 8 \\
 f'_c &= 30 \text{ MPa} & &= 194 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

#### Tulangan Lentur Daerah Lapangan

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y} \\
 &= \frac{0,85 \cdot 30}{340} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 340} \right) \\
 &= 0,0407 \\
 \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\
 &= 0,75 \cdot 0,0407 \\
 &= 0,030525 \\
 \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{340} = 0,0041
 \end{aligned}$$

#### Daerah Tumpuan

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

$$\begin{aligned}
 M_u &= 2406,68 \text{ kgm} = 2,4067 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\
 M_n &= \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,4067 \cdot 10^7}{0,8} = 3,008 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\
 R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,008 \cdot 10^7}{200 \times (194)^2} = 3,996 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

*commit to user*





$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{340}{0,85 \cdot 30} = 13,33$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{13,33} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,33 \times 3,48}{340}} \right) \\ &= 0,013 \end{aligned}$$

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

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,013$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,013 \cdot 200 \cdot 194 \\ &= 504,4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

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

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{504,4}{200,96} = 2,509 \sim 3 \text{ buah.}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ ada} &= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 602,88 \text{ mm}^2 > A_s \dots\dots\dots \text{aman !} \end{aligned}$$

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \times f_y}{0,85 \times f_c \times b} = \frac{602,88 \times 340}{0,85 \times 30 \times 200} = 40,19$$

$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \times f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 602,88 \times 340 \left( 194 - \frac{40,19}{2} \right) \\ &= 3,56 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n \text{ ada} > M_n \dots\dots\dots \text{aman !}$$

**Jadi dipakai tulangan 3 D 16 mm**

*commit to user*



### Daerah Lapangan

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

$$M_u = 2092,77 \text{ kgm} = 2,09277 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,09277 \cdot 10^7}{0,8} = 2,616 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,616 \cdot 10^7}{200 \times (194)^2} = 3,475 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{340}{0,85 \cdot 30} = 13,33$$

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

$$= \frac{1}{13,33} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,33 \times 3,475}{340}} \right)$$

$$= 0,011$$

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

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,011$$

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

$$= 0,011 \cdot 200 \cdot 194$$

$$= 426,8 \text{ mm}^2$$

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

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{426,8}{200,96} = 2,12 \sim 3 \text{ buah.}$$

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

$$= 602,88 \text{ mm}^2 > A_s \dots\dots\dots \text{aman !}$$

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \times f_y}{0,85 \times f_c \times b} = \frac{602,88 \times 340}{0,85 \times 30 \times 200} = 40,19$$

$$M_n \text{ ada} = A_s \text{ ada} \times f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 602,88 \times 340 \left( 194 - \frac{40,19}{2} \right)$$

$$= 3,56 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \text{ *commit to user*}$$

Mn ada > Mn ..... aman !

Jadi dipakai tulangan 3 D 16 mm

### Tulangan Geser

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh :

$$V_u = 2511,32 \text{ kg} = 25113,2 \text{ N}$$

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 340 \text{ Mpa}$$

$$d = h - p - \frac{1}{2} \emptyset = 250 - 40 - \frac{1}{2} (12) = 204 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{30} \cdot 200 \cdot 204 \\ &= 37245,13 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset V_c &= 0,75 \cdot 37245,13 \text{ N} \\ &= 27933,85 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 \emptyset V_c &= 3 \cdot 27933,85 \\ &= 83801,55 \text{ N} \end{aligned}$$

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

$$25113,2 \text{ N} < 27933,13 \text{ N} < 83801,55 \text{ N}$$

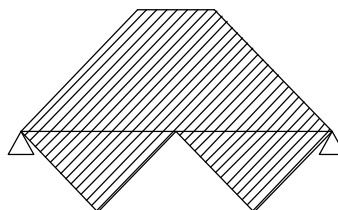
Jadi tidak diperlukan tulangan geser

$$S_{\text{max}} = d/2 = \frac{204}{2} = 102 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan  $\emptyset 8 - 100 \text{ mm}$

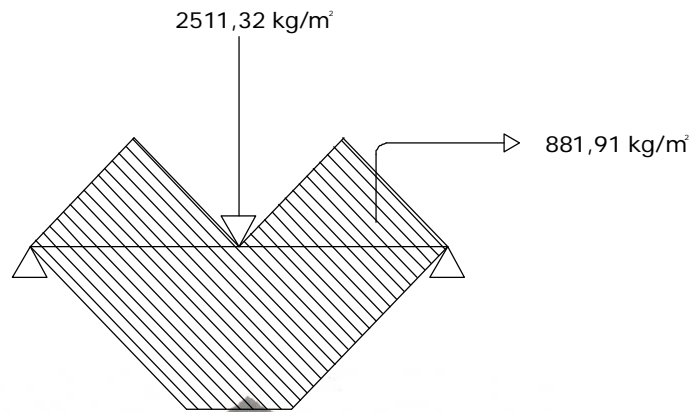
### 6.3. Pembebanan Balok Anak as A' (5-6)

#### 6.3.1. Pembebanan



**Gambar 6.3.** Lebar Equivalen Balok Anak as A'

*commit to user*



**Gambar 6.4.** Analisis Struktur Balok Anak as A'

Perencanaan Dimensi Balok :

$$\begin{aligned} h &= 1/10 \cdot L_y \\ &= 1/10 \cdot 4000 \\ &= 400 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 1/2 \cdot h \\ &= 1/2 \cdot 400 \\ &= 200 \text{ mm (h dipakai = 400 mm, b = 200 mm)} \end{aligned}$$

1. Beban Mati ( $q_D$ )

Pembebanan balok as 4' ( A – B )

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

$$\text{Beban Plat} = (0,6 + 1,21) \times 411 \text{ kg/m}^2 = 743,91 \text{ kg/m}$$

$$q_D = 881,91 \text{ kg/m}$$

2. Beban hidup ( $q_L$ )

Beban hidup digunakan 250 kg/m<sup>2</sup>

$$q_L = (0,6 + 1,21) \times 250 \text{ kg/m}^2 = 452,5 \text{ kg/m}$$

3. Beban reaksi

Beban reaksi a = b = 2511,32 kg

4. Beban berfaktor ( $q_U$ )

$$\begin{aligned} q_U &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\ &= (1,2 \times 881,91) + (1,6 \times 452,5) \\ &= 1782,29 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

*commit to user*



### 6.3.2. Perhitungan Tulangan

#### Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan :

$$\begin{aligned}
 h &= 400 \text{ mm} & \emptyset_t &= 16 \text{ mm} \\
 b &= 200 \text{ mm} & \emptyset_s &= 8 \text{ mm} \\
 p &= 40 \text{ mm} & d &= h - p - 1/2 \emptyset_t - \emptyset_s \\
 f_y &= 340 \text{ Mpa} & &= 400 - 40 - 1/2 \cdot 16 - 8 \\
 f'_c &= 30 \text{ MPa} & &= 344
 \end{aligned}$$

#### Tulangan Lentur Daerah Lapangan

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \cdot 30}{340} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 340} \right) \\
 &= 0,0407 \\
 \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\
 &= 0,75 \cdot 0,0407 \\
 &= 0,030525 \\
 \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{340} = 0,0041
 \end{aligned}$$

#### Daerah Tumpuan

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

$$\begin{aligned}
 M_u &= 3715,95 \text{ kgm} = 3,716 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\
 M_n &= \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,716 \cdot 10^7}{0,8} = 4,645 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \\
 R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{4,645 \cdot 10^7}{200 \times (344)^2} = 1,963 \text{ N/mm}^2 \\
 m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{340}{0,85 \cdot 30} = 13,33
 \end{aligned}$$

*commit to user*



$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{13,33} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,33 \times 1,963}{340}} \right) \\ &= 0,006\end{aligned}$$

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

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,006$$

$$\begin{aligned}A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,006 \cdot 200 \cdot 344 \\ &= 412,8 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

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

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{412,8}{200,96} = 2,054 \sim 3 \text{ buah.}$$

$$\begin{aligned}A_s \text{ ada} &= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 602,88 \text{ mm}^2 > A_s \dots\dots \text{ aman !}\end{aligned}$$

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \times f_y}{0,85 \times f'c \times b} = \frac{602,88 \times 340}{0,85 \times 30 \times 200} = 40,192$$

$$\begin{aligned}M_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \times f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 602,88 \times 340 \left( 344 - \frac{40,192}{2} \right) \\ &= 6,639358 \cdot 10^7 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

$$M_n \text{ ada} > M_n \dots\dots \text{ aman !}$$

**Jadi dipakai tulangan 3 D 16 mm**

### Daerah Lapangan

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

$$M_u = 4410,02 \text{ kgm} = 4,41 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,41 \cdot 10^7}{0,8} = 5,5125 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

*commit to user*



$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{5,5125 \cdot 10^7}{200 \times (344)^2} = 2,329 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{340}{0,85 \cdot 30} = 13,33$$

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

$$= \frac{1}{13,33} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,33 \times 2,329}{340}} \right)$$

$$= 0,0072$$

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

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho = 0,0072$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0072 \cdot 200 \cdot 344 \\ &= 495,36 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

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

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{495,36}{200,96} = 2,465 \sim 3 \text{ buah.}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ ada} &= 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 602,88 \text{ mm}^2 > A_s \dots\dots\dots \text{aman !} \end{aligned}$$

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \times f_y}{0,85 \times f'c \times b} = \frac{602,88 \times 340}{0,85 \times 30 \times 200} = 40,192$$

$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \times f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 602,88 \times 340 \left( 344 - \frac{40,192}{2} \right) \\ &= 6,639358 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n \text{ ada} > M_n \dots\dots\dots \text{aman !}$$

**Jadi dipakai tulangan 3 D 16 mm**

### Tulangan Geser

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh :

$$V_u = 3096,15 \text{ kg} = 30961,5 \text{ N}$$

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 340 \text{ Mpa}$$

$$d = h - p - \frac{1}{2} \emptyset = 400 - 40 - \frac{1}{2} (12) = 354 \text{ mm}$$

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

$$= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{30} \cdot 200 \cdot 354$$

$$= 64631,26 \text{ N}$$

$$\emptyset V_c = 0,75 \cdot 69378,19 \text{ N}$$

$$= 48473,45 \text{ N}$$

$$3 \emptyset V_c = 3 \cdot 52033,64$$

$$= 145420,35 \text{ N}$$

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

$$30961,5 \text{ N} < 48473,45 \text{ N} < 145420,35 \text{ N}$$

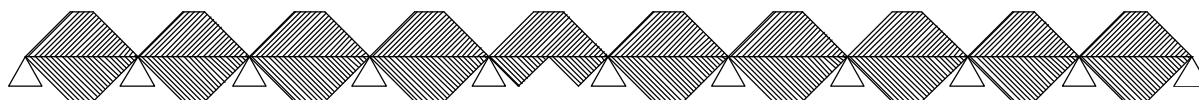
Jadi tidak di perlukan tulangan geser

$$S_{\max} = d/2 = \frac{354}{2} = 177 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan  $\emptyset 8 - 150 \text{ mm}$

## 6.4. Pembebanan Balok Anak as C'

### 6.2.1. Pembebanan



**Gambar 6.5.** Lebar Equivalen Balok Anak as C'

Perencanaan Dimensi Balok

$$h = 1/10 \cdot L_y$$

$$= 1/10 \cdot 4000$$

$$= 400 \text{ mm}$$

*commit to user*





$$\begin{aligned}
 b &= 1/2 \cdot h \\
 &= 1/2 \cdot 400 \\
 &= 200 \text{ mm (h dipakai = 400 mm, } b = 200 \text{ mm )}
 \end{aligned}$$

#### 1. Beban Mati ( $q_D$ )

Pembebanan balok ( A – B )

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

$$\text{Beban plat} = (2 \times 1,18) \times 411 \text{ kg/m}^2 = \underline{969,96 \text{ kg/m}}$$

$$q_{D1} = 1107,96 \text{ kg/m}$$

Pembebanan balok as ( B – C )

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

$$\text{Beban plat} = (2 \times 1,21) \times 411 \text{ kg/m}^2 = \underline{994,62 \text{ kg/m}}$$

$$q_{D2} = 1132,62 \text{ kg/m}$$

#### 2. Beban hidup ( $q_L$ )

Beban hidup digunakan  $250 \text{ kg/m}^2$

$$\begin{aligned}
 q_{L1} &= (2 \times 1,18) \times 250 \text{ kg/m}^2 \\
 &= 590 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{L2} &= (2 \times 1,21) \times 250 \text{ kg/m}^2 \\
 &= 605 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

#### 4. Beban berfaktor ( $q_U$ )

$$\begin{aligned}
 q_{U1} &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\
 &= 1,2 \cdot 1107,96 + 1,6 \cdot 590 \\
 &= 2273,552 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{U2} &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\
 &= 1,2 \cdot 1132,62 + 1,6 \cdot 605 \\
 &= 2327,144 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

#### 6.2.2. Perhitungan Tulangan

##### b. Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan :

$$h = 400 \text{ mm} \qquad \qquad \qquad \varnothing_t = 16 \text{ mm}$$

$$b = 200 \text{ mm} \qquad \qquad \qquad \varnothing_s = 8 \text{ mm}$$



$$\begin{aligned}
 p &= 40 \text{ mm} & d &= h - p - 1/2 \phi_t - \phi_s \\
 f_y &= 340 \text{ Mpa} & &= 400 - 40 - 1/2 \cdot 16 - 8 \\
 f'_c &= 30 \text{ Mpa} & &= 344 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

### Tulangan Lentur Daerah Lapangan

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \cdot 30}{340} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 340} \right) \\
 &= 0,0407
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\
 &= 0,75 \cdot 0,0339 \\
 &= 0,030525
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{340} = 0,0041$$

### Daerah Tumpuan

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh :

$$M_u = 2716,01 \text{ kgm} = 2,716 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,716 \cdot 10^7}{0,8} = 3,395 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,395 \cdot 10^7}{200 \times (344)^2} = 1,435 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{340}{0,85 \cdot 30} = 13,33$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{13,33} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,33 \times 1,435}{340}} \right) \\
 &= 0,0044
 \end{aligned}$$

