

---

**PERENCANAAN STRUKTUR  
GEDUNG SEKOLAH 2 LANTAI**

**TUGAS AKHIR**

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



*Dikerjakan oleh :*

**IYAN INDRATNO**

**NIM : I 85 06 048**

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

**2009**

*commit to user*

## LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN STRUKTUR  
GEDUNG SEKOLAH 2 LANTAI

### TUGAS AKHIR



Dikerjakan Oleh:

**IYAN INDRATNO**

**NIM : 1 85 06 048**

Diperiksa dan disetujui Oleh :  
Dosen Pembimbing

**Ir. DELAN SOEHARTO, MT**

**NIP. 19481210 198702 1 001**

**PROGRAM D-III TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA  
2009**

---

**LEMBAR PENGESAHAN****PERENCANAAN STRUKTUR  
GEDUNG SEKOLAH 2 LANTAI****TUGAS AKHIR****Dikerjakan Oleh:****IYAN INDRATNO****NIM : 1 85 06 048**Diperiksa dan disetujui :  
Dosen Pembimbing**Ir. DELAN SOEHARTO, MT**  
**NIP. 19481210 198702 1 001**

Dipertahankan didepan tim penguji:

1. Ir. DELAN SOEHARTO, MT : .....  
NIP. 19481210 198702 1 001
2. ACHMAD BASUKI, ST, MT : .....  
NIP. 19710901 199702 1 001
3. FAJAR SRI HANDAYANI, ST, MT : .....  
NIP. 19750922 199903 2 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik UNS

Disahkan,

Ketua Program D-III Teknik Sipil  
Jurusan Teknik Sipil FT UNSIr. BAMBANG SANTOSA, MT  
NIP. 19590823 198601 1 001Ir.SLAMET PRAYITNO, MT  
NIP. 19531227 198601 1 001Mengetahui,  
a.n. Dekan  
Pembantu Dekan I  
Fakultas Teknik UNSIr. NOEGROHO DJARWANTI, MT

---

NIP. 19561112 198403 2 007

### MOTTO

- ✓ Segalanya dimulai dari dalam pikiran. Jika anda berpikir kalah maka anda kalah cepat atau lambat. Sang pemenang adalah orang yang berpikir dia pasti menang. Untuk itu yakinlah dan percaya diri. (*Napoleon Hill*)
- ✓ Sesuatu akan indah pada waktunya, kecuali diri sendiri. Berjalanlah menurut kata hatimu, yakinlah yang terbaik untuk dirimu. (*Anonim*)
- ✓ Kemauan untuk menang memang penting, tetapi kemauan untuk mempersiapkan diri adalah mutlak. (*Anonim*)
- ✓ Orang harus cukup tegar untuk memaafkan kesalahan, cukup pintar untuk belajar dari kesalahan dan cukup kuat untuk mengoreksi kesalahan.  
(*John Maxwell*)
- ✓ Pengetahuan tidak selamanya bergantung pada sesuatu yang benar, tetapi bisa juga diperoleh dari suatu yang salah. (*Anonim*)
- ✓ Kita tidak akan dapat meraih keberhasilan selama kita belum bisa mencintai apa yang kita lakukan. (*Anonim*)
- ✓ Dan carilah pada apa yang telah Allah SWT anugerahkan kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat dan janganlah kamu melupakan bahagiamu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah SWT telah berbuat baik kepadamu dan janganlah kamu berbuat kerusakan dari (muka) bumi ,sesungguhnya Allah SWT tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan  
(*Q.S.Al Qashos : 77*)
- ✓ *Berbuatlah yang terbaik bagi kesenangan orang lain, meskipun dirimu sendiri mengalami kesedihan. Akan tetapi percayalah bahwa kebahagiaan yang kekal akan engkau peroleh dikemudian hari yang berlipat ganda kenikmatannya.* (*Anonim*)



## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah puji syukur tiada terkira  
kupanjatkan kehadiran Illahi Robbi, pencipta  
alam semesta yang telah memberikan rahmat,  
hidayah serta anugerah yang tak terhingga.

### **“ Serangkai Budi Penghargaan”** ***Dibalik tabir pembuatan episode Tugas Akhir***

- Ribuan terima kasih untuk Bapak dan Ibu yang tak henti-hentinya mendoakan, mendidikku tak pernah jemu dan selalu menaburkan pengorbanan dengan kasih sayang. Tanpa maaf dan restumu hidupku tak menentu.
- Boeat kakak2u dan adik,u Alin yang selalu menyemangatiku....

### **Rekan-rekan Sipil Gedung khususnya** **angkatan 2006**

Bandryo Ari Areis dwi Bayu Anom Teguh  
Arief Agung Yudhi Tri Ulfa Novita Eny Dwi  
Catur Aslam Yoyon Azis Pak tile Aan Elfas  
Cepuk Sibro Dhani Nia Bebek Ratih Erna  
Arif Mahendra Wahyek Lili Sunaryo  
Arikimplung Pendi

*Thankz guyz for your support n any help that make it done*

- **The last, thank's to :**  
**Danik**, yang turut mendoakan dan memberi semangat terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.

---

## KATA PENGANTAR

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

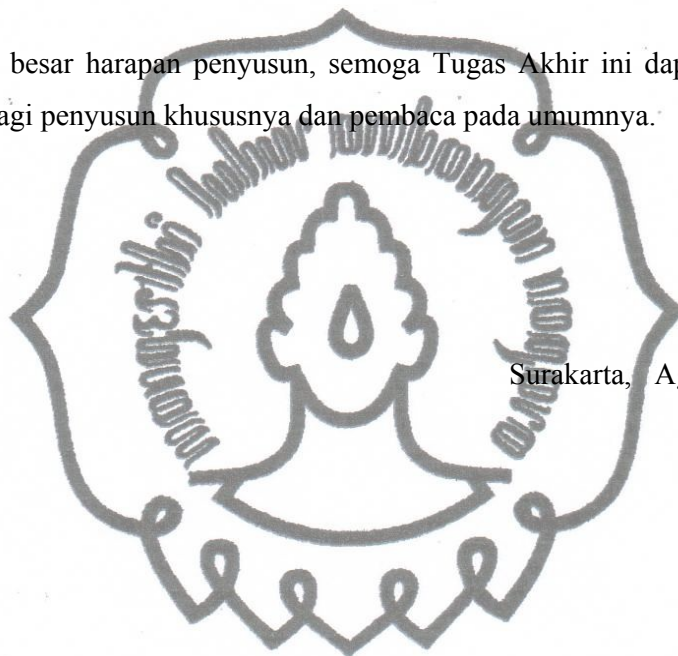
Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penyusun banyak menerima bimbingan, bantuan dan dorongan yang sangat berarti dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Segenap pimpinan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Segenap pimpinan Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Segenap pimpinan Program D-III Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.
4. Ir. Delan Soeharto, MT, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir atas arahan dan bimbingannya selama dalam penyusunan tugas ini.
5. Agus Setiya Budi, ST., MT selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingannya.
6. Bapak dan ibu dosen pengajar yang telah memberikan ilmunya beserta karyawan di Fakultas Teknik UNS yang telah banyak membantu dalam proses perkuliahan.
7. Bapak, Ibu, kakak dan adikku yang telah memberikan dukungan dan dorongan baik moril maupun materiil dan selalu mendoakan penyusun.
8. Rekan – rekan D-III Teknik Sipil Gedung angkatan 2006 yang telah membantu terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.
9. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya laporan Tugas Akhir ini.

Mudah – mudahan kebaikan Bapak, Ibu, Teman-teman memperoleh balasan yang lebih mulia dari Allah SWT.

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.

Akhirnya, besar harapan penyusun, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun khususnya dan pembaca pada umumnya.



Surakarta, Agustus 2009

## 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> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL</b> .....	xv
 <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.....	6
2.1.3 Provisi Keamanan.....	7
2.2 Perencanaan Atap.....	9
2.3 Perencanaan Tangga.....	9
2.4 Perencanaan Plat Lantai.....	9
2.5 Perencanaan Balok Anak.....	10
2.6 Perencanaan Portal.....	10
2.7 Perencanaan Pondasi.....	10



---

**BAB 3 RENCANA ATAP**

3.1	Perencanaan Atap.....	11
3.1.1	Dasar Perencanaan .....	12
3.2	Perencanaan Gording.....	13
3.2.1	Perencanaan Pembebanan .....	14
3.2.2	Perhitungan Pembebanan.....	14
3.2.3	Kontrol Terhadap Tegangan .....	16
3.2.4	Kontrol terhadap lendutan.....	16
3.3	Perencanaan Setengah Kuda-Kuda.....	18
3.3.1	Perhitungan Panjang Batang Setengah Kuda-Kuda.....	18
3.3.2	Perhitungan Luasan Setengah Kuda-Kuda.....	19
3.3.3	Perhitungan Pembebanan Setengah Kuda-kuda.....	22
3.3.4	Perencanaan Profil Kuda-kuda.....	29
3.3.5	Perhitungan Alat Sambung .....	31
3.4	Perencanaan Jurai .....	34
3.4.1	Perhitungan Panjang Batang Jurai .....	34
3.4.2	Perhitungan Luasan Jurai .....	35
3.4.3	Perhitungan Pembebanan Jurai .....	38
3.4.4	Perencanaan Profil Jurai.....	45
3.4.5	Perhitungan Alat Sambung .....	46
3.5	Perencanaan Kuda-kuda Utama A.....	50
3.5.1	Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda A.....	50
3.5.2	Perhitungan Luasan Setengah Kuda-kuda Utama A.....	51
3.5.3	Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama A.....	55
3.5.4	Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama A .....	63
3.5.5	Perhitungan Alat Sambung A.....	65
3.6	Perencanaan Kuda-kuda Utama B .....	69
3.6.1	Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda B.....	69
3.6.2	Perhitungan Luasan Setengah Kuda-kuda Utama B .....	70
3.6.3	Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama B .....	73
3.6.4	Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama B .....	80

3.6.5	Perhitungan Alat Sambung B.....	82
-------	---------------------------------	----

#### **BAB 4 PERENCANAAN TANGGA**

4.1	Uraian Umum .....	86
4.2	Data Perencanaan Tangga .....	86
4.3	Perhitungan Tebal Plat Equivalent dan Pembebanan .....	88
4.3.1	Perhitungan Tebal Plat Equivalent.....	88
4.3.2	Perhitungan Beban.....	89
4.4	Perhitungan Tulangan Tangga dan Bordes.....	90
4.4.1	Perhitungan Tulangan Tumpuan.....	90
4.4.2	Perhitungan Tulangan Lapangan.....	91
4.5	Perencanaan Balok Bordes.....	93
4.5.1	Pembebanan Balok Bordes.....	93
4.5.2	Perhitungan Tulangan Lentur.....	94
4.5.3	Perhitungan Tulangan Geser.....	95
4.6	Perhitungan Pondasi Tangga.....	96
4.7	Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi.....	97
4.7.1	Perhitungan Tulangan Lentur.....	98
4.7.2	Perhitungan Tulangan Geser.....	99

#### **BAB 5 PLAT LANTAI**

5.1	Perencanaan Plat Lantai .....	100
5.2	Perhitungan Beban Plat Lantai.....	100
5.3	Perhitungan Momen.....	101
5.4	Penulangan Plat Lantai.....	106
5.5	Penulangan Tumpuan Arah x.....	108
5.6	Penulangan Tumpuan Arah y.....	109
5.7	Penulangan Lapangan Arah x.....	110
5.8	Penulangan Lapangan Arah y.....	111
5.9	Rekapitulasi Tulangan.....	112

---

**BAB 6 PERENCANAAN BALOK ANAK**

6.1	Perencanaan Balok Anak .....	114
6.1.1	Perhitungan Lebar Equivalent.....	114
6.1.2	Lebar Equivalent Balok Anak.....	115
6.2	Perhitungan Pembebanan Balok Anak.....	115
6.2.1	Pembebanan Balok Anak As A-A'.....	116
6.3	Perhitungan Tulangan Balok Anak.....	116
6.3.1	Perhitungan Tulangan Balok Anak As A-A'.....	116

**BAB 7 PERENCANAAN PORTAL**

7.1	Perencanaan Portal.....	122
7.1.1	Menentukan Dimensi Perencanaan Portal.....	122
7.1.2	Ukuran Penampang Kolom.....	122
7.2	Perhitungan Beban Equivalent Plat.....	124
7.2.1	Lebar Equivalent.....	124
7.2.2	Pembebanan Balok Portal Memanjang.....	125
7.2.3	Pembebanan Balok Portal Melintang.....	132
7.3	Penulangan Balok Portal.....	145
7.3.1	Perhitungan Tulangan Lentur Rink Balk .....	145
7.3.2	Perhitungan Tulangan Geser Rink Balk.....	148
7.3.3	Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal Memanjang .....	149
7.3.4	Perhitungan Tulangan Geser Balok Portal Memanjang.....	151
7.3.5	Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal Melintang .....	152
7.3.6	Perhitungan Tulangan Geser Balok Portal Melintang .....	155
7.4	Penulangan Kolom.....	156
7.4.1	Perhitungan Tulangan Lentur Kolom.....	156
7.4.2	Perhitungan Tulangan Geser Kolom.....	157
7.5	Penulangan Sloof.....	159
7.5.1	Perhitungan Tulangan Lentur Sloof.....	158
7.6.2	Perhitungan Tulangan Geser Sloof.....	160

---

**BAB 8 PERENCANAAN PONDASI**

8.1	Data Perencanaan .....	162
8.2	Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi.....	163
8.3	Perhitungan Tulangan Lentur.....	164
8.4	Perhitungan Tulangan Geser.....	165

**BAB 9 REKAPITULASI**

9.1	Konstruksi Kuda-kuda .....	167
9.2	Tulangan Beton.....	170

<b>BAB 10 KESIMPULAN</b> .....	171
--------------------------------	-----

<b>PENUTUP</b> .....	xvi
----------------------	-----

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	xvii
-----------------------------	------

<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b> .....	xviii
--------------------------------	-------

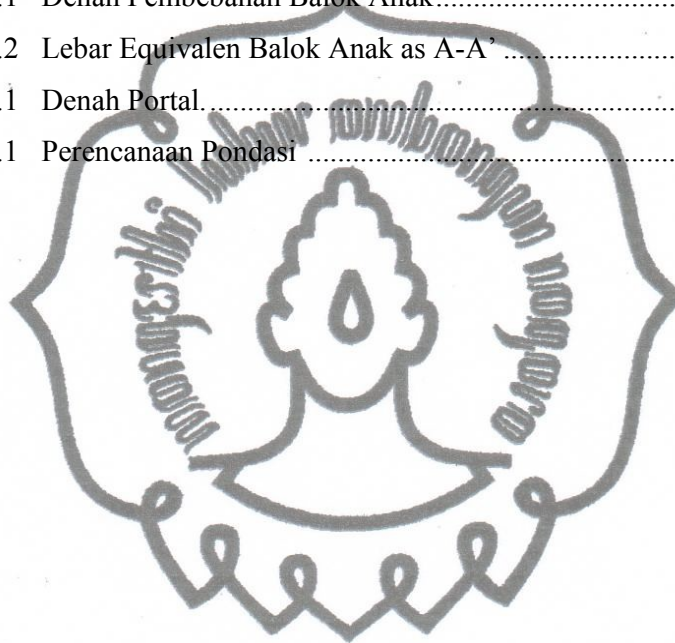


## DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 3.1 Denah Rencana Atap.....	11
Gambar 3.2 Rangka Batang Setengah Kuda-kuda.....	18
Gambar 3.3 Luasan Atap Setengah Kuda-kuda.....	19
Gambar 3.4 Luasan Plafon Setengah Kuda-kuda.....	21
Gambar 3.5 Pembebanan Setengah Kuda-kuda akibat Beban Mati.....	23
Gambar 3.6 Pembebanan Setengah Kuda-kuda akibat Beban Angin.....	27
Gambar 3.7 Rangka Batang Jurai.....	34
Gambar 3.8 Luasan Atap Jurai.....	35
Gambar 3.9 Luasan Plafon Jurai.....	37
Gambar 3.10 Pembebanan Jurai Akibat Beban Mati.....	38
Gambar 3.11 Pembebanan Jurai Akibat Beban Angin.....	43
Gambar 3.12 Panjang Batang Kuda-kuda.....	50
Gambar 3.13 Luasan Atap Kuda-kuda A.....	51
Gambar 3.14 Luasan Plafon Kuda-kuda A.....	53
Gambar 3.15 Pembebanan Kuda-kuda Utama A Akibat Beban Mati.....	56
Gambar 3.16 Pembebanan Kuda-kuda Utama Akibat Beban Angin.....	60
Gambar 3.17 Panjang Batang Kuda-kuda.....	69
Gambar 3.18 Luasan Atap Kuda-kuda B.....	70
Gambar 3.19 Luasan Plafon Kuda-kuda B.....	72
Gambar 3.20 Pembebanan Kuda-kuda Utama B Akibat Beban Mati.....	73
Gambar 3.21 Pembebanan Kuda-kuda Utama Akibat Beban Angin.....	78
Gambar 4.1 Detail Tangga.....	87
Gambar 4.2 Tebal Equivalent.....	88
Gambar 4.3 Pondasi Tangga.....	96
Gambar 5.1 Denah Plat lantai.....	100
Gambar 5.2 Plat Tipe A.....	101
Gambar 5.3 Plat Tipe B1.....	102
Gambar 5.4 Plat Tipe B2.....	102

---

Gambar 5.5	Plat Tipe B3.....	103
Gambar 5.6	Plat Tipe C1.....	103
Gambar 5.7	Plat Tipe C2.....	104
Gambar 5.8	Plat Tipe C3.....	104
Gambar 5.9	Plat Tipe C4.....	105
Gambar 5.10	Plat Tipe C5.....	105
Gambar 5.11	Perencanaan Tinggi Efektif.....	107
Gambar 6.1	Denah Pembebanan Balok Anak.....	114
Gambar 6.2	Lebar Equivalen Balok Anak as A-A'.....	116
Gambar 7.1	Denah Portal.....	122
Gambar 8.1	Perencanaan Pondasi.....	162



## DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Koefisien Reduksi Beban hidup.....	5
Tabel 2.2 Faktor Pembebanan U.....	7
Tabel 2.3 Faktor Reduksi Kekuatan $\phi$ .....	8
Tabel 3.1 Kombinasi Gaya Dalam Pada Gording.....	15
Tabel 3.2 Perhitungan Panjang Batang Pada Setengah Kuda-kuda.....	18
Tabel 3.3 Rekapitulasi Pembebanan Setengah Kuda-kuda.....	27
Tabel 3.4 Perhitungan Beban Angin.....	28
Tabel 3.5 Rekapitulasi Gaya Batang Setengah Kuda-kuda .....	28
Tabel 3.6 Rekapitulasi Perencanaan Profil Setengah Kuda-Kuda.....	33
Tabel 3.7 Perhitungan Panjang Batang Pada Jurai.....	34
Tabel 3.8 Rekapitulasi Pembebanan Jurai .....	42
Tabel 3.9 Perhitungan Beban Angin.....	44
Tabel 3.10 Rekapitulasi Gaya Batang Jurai.....	44
Tabel 3.11 Rekapitulasi Perencanaan Profil Jurai.....	49
Tabel 3.12 Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Utama A.....	50
Tabel 3.13 Rekapitulasi Beban Mati A.....	60
Tabel 3.14 Perhitungan Beban Angin A.....	62
Tabel 3.15 Rekapitulasi Gaya Batang pada Kuda-kuda Utama A.....	62
Tabel 3.16 Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda A.....	68
Tabel 3.17 Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Utama B.....	50
Tabel 3.18 Rekapitulasi Beban Mati B.....	77
Tabel 3.19 Perhitungan Beban Angin B.....	79
Tabel 3.20 Rekapitulasi Gaya Batang pada Kuda-kuda Utama B.....	80
Tabel 3.21 Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda B.....	85
Tabel 5.1 Perhitungan Plat Lantai.....	106
Tabel 5.2 Penulangan Plat Lantai.....	113

## DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

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



- $\rho$  = Ratio tulangan tarik (As/bd)  
 $\sigma$  = Tegangan yang terjadi (kg/cm<sup>3</sup>)  
 $\omega$  = Faktor penampang



---

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

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

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

#### **1.2 Maksud Dan Tujuan**

Dalam menghadapi pesatnya perkembangan zaman yang semakin modern dan berteknologi, serta semakin derasnya arus globalisasi saat ini sangat diperlukan seorang teknisi yang berkualitas. Dalam hal ini khususnya teknik sipil, sangat diperlukan teknisi-teknisi yang menguasai ilmu dan keterampilan dalam bidangnya. Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta sebagai lembaga

pendidikan bertujuan untuk menghasilkan ahli teknik yang berkualitas, bertanggungjawab, kreatif dalam menghadapi masa depan serta dapat mensukseskan pembangunan nasional di Indonesia.