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

*commit to user*



$$\rho > \rho_{\min}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,0044$$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0044 \cdot 200 \cdot 344 \\ &= 302,72 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

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

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{302,72}{200,96} = 1,51 \sim 2 \text{ buah.}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ ada} &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 401,92 \text{ mm}^2 > A_s \dots\dots\dots \text{aman!} \end{aligned}$$

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b} = \frac{401,92 \times 340}{0,85 \times 30 \times 200} = 26,79$$

$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \times f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 401,92 \times 340 \left( 344 - \frac{26,79}{2} \right) \\ &= 4,517809 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$M_n \text{ ada} > M_n \dots\dots\dots \text{aman!}$$

**Jadi dipakai tulangan 2 D 16**

### Daerah Lapangan

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

$$M_u = 2690,40 \text{ kgm} = 2,69 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,69 \cdot 10^7}{0,8} = 3,363 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,363 \cdot 10^7}{200 \times (344)^2} = 1,421 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{340}{0,85 \cdot 30} = 13,33$$

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



$$= \frac{1}{13,33} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,33 \times 1,421}{340}} \right)$$

$$= 0,0043$$

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

$$\rho > \rho_{\min}, \text{ di pakai } \rho_{\min} = 0,0043$$

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

$$= 0,0043 \cdot 200 \cdot 344$$

$$= 295,84 \text{ mm}^2$$

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

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{295,84}{200,96} = 1,47 \sim 2 \text{ buah.}$$

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

$$= 401,92 \text{ mm}^2 > A_s \dots\dots\dots \text{aman !}$$

$$a = \frac{A_s \text{ ada} \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b} = \frac{401,92 \times 340}{0,85 \times 30 \times 200} = 26,795$$

$$M_n \text{ ada} = A_s \text{ ada} \times f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 401,92 \times 340 \left( 344 - \frac{26,795}{2} \right)$$

$$= 4,517776 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n \text{ ada} > M_n \dots\dots\dots \text{aman !}$$

**Jadi dipakai tulangan 2 D 16 mm**

### Tulangan Geser

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh :

$$V_u = 3557,43 \text{ kg} = 35574,3 \text{ N}$$

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 340 \text{ Mpa}$$

$$d = h - p - \frac{1}{2} \varnothing = 400 - 40 - \frac{1}{2} (12) = 354 \text{ mm}$$

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

$$= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{30} \cdot 200 \cdot 354$$

$$= 64631,26 \text{ N}$$

*commit to user*



$$\begin{aligned}\emptyset V_c &= 0,75 \cdot 64631,26 \text{ N} \\ &= 48473,45 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3 \emptyset V_c &= 3 \cdot 48473,45 \\ &= 145420,34 \text{ N}\end{aligned}$$

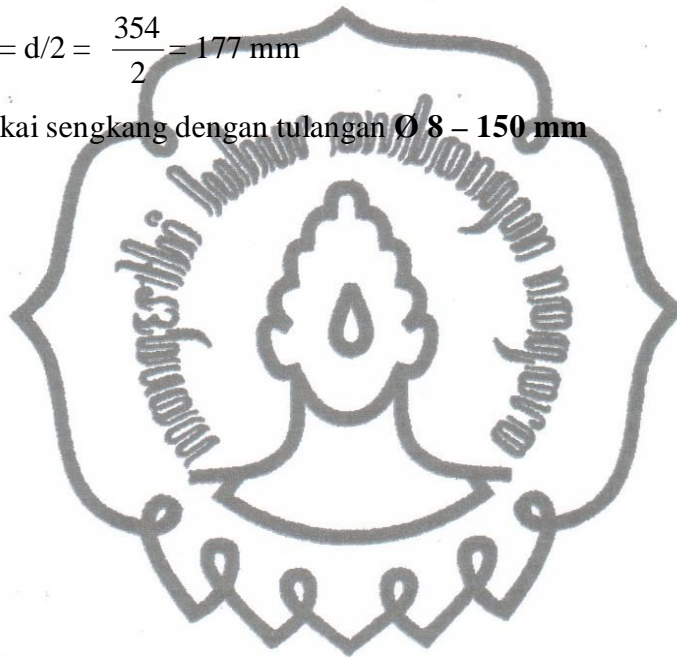
$$V_u < \emptyset V_c < 3 \emptyset V_c$$

$$35574,3 \text{ N} < 48473,45 \text{ N} < 145420,34 \text{ N}$$

Jadi tidak perlu tuangan geser

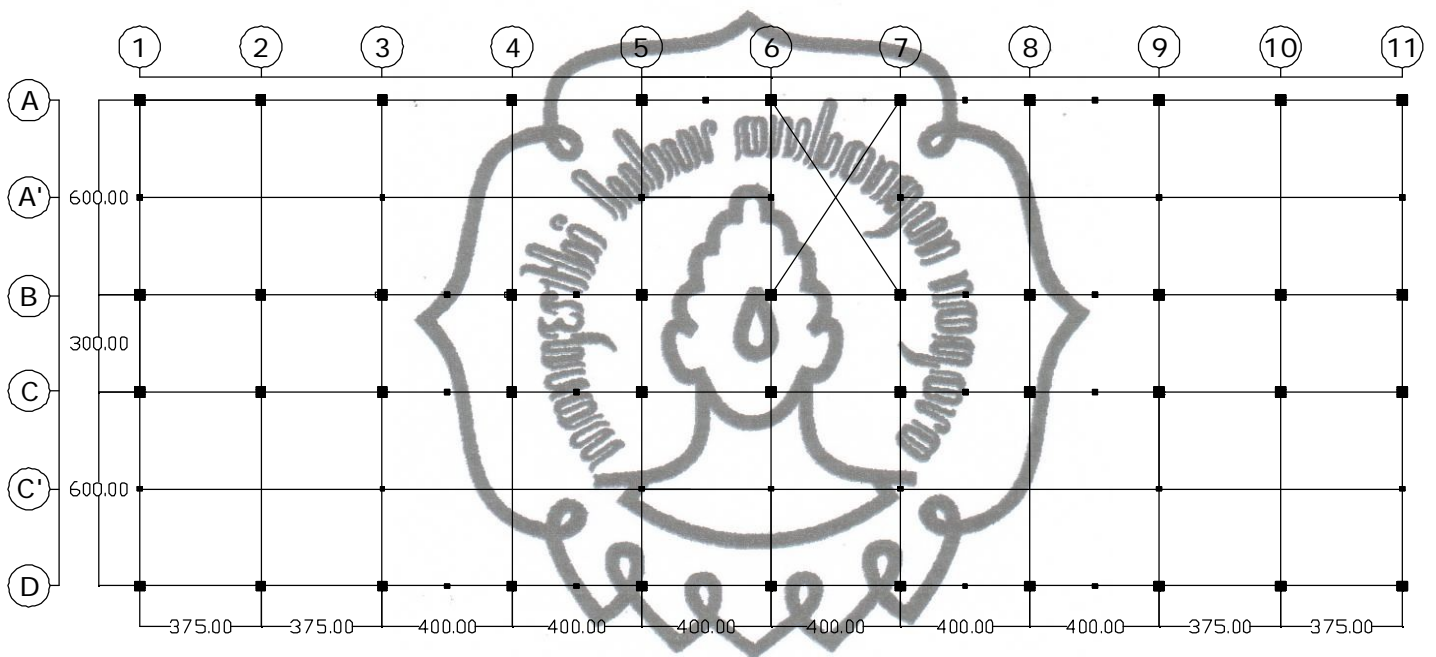
$$S_{\max} = d/2 = \frac{354}{2} = 177 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan  $\emptyset 8 - 150 \text{ mm}$



## BAB 7 PORTAL

### 7.1. Perencanaan Portal



**Gambar 7.1.** Gambar Denah Portal

Keterangan:

Balok Portal : As A

Balok Portal : As B

Balok Portal : As C

Balok Portal : As D

Balok Portal : As 1

Balok Portal : As 2

Balok Portal : As 3

Balok Portal : As 4

Balok Portal : As 5

Balok Portal : As 6

Balok Portal : As 7

Balok Portal : As 8

Balok Portal : As 9

Balok Portal : As 10

Balok Portal : As 11

*commit to user*



### 7.1.1. Dasar Perencanaan

Secara umum data yang digunakan untuk perhitungan rencana portal adalah :

- a. Bentuk denah portal : Seperti pada gambar
- b. Model perhitungan : SAP 2000 ( 3 D )
- c. Perencanaan dimensi rangka : b (mm) x h (mm)
  - Dimensi kolom : 400 mm x 400 mm
  - Dimensi sloof : 200 mm x 300 mm
  - Dimensi balok : memanjang : 200 mm x 400 mm
  - melintang : 250 mm x 500 mm
  - Dimensi ring balk : 200 mm x 250 mm
- d. Kedalaman pondasi : 2 m
- e. Mutu baja tulangan : U34 (fy = 340 MPa)
- f. Mutu baja sengkang : U24 (fy = 240 MPa)

### 7.1.2 Perencanaan Pembebanan

Secara umum data pembebanan portal adalah sebagai berikut:

#### a. Beban Mati ( $q_D$ )

➤ Berat sendiri (20/40) =  $0,2 \times (0,4 - 0,12) \times 2400 = 134,4 \text{ kg/m}$

➤ Berat sendiri (25/50) =  $0,25 \times (0,5 - 0,12) \times 2400 = 228 \text{ kg/m}$

#### ➤ Plat Lantai

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

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

Berat Spesi ( 2 cm ) =  $0,02 \times 2100 \times 1 = 42 \text{ kg/m}$

Berat plafond + instalasi listrik = 25 kg/m

Berat Pasir ( 2 cm ) =  $0,02 \times 1600 \times 1 = 32 \text{ kg/m}$

---

$q_D = 411 \text{ kg/m}$

#### ➤ Dinding

Berat sendiri dinding =  $0,15 ( 4 - 0,5 ) \times 1700 = 892,5 \text{ kg/m}$

#### ➤ Atap

Kuda kuda Utama = 8604,59 kg ( SAP 2000 )

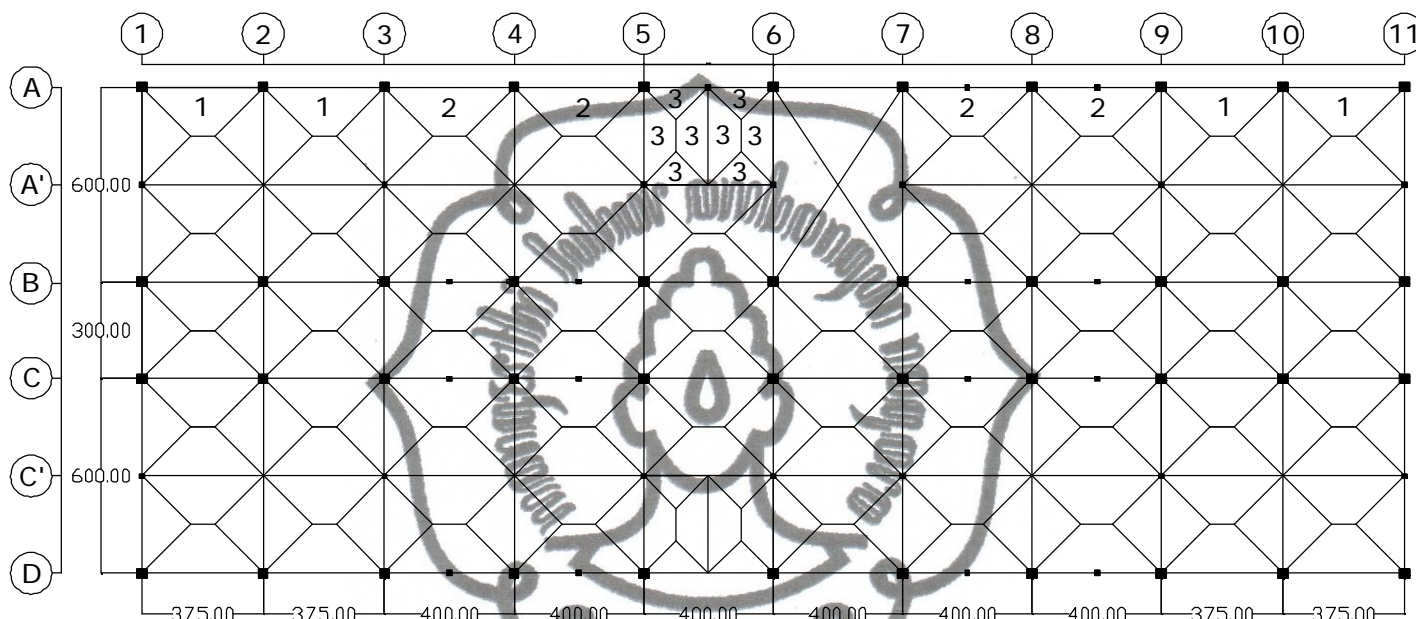
Jurai = 2845,41 kg ( SAP 2000 )

Setengah Kuda-kuda = 2594,78 kg ( SAP 2000 )

b. Beban hidup untuk toko ( $q_L$ )

Beban hidup =  $250 \times 0,8 = 200 \text{ kg/m}^2$

## 7.2. Perhitungan Luas Equivalen untuk Plat Lantai



Luas equivalent segitiga :  $\frac{1}{3} \cdot lx$

Luas equivalent trapezium :  $\frac{1}{6} \cdot lx \left( 3 - 4 \left( \frac{lx}{2 \cdot ly} \right)^2 \right)$

**Tabel 7.1.** Hitungan Lebar Equivalen

No	Ukuran Pelat (m <sup>2</sup> )	Ly (m)	Lx (m)	Leq (trapezium)	Leq (segitiga)
1	3,75 x 3,0	3,75	3,0	1,18	1,0
2	4,0 x 3,0	3,0	3,0	1,21	1,0
3.	3,0 x 2,0	3,0	2,0	0,85	0,67

*commit to user*





### 7.3. Perhitungan Pembebanan Balok

#### 7.3.1. Perhitungan Pembebanan Balok Memanjang

Pada perhitungan pembebanan balok, diambil satu perencanaan sebagai acuan penulangan Balok memanjang, perencanaan tersebut pada balok

#### As A bentang 1 - 9

- Pembebanan balok induk A 1-2, 2-3, 9-10 dan 10-11

Beban Mati (qd):

Berat sendiri	$= 0,2 \times (0,4 - 0,12) \times 2400$	$= 134,4$	kg/m
Berat plat lantai	$= 411 \cdot (1,18)$	$= 484,98$	kg/m
Berat dinding	$= 0,15 (4 - 0,4) \times 1700$	$= 918$	kg/m
Jumlah		$= 1537,38$	kg/m
Beban hidup (ql)	$: 200 \cdot (1,18)$	$= 236$	kg/m
Beban berfaktor (qU1)			
qU1	$= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$		
	$= (1,2 \cdot 1537,38) + (1,6 \cdot 236)$		
		$= 2222,46$	kg/m

- Pembebanan balok induk A 3-5 dan 7-9

Beban mati (qd):

Berat sendiri	$= 0,2 \times (0,4-0,12) \times 2400$	$= 134,4$	kg/m
Berat plat lantai	$= 411 \cdot (1,21)$	$= 497,4$	kg/m
Berat dinding	$= 0,15 (4 - 0,4) \times 1700$	$= 918$	kg/m
Jumlah		$= 1549,8$	kg/m
Beban hidup (ql)	$: 200 \cdot (1,21)$	$= 242$	kg/m
Beban berfaktor (qU1)			
qU1	$= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$		
	$= (1,2 \cdot 1549,8) + (1,6 \cdot 242)$		
		$= 2246,96$	kg/m

*commit to user*



- Pembebanan balok induk A 5-7

Beban mati (qd):

$$\text{Berat sendiri} = 0,2 \times (0,4 - 0,12) \times 2400 = 134,4 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat plat lantai} = 411 \cdot (0,67) = 275,4 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 (4 - 0,4) \times 1700 = 918 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 1327,8 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Beban hidup (ql)} : 200 \cdot (0,67) = 134 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor (qU2)

$$qU1 = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$$

$$= (1,2 \cdot 1327,8) + (1,6 \cdot 134)$$

$$= 1807,76 \text{ kg/m}$$

- Beban titik :

$$\text{Beban titik pada kuda-kuda utama} = 8604,59 \text{ kg}$$

$$\text{Beban titik pada Jurai} = 2845,41 \text{ kg}$$

**Table 7.2.** Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Portal Memanjang

BALOK INDUK		PEMBEBANAN								BEBAN BERFAKTOR
		BEBAN MATI (kg/m <sup>2</sup> )				Jumlah (berat sendiri+berat plat lantai+berat dinding)	BEBAN HIDUP (kg/m <sup>2</sup> )			
Balok As	bentang	plat lantai			berat dinding		beban	No. Leq	jumlah	
		beban	No. Leq	jumlah						
A	1-2	411	1	484,98	918	1537,38	200	1	236	2222,46
	2-3	411	1	484,98	918	1537,38	200	1	236	2222,46
	3-4	411	2	497,4	918	1549,8	200	2	242	2246,96
	4-5	411	2	497,4	918	1549,8	200	2	242	2246,96
	5-7	411	3	275,4	918	1327,8	200	3	134	1807,76
	7-8	411	2	497,4	918	1549,8	200	2	242	2246,96
	8-9	411	2	497,4	918	1549,8	200	2	242	2246,96
	9-10	411	1	484,98	918	1537,38	200	1	236	2222,46
	10-11	411	1	484,98	918	1537,38	200	1	236	2222,46
	B	1-2	411	1+1	969,96	918	2022,36	200	1+1	472
2-3		411	1+1	969,96	918	2022,36	200	1+1	472	3182,03
3-4		411	2+2	994,8	918	2047,2	200	2+2	484	3231,04
4-5		411	2+2	994,8	918	2047,2	200	2+2	484	3231,04



	5-6	411	2+2	994,8	-	1129,2	200	2+2	484	2129,44
	6-7	411	2	497,4	-	631,8	200	2	242	1145,36
	7-8	411	2+2	994,8	918	2047,2	200	2+2	484	3231,04
	8-9	411	2+2	994,8	918	2047,2	200	2+2	484	3231,04
	9-10	411	1+1	484,98	918	2022,36	200	1+1	472	3182,03
	10-11	411	1+1	484,98	918	2022,36	200	1+1	472	3182,03
C	1-2	411	1+1	969,96	918	2022,36	200	1+1	472	3182,03
	2-3	411	1+1	969,96	918	2022,36	200	1+1	472	3182,03
	3-4	411	2+2	994,8	918	2047,2	200	2+2	484	3231,04
	4-5	411	2+2	994,8	918	2047,2	200	2+2	484	3231,04
	5-6	411	2+2	994,8	-	1129,2	200	2+2	484	2129,44
	6-7	411	2+2	994,8	-	1129,2	200	2+2	484	2129,44
	7-8	411	2+2	994,8	918	2047,2	200	2+2	484	3231,04
	8-9	411	2+2	994,8	918	2047,2	200	2+2	484	3231,04
	9-10	411	1+1	484,98	918	2022,36	200	1+1	472	3182,03
	10-11	411	1+1	484,98	918	2022,36	200	1+1	472	3182,03
D	1-2	411	1	484,98	918	1537,38	200	1	236	2222,46
	2-3	411	1	484,98	918	1537,38	200	1	236	2222,46
	3-4	411	2	497,4	918	1549,8	200	2	242	2246,96
	4-5	411	2	497,4	918	1549,8	200	2	242	2246,96
	5-6	411	3	275,4	918	1327,8	200	3	134	1807,76
	6-7	411	2	497,4	918	1549,8	200	2	242	2246,96
	7-8	411	2	497,4	918	1549,8	200	2	242	2246,96
	8-9	411	2	497,4	918	1549,8	200	2	242	2222,46
	9-10	411	1	484,98	918	1537,38	200	1	236	2222,46
	10-11	411	1	484,98	918	1537,38	200	1	236	2222,46

Berat sendiri balok =  $0,2 \times (0,4 - 0,12) \times 2400 = 134,4 \text{ kg/m}$

No	1	2	3
$L_{eq}$ segitiga	1,00	1,00	0,67
$L_{eq}$ trapesium	1,18	1,21	0,85

*commit to user*



### 7.3.2. Perhitungan Pembebanan Balok Melintang

Pada perhitungan pembebanan balok, diambil satu perencanaan sebagai acuan penulangan Balok melintang. Perencanaan tersebut pada balok

#### As 1 Bentang A-E

- Pembebanan balok induk 1 (A-B)

Beban Mati (qd):

$$\text{Berat sendiri} = 0,25 \times (0,5 - 0,12) \times 2400 = 228 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat plat lantai} = 411 \times 1,00 = 411 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 (4 - 0,5) \times 1700 = 892,5 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 1531,5 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Beban hidup (ql)} = 200 \cdot 1,00 = 200 \quad \text{kg/m}$$

- Pembebanan balok induk 1 (B-C)

Beban Mati (qd):

$$\text{Berat sendiri} = 0,25 \times (0,5 - 0,12) \times 2400 = 228 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat plat lantai} = 411 \times 1,00 = 411 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 (4 - 0,5) \times 1700 = 892,5 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 1531,5 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Beban hidup (ql)} = 200 \cdot 1,00 = 200 \quad \text{kg/m}$$

- Pembebanan balok induk 1 (C-D)

Beban Mati (qd):

$$\text{Berat sendiri} = 0,25 \times (0,5 - 0,12) \times 2400 = 228 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat plat lantai} = 411 \times 1,00 = 411 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 (4 - 0,5) \times 1700 = 892,5 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Jumlah} = 1531,5 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Beban hidup (ql)} = 200 \cdot 1,00 = 200 \quad \text{kg/m}$$

*commit to user*



➤ Beban titik :

Beban titik pada setengah kuda-kuda = 2594,78 kg

Beban titik pada Jurai = 2845,41 kg

**Table 7.3.** Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Portal Melintang

BALOK INDUK		PEMBEBANAN							BEBAN BERFAKTOR	
		BEBAN MATI (kg/m)			Jumlah (berat sendiri+berat plat lantai+berat dinding)	BEBAN HIDUP (kg/m)				
Balok As	bentang	plat lantai				berat dinding	beban	No. Leq	jumlah	
		beban	No. Leq	jumlah						
1	A-B	411	1	411	892,5	1531,5	200	1	200	2157,8
	B-C	411	1	411	892,5	1531,5	200	1	200	2157,8
	C-D	411	1	411	892,5	1531,5	200	1	200	2157,8
2	A-B	411	1+1	822	-	1050	200	1+1	400	1900
	B-C	411	1+1	822	-	1050	200	1+1	400	1900
	C-D	411	1+1	822	-	1050	200	1+1	400	1900
3	A-B	411	1+2	822	892,5	1942,5	200	1+2	400	2971
	B-C	411	1+2	822	892,5	1942,5	200	1+2	400	2971
	C-D	411	1+2	822	892,5	1942,5	200	1+2	400	2971
4	A-B	411	2+2	822	-	1050	200	2+2	400	1900
	B-C	411	2+2	822	-	1050	200	2+2	400	1900
	C-D	411	2+2	822	-	1050	200	2+2	400	1900
5	A-B	411	3+1	761	892,5	1880,5	200	3+1	370	2905,6
	B-C	411	2+2	822	892,5	1942,5	200	2+2	400	2971
	C-D	411	3+1	761	892,5	1880,5	200	3+1	370	2905,6
6	A-B	411	3	349,4	0	577,4	200	3	170	964,88
	B-C	411	2+2	822	0	1050	200	2+2	400	1900
	C-D	411	3+1	761	0	989	200	3+1	370	1778,8
7	A-B	411	2	411	892,5	1531,5	200	2	200	2971
	B-C	411	2+2	411	892,5	1942,5	200	2+2	400	2971
	C-D	411	2+2	411	892,5	1942,5	200	2+2	400	2971



8	A-B	411	2+2	822	-	1050	200	2+2	400	1900
	B-C	411	2+2	822	-	1050	200	2+2	400	1900
	C-D	411	2+2	822	-	1050	200	2+2	400	1900
9	A-B	411	1+2	822	892,5	1942,5	200	1+2	400	2971
	B-C	411	1+2	822	892,5	1942,5	200	1+2	400	2971
	C-D	411	1+2	822	892,5	1942,5	200	1+2	400	2971
10	A-B	411	1+1	822	-	1050	200	1+1	400	1900
	B-C	411	1+1	822	-	1050	200	1+1	400	1900
	C-D	411	1+1	822	-	1050	200	1+1	400	1900
11	A-B	411	1	411	892,5	1531,5	200	1	200	2157,8
	B-C	411	1	411	892,5	1531,5	200	1	200	2157,8
	C-D	411	1	411	892,5	1531,5	200	1	200	2157,8

No	1	2	3	4
$L_{eq}$ segitiga	0,83	0,83	1,00	1,00
$L_{eq}$ trapesium	1,06	0,96	1,32	1,18

$$\text{Berat sendiri balok} = 0,25 \times (0,5 - 0,12) \times 2400 = 228 \text{ kg/m}$$

### 7.3.3 Perhitungan Pembebanan Rink Balk

Beban rink balk

Beban Mati ( $q_D$ )

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri balok} &= 0,2 \cdot 0,25 \cdot 2400 \\ &= 120 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban berfaktor ( $q_U$ )

$$\begin{aligned} &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\ &= 1,2 \cdot 120 + 1,6 \cdot 0 \\ &= 144 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

*commit to user*



### 7.3.4 Perhitungan Pembebanan Sloof Memanjang

Pada perhitungan pembebanan balok induk, diambil salah satu perencanaan sebagai acuan penulangan sloof memanjang. Perencanaan tersebut pada balok induk As B(6 – 7)

#### 1. Pembebanan balok element As B(6 - 7)

- Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,2 \cdot 0,3 \cdot 2400 = 144 \text{ kg/m}$$

$$qD = 144 \text{ kg/m}$$

- Beban hidup (qL)

$$qL = 200 \text{ kg/m}$$

- Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= (1,2 \cdot 144) + (1,6 \cdot 200) \\ &= 321,578 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

#### 2. Pembebanan balok element As B (7 - 8)

- Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,2 \cdot 0,3 \cdot 2400 = 144 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 \times (4 - 0,3) \cdot 1700 = \underline{943,5 \text{ kg/m}}$$

$$qD = 1087,5 \text{ kg/m}$$

- Beban hidup (qL)

$$qL = 200 \text{ kg/m}$$

- Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= (1,2 \cdot 1087,5) + (1,6 \cdot 200) \\ &= 1625 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

*commit to user*



Tabel 7.4. Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Sloof Memanjang

Balok sloof		Pembebanan				
Sloof	Bentang	qD		Jumlah	qL	qU
		Berat dinding	Berat sendiri balok			
A	1-2	943.5	144	1087.5	200	1625
	2-3	943.5	144	1087.5	200	1625
	3-4	943.5	144	1087.5	200	1625
	4-5	943.5	144	1087.5	200	1625
	5-6	943.5	144	1087.5	200	1625
	6-7	943.5	144	1087.5	200	1625
	7-8	943.5	144	1087.5	200	1625
	8-9	943.5	144	1087.5	200	1625
	9-10	943.5	144	1087.5	200	1625
	10-11	943.5	144	1087.5	200	1625
B	1-2	943.5	144	1087.5	200	1625
	2-3	943.5	144	1087.5	200	1625
	3-4	943.5	144	1087.5	200	1625
	4-5	943.5	144	1087.5	200	1625
	5-6	0	144	144	200	492.8
	6-7	0	144	144	200	492.8
	7-8	943.5	144	1087.5	200	1625
	8-9	943.5	144	1087.5	200	1625
	9-10	943.5	144	1087.5	200	1625
	10-11	943.5	144	1087.5	200	1625
C	1-2	943.5	144	1087.5	200	1625
	2-3	943.5	144	1087.5	200	1625
	3-4	943.5	144	1087.5	200	1625
	4-5	943.5	144	1087.5	200	1625
	5-6	0	144	144	200	492.8
	6-7	0	144	144	200	492.8
	7-8	943.5	144	1087.5	200	1625
	8-9	943.5	144	1087.5	200	1625
	9-10	943.5	144	1087.5	200	1625
	10-11	943.5	144	1087.5	200	1625
	1-2	943.5	144	1087.5	200	1625
	2-3	943.5	144	1087.5	200	1625
	3-4	943.5	144	1087.5	200	1625
	4-5	943.5	144	1087.5	200	1625





D	5-6	943.5	144	1087.5	200	1625
	6-7	943.5	144	1087.5	200	1625
	7-8	943.5	144	1087.5	200	1625
	8-9	943.5	144	1087.5	200	1625
	9-10	943.5	144	1087.5	200	1625
	10-11	943.5	144	1087.5	200	1625

### 7.3.5 Perhitungan Pembebanan Sloof Melintang

Pada perhitungan pembebanan balok induk, diambil salah satu perencanaan sebagai acuan penulangan portal memanjang. Perencanaan tersebut pada balok induk As A (1 – 4).