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

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

### 1.3 Kriteria Perencanaan

1. Spesifikasi Bangunan
  - a. Fungsi Bangunan : Gedung sekolah
  - b. Luas Bangunan : 588 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 (fy) : Polos: 240 Mpa

Ulir : 350 Mpa.

#### 1.4 Peraturan-Peraturan Yang Berlaku

- a. SNI 03-1729-2002\_ Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung.
  - b. SNI 03-2847-2002\_ Tata cara perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung.
  - c. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983).
  - d. Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI 1984).
- 

## BAB 2

### DASAR TEORI

#### 2.1 Dasar Perencanaan

##### 2.1.1 Jenis Pembebanan

Dalam merencanakan struktur bangunan bertingkat digunakan struktur yang mampu mendukung beban mati, beban hidup, beban angin maupun beban khusus yang bekerja pada struktur bangunan tersebut. Beban-beban yang bekerja pada struktur dihitung menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983), beban - beban tersebut adalah :

#### 1. Beban Mati (qd)

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

##### a. Bahan Bangunan :

1. Baja ..... 7.850 kg/ m<sup>3</sup>
2. Beton Bertulang ..... 2.400 kg/m<sup>3</sup>

3. Beton biasa .....	2.200
kg/m <sup>3</sup>	
4. Pasangan batu belah .....	2.200
kg/m <sup>3</sup>	
b. Komponen Gedung :	
1. Dinding pasangan bata merah setengah batu .....	250 kg/m <sup>2</sup>
2. Langit – langit dan dinding termasuk rusuk – rusuknya tanpa penggantung .....	11 kg/m <sup>2</sup>
3. Penutup atap genteng dengan reng dan usuk .....	50 kg/m <sup>2</sup>
4. Penutup lantai dari ubin semen portland, keramik dan beton (tanpa adukan) per cm tebal .....	24 kg/m <sup>2</sup>
5. Adukan semen per cm tebal .....	21 kg/m <sup>2</sup>
<b>2. Beban Hidup (ql)</b>	

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, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air (**PPIUG 1983**).

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

1. Beban atap .....	100 kg/m <sup>2</sup>
2. Beban tangga dan bordes .....	300 kg/m <sup>2</sup>

3. Beban lantai ..... 250 kg/m<sup>2</sup>

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

Tabel 2.1 Koefisien reduksi beban hidup

Penggunaan gedung	Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan balok Induk dan portal
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PERUMAHAN / HUNIAN : Rumah tinggal, rumah sakit, dan hotel</li> </ul>	0,75
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PENDIDIKAN : Sekolah dan ruang kuliah</li> </ul>	0,90
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PENYIMPANAN : Gudang, perpustakaan dan ruang arsip</li> </ul>	0,90
<ul style="list-style-type: none"> <li>• TANGGA : Pendidikan dan kantor</li> </ul>	0,75

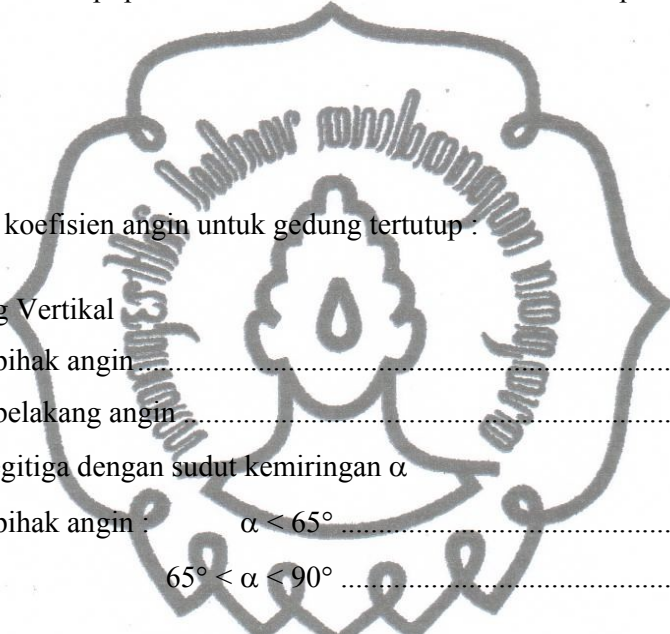
Sumber : PPIUG 1983

### 3. Beban Angin (W)

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara (**PPIUG 1983**).

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  $\text{kg/m}^2$  dan ditentukan dengan mengalikan tekanan tiup dengan koefisien – koefisien angin. Tekanan 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 :

- 
- a. Dinding Vertikal
    1. Di pihak angin ..... + 0,9
    2. Di belakang angin ..... - 0,4
  - b. Atap segitiga dengan sudut kemiringan  $\alpha$ 
    1. Di pihak angin :
 

$\alpha < 65^\circ$ .....	0,02 $\alpha - 0,4$
$65^\circ < \alpha < 90^\circ$ .....	+ 0,9
    2. Di belakang angin, untuk semua  $\alpha$ ..... - 0,4

### 2.1.2 Sistem Kerjanya 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 Indonesia 1983, struktur harus direncanakan untuk memiliki cadangan kekuatan untuk memikul beban yang lebih tinggi dari beban normal. Kapasitas cadangan ini mencakup faktor pembebanan ( $U$ ), yaitu untuk memperhitungkan pelampauan beban dan faktor reduksi ( $\phi$ ), yaitu untuk memperhitungkan kurangnya mutu bahan di lapangan. Pelampauan beban dapat terjadi akibat perubahan dari penggunaan untuk apa struktur direncanakan dan penafsiran yang kurang tepat dalam memperhitungkan pembebanan. Sedangkan kekurangan kekuatan dapat diakibatkan oleh variasi yang merugikan dari kekuatan bahan, pengerjaan, dimensi, pengendalian dan tingkat pengawasan.

Tabel 2.2 Faktor Pembebanan U

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

Sumber : SNI 03-1729-2002

Keterangan :

D = Beban mati

L = Beban hidup

Lr = Beban hidup tereduksi

W = Beban angin

E = Beban gempa

Tabel 2.3 Faktor Reduksi Kekuatan  $\phi$

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	0,65 – 0,80

4.	Geser dan torsi	0,60
5.	Tumpuan Beton	0,70

Sumber : SNI 03-2847-2002

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

Beberapa persyaratan utama pada SNI 03-2847-2002 adalah sebagai berikut :

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

Tebal selimut beton minimum untuk beton yang dicor setempat adalah:

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

## 2.2 Perencanaan Atap

### 1. Pembebanan

Pada perencanaan atap ini, beban yang bekerja adalah :

- a. Beban mati
- b. Beban hidup :  $100 \text{ kg/m}^2$
- c. Beban Angin

### 2. Asumsi Perletakan

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

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

## 2.3 Perencanaan Tangga

### 1. Pembebanan :

- a. Beban mati
- b. Beban hidup :  $300 \text{ kg/m}^2$

### 2. Asumsi Perletakan

- a. Tumpuan bawah adalah Jepit.
- b. Tumpuan tengah adalah Sendi.
- c. Tumpuan atas adalah Sendi

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

## 2.4 Perencanaan Plat Lantai

1. Pembebanan :
  - a. Beban mati
  - b. Beban hidup : 300 kg/m<sup>2</sup>
2. Asumsi Perletakan : jepit
3. Analisa struktur menggunakan program **SAP 2000**

### 2.5 Perencanaan Balok Anak

1. Pembebanan :
  - a. Beban mati
  - b. Beban hidup : 300 kg/m<sup>2</sup>
2. Asumsi Perletakan : sendi sendi
3. Analisa struktur pada perencanaan atap ini menggunakan program **SAP 2000**.

### 2.6 Perencanaan Portal

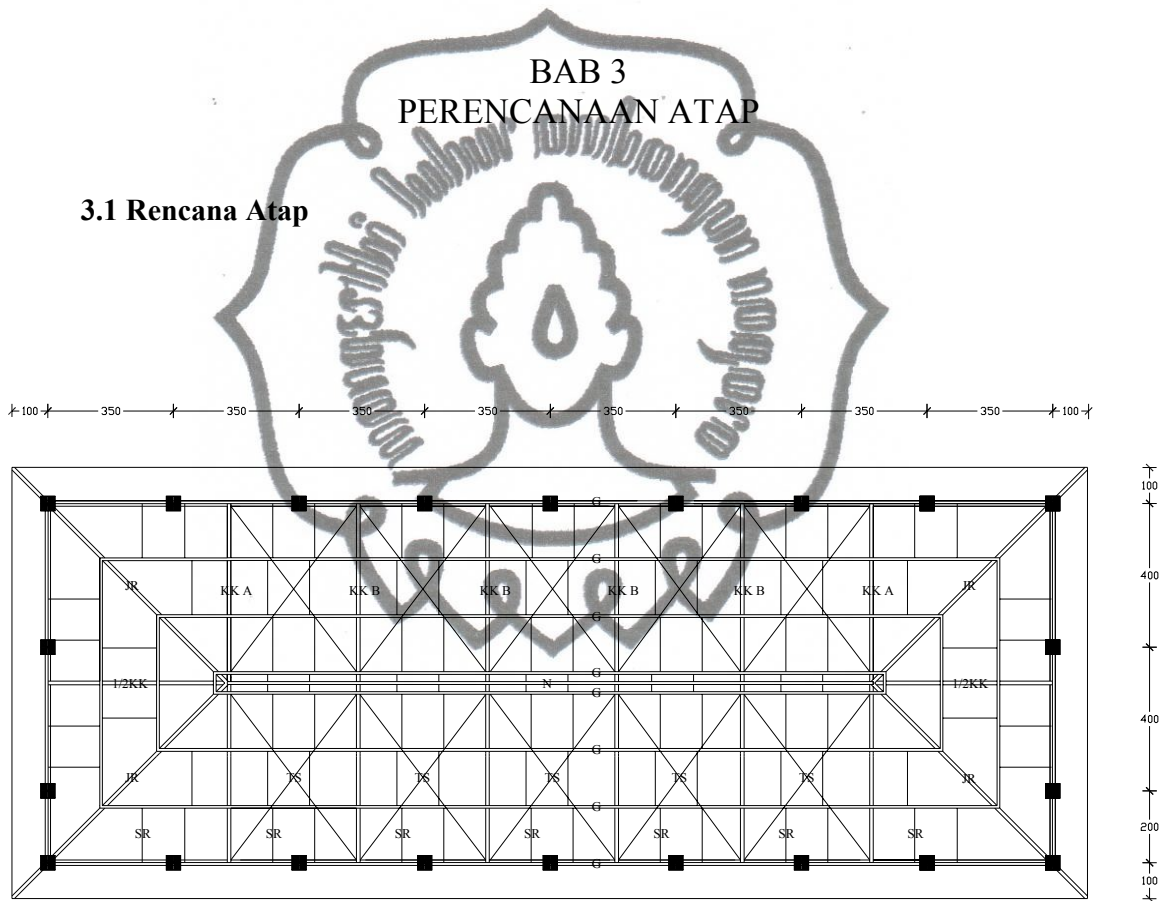
1. Pembebanan :
  - a. Beban mati
  - b. Beban hidup : 300 kg/m<sup>2</sup>
2. Asumsi Perletakan
  - a. Jepit pada kaki portal.
3. Analisa struktur pada perencanaan atap ini menggunakan program **SAP 2000**.

### 2.7 Perencanaan Pondasi

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

### BAB 3 PERENCANAAN ATAP

#### 3.1 Rencana Atap





Gambar 3.1 Rencana atap

Keterangan :

KK A = Kuda-kuda utama A	G = Gording
KK B = Kuda-kuda utama B	N = Nok
½ KK = Setengah kuda-kuda	JR = Jurai
SR = Sag Rod	TS = Track Stang

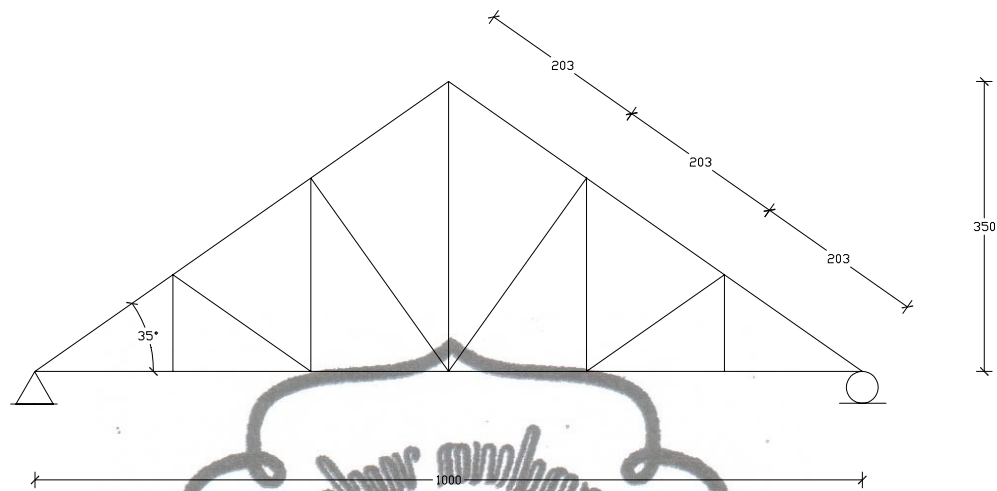
### 3.1.1. Dasar Perencanaan

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

- Bentuk rangka kuda-kuda : seperti gambar 3.1
- Jarak antar kuda-kuda : 3,60 m
- Kemiringan atap ( $\alpha$ ) :  $35^\circ$
- Bahan gording : baja profil *lip channels* (  )
- Bahan rangka kuda-kuda : baja profil *double* siku sama kaki (  )
- Bahan penutup atap : genteng tanah liat
- Alat sambung : baut-mur.
- Jarak antar gording : 2,03 m
- Bentuk atap : limasan
- Mutu baja profil : Bj-37

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

$$\sigma_{Leleh} = 2400 \text{ kg/cm}^2 \text{ (SNI 03-1729-2002)}$$



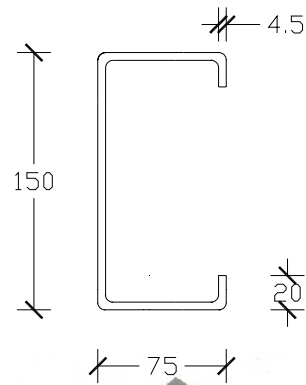
## 3.2 Perencanaan Gording

### 3.2.1. 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 :

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



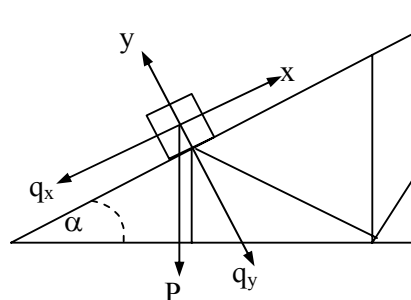


Pembebanan berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983), sebagai berikut :

- 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 =  $18 \text{ kg/m}^2$ .

### 3.2.2. Perhitungan Pembebanan

#### a. Beban Mati (titik)



Berat gording = 11 kg/m

$$\begin{aligned} \text{Berat penutup atap} &= (2,035 \times 50) &= 101,73 \text{ kg/m} \\ &\mathbf{q} &= \frac{101,73}{1} \text{ kg/m} + \\ & &= 112,73 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

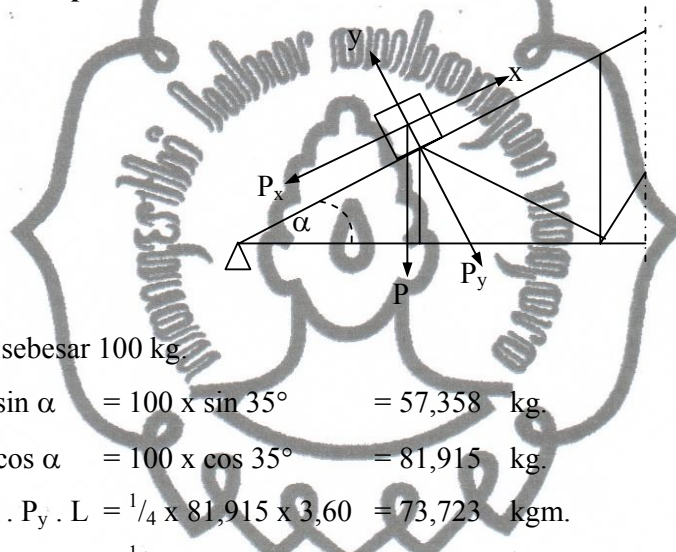
$$q_x = q \sin \alpha = 112,73 \times \sin 35^\circ = 64,659 \text{ kg/m.}$$

$$q_y = q \cos \alpha = 112,73 \times \cos 35^\circ = 92,343 \text{ kg/m.}$$

$$M_{x1} = \frac{1}{8} \cdot q_y \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 92,343 \times (3,60)^2 = 149,596 \text{ kgm.}$$

$$M_{y1} = \frac{1}{8} \cdot q_x \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 64,659 \times (3,60)^2 = 104,748 \text{ kgm.}$$

### b. Beban hidup



P diambil sebesar 100 kg.

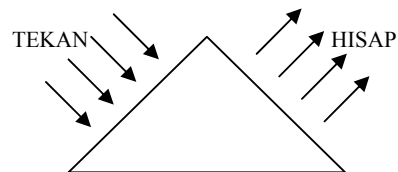
$$P_x = P \sin \alpha = 100 \times \sin 35^\circ = 57,358 \text{ kg.}$$

$$P_y = P \cos \alpha = 100 \times \cos 35^\circ = 81,915 \text{ kg.}$$

$$M_{x2} = \frac{1}{4} \cdot P_y \cdot L = \frac{1}{4} \times 81,915 \times 3,60 = 73,723 \text{ kgm.}$$

$$M_{y2} = \frac{1}{4} \cdot P_x \cdot L = \frac{1}{4} \times 57,358 \times 3,60 = 51,622 \text{ kgm.}$$

### c. Beban angin



Beban angin kondisi normal, minimum =  $25 \text{ kg/m}^2$  (PPIUG 1983)

Koefisien kemiringan atap ( $\alpha$ ) =  $35^\circ$

$$\begin{aligned} 1) \text{ Koefisien angin tekan} &= (0,02\alpha - 0,4) \\ &= (0,02 \cdot 35 - 0,4) \\ &= 0,3 \end{aligned}$$

2) Koefisien angin hisap = - 0,4

Beban angin :