#### 1. Pembebanan balok element As 1 (A – D)

➤ Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,2 \cdot 0,3 \cdot 2400 = 144 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 \times (4 - 0,3) \cdot 1700 = 943,5 \text{ kg/m}$$

$$qD = 1087,5 \text{ kg/m}$$

➤ Beban hidup (qL)

$$qL = 200 \text{ kg/m}$$

➤ Beban berfaktor (qU)

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

$$= (1,2 \cdot 1087,5) + (1,6 \cdot 200)$$

$$= 1644,8 \text{ kg/m}$$

**Tabel 7.5.** Rekapitulasi Hitungan Pembebanan Sloof Melintang

Balok sloof		Pembebanan				
Sloof	Bentang	qD		Jumlah	qL	qU
		Berat dinding	Berat sendiri balok			
1	A-B	943.5	144	1087.5	200	1625
	B-C	943.5	144	1087.5	200	1625
	C-D	943.5	144	1087.5	200	1625



2	A-B	0	144	144	200	492.8
	B-C	0	144	144	200	492.8
	C-D	0	144	144	200	492.8
3	A-B	943.5	144	1087.5	200	1625
	B-C	943.5	144	1087.5	200	1625
	C-D	943.5	144	1087.5	200	1625
4	A-B	0	144	144	200	492.8
	B-C	0	144	144	200	492.8
	C-D	0	144	144	200	492.8
5	A-B	943.5	144	1087.5	200	1625
	B-C	943.5	144	1087.5	200	1625
	C-D	943.5	144	1087.5	200	1625
6	A-B	0	144	144	200	492.8
	B-C	0	144	144	200	492.8
	C-D	0	144	144	200	492.8
7	A-B	943.5	144	1087.5	200	1625
	B-C	943.5	144	1087.5	200	1625
	C-D	943.5	144	1087.5	200	1625
8	A-B	0	144	144	200	492.8
	B-C	0	144	144	200	492.8
	C-D	0	144	144	200	492.8
9	A-B	943.5	144	1087.5	200	1625
	B-C	943.5	144	1087.5	200	1625
	C-D	943.5	144	1087.5	200	1625
10	A-B	0	144	144	200	492.8
	B-C	0	144	144	200	492.8
	C-D	0	144	144	200	492.8
11	A-B	943.5	144	1087.5	200	1625
	B-C	943.5	144	1087.5	200	1625
	C-D	943.5	144	1087.5	200	1625

*commit to user*



## 7.4. Penulangan Ring Balk

### 7.4.1. Perhitungan Tulangan Lentur Ring Balk

Data perencanaan :

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

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

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

$$f_y = 340 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$\phi_t = 12 \text{ mm}$$

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

$$\begin{aligned} d &= h - p - \phi_s - \frac{1}{2} \phi_t \\ &= 250 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 12 \\ &= 196 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y} \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{340} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 340} \right) \\ &= 0,041 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,041 \\ &= 0,0308 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{340} = 0,0041$$

### Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 255**.

$$M_u = 539,72 \text{ kgm} = 5,3972 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{5,3972 \times 10^6}{0,8} = 6,75 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{6,75 \times 10^6}{200 \times 196^2} = 0,87 \text{ *commit to user*}$$



$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{340}{0,85 \times 30} = 13,33$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{13,33} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,33 \times 0,87}{340}} \right) \\ &= 0,0026 \end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{\min}$$

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

Digunakan  $\rho_{\min} = 0,0041$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0041 \times 200 \times 196 \\ &= 160,72 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 12

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 12^2} = \frac{160,72}{113,04} \\ &= 1,42 \approx 2 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

$$\text{As}' = 2 \times 113,04 = 226,03 \text{ mm}^2$$

$\text{As}' > \text{As} \dots \dots \dots$  aman Ok !

Dipakai tulangan **2 D 12 mm**

**Jadi dipakai tulangan 2 D 12 mm**

### Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 255**.

$$M_u = 456,15 \text{ kgm} = 4,5615 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,5615 \times 10^6}{0,8} = 5,7 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{5,7 \times 10^6}{200 \times 196^2} = 0,75$$

*commit to user*



$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{340}{0,85 \times 30} = 13,33$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{13,33} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,33 \times 0,75}{340}} \right) \\ &= 0,0023 \end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{\min}$$

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

Digunakan  $\rho_{\min} = 0,0041$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0041 \times 200 \times 196 \\ &= 160,72 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 12

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 12^2} = \frac{160,72}{113,04} \\ &= 1,42 \approx 2 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

$$\text{As}' = 2 \times 113,04 = 226,03 \text{ mm}^2$$

$\text{As}' > \text{As} \dots \dots \dots$  aman Ok !

Dipakai tulangan **2 D 12 mm**

**Jadi dipakai tulangan 2 D 12 mm**

#### 7.4.2. Perhitungan Tulangan Geser Ring Balk

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 255:**

$$V_u = 445,93 \text{ kg} = 4459,3 \text{ N}$$

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 340 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} d &= h - p - \frac{1}{2} \emptyset \\ &= 250 - 40 - \frac{1}{2} (8) \\ &= 206 \text{ mm} \end{aligned}$$

*commit to user*



$$\begin{aligned}
 V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\
 &= 1/6 \cdot \sqrt{30} \cdot 200 \cdot 206 \\
 &= 37610,28 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\phi V_c = 0,75 \cdot 37610,28 = 28207,71 \text{ N}$$

$$3 \phi V_c = 3 \cdot 28207,71 = 84623,13 \text{ N}$$

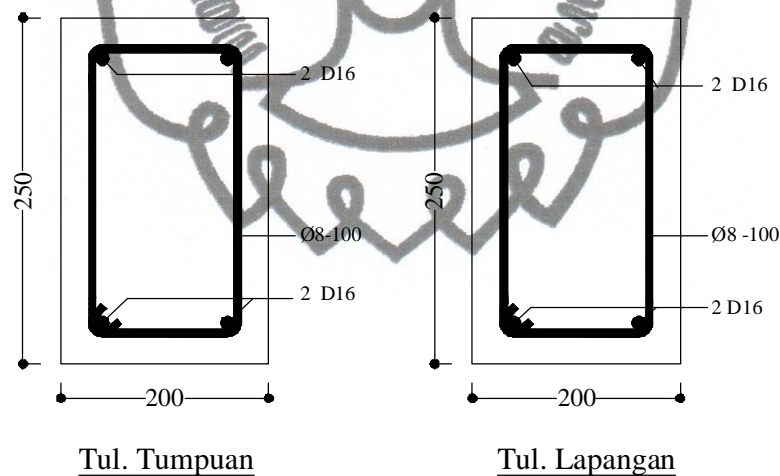
Syarat tulangan geser :  $V_u < \phi V_c < 3\phi V_c$

$$: 4459,3 < 28207,71 \text{ N} < 84623,13 \text{ N}$$

Jadi tidak diperlukan tulangan geser

$$S_{\max} = d/2 = \frac{206}{2} = 103 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan  $\phi 8 - 100 \text{ mm}$



*commit to user*



## 7.5 Penulangan Balok Portal

### 7.5.1 Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal Memanjang

Data perencanaan :

$$h = 400 \text{ mm}$$

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

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

$$f_y = 340 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

$$\phi_t = 19 \text{ mm}$$

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

$$d = h - p - \phi_s - \frac{1}{2}\phi_t$$

$$= 400 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 19$$

$$= 342,5 \text{ mm}$$

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

$$= \frac{0,85 \cdot 30}{340} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 340} \right)$$

$$= 0,041$$

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

$$= 0,75 \cdot 0,041$$

$$= 0,03075$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{340} = 0,0041$$

### Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 173**

$$M_u = 4489,59 \text{ kgm} = 4,48959 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,48959 \times 10^7}{0,8} = 5,61 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{5,61 \times 10^7}{200 \times 342,5^2} = 2,39$$

*commit to user*



$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{340}{0,85 \times 30} = 13,33$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{13,33} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,33 \times 2,39}{340}} \right) \\ &= 0,0074 \end{aligned}$$

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

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

Digunakan  $\rho = 0,0074$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0074 \times 200 \times 342,5 \\ &= 506,9 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 19

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 19^2} = \frac{506,9}{283,385} \\ &= 1,78 \approx 2 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

$$A_s' = 2 \times 283,385 = 566,77 \text{ mm}^2$$

$A_s' > A_s$ .....aman Ok !

Dipakai tulangan **2 D 19 mm**

**Jadi dipakai tulangan 2 D 19 mm**

### Daerah Lapangan

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 173**.

$$M_u = 3951,11 \text{ kgm} = 3,95111 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,95111 \times 10^7}{0,8} = 4,94 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{4,94 \times 10^7}{200 \times 342,5^2} = 2,11$$

*commit to user*





$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{340}{0,85 \times 30} = 13,33$$

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

$$= \frac{1}{13,33} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,33 \times 2,11}{340}} \right)$$

$$= 0,0065$$

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

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

$$\text{Digunakan } \rho = 0,0065$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0065 \times 200 \times 342,5$$

$$= 445,25 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan tulangan D 19}$$

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19^2} = \frac{445,25}{283,385}$$

$$= 1,57 \approx 2 \text{ tulangan}$$

$$A_s \text{ ada} = 2 \times 283,385 = 566,77 \text{ mm}^2$$

$$A_s' > A_s \dots \dots \dots \text{aman Ok !}$$

Dipakai tulangan **2 D 19 mm**

**Jadi dipakai tulangan 2 D 19 mm**

### 7.5.2. Perhitungan Tulangan Geser Portal Memanjang

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 173:**

$$V_u = 6596,7 \text{ kg} = 65967 \text{ N}$$

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 340 \text{ Mpa}$$

*commit to user*



$$\begin{aligned} d &= h - p - \frac{1}{2} \emptyset \\ &= 400 - 40 - \frac{1}{2} (8) \\ &= 356 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{30} \cdot 200 \cdot 356 \\ &= 64996,41 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\phi V_c = 0,75 \cdot 64996,41 = 48747,31 \text{ N}$$

$$3 \phi V_c = 3 \cdot 48747,31 = 146241,93 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat tulangan geser : } \emptyset V_c < V_u < 3\emptyset V_c \\ : 48747,31 \text{ N} < 65967 \text{ N} < 146241,93 \text{ N} \end{aligned}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\begin{aligned} \emptyset V_s &= V_u - \emptyset V_c \\ &= 65967 - 48747,31 \\ &= 17219,69 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,75} = \frac{17219,69}{0,75} = 22959,59 \text{ N}$$

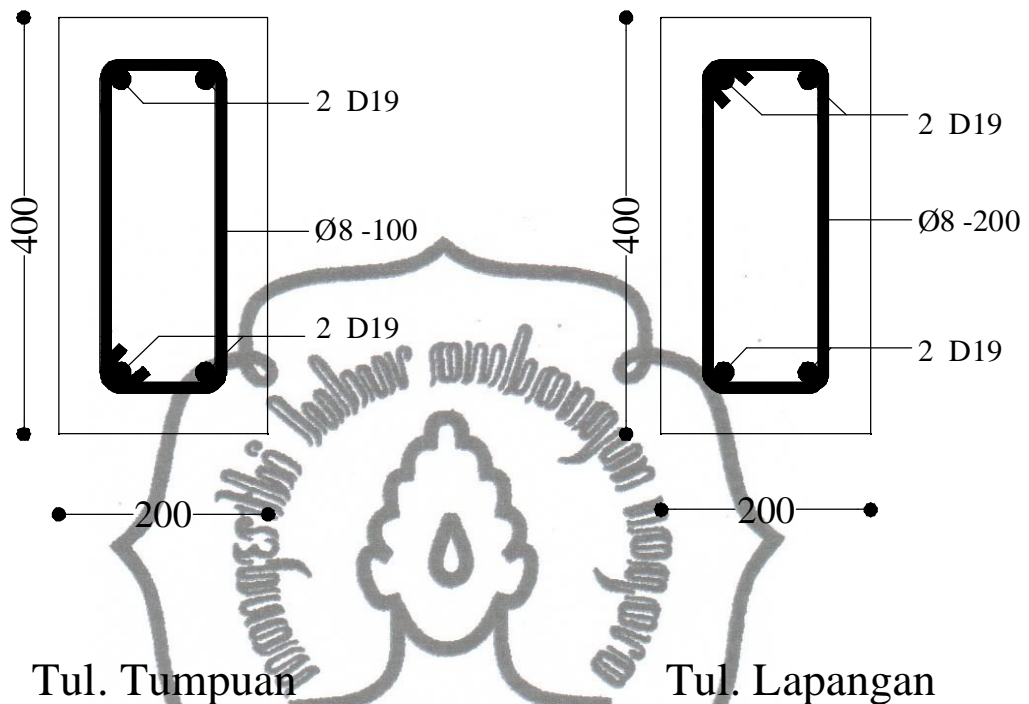
$$\begin{aligned} A_v &= 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (8)^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 = 100,48 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{100,48 \cdot 340 \cdot 356}{22959,59} = 529,72 \text{ mm}$$

$$S_{\text{max}} = d/2 = \frac{356}{2} = 178 \text{ mm}$$

**Jadi dipakai sengkang dengan tulangan  $\emptyset 8 - 100 \text{ mm}$**

### Potongan balok portal memanjang



### 7.5.3 Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal Melintang

Data perencanaan :

$$h = 500 \text{ mm}$$

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

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

$$f_y = 340 \text{ Mpa}$$

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

$$\phi_t = 19 \text{ mm}$$

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

$$\begin{aligned} d &= h - p - \phi_s - \frac{1}{2} \phi_t \\ &= 500 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 19 \\ &= 442,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

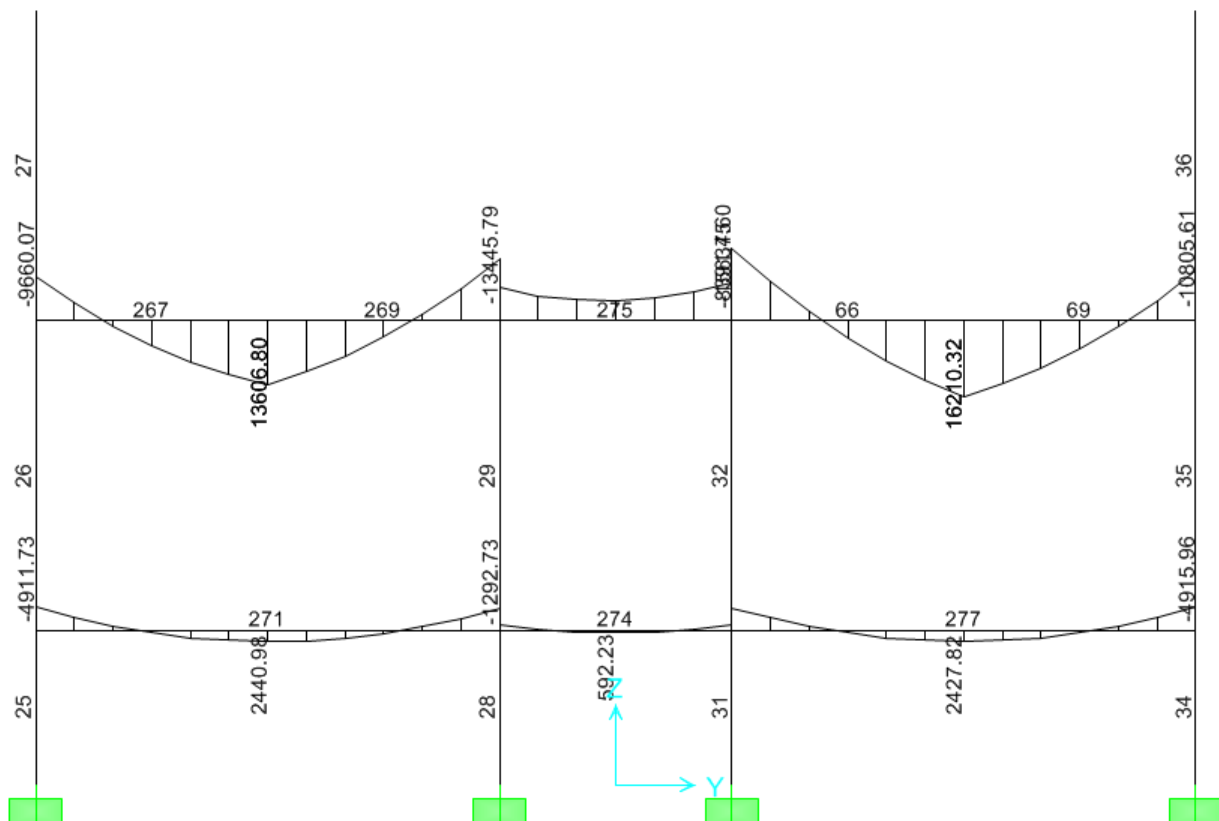
*commit to user*



$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y} \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{340} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 340} \right) \\ &= 0,041\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,041 \\ &= 0,03075\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{340} = 0,0041$$



Gambar. Portal melintang as 3

*commit to user*



### Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 66**.

$$M_u = 16210,32 \text{ kgm} = 16,21032 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{16,21032 \times 10^7}{0,8} = 20,263 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{20,263 \times 10^7}{250 \times 425,5^2} = 4,47$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{340}{0,85 \times 30} = 13,33$$

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

$$= \frac{1}{13,33} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,33 \times 4,47}{340}} \right)$$

$$= 0,014$$

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

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

$$\text{Digunakan } \rho = 0,014$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,014 \times 250 \times 425,5$$

$$= 1548,75 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 19

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 19^2} = \frac{1548,75}{283,385}$$

$$= 5,47 \approx 6 \text{ tulangan}$$

$$A_s = 6 \times 283,385 = 1700,31 \text{ mm}^2$$

$$A_s' > A_s \dots \dots \dots \text{aman Ok !}$$

Dipakai tulangan **6 D 19 mm**

**Jadi dipakai tulangan 6 D 19 mm**

*commit to user*



### Daerah Lapangan

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 66**.

$$M_u = 15634,6 = 15,6346 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{15,6346 \times 10^7}{0,8} = 19,55 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{19,55 \times 10^7}{250 \times 425,5^2} = 4,32$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{340}{0,85 \times 30} = 13,33$$

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

$$= \frac{1}{13,33} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,33 \times 4,32}{340}} \right)$$

$$= 0,014$$

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

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

$$\text{Digunakan } \rho_{\text{perlu}} = 0,014$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,014 \times 250 \times 425,5$$

$$= 1548,75 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 19

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 19^2} = \frac{1438,125}{283,385}$$

$$= 5,07 \approx 6 \text{ tulangan}$$

$$A_s \text{ ada} = 6 \times 283,385 = 1700,31 \text{ mm}^2$$

$$A_s' > A_s \dots \dots \dots \text{aman Ok !}$$

Dipakai tulangan **6 D 19 mm**

$$a = \frac{A_s' \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} = \frac{1700,31 \cdot 340}{0,85 \cdot 30 \cdot 250} = 90,68$$

*commit to user*



$$\begin{aligned} \text{Cek jarak} &= \frac{b - 2p - 2\phi_s - \phi_t}{(n - 1)} \\ &= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 8 - 6.19}{(6 - 1)} \\ &= 8 \text{ mm} \end{aligned}$$

Karena cek jarak menghasilkan  $< 25$  mm, sehingga menggunakan tulangan dua lapis, dan dipakai  $d'$  baru.

$$\begin{aligned} D1 &= h - p - \phi_s - \phi_t - \frac{1}{2} \cdot \text{spasi tulangan} - \frac{1}{2} \cdot \phi_t \\ &= 500 - 40 - 8 - 19 - \frac{1}{2} \cdot 30 - 9,5 \\ &= 408,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d' \text{ baru} &= \frac{3 \cdot A \cdot d1 + 4 \cdot A \cdot d2}{7 \cdot A} \\ &= \frac{3 \cdot 283,529 \cdot 408,5 + 3 \cdot 283,529 \cdot 442,5}{6 \cdot 283,529} \\ &= 425,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= A_s' \cdot f_y \cdot (d' \text{ baru} - a/2) \\ &= 1700,31 \cdot 340 \cdot (425,5 - 90,68/2) \\ &= 21,98 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

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

#### 7.5.4 Perhitungan Tulangan Geser Balok Portal Melintang

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 66**:

$$\begin{aligned} V_u &= 15071,48 \text{ kg} = 150714,8 \text{ N} \\ f'c &= 30 \text{ Mpa} \\ f_y &= 340 \text{ Mpa} \\ d &= h - p - \frac{1}{2} \phi \\ &= 500 - 40 - \frac{1}{2} (8) \\ &= 456 \text{ mm} \end{aligned}$$

*commit to user*

$$\begin{aligned}
 V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\
 &= 1/6 \cdot \sqrt{30} \cdot 250 \cdot 456 \\
 &= 104067,29 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\phi V_c = 0,75 \cdot 104067,29 = 78050,47 \text{ N}$$

$$3 \phi V_c = 3 \cdot 78050,47 = 234151,41 \text{ N}$$

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

$$: 78050,47 \text{ N} < 150714,8 \text{ N} < 234151,41 \text{ N}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\begin{aligned}
 \phi V_s &= V_u - \phi V_c \\
 &= 150714,8 - 78050,47 \\
 &= 72664,33 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,75} = \frac{72664,33}{0,75} = 96885,78 \text{ N}$$

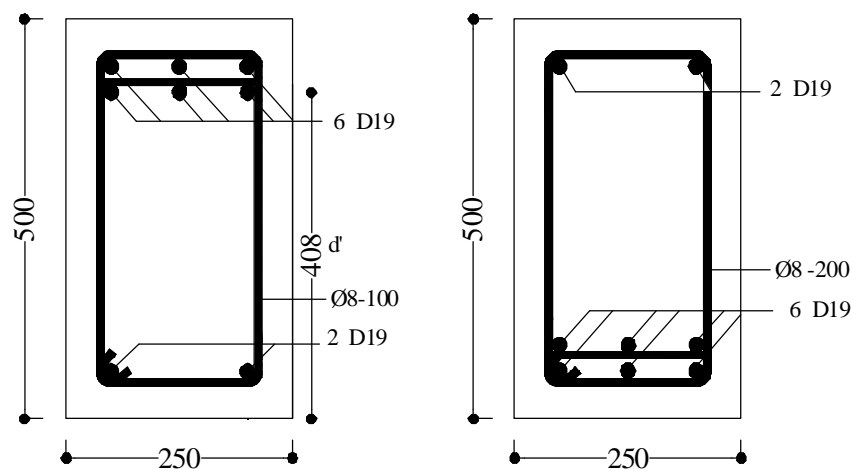
$$\begin{aligned}
 A_v &= 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (8)^2 \\
 &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 = 100,48 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{100,48 \cdot 340 \cdot 456}{72664,33} = 214,39 \text{ mm}$$

$$S_{\text{max}} = d/2 = \frac{456}{2} = 228 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan  $\phi 8 - 100 \text{ mm}$

Potongan portal melintang



Tul. Tumpuan

Tul. Lapangan





## 7.6 Penulangan Kolom

### 7.6.1. Perhitungan Tulangan Lentur Kolom

Data perencanaan :

$$b = 400 \text{ mm} \qquad \qquad \qquad \varnothing \text{ tulangan} = 16 \text{ mm}$$

$$h = 400 \text{ mm} \qquad \qquad \qquad \varnothing \text{ sengkang} = 8 \text{ mm}$$

$$f'c = 30 \text{ MPa} \qquad \qquad \qquad s \text{ (tebal selimut)} = 40 \text{ mm}$$

$$f_y = 340 \text{ MPa}$$

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh gaya terbesar pada **batang nomor 23**,

$$P_u = 35922,34 \text{ kg} = 359223,4 \text{ N}$$

$$M_u = 7771,44 \text{ kgm} = 7,77144 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$d = h - s - \varnothing \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \varnothing \text{ tulangan}$$

$$= 400 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 16$$

$$= 344 \text{ mm}$$

$$d' = h - d$$

$$= 400 - 344$$

$$= 56 \text{ mm}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{7,77144 \times 10^7}{359223,4} = 216,34 \text{ mm}$$

$$e_{\min} = 0,1 \cdot h = 0,1 \cdot 400 = 40 \text{ mm}$$

$$c_b = \frac{600}{600 + f_y} \cdot d = \frac{600}{600 + 340} \cdot 344 = 219,58$$

$$a_b = \beta_1 \times c_b$$

$$= 0,85 \times 219,58$$

$$= 186,64$$

$$P_{n_b} = 0,85 \cdot f'c \cdot a_b \cdot b$$

$$= 0,85 \cdot 30 \cdot 186,64 \cdot 400$$

$$= 1903728 \text{ N}$$

*commit to user*



$$P_{n_{\text{perlu}}} = \frac{P_u}{\phi} ; 0,1 \cdot f'c \cdot A_g = 0,1 \cdot 30 \cdot 400 \cdot 400 = 4,8 \cdot 10^5 \text{ N}$$

→ karena  $P_u = 359223,4 \text{ N} < 0,1 \cdot f'c \cdot A_g$ ,

maka  $\phi = 0,65$

$$P_{n_{\text{perlu}}} = \frac{P_u}{\phi} = \frac{359223,4}{0,65} = 552651,39 \text{ N}$$

$P_{n_{\text{perlu}}} < P_{n_b}$  → analisis keruntuhan tarik

$$a = \frac{P_n}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{552651,39}{0,85 \cdot 30 \cdot 400} = 54,182$$

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

Luasan memanjang minimum

$$\frac{P_{n_{\text{perlu}}} \left( \frac{h}{2} - e - \frac{a}{2} \right)}{f_y (d - d')} = \frac{552651,39 \cdot \left( \frac{400}{2} - 40 - \frac{54,182}{2} \right)}{340(344 - 56)} = 750,13 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_t} = 1 \% A_g = 0,01 \cdot 400 \cdot 400 = 1600 \text{ mm}^2$$

Sehingga,  $A_s = A_{s_t}$

$$A_s = \frac{A_{s_t}}{2} = \frac{1600}{2} = 800 \text{ mm}^2$$

Menghitung jumlah tulangan

$$n = \frac{800}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (16)^2} = 3,98 \approx 4 \text{ tulangan}$$

$$\begin{aligned} A_{s \text{ ada}} &= 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 803,84 \text{ mm}^2 > 800 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$A_{s \text{ ada}} > A_{s \text{ perlu}}$ ..... Ok!