- 1) Angin tekan ( $W_1$ ) = koef. Angin tekan x beban angin x  $1/2$  x ( $s_1+s_2$ )  
 $= 0,3 \times 25 \times \frac{1}{2} \times (2,035+2,035) = 15,273 \text{ kg/m.}$
- 2) Angin hisap ( $W_2$ ) = koef. Angin hisap x beban angin x  $1/2$  x ( $s_1+s_2$ )  
 $= - 0,4 \times 25 \times \frac{1}{2} \times (2,035+2,035) = -20,346 \text{ kg/m.}$

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

- 1)  $M_x \text{ (tekan)} = \frac{1}{8} \cdot W_1 \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 15,273 \times (3,60)^2 = 24,742 \text{ kgm.}$
- 2)  $M_x \text{ (hisap)} = \frac{1}{8} \cdot W_2 \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times -20,346 \times (3,60)^2 = -32,961 \text{ kgm.}$

**Tabel 3.1 Kombinasi gaya dalam pada gording**

Momen	Beban Mati	Beban Hidup	Beban Angin		Kombinasi	
			Tekan	Hisap	Minimum	Maksimum
$M_x$ (kgm)	149,596	73,723	24,742	-32,961	223,319	248,061
$M_y$ (kgm)	104,748	51,622	-	-	156,370	156,370

### 3.2.3. Kontrol Terhadap Tegangan

Kontrol terhadap tegangan Maximum

$$M_x = 248,061 \text{ kgm} = 24806,1 \text{ kgcm.}$$

$$M_y = 156,370 \text{ kgm} = 15637 \text{ kgcm.}$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\left(\frac{M_x}{Z_x}\right)^2 + \left(\frac{M_y}{Z_y}\right)^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{24806,1}{65,2}\right)^2 + \left(\frac{15637}{19,8}\right)^2} \\ &= 876,614 \text{ kg/cm}^2 < \sigma \text{ ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Kontrol terhadap tegangan Minimum

$$M_x = 223,319 \text{ kgm} = 22331,9 \text{ kgcm.}$$

$$M_y = 156,370 \text{ kgm} = 15637 \text{ kgcm.}$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\left(\frac{M_x}{Z_x}\right)^2 + \left(\frac{M_y}{Z_y}\right)^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{22331,9}{65,2}\right)^2 + \left(\frac{15637}{19,8}\right)^2} \\ &= 860,823 \text{ kg/cm}^2 < \sigma \text{ ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

### 3.2.4. Kontrol Terhadap Lendutan

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

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

$$q_x = 0,64659 \text{ kg/cm}$$

$$I_x = 489 \text{ cm}^4$$

$$q_y = 0,92343 \text{ kg/cm}$$

$$I_y = 99,2 \text{ cm}^4$$

$$P_x = 57,358 \text{ kg}$$

$$P_y = 81,915 \text{ kg}$$

$$Z_{ijin} = \frac{1}{180} \times 3,60 = 2 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} Z_x &= \frac{5.q_x.L^4}{384.E.I_y} + \frac{P_x.L^3}{48.E.I_y} \\ &= \frac{5.0,64659.(360)^4}{384.2,1.10^6.99,2} + \frac{57,358.360^3}{48.2,1.10^6.99,2} = 0,6788 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_y &= \frac{5.q_y.L^4}{384.E.I_x} + \frac{P_y.L^3}{48.E.I_x} \\ &= \frac{5.0,92343.(360)^4}{384.2,1 \times 10^6.489} + \frac{81,915.(360)^3}{48.2,1.10^6.489} = 0,1967 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{Z_x^2 + Z_y^2} \\ &= \sqrt{(0,6788)^2 + (0,1967)^2} = 0,7067 \text{ cm} \end{aligned}$$

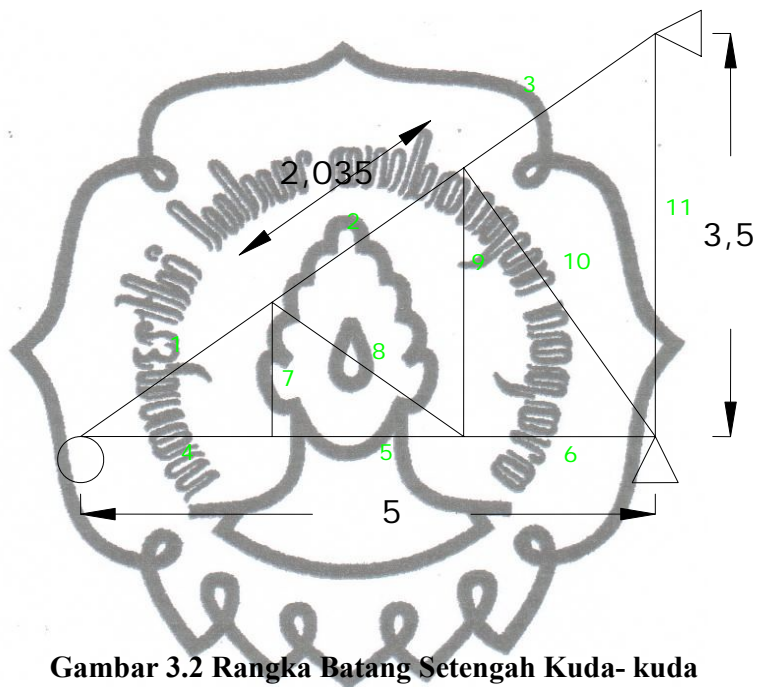
$$Z \leq Z_{ijin}$$

$$0,7067 \text{ cm} \leq 2 \text{ cm} \quad \dots\dots\dots \text{aman !}$$

Jadi, baja profil *lip channels* (□) dengan dimensi **150 x 75 x 20 x 4,5** aman dan mampu menerima beban apabila digunakan untuk gording.



### 3.3. Perencanaan Setengah Kuda-kuda



Gambar 3.2 Rangka Batang Setengah Kuda-kuda

#### 3.3.1. Perhitungan Panjang Batang Setengah Kuda-kuda

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

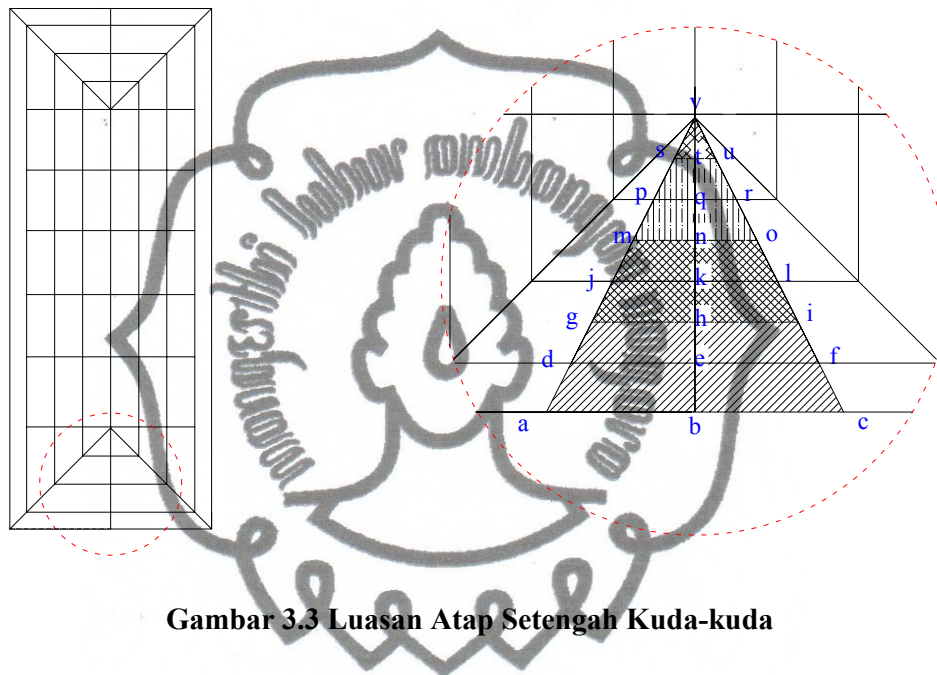
Tabel 3.2 Perhitungan panjang batang pada setengah kuda-kuda

Nomer Batang	Panjang Batang
1	2,035
2	2,035
3	2,035
4	1,667
5	1,667
6	1,667
7	1,167



8	2,035
9	2,334
10	2,867
11	3,501

### 3.2. Perhitungan luasan Setengah Kuda-kuda



Gambar 3.3 Luasan Atap Setengah Kuda-kuda

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang atap } df &= 5 \text{ m} \\
 \text{Panjang atap } ac &= 6 \text{ m} \\
 \text{Panjang atap } vb &= (3 \times 2,035) + 1,22 \\
 &= 7,325 \text{ m} \\
 \text{Panjang atap } vh &= (2 \times 2,035) + 1,00175 \\
 &= 5,072 \text{ m} \\
 \text{Panjang atap } vn &= 2,035 + 1,0175 \\
 &= 3,0525 \text{ m} \\
 \text{Panjang atap } gi &= \frac{vh \cdot ac}{vb} = \frac{5,072 \cdot 6}{7,325} \\
 &= 4,154 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Tugas Akhir  
Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

20

$$\begin{aligned} \text{Panjang atap mo} &= \frac{(vn.ac)}{vb} = \frac{3,037.6}{7,325} \\ &= 2,487 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang atap jl} &= \frac{vk.ac}{vb} = \frac{4,07.6}{7,325} \\ &= 3,333 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang atap pr} &= \frac{vq.ac}{vb} = \frac{2,035.6}{7,325} \\ &= 1,667 \text{ m} \end{aligned}$$