Dipakai tulangan **4 D 16 mm**

**Jadi dipakai tulangan D 16 m**



### 7.6.2. Perhitungan Tulangan Geser Kolom

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh gaya terbesar pada **batang nomor 23**

$$V_u = 2630,34 \text{ kg} = 2,63034 \times 10^4 \text{ N}$$

$$P_u = 35922,34 \text{ kg} = 359223,4 \text{ N}$$

$$V_c = \left( 1 + \frac{P_u}{14 \cdot A_g} \right) \sqrt{\frac{f'_c}{6}} \cdot b \cdot d$$

$$= \left( 1 + \frac{35,92234 \times 10^4}{14 \times 400 \times 400} \right) \sqrt{\frac{30}{6}} \times 400 \times 344 = 35,703 \times 10^4 \text{ N}$$

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

$$= 0,75 \times 35,7031 \times 10^4 = 26,78 \times 10^4 \text{ N}$$

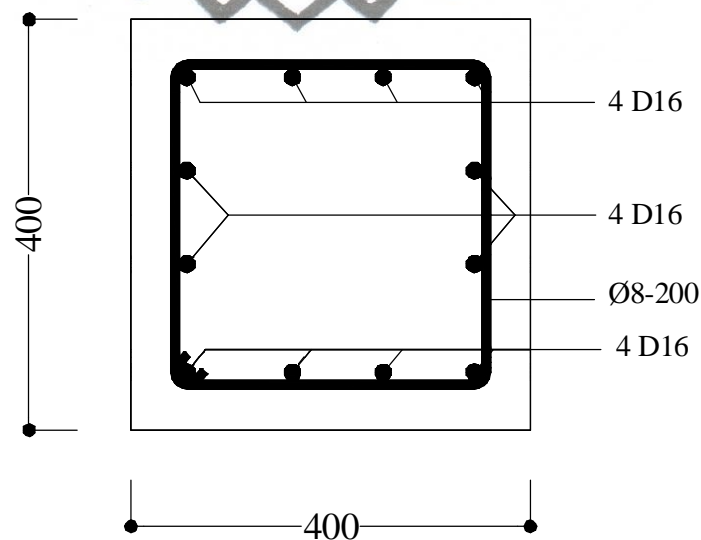
$$0,5 \phi V_c = 13,39 \times 10^4 \text{ N}$$

$V_u < 0,5 \phi V_c \Rightarrow$  tanpa diperlukan tulangan geser.

$$2,63034 \times 10^4 \text{ N} < 13,39 \times 10^4$$

Dipakai sengkang praktis untuk penghubung tulangan memanjang :  $\phi 8 - 200 \text{ mm}$

### Penulangan Kolom



*commit to user*



## 7.7 Penulangan Sloof

### 7.7.1 Penulangan Sloof Memanjang 20/30

#### a. Perhitungan Tulangan Lentur

Untuk perhitungan tulangan lentur sloof diambil pada bentang dengan moment terbesar dari perhitungan SAP 2000.

Data perencanaan :

$$\begin{aligned}
 h &= 300 \text{ mm} & \emptyset_t &= 16 \text{ mm} \\
 b &= 200 \text{ mm} & \emptyset_s &= 8 \text{ mm} \\
 p &= 40 \text{ mm} & d &= h - p - 1/2 \emptyset_t - \emptyset_s \\
 f_y &= 340 \text{ Mpa} & &= 300 - 40 - 1/2 \cdot 16 - 8 \\
 f'_c &= 30 \text{ MPa} & &= 244 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y} \\
 &= \frac{0,85 \cdot 30}{340} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 340} \right) \\
 &= 0,041
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\
 &= 0,75 \cdot 0,041 \\
 &= 0,03075
 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{340} = 0,0041$$

#### Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 202 diperoleh :

$$M_u = 2215,14 \text{ kgm} = 2,21514 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,21514 \cdot 10^7}{0,8} = 2,77 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,77 \cdot 10^7}{200 \cdot 244^2} = 2,33$$



$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{340}{0,85 \cdot 30} = 13,33$$

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

$$= \frac{1}{13,33} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,33 \cdot 2,33}{340}} \right)$$

$$= 0,0072$$

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

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

Digunakan  $\rho = 0,0072$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0072 \cdot 200 \cdot 244$$

$$= 351,36 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 16

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{351,36}{200,96} = 1,74 \approx 2 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 2 \times 200,96 = 401,92$$

$A_s' > A_s \dots \dots \dots$  aman Ok !

**Jadi dipakai tulangan 2 D 16 mm**

**Daerah Lapangan**

Dari Perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 202 diperoleh :

$$M_u = 2076,5 \text{ kgm} = 2,0765 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,0765 \cdot 10^7}{0,8} = 2,596 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,596 \cdot 10^7}{200 \cdot 244^2} = 2,18$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{340}{0,85 \cdot 30} = 13,33$$

*commit to user*



$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{13,33} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,33 \cdot 2,18}{340}} \right) \\ &= 0,0067\end{aligned}$$

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

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

Digunakan  $\rho = 0,00853$

$$\begin{aligned}A_s \text{ perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0067 \cdot 200 \cdot 244 \\ &= 327,55 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 16

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{327,55}{200,96} = 1,63 \approx 2 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 2 \times 200,96 = 401,92$$

$A_s' > A_s \dots \dots \dots$  aman Ok !

**Jadi dipakai tulangan 2 D 16 mm**

### 7.7.2. Perhitungan Tulangan Geser Sloof

#### a. Perhitungan Tulangan Geser

Dari perhitungan **SAP 2000** pada batang no. 202 diperoleh :

$$V_u = 3284,66 \text{ kg} = 32846,6 \text{ N}$$

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 340 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned}d &= h - p - \frac{1}{2} \emptyset \\ &= 300 - 40 - \frac{1}{2} (8) \\ &= 256 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_c &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ &= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{30} \cdot 200 \cdot 256 \\ &= 46738,99 \text{ N}\end{aligned}$$

*commit to user*

$$\begin{aligned}\phi V_c &= 0,75 \cdot 46738,99 \\ &= 35054,24 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3 \phi V_c &= 3 \cdot 35054,24 \\ &= 105162,72 \text{ N}\end{aligned}$$

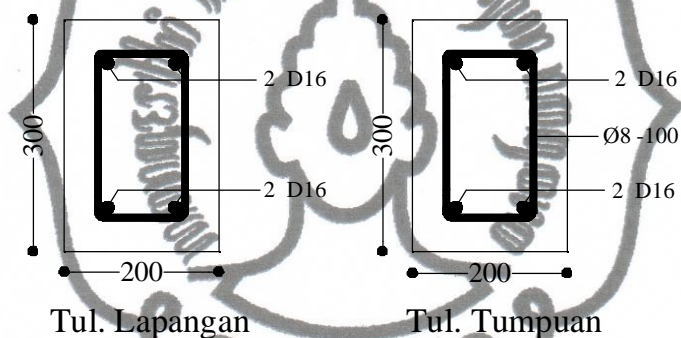
Syarat tulangan geser :  $V_u < \phi V_c < 3\phi V_c$

$$: 32846,6 \text{ N} < 35054,24 \text{ N} < 105162,72 \text{ N}$$

$$s_{\max} = d/2 = \frac{256}{2} = 128 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan  $\phi 8 - 100 \text{ mm}$

Potongan tulangan Sloof



### 7.7.3. Hitungan Tulangan Lentur Sloof Melintang

Data perencanaan :

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

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

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

$$f_y = 340 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

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

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

$$\begin{aligned}d &= h - p - \phi_s - \frac{1}{2} \cdot \phi_t \\ &= 300 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 16 \\ &= 242,5 \text{ mm}\end{aligned}$$

*commit to user*



$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{340} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 340} \right) \\ &= 0,041\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,041 \\ &= 0,03075\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{340} = 0,0041$$

### Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 271**.

$$M_u = 4911,73 \text{ kgm} = 4,91173 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,91173 \times 10^7}{0,8} = 6,14 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{6,14 \times 10^7}{200 \times 242,5^2} = 5,22$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{340}{0,85 \times 30} = 13,33$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{13,33} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,33 \times 5,22}{340}} \right) \\ &= 0,017\end{aligned}$$

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

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

$$\text{Digunakan } \rho = 0,017$$

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

$$= 0,017 \times 200 \times 242,5$$

$$= 824,5 \text{ mm}^2$$

*commit to user*





Digunakan tulangan D 16

$$n = \frac{As \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 19^2} = \frac{824,5}{283,385}$$

$$= 2,91 \approx 3 \text{ tulangan}$$

$$As \text{ ada} = 3 \times 283,385 = 850,155 \text{ mm}^2$$

$As' > As$ .....aman Ok !

Dipakai tulangan **3 D 19 mm**

Jadi dipakai tulangan **3 D 19 mm**

### Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 271**.

$$Mu = 4831,32 \text{ kgm} = 4,83132 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{4,83132 \times 10^7}{0,8} = 6,039 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{6,039 \times 10^7}{200 \times 242,5^2} = 5,14$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{340}{0,85 \times 30} = 13,33$$

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

$$= \frac{1}{13,33} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13,33 \times 5,14}{340}} \right)$$

$$= 0,017$$

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

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

Digunakan  $\rho = 0,017$

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

$$= 0,017 \times 200 \times 242,5$$

$$= 824,5 \text{ mm}^2$$

*commit to user*



Digunakan tulangan D 16

$$n = \frac{As \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 19^2} = \frac{824,5}{283,385}$$

$$= 2,91 \approx 3 \text{ tulangan}$$

$$As \text{ ada} = 3 \times 283,385 = 850,155 \text{ mm}^2$$

$As' > As$ .....aman Ok !

Dipakai tulangan **3 D 19 mm**

Jadi dipakai tulangan **3 D 19 mm**

#### 7.7.4 Perhitungan Tulangan Geser Sloof

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 199**:

$$V_u = 4888,4 \text{ kg} = 48884 \text{ N}$$

$$f'c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 340 \text{ Mpa}$$

$$d = h - p - \frac{1}{2} \emptyset$$

$$= 300 - 40 - \frac{1}{2} (8)$$

$$= 256 \text{ mm}$$

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

$$= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{30} \cdot 200 \cdot 256$$

$$= 46738,99 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,75 \cdot 46738,99$$

$$= 35054,24 \text{ N}$$

$$3 \phi V_c = 3 \cdot 35054,24$$

$$= 105162,72 \text{ N}$$

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

$$: 35054,24 < 48884 \text{ N} < 105162,72 \text{ N}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

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

$$= 48884 - 35054,24 = 13829,76 \text{ N}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,75} = \frac{13829,76}{0,75} = 18439,68 \text{ N}$$



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

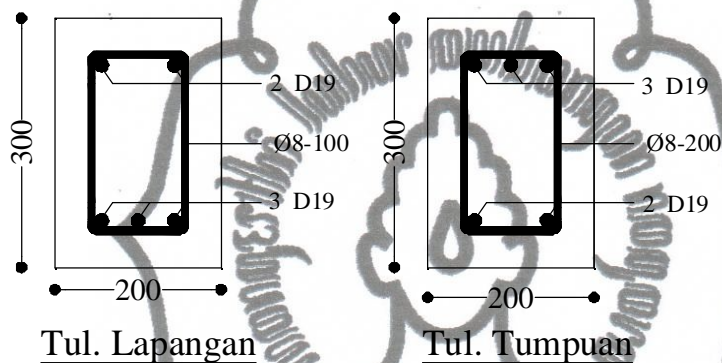
$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 = 100,48 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{100,48 \cdot 240 \cdot 244}{18439,68} = 319,1 \text{ mm}$$

$$S_{\text{max}} = d/2 = \frac{256}{2} = 128 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan  $\text{Ø} 8 - 100 \text{ mm}$

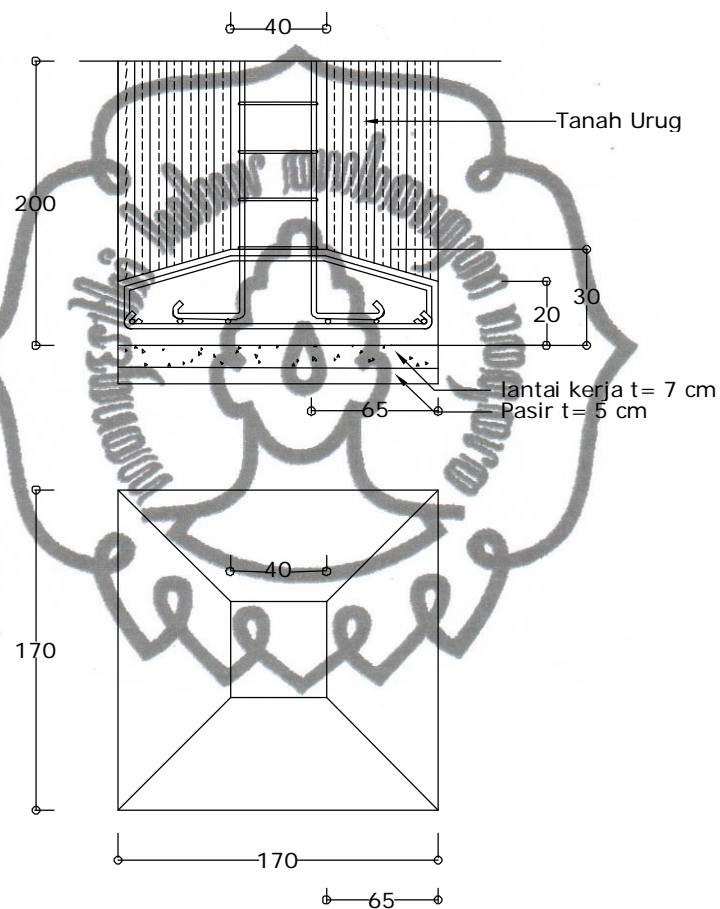
Potongan tulangan Sloof



*commit to user*

## BAB 8 PONDASI

### 8.1. Data Perencanaan



**Gambar 8.1.** Perencanaan Pondasi

Dari perhitungan **SAP 2000** pada Frame diperoleh :

- **Pu** = 46053,2 kg
- **Mu** = 127,2 kgm

*commit to user*



Dimensi Pondasi :