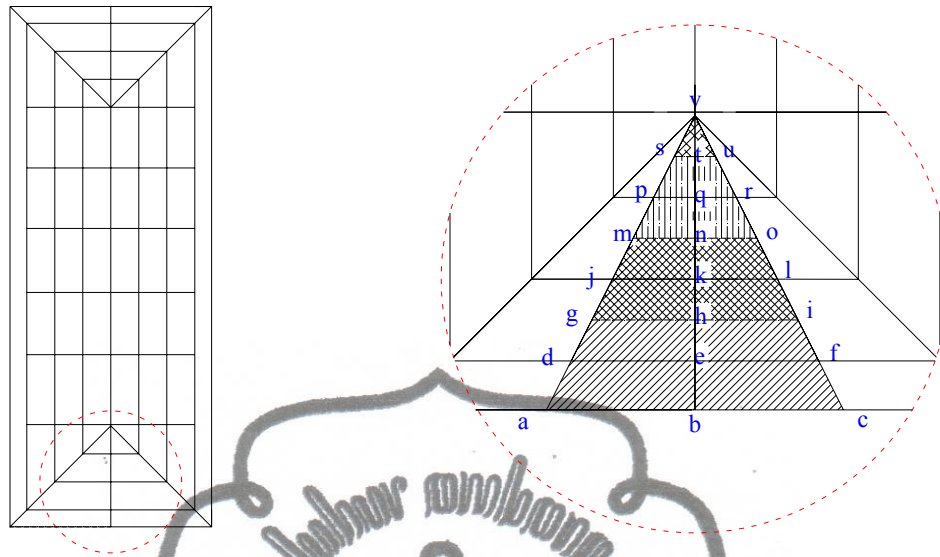
$$\begin{aligned} \text{Luas atap acgi} &= \left( \frac{gi + ac}{2} \right) x hb \\ &= \left( \frac{4,17 + 5}{2} \right) x 1,018 = 4,668 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas atap gimo} &= \left( \frac{gi + mo}{2} \right) x nh \\ &= \left( \frac{4,17 + 2,5}{2} \right) x 2,035 = 6,787 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas atap mosu} &= \left( \frac{su + mo}{2} \right) x trn \\ &= \left( \frac{0,83 + 2,5}{2} \right) x 2,035 = 3,388 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas atap suv} &= \frac{1}{2} \cdot Su \cdot vt \\ &= \frac{1}{2} \cdot 0,83 \cdot 1,018 = 0,423 \text{ m}^2 \end{aligned}$$





Gambar 3.4. Luasan Plafon Setengah Kuda-Kuda

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang plafon } \mathbf{df} &= 5 \text{ m} \\
 \text{Panjang plafon } \mathbf{ac} &= 6 \text{ m} \\
 \text{Panjang plafon } \mathbf{vb} &= 6 \text{ m} \\
 \text{Panjang plafon } \mathbf{vh} &= (2 \times 1,67) + 0,835 \\
 &= 4,175 \text{ m} \\
 \text{Panjang plafon } \mathbf{vn} &= 1,67 + 0,835 \\
 &= 2,505 \text{ m} \\
 \text{Panjang plafon } \mathbf{gi} &= \frac{vh.ac}{vb} = \frac{4,175.6}{6} \\
 &= 4,175 \text{ m} \\
 \text{Panjang plafon } \mathbf{mo} &= \frac{(vn.ac)}{vb} = \frac{2,505.6}{6} \\
 &= 2,505 \text{ m} \\
 \text{Panjang plafon } \mathbf{jl} &= \frac{vk.ac}{vb} = \frac{3,34.6}{6} \\
 &= 3,34 \text{ m} \\
 \text{Panjang plafon } \mathbf{pr} &= \frac{vq.ac}{vb} = \frac{1,67.6}{6}
 \end{aligned}$$



$$= 1,67 \text{ m}$$

Luas plafon **acgi**

$$= \left( \frac{gi + ac}{2} \right) x hb$$

$$= \left( \frac{4,17 + 5}{2} \right) x 0,834 = 3,824 \text{ m}^2$$

Luas plafon **gimo**

$$= \left( \frac{gi + mo}{2} \right) x nh$$

$$= \left( \frac{4,17 + 2,5}{2} \right) x 1,667 = 5,559 \text{ m}^2$$

Luas plafon **mosu**

$$= \left( \frac{mo + su}{2} \right) x tn$$

$$= \left( \frac{2,5 + 0,83}{2} \right) x 1,667 = 2,776 \text{ m}^2$$

Luas plafon **suv**

$$= \frac{1}{2} \cdot Su \cdot vt$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,83 \cdot 0,834 = 0,346 \text{ m}^2$$

### 3.3.3. Perhitungan Pembebanan Setengah Kuda-kuda

#### Data-data pembebanan :

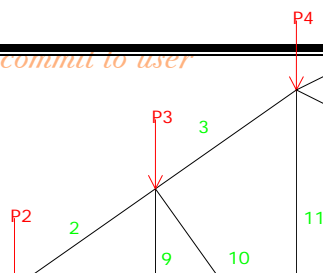
Berat penutup atap = 50 kg/m<sup>2</sup>

Berat profil rangka kuda-kuda = 25 kg/m

Berat profil gording = 11 kg/m

### BAB 3 Perencanaan Atap

Commit to user





Gambar 3.5. Pembebanan Setengah Kuda-kuda akibat beban mati

a) Perhitungan Beban

Beban Mati

1) Beban  $P_1$

- a) Beban gording = Berat profil gording x Panjang Gording  $ac$   
 $= 11 \times 5$   
 $= 55 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luas atap  $acgi$  x Berat atap  
 $= 4,668 \times 50$   
 $= 233,4 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times Btg (1 + 4) \times$  berat profil kuda kuda  
 $= \frac{1}{2} \times (2,035 + 1,667) \times 25$   
 $= 46,275 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda  
 $= 0,3 \times 46,275$   
 $= 13,883 \text{ kg}$
- e) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda  
 $= 0,1 \times 46,275$   
 $= 4,628 \text{ kg}$
- f) Beban plafon = Luas plafon  $acgi$  x berat plafon  
 $= 3,824 \times 18$   
 $= 68,832 \text{ kg}$

2) Beban  $P_2$ 

- a) Beban gording = Berat profil gording x Panjang Gording **jl**  
 $= 11 \times 3,33$   
 $= 36,63 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luas atap atap **gimo** x berat atap  
 $= 6,787 \times 50$   
 $= 339,35 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (1 + 2 + 7 + 8) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,035 + 2,035 + 1,167 + 2,035) \times 25$   
 $= 90,90 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda  
 $= 0,3 \times 90,90$   
 $= 27,27 \text{ kg}$
- e) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda  
 $= 0,1 \times 90,90$   
 $= 9,09 \text{ kg}$

3) Beban  $P_3$ 

- a) Beban gording = Berat profil gording x Panjang Gording **pr**  
 $= 11 \times 1,67$   
 $= 18,37 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luas atap **mosu** x berat atap  
 $= 3,388 \times 50$   
 $= 169,4 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (2 + 3 + 9) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,035 + 2,035 + 2,334) \times 25$   
 $= 80,05 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda  
 $= 0,3 \times 80,05$   
 $= 24,015 \text{ kg}$
- e) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda



$$= 0,1 \times 80,05$$

$$= 8,005 \text{ kg}$$

4) Beban P<sub>4</sub>

a) Beban atap = Luas atap **suw** x berat atap

$$= 0,423 \times 50$$

$$= 21,15 \text{ kg}$$

b) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg}(3 + 10 + 11) \times \text{berat profil kuda kuda}$

$$= \frac{1}{2} \times (2,035 + 3,878 + 3,501) \times 25$$

$$= 117,675 \text{ kg}$$

c) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda

$$= 0,1 \times 117,675$$

$$= 11,768 \text{ kg}$$

d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda

$$= 0,3 \times 117,675$$

$$= 35,303 \text{ kg}$$

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

a) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg}(4 + 5 + 7) \times \text{berat profil kuda kuda}$

$$= \frac{1}{2} \times (1,667 + 1,667 + 1,167) \times 25$$

$$= 56,263 \text{ kg}$$

b) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda

$$= 0,1 \times 56,263$$

$$= 5,626 \text{ kg}$$

c) Beban plafon = Luas plafon **gimo** x berat plafon

$$= 5,559 \times 18$$

$$= 100,062 \text{ kg}$$

d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda

$$= 0,3 \times 56,263$$

$$= 16,878 \text{ kg}$$

6) Beban  $P_6$ 

- a) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg}(5 + 6 + 8+9+10) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
 =  $\frac{1}{2} \times (1,667 + 1,667 + 2,035 + 2,334 + 3,878) \times 25$   
 = 144,763 kg
- b) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda  
 =  $0,1 \times 144,763$   
 = 14,476 kg
- c) Beban plafon = Luas plafon **mosu** x berat plafon  
 =  $2,776 \times 18$   
 = 49,968 kg
- d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda  
 =  $0,3 \times 144,763$   
 = 43,429 kg

7) Beban  $P_7$ 

- a) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg}(6 + 11) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
 =  $\frac{1}{2} \times (1,667 + 3,501) \times 25$   
 = 64,6 kg
- b) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda  
 =  $0,1 \times 64,6$   
 = 6,46 kg
- c) Beban plafon = Luas plafon **suv** x berat plafon  
 =  $0,346 \times 18$   
 = 6,228 kg
- d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda  
 =  $0,3 \times 64,6$   
 = 19,38 kg

Tabel 3.3 Rekapitulasi Pembebanan Setengah Kuda-kuda



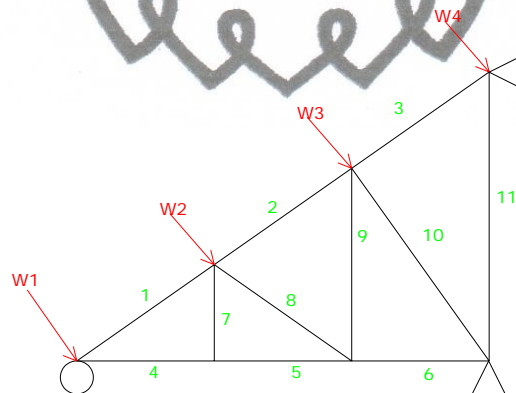
Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda - kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP 2000 ( kg )
P <sub>1</sub>	233,4	55	46,275	4,628	13,883	68,832	422,018	423
P <sub>2</sub>	339,35	36,63	90,90	9,09	27,27	---	503,24	504
P <sub>3</sub>	169,4	18,37	80,05	8,005	24,015	---	299,84	300
P <sub>4</sub>	21,15	---	117,675	11,768	35,303	---	185,896	186
P <sub>5</sub>	---	---	56,263	5,026	15,079	100,62	176,988	177
P <sub>6</sub>	---	---	144,763	14,476	43,429	49,968	252,636	253
P <sub>7</sub>	---	---	64,6	6,46	19,38	6,228	96,668	97

**Beban Hidup**

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

**Beban Angin**

Perhitungan beban angin :



**Gambar 3.4. Pembebanan setengah kuda-kuda utama akibat beban angin**

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m<sup>2</sup> (PPIUG 1983)

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

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



$$= 0,3$$

- a)  $W_1$  = luas atap **acgi** x koef. angin tekan x beban angin  
 $= 4,668 \times 0,3 \times 25 = 35,01$  kg
- b)  $W_2$  = luas atap **gimo** x koef. angin tekan x beban angin  
 $= 6,787 \times 0,3 \times 25 = 50,903$  kg
- c)  $W_3$  = luas atap **mosu** x koef. angin tekan x beban angin  
 $= 3,388 \times 0,3 \times 25 = 25,41$  kg
- d)  $W_4$  = luas atap **suv** x koef. angin tekan x beban angin  
 $= 0,423 \times 0,3 \times 25 = 3,173$  kg

**Tabel 3.4. Perhitungan beban angin**

Beban Angin	Beban (kg)	$W_x$ $W \cdot \cos \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)	$W_y$ $W \cdot \sin \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)
$W_1$	35,01	28,679	29	20,081	21
$W_2$	50,903	41,679	42	29,197	30
$W_3$	25,41	20,815	21	14,575	15
$W_4$	3,173	2,599	3	1,819	2

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

**Tabel 3.5. Rekapitulasi gaya batang setengah kuda-kuda**

Batang	kombinasi	
	Tarik (+) ( kg )	Tekan (-) ( kg )
1	-	717,45
2	225,92	-
3	1091,66	-
4	558,79	-
5	556,40	-





6	-	233,37
7	252,84	-
8	-	970,37
9	927,58	-
10	-	1265,89
11	-	24,92

### 3.3.4. Perencanaan Profil Kuda-kuda

#### Perhitungan profil batang tarik

$$P_{maks.} = 1091,66 \text{ kg}$$

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

$$F_{netto} = \frac{P_{maks.}}{\sigma_{ijin}}$$

$$= \frac{1091,66}{1600}$$

$$= 0,6823 \text{ cm}^2$$

$$F_{bruto} = 1,15 \cdot F_{netto}$$

$$= 1,15 \cdot 0,6823 \text{ cm}^2$$

$$= 0,7846 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil  $\llcorner$  40. 40. 6

$$F = 2 \cdot 4,48 \text{ cm}^2 = 8,96 \text{ cm}^2$$

F = penampang profil dari tabel profil baja

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\sigma = \frac{P_{maks.}}{0,85 \cdot F}$$

$$= \frac{1091,66}{0,85 \cdot 8,96}$$

$$= 143,338 \text{ kg/cm}^2$$

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



$$143,338 \text{ kg/cm}^2 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots \text{aman !!}$$

### Perhitungan profil batang tekan

$$P_{\text{maks.}} = 1265,89 \text{ kg}$$

$$lk = 2,867 \text{ m} = 286,7 \text{ cm}$$

Dicoba, menggunakan baja profil  $\text{JL } 40 \cdot 40 \cdot 6$

$$i_x = 1,19 \text{ cm}$$

$$F = 2 \cdot 4,48 = 8,96 \text{ cm}^2$$

$$\lambda = \frac{lk}{i_x} = \frac{286,7}{1,19} = 240,924$$

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

$$= 111,07$$

$$\lambda_s = \frac{\lambda}{\lambda_g} = \frac{240,924}{111,07} = 2,169$$

$$\text{Karena } \lambda_s \geq 1 \text{ maka : } \omega = 2,381 \cdot \lambda_s^2$$

$$= 11,203$$

Kontrol tegangan yang terjadi :

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

$$= \frac{1265,89 \cdot 11,203}{8,96}$$

$$= 1582,761 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$1582,761 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{aman !!!}$$

### 3.3.5. Perhitungan Alat Sambung



### Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

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

Diameter lubang = 13,7 mm.

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

Menggunakan tebal plat 8 mm

Tegangan geser yang diijinkan

Teg. Geser = 0,6 .  $\sigma$  ijin  
 $= 0,6 . 1600$   
 $= 960$  kg/cm<sup>2</sup>

Tegangan tumpuan yang diijinkan

Teg. tumpuan = 1,5 .  $\sigma$  ijin  
 $= 1,5 . 1600$   
 $= 2400$  kg/cm<sup>2</sup>

Kekuatan baut :

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

$$\begin{aligned} \text{b) } P_{\text{desak}} &= \delta \cdot d \cdot \tau_{\text{tumpuan}} \\ &= 0,9 \cdot 1,27 \cdot 2400 \\ &= 2743,20 \text{ kg} \end{aligned}$$

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

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{1345,61}{2430,96} = 0,5535 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :



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

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

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

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

### Batang tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

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

$$\text{Diameter lubang} = 13,7 \text{ mm.}$$

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

Menggunakan tebal plat 8 mm

Tegangan geser yang diijinkan

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

Tegangan tumpuan yang diijinkan

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

Kekuatan baut :

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

$$\begin{aligned} b) P_{\text{desak}} &= \delta \cdot d \cdot \tau \text{ tumpuan} \\ &= 0,9 \cdot 1,27 \cdot 2400 \\ &= 2473,2 \text{ kg} \end{aligned}$$



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

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{1168,62}{2430,96} = 0,4807 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

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

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

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

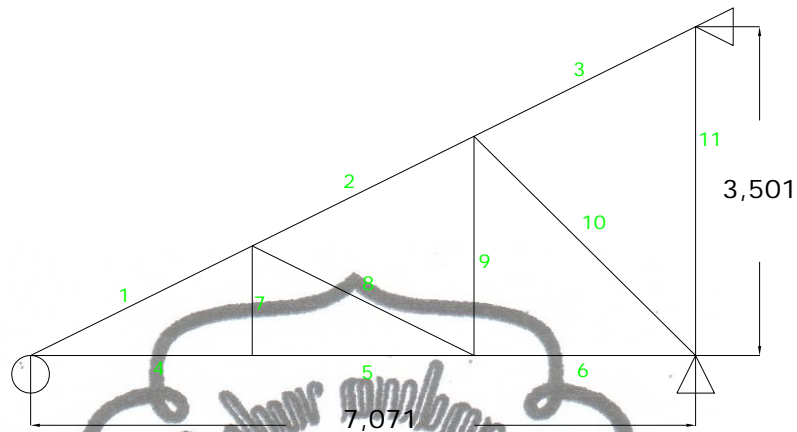
$$\begin{aligned} \text{Diambil, } S_2 &= 5 d = 5 \cdot 1,27 \\ &= 6,35 \text{ cm} \\ &= 6 \text{ cm} \end{aligned}$$

Tabel 3.6. Rekapitulasi perencanaan profil setengah kuda-kuda

Nomor Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
2	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
3	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
4	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
5	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
6	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
7	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
8	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
9	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
10	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
11	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7



### 3.4. Perencanaan Jurai



Gambar 3.7. Rangka Batang Jurai

#### 3.4.1. Perhitungan Panjang Batang jurai

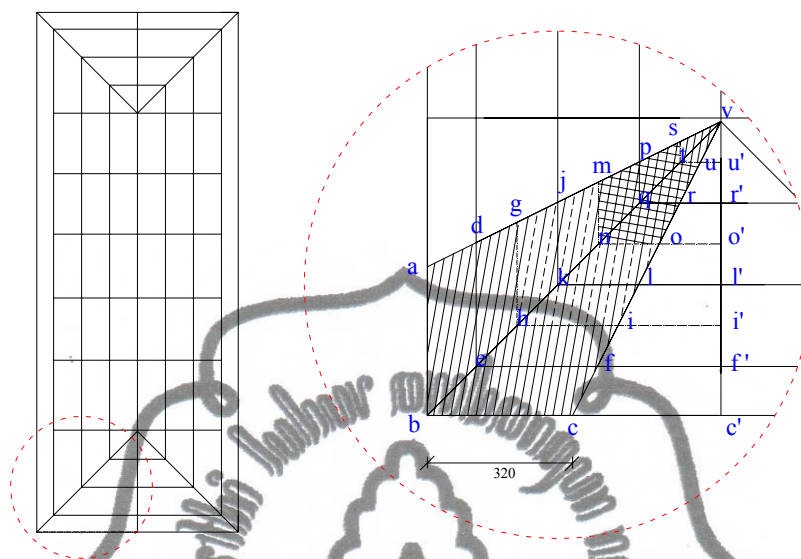
Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 3.7. Perhitungan panjang batang pada jurai

Nomor Batang	Panjang Batang (m)
1	2,63
2	2,63
3	2,63
4	2,357
5	2,357
6	2,357
7	1,167
8	2,63
9	2,334
10	3,317
11	3,501



### 3.4.2. Perhitungan luasan jurai



**Gambar 3.8. Luasan Atap Jurai**

$$\begin{aligned} \text{Panjang atap } vu' &= 0,5 \times 2,035 \\ &= 1,018 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang atap } vu' = u'r' = r'o' = o'l' = l'i' = f'c'$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang atap } l'f' &= l'i' + i'f' \\ &= 1,018 + 1,018 \\ &= 2,036 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang atap } bc = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Panjang atap } ef = 2,08 \text{ m}$$

$$\text{Panjang atap } kl = 1,25 \text{ m}$$

$$\text{Panjang atap } qr = 0,42 \text{ m}$$

Luas atap **abcihg**

$$\begin{aligned} &= (2 \times \left( \frac{hi + bc}{2} \right) \times i'c') \\ &= (2 \times \left( \frac{2,14 + 3,20}{2} \right) \times 2,544) \\ &= 13,585 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