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

$$A = \frac{P_u}{\sigma_{\text{tanah}}} = \frac{46053,2}{50000}$$

$$= 0,92 \text{ m}^2$$

$$B = L = \sqrt{A} = \sqrt{0,92}$$

$$= 0,96 \text{ m} \sim 1 \text{ m}$$

Chek Ketebalan

$$V_u = 23453,8 \times 1,7 (0,85 - 0,2 - d)$$

$$d \geq \frac{10V_u}{\sqrt{f'c}L} = \frac{398714,6(0,65 - d)}{\sqrt{30} \times 1,7}$$

$$d \geq \frac{259164,5 - 398714,6d}{9,3}$$

$$9,3 d \geq 259164,5 - 398714,6 d$$

$$d \geq 0,65 \text{ m} = 650 \text{ mm}$$

Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 2,0 m ukuran 1,7 m × 1,7 m

- $f'c$  = 30 Mpa
- $f_y$  = 340 Mpa
- $\sigma_{\text{tanah}}$  = 5 kg/cm<sup>2</sup> = 50000 kg/m<sup>2</sup>
- $\gamma_{\text{tanah}}$  = 1,7 t/m<sup>3</sup> = 1700 kg/m<sup>3</sup>
- $\gamma_{\text{beton}}$  = 2,4 t/m<sup>3</sup>

$$d = h - p - \frac{1}{2} \text{Øtul. utama}$$

$$= 300 - 50 - 8$$

$$= 242 \text{ mm}$$

*commit to user*



## 8.2. Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi

### 8.2.1. Perhitungan kapasitas dukung pondasi

➤ Pembebanan pondasi

$$\text{Berat telapak pondasi} = 1,7 \times 1,7 \times 0,30 \times 2400 = 2080,8 \text{ kg}$$

$$\text{Berat kolom pondasi} = 0,4 \times 0,4 \times 1,7 \times 2400 = 652,8 \text{ kg}$$

$$\text{Berat tanah} = (1,7^2 \times 1,7) - (0,4^2 \times 1,7) \times 1700 = 7889,7 \text{ kg}$$

$$P_u = 56676,8 \text{ kg}$$

$$\Sigma P = 67300,1 \text{ kg}$$

$$e = \frac{\Sigma M_u}{\Sigma P} = \frac{136,39}{67300,1}$$

$$= 0,002 \text{ kg} < 1/6 \cdot B = 0,28$$

$$\sigma_{\text{yang terjadi}} = \frac{\Sigma P}{A} + \frac{M_u}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2}$$

$$= \frac{67300,1}{1,7 \times 1,7} + \frac{134,28}{\frac{1}{6} \times 1,7 \times (1,7)^2}$$

$$= 23451,22 \text{ kg/m}^2 < 25000 \text{ kg/m}^2$$

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

### 8.2.2. Perhitungan Tulangan Lentur

$$M_u = \frac{1}{2} \cdot \sigma \cdot t^2 = \frac{1}{2} \times (23451,22) \times (0,65)^2$$

$$= 4954,07 \text{ kgm} = 4,954 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{4,954 \times 10^7}{0,8} = 6,19 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{340}{0,85 \times 25} = 16$$

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

$$= \frac{0,85 \cdot 25}{340} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 340} \right) = 0,0339$$

*commit to user*



$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0339 \\ &= 0,0254\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{340} = 0,0041$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{6,19 \times 10^7}{1700 \times (242)^2} = 0,62$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 16 \times 0,62}{340}} \right)\end{aligned}$$

$$\rho = 0,0018$$

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

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

Digunakan  $\rho_{\min} = 0,0041$

$$\begin{aligned}\text{As perlu} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0041 \times 1900 \times 242 \\ &= 1885,18 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

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

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{1885,18}{200,96} = 9,38 \approx 10 \text{ buah}$$

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

Dipakai tulangan 10 D 16 - 100 mm

$$\text{As yang timbul} = 10 \times 200,96 = 2009,6 > \text{As} \dots \dots \dots \text{ok!}$$

Maka, digunakan tulangan **D 16 - 100 mm**

*commit to user*



## BAB 9

### RENCANA ANGGARAN BIAYA

#### 9.1. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah tolok ukur dalam perencanaan pembangunan, baik rumah tinggal, ruko, rukan, maupun gedung lainnya. Dengan RAB kita dapat mengukur kemampuan materi dan mengetahui jenis-jenis material dalam pembangunan, sehingga biaya yang kita keluarkan lebih terarah dan sesuai dengan yang telah direncanakan.

#### 9.2. Data Perencanaan

Secara umum data yang digunakan untuk perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) adalah sebagai berikut :

- a. Analisa pekerjaan : Daftar analisa pekerjaan proyek kabupaten Sukoharjo
- b. Harga upah & bahan : Dinas Pekerjaan Umum Kota Surakarta
- c. Harga satuan : terlampir

#### 9.3. Perhitungan Volume

##### 9.3.1 Pekerjaan Pendahuluan

- A. Pekerjaan pembersihan lokasi

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 50 \times 25 = 1250 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- B. Pekerjaan pembuatan pagar setinggi 2m

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum \text{panjang} \\ &= 150 \text{ m} \end{aligned}$$

- C. Pekerjaan pembuatan bedeng dan gudang

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= (3 \times 4) + (3 \times 8) = 36 \text{ m}^2 \end{aligned}$$





## Tugas Akhir

### Perencanaan Struktur Sekolah 2 Lantai

182

#### D. Pekerjaan *bouwplank*

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times 2) \times (\text{lebar} \times 2) \\ &= (39 \times 2) + (15 \times 2) = 108 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

#### 9.3.2 Pekerjaan Pondasi

##### A. Galian pondasi

###### ➤ Footplat

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= (1,1 \times 1,1 \times 2) \times 44 = 106,48 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

###### ➤ Pondasi batu kali

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,8 \times 0,8) \times 238 = 152,32 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

###### ➤ Pondasi tangga

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (1,25 \times 1,25) \times 1 = 1,56 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

##### B. Urugan Pasir bawah Pondasi dan bawah lantai (t= 5cm)

###### ➤ Footplat

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= (1,1 \times 1,1 \times 0,05) \times 44 = 2,662 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

###### ➤ Pondasi batu kali

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,8 \times 0,05) \times 238 = 9,52 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

###### ➤ Pondasi tangga

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (1,25 \times 0,05) \times 1 = 0,0625 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

###### ➤ Lantai

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{tinggi} \times \text{luas lantai} \\ &= 0,05 \times 585 = 29,25 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

##### C. Urugan Tanah Galian

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= V. \text{tanah galian} - \text{batukali} - \text{lantai kerja} - \text{pasir urug} \\ &= (106,48 + 152,32 + 1,56) - 71,4 - (1,6 + 5,712) - (2,662 + 9,52 + 0,0625) \\ &= 252,72 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



## Tugas Akhir

### Perencanaan Struktur Sekolah 2 Lantai

183

#### D. Pondasi telapak(*footplat*)

Footplat

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= \{ (1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,0,3) + (0,4 \cdot 0,4 \cdot 1,1) + (2,1/2 \cdot 1,0,2) \} \times 44 \\ &= 32,516 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Footplat tangga

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\ &= \{ (1,25 \cdot 1,0,2) + (0,4 \cdot 1,25 \cdot 0,8) + (2,1/2 \cdot 1,0,1) \} \\ &= 0,75 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

#### 9.3.3 Pekerjaan Beton

##### A. Beton *Sloof*

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,2 \times 0,3) \times 321 = 19,26 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

##### B. Balok induk 20/40

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{tinggi} \times \text{lebar} \times \text{panjang}) \\ &= (0,4 \times 0,2 \times 156) = 12,48 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

##### C. Balok induk 25/50

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{tinggi} \times \text{lebar} \times \text{panjang}) \\ &= (0,5 \times 0,25 \times 165) = 20,63 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

##### D. Balok anak 25/35

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{tinggi} \times \text{lebar} \times \text{panjang}) \\ &= (0,35 \times 0,25 \times 6) = 0,53 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

##### E. Balok anak 20/40

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{tinggi} \times \text{lebar} \times \text{panjang}) \\ &= (0,4 \times 0,2 \times 74) = 5,92 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

##### F. Kolom utama

Kolom 40/40

$$\begin{aligned} \text{Volume 1} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \\ &= (0,4 \times 0,4 \times 4) \times 26 = 16,64 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume 2} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \\ &= (0,4 \times 0,4 \times 2) \times 18 = 5,76 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

**Tugas Akhir**

## Perencanaan Struktur Sekolah 2 Lantai

184

$$\text{Total volume} = 16,64 + 5,76 = 22,4 \text{ m}^3$$

## G. Ringbalk

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{tinggi x lebar}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,2 \times 0,3) \times 108 = 6,48 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

## H. Plat lantai (t=12cm)

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas lantai} \times \text{tebal} \\ &= 585 \times 0,12 = 70,2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

## I. Kolom praktis

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{tinggi x lebar x panjang}) \times \sum n \\ &= (0,15 \times 0,15 \times 4) \times 30 = 2,7 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

## J. Balok lantai 15/15

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{tinggi x lebar}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,15 \times 0,15) \times 416 = 9,36 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

## K. Tangga

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= ((\text{luas plat tangga} \times \text{tebal}) \times 2) + \text{plat bordes} \\ &= (3,6 \times 1,9 \times 0,12) \times 2 + (4 \times 2,4 \times 0,15) \\ &= 3,08 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

9.3.4 Pekerjaan pemasangan Bata merah dan Pemlesteran

## A. Pasangan pondasi batu kosong

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\ &= 238 \times 0,8 \times 0,15 = 28,56 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

## B. Pasangan pondasi batu kali

$$\text{Volume} = (0,3 + 0,7) \times 0,5 \times 0,6 \times 238 = 71,4 \text{ m}^3$$

## C. Pasangan dinding bata merah

$$\begin{aligned} \text{Luas dinding} &= (238 \times 4 \times 2) \\ &= 1904 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Luas dinding} - \text{luas pintu jendela} \\ &= 1904 - 148,37 = 1755,63 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

D. Pemlesteran dan pengacian *commit to user*

**Tugas Akhir****Perencanaan Struktur Sekolah 2 Lantai**

185

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{volume dinding bata merah} \times 2 \text{ sisi} \\ &= 1755,63 \times 2 = 3511,26 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

**E. Lantai kerja (t=5 cm)**

## ➤ Footplat

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum n \\ &= (1,1 \times 1,1 \times 0,05) \times 44 = 2,662 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

## ➤ Pondasi batu kali

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{lebar} \times \text{tinggi}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,8 \times 0,05) \times 238 = 9,52 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

**9.3.5. Pekerjaan Pemasangan Kusen dan Pintu****A. Pemasangan kusen dan Pintu**

$$\begin{aligned} \text{Jumlah panjang} &= P1 + P2 + P3 + J1 + J2 + J3 \\ &= 8,48 + (6,76 \times 16) + (5,56 \times 8) + (3,48 \times 20) + (4,8 \times 32) + (4 \times 32) \\ &= 512,32 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{tebal} \times \text{lebar}) \times \sum \text{panjang} \\ &= (0,12 \times 0,06) \times 512,32 \\ &= 3,69 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

**B. Pasang pintu dan jendela (t=5mm)**

$$\begin{aligned} \text{Luas tipe P1} &= (2 \times 2) = 4 \text{ m}^2 \\ P2 &= (1,2 \times 2) \times 16 = 38,4 \text{ m}^2 \\ P3 &= (0,6 \times 2) \times 8 = 9,6 \text{ m}^2 \\ J1 &= (0,5 \times 1,2) \times 32 = 19,2 \text{ m}^2 \\ J2 &= (0,7 \times 0,8) \times 32 = 17,92 \text{ m}^2 \\ J3 &= (0,9 \times 0,6) \times 20 = 10,8 \text{ m}^2 \\ BV &= (0,2 \times 0,2) \times 32 = 1,28 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

*commit to user*



### 9.3.6. Pekerjaan Atap

#### A. Pekerjaan kuda kuda

- Setengah kuda-kuda (doble siku 45.45.5)

$$\Sigma \text{panjang profil under} = 7,5 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil tarik} = 8,66 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil kaki kuda-kuda} = 10,83 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil sokong} = 8,78 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = 35,76 \times 2 = 71,52 \text{ m}$$

- Jurai kuda-kuda (doble siku 45.45.5)

$$\Sigma \text{panjang profil under} = 10,61 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil tarik} = 11,46 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil kaki kuda-kuda} = 10,804 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil sokong} = 10,48 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = \Sigma \text{panjang} \times \Sigma n$$

$$= 43,35 \times 4 = 173,4 \text{ m}$$

- Kuda – kuda Trapesium (doble siku 80.80.8)

$$\Sigma \text{panjang profil under} = 15 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil tarik} = 16,6 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil kaki kuda-kuda} = 13 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil sokong} = 15,79 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = \Sigma \text{panjang} \times \Sigma n$$

$$= 60,39 \times 2 = 120,78 \text{ m}$$

- Kuda-kuda utama (doble siku 70.70.7)

$$\Sigma \text{panjang profil under} = 15 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil tarik} = 17,32 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil kaki kuda-kuda} = 17,32 \text{ m}$$

$$\Sigma \text{panjang profil sokong} = 17,56 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = \Sigma \text{panjang} \times \Sigma n$$

$$= 67,2 \times 7 = 470,4 \text{ m}$$

*commit to user*

**Tugas Akhir**

## Perencanaan Struktur Sekolah 2 Lantai

187

- Gording (150.70.20.4,5)  
 $\Sigma$ panjang profil gording= 234 m

- B. Pekerjaan pasang kaso 5/7 dan reng  $\frac{3}{4}$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas atap} \\ &= 811,8 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- C. Pekerjaan pasang Listplank

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \Sigma \text{keliling atap} \\ &= 116 \text{ m} \end{aligned}$$

- D. Pekerjaan pasang genting

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas atap} \\ &= 811,8 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- E. Pasang kerpus

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \Sigma \text{panjang} \\ &= 75,84 \text{ m} \end{aligned}$$

9.3.7. Pekerjaan Plafon

- A. Pembuatan dan pemasangan rangka plafon

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{panjang} \times \text{lebar}) \times 2 \\ &= (39 \times 15 \times 2) = 1170 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- B. Pasang plafon

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas rangka plafon} \\ &= 1170 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