Luas atap **ghionm**

$$\begin{aligned}
 &= (2 \times \left( \frac{hi + no}{2} \right) \times o'i') \\
 &= (2 \times \left( \frac{2,14 + 1,28}{2} \right) \times 2,035) \\
 &= 6,960 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Luas atap **mnouts**

$$\begin{aligned}
 &= (2 \times \left( \frac{no + tu}{2} \right) \times u'o') \\
 &= (2 \times \left( \frac{1,28 + 0,48}{2} \right) \times 2,035) \\
 &= 3,480 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Luas atap **stuv**

$$\begin{aligned}
 &= 2 \times \left( \frac{1}{2} \times tu \times vu' \right) \\
 &= 2 \times \left( \frac{1}{2} \times 0,43 \times 1,018 \right) \\
 &= 0,438 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Panjang Gording **def**

$$\begin{aligned}
 &= de + ef \\
 &= 2,56 + 2,56 \\
 &= 5,12 \text{ m}
 \end{aligned}$$

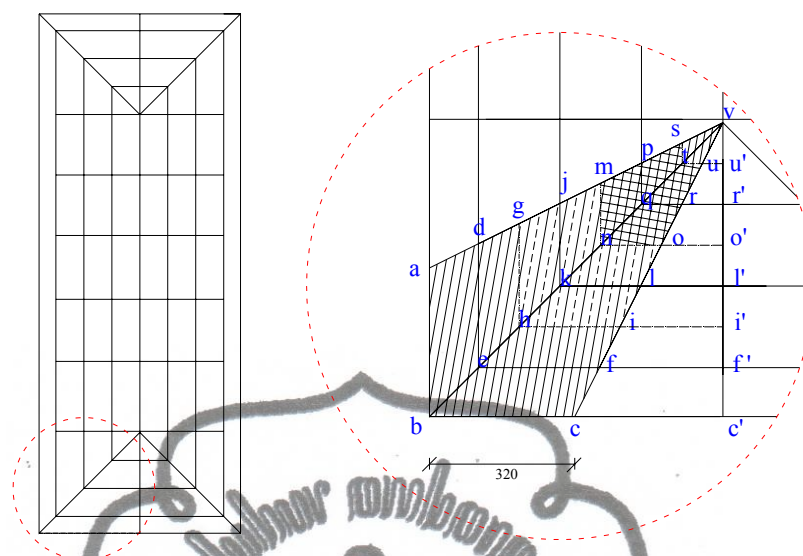
Panjang Gording **jkl**

$$\begin{aligned}
 &= jk + kl \\
 &= 1,71 + 1,71 \\
 &= 3,42 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Panjang Gording **pqr**

$$\begin{aligned}
 &= pq + qr \\
 &= 0,86 + 0,86 = 1,72 \text{ m}
 \end{aligned}$$





Gambar 3.9. Luasan Plafon Jurai

$$\begin{aligned} \text{Panjang plafon } \mathbf{vu'} &= 0,5 \times 1,667 \\ &= 0,834 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang plafon } \mathbf{vu'} = \mathbf{ur'} = \mathbf{r'o'} = \mathbf{o'l'} = \mathbf{l'i'} = \mathbf{i'f'}$$

$$\text{Panjang plafon } \mathbf{f'c'} = 1,25 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang plafon } \mathbf{i'c'} &= \mathbf{i'f'} + \mathbf{f'c'} \\ &= 0,834 + 1,25 \\ &= 2,084 \end{aligned}$$

$$\text{Panjang plafon } \mathbf{bc} = 3,20 \text{ m}$$

$$\text{Panjang plafon } \mathbf{hi} = 2,14 \text{ m}$$

$$\text{Panjang plafon } \mathbf{no} = 1,28 \text{ m}$$

$$\text{Panjang plafon } \mathbf{tu} = 0,43 \text{ m}$$

Luas plafon **abcihg**

$$= (2 \times \left( \frac{hi + bc}{2} \right) \times i'c')$$

$$= (2 \times \left( \frac{2,14 + 3,20}{2} \right) \times 2,084) = 11,129 \text{ m}^2$$

Luas plafon **ghionm**



$$= (2 \times \left( \frac{hi + no}{2} \right) \times o'i')$$

$$= (2 \times \left( \frac{2,14 + 1,28}{2} \right) \times 1,667) = 5,701 \text{ m}^2$$

Luas plafon mnouts

$$= (2 \times \left( \frac{no + tu}{2} \right) \times u'o')$$

$$= (2 \times \left( \frac{1,28 + 0,48}{2} \right) \times 1,667) = 2,851 \text{ m}^2$$

Luas plafon stuv

$$= 2 \times \left( \frac{1}{2} \times tu \times vu' \right)$$

$$= 2 \times \left( \frac{1}{2} \times 0,43 \times 0,834 \right) = 0,359 \text{ m}^2$$

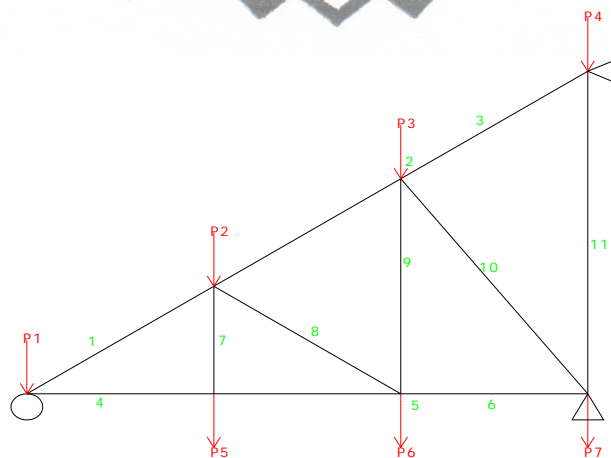
### 3.4.3. Perhitungan Pembebanan Jurai

#### Data-data pembebanan :

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

Berat profil kuda-kuda = 25 kg/m

Berat gording = 11 kg/m



Gambar 3.10. Pembebanan Jurai Akibat Beban Mati

#### a. Perhitungan Beban



### Beban Mati

#### 1) Beban $P_1$

- a) Beban gording = Berat profil gording x Panjang Gording **def**  
 $= 11 \times 5,12$   
 $= 56,32 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luas atap **abcihg** x Berat atap  
 $= 13,585 \times 50$   
 $= 679,25 \text{ kg}$
- c) Beban plafon = Luas plafon **abcihg** x berat plafon  
 $= 11,29 \times 18$   
 $= 203,22 \text{ kg}$
- d) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (1 + 4) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,63 + 2,63) \times 25$   
 $= 65,75 \text{ kg}$
- e) Beban plat sambung =  $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 0,3 \times 65,75$   
 $= 19,725 \text{ kg}$
- f) Beban bracing =  $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 0,1 \times 65,75$   
 $= 6,575 \text{ kg}$

#### 2) Beban $P_2$

- a) Beban gording = Berat profil gording x Panjang Gording **jkl**  
 $= 11 \times 3,42$   
 $= 37,62 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luas atap **ghionm** x berat atap  
 $= 6,960 \times 50$   
 $= 348 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (1 + 2 + 7 + 8) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,63 + 2,63 + 1,167 + 2,63) \times 25$



$$= 113,213 \text{ kg}$$

d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda  
 $= 0,3 \times 113,213$   
 $= 33,964 \text{ kg}$

e) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda  
 $= 0,1 \times 113,213$   
 $= 11,321 \text{ kg}$

### 3) Beban P<sub>3</sub>

a. Beban gording = Berat profil gording x Panjang Gording **pqr**  
 $= 11 \times 1,72$   
 $= 18,92 \text{ kg}$

b. Beban atap = Luas atap **mnouts** x berat atap  
 $= 3,480 \times 50$   
 $= 174 \text{ kg}$

c. Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (2 + 3) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,63 + 2,63) \times 25$   
 $= 65,75 \text{ kg}$

d. Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda  
 $= 0,3 \times 65,75$   
 $= 19,725 \text{ kg}$

e. Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda  
 $= 0,1 \times 65,75$   
 $= 6,575 \text{ kg}$

### 4) Beban P<sub>4</sub>

a) Beban atap = Luas atap **stuv** x berat atap  
 $= 0,438 \times 50$   
 $= 21,90 \text{ kg}$

b) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (3 + 10 + 11) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,63 + 3,317 + 3,501) \times 25$



- 
- = 118,1 kg
- c) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda  
= 0,1 x 118,1  
= 11,81 kg
- d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda  
= 0,3 x 118,1  
= 35,43 kg
- 5) Beban  $P_5$
- a) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (4 + 5 + 7) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
=  $\frac{1}{2} \times (2,357 + 2,357 + 1,167) \times 25$   
= 73,513 kg
- b) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda  
= 0,1 x 73,513  
= 7,351 kg
- c) Beban plafon = Luas plafon **ghionm** x berat plafon  
= 5,701 x 18  
= 102,618 kg
- d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda  
= 0,3 x 73,513  
= 22,054 kg
- 6) Beban  $P_6$
- a) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (5+6+8+9+10) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
=  $\frac{1}{2} \times (2,357+2,357+2,63+2,334+3,317) \times 25$   
= 162,438 kg
- b) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda  
= 0,1 x 162,438  
= 16,244 kg
- c) Beban plafon = Luas plafon **mnouts** x berat plafon  
= 2,851 x 18
-



$$= 51,318 \text{ kg}$$

d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda  
 $= 0,3 \times 162,438$   
 $= 48,731 \text{ kg}$

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

a) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (6 + 11) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,357 + 3,501) \times 25$   
 $= 73,225 \text{ kg}$

b) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda  
 $= 0,1 \times 73,225$   
 $= 7,323 \text{ kg}$

c) Beban plafon = Luas plafon  $\times$  berat plafon  
 $= 0,359 \times 18$   
 $= 6,462 \text{ kg}$

d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda  
 $= 0,3 \times 73,225$   
 $= 21,968 \text{ kg