9.3.8. Pekerjaan keramik

- A. Pasang keramik 40/40

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas lantai} \\ &= 1170 - (24 \times 2) - (24) \\ &= 1098 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- B. Pasang keramik 20/20

*commit to user*



## Tugas Akhir

### Perencanaan Struktur Sekolah 2 Lantai

188

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{luas lantai} \\ &= ((12 \times 2) \times 2) \\ &= 48 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

#### 9.3.9. Pekerjaan sanitasi

- A. Pasang kloset duduk

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 8 \text{ unit} \end{aligned}$$

- B. Pasang floordrain

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 8 \text{ unit} \end{aligned}$$

- C. Pasang bak bata

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 8 \text{ unit} \end{aligned}$$

#### 9.3.10. Pekerjaan instalasi air

- A. Pekerjaan pengeboran titik air

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum n \\ &= 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

- B. Pekerjaan saluran pembuangan

$$\text{Volume} = \sum \text{panjang pipa} = 83 \text{ m}$$

- C. Pekerjaan saluran air bersih

$$\text{Volume} = \sum \text{panjang pipa} = 66 \text{ m}$$

- D. Pekerjaan pembuatan septictank dan rembesan

$$\begin{aligned} \text{Galian tanah} &= \text{septictank} + \text{rembesan} \\ &= (2,35 \times 1,85) \times 2 + (0,3 \times 1,5 \times 1,25) \\ &= 9,2575 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Pemasangan bata merah

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \sum \text{panjang} \times \text{tinggi} \\ &= 8,4 \times 2 = 1,68 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

*commit to user*



## Tugas Akhir

### Perencanaan Struktur Sekolah 2 Lantai

189

#### 9.3.11. Pekerjaan instalasi Listrik

##### A. Instalasi stop kontak

$$\text{Volume} = \sum n = 32 \text{ unit}$$

##### B. Titik lampu

- SL 20 watt

$$\text{Volume} = \sum n = 64 \text{ unit}$$

- SL 18 watt

$$\text{Volume} = \sum n = 20 \text{ unit}$$

##### C. Instalasi saklar

- Saklar single

$$\text{Volume} = \sum n = 14 \text{ unit}$$

- Saklar double

$$\text{Volume} = \sum n = 16 \text{ unit}$$

#### 9.3.11. Pekerjaan pengecatan

##### A. Pengecatan dinding

$$\text{Volume} = \text{plesteran dinding} \times 2$$

$$= 7022,52 \text{ m}^2$$

##### B. Pengecatan menggunakan Cat minyak (pada listplank)

$$\text{Volume} = 116 \times 0,2 = 23,2 \text{ m}^2$$

*commit to user*





## BAB 10

### REKAPITULASI

#### 10.1 Perencanaan Atap

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

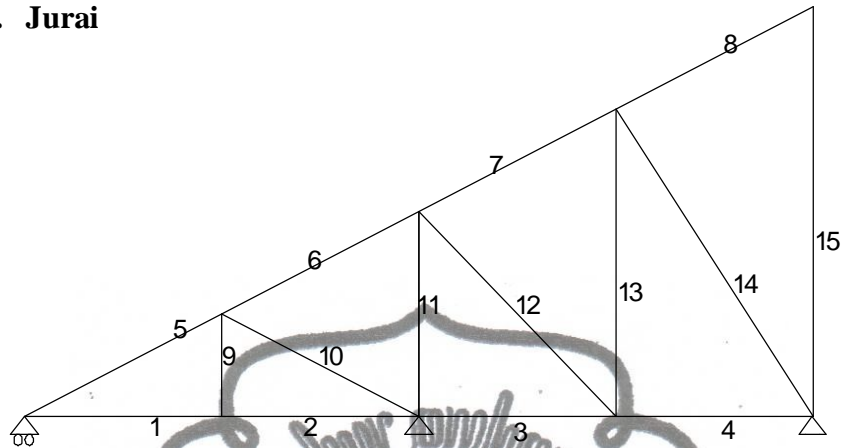
- a. Bentuk rangka kuda-kuda : seperti tergambar.
- b. Jarak antar kuda-kuda : 4 m
- c. Kemiringan atap ( $\alpha$ ) :  $30^\circ$
- d. Bahan gording : *lip channels* (  )  $150 \times 75 \times 20 \times 4,5$ .
- e. Bahan rangka kuda-kuda : baja profil *double* siku sama kaki (  ).
- f. Bahan penutup atap : genteng.
- g. Alat sambung : baut-mur.
- h. Jarak antar gording : 1,875 m
- i. Bentuk atap : limasan.
- j. Mutu baja profil : Bj-37 (  $\sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2$  )  
(  $\sigma_{leleh} = 2400 \text{ kg/cm}^2$  )

*commit to user*



Berikut adalah hasil rekapitulasi profil baja yang direncanakan

### 1. Jurai



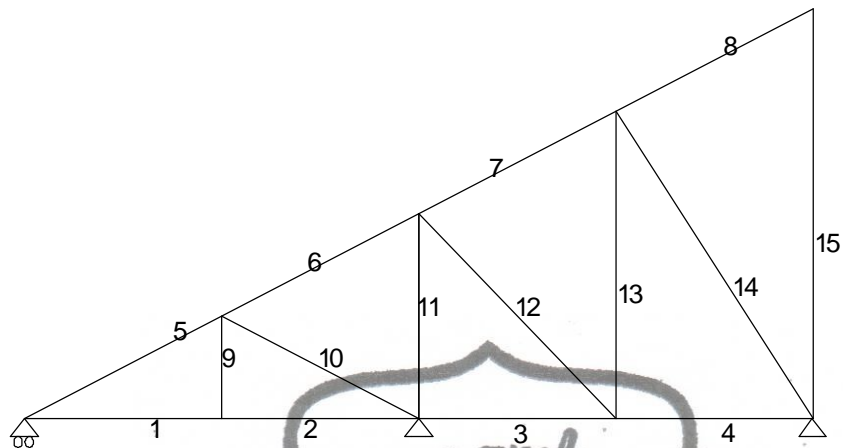
Rekapitulasi Perencanaan Profil Jurai

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
16	┘ 45. 45. 5	2 Ø 12,7

*commit to user*



## 2. Setengah Kuda – Kuda



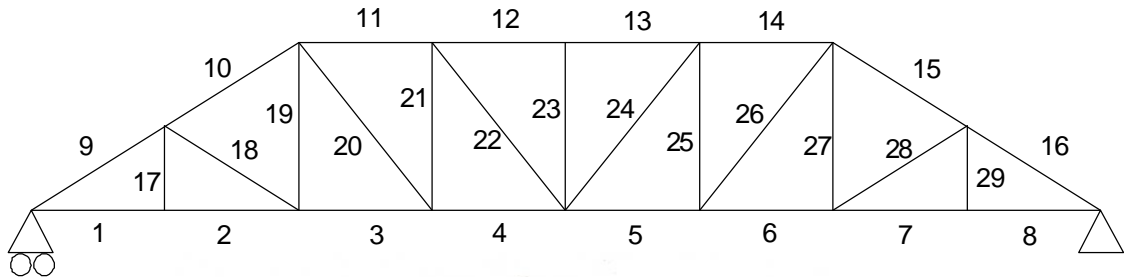
### Rekapitulasi Perencanaan Profil Setengah Kuda-kuda

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

*commit to user*



### 3. Kuda – Kuda Trapesium



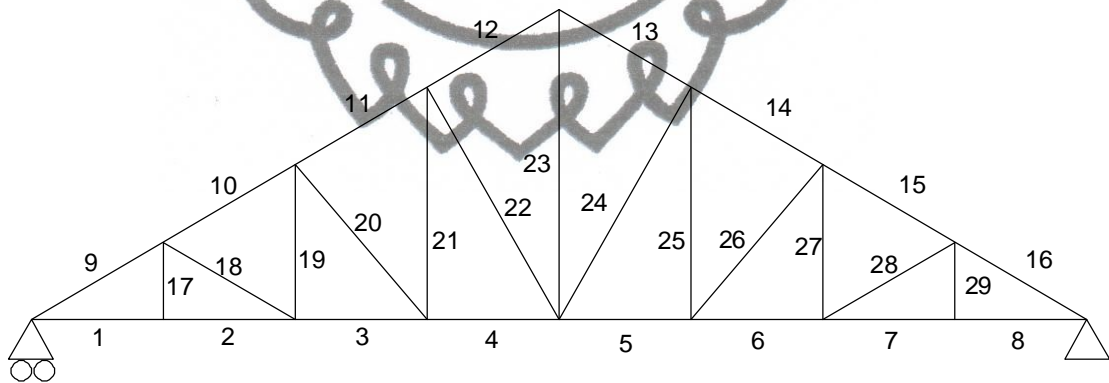
Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	┘ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
2	┘ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
3	┘ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
4	┘ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
5	┘ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
6	┘ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
7	┘ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
8	┘ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
9	┘ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
10	┘ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
11	┘ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
12	┘ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
13	┘ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
14	┘ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
15	┘ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
16	┘ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
17	┘ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
18	┘ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
19	┘ 80. 80. 8	4 Ø 12,7



20	┃ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
21	┃ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
22	┃ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
23	┃ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
24	┃ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
25	┃ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
26	┃ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
27	┃ 80. 80. 8	4 Ø 12,7
28	┃ 80. 80. 8	5 Ø 12,7
29	┃ 80. 80. 8	4 Ø 12,7

#### 4. Kuda – Kuda Utama A



#### 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



## Perencanaan Struktur Factory Outlet dan Kafe 2 Lantai

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	3 Ø 12,7
10	┆ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
11	┆ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
12	┆ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
13	┆ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
14	┆ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
15	┆ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
16	┆ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
17	┆ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
18	┆ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
19	┆ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
20	┆ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
21	┆ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
22	┆ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
23	┆ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
24	┆ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
25	┆ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
26	┆ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
27	┆ 70. 70. 7	2 Ø 12,7
28	┆ 70. 70. 7	3 Ø 12,7
29	┆ 70. 70. 7	2 Ø 12,7

*commit to user*



## 10.2 Perencanaan Tangga

Data perencanaan tangga

- Tebal plat tangga = 12 cm
- Tebal bordes tangga = 15 cm
- Lebar datar = 600 cm
- Lebar tangga rencana = 190 cm
- Dimensi bordes = 240 x 400 cm
- Lebar antrade = 30 cm
- Antrede =  $360 / 30 = 12$  buah
- Optrede =  $200 / 13 = 15$  cm
- $\alpha = \text{Arc.tg} (200/360) = 29,3^\circ < 35^\circ \dots\dots(\text{ok})$

### 10.2.1 Penulangan Tangga

#### a. Penulangan tangga dan bordes

Tumpuan =  $\varnothing 12 \text{ mm} - 100 \text{ mm}$

Lapangan =  $\varnothing 12 \text{ mm} - 150 \text{ mm}$

#### b. Penulangan balok bordes

Dimensi balok 15/30

Lentur =  $\varnothing 12 \text{ mm}$

Geser =  $\varnothing 8 - 100 \text{ mm}$

### 10.2.1 Pondasi Tangga

- Tebal = 250 mm
- Ukuran alas = 1900 x 1250 mm
- $\gamma$  tanah =  $1,7 \text{ t/m}^3 = 1700 \text{ kg/m}^3$
- $\sigma$  tanah =  $5 \text{ kg/cm}^2 = 50000 \text{ kg/m}^2$
- Penulangan pondasi
  - Tul. Lentur = D 12 – 80 mm



### 10.3 Perencanaan Plat Lantai

Rekapitulasi penulangan plat lantai :

- Tulangan lapangan arah x  $\varnothing 8 \text{ mm} - 200 \text{ mm}$
- Tulangan lapangan arah y  $\varnothing 8 \text{ mm} - 200 \text{ mm}$
- Tulangan tumpuan arah x  $\varnothing 8 \text{ mm} - 100 \text{ mm}$
- Tulangan tumpuan arah y  $\varnothing 8 \text{ mm} - 100 \text{ mm}$

### 10.5 Perencanaan Balok Anak

Penulangan Balok Anak

- a. Tulangan balok anak as 5'
  - Tumpuan : 3 D 16 mm
  - Lapangan : 3 D 16 mm
  - Geser :  $\varnothing 8 - 100 \text{ mm}$
- b. Tulangan balok anak as A (5-6')
  - Tumpuan : 3 D 16 mm
  - Lapangan : 3 D 16 mm
  - Geser :  $\varnothing 8 - 150 \text{ mm}$
- c. Tulangan balok anak as C'
  - Tumpuan : 2 D 16 mm
  - Lapangan : 2 D 16 mm
  - Geser :  $\varnothing 8 - 150 \text{ mm}$

### 10.6 Perencanaan Portal

- a. Dimensi Ring Balk 200 mm x 250 mm
  - Tumpuan : 2 D 12 mm
  - Lapangan : 2 D 12 mm
  - Geser :  $\varnothing 8 - 100 \text{ mm}$

*commit to user*





## b. Balok Portal

( Balok portal memanjang 200 mm x 400 mm )

Tumpuan : 2 D 19 mm

Lapangan : 2 D 19 mm

Geser :  $\varnothing 10 - 100$  mm

( Balok portal melintang 250 mm x 500 mm )

Tumpuan : 6 D 19 mm

Lapangan : 6 D 19 mm

Geser :  $\varnothing 10 - 100$  mm

## c. Dimensi Kolom 400 mm x 400 mm

Tulangan : 4 D 16 mm

Geser :  $\varnothing 8 - 200$  mm

## e. Dimensi Sloof

Tumpuan : 3 D 19 mm

Lapangan : 3 D 19 mm

Geser :  $\varnothing 8 - 100$  mm

### 10.7 Perencanaan Pondasi

- Kedalaman = 2,0 m
- Ukuran alas = 1100 mm x 1100 mm
- $\gamma$  tanah =  $1,7 \text{ t/m}^3 = 1700 \text{ kg/m}^3$
- $\sigma$  tanah =  $5 \text{ kg/cm}^2 = 2500 \text{ kg/m}^3$
- Tebal = 30 cm
- Penulangan pondasi
  - Tul. Lentur = D 16 – 150 mm

*commit to user*

## 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 Sekolah 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.

*commit to user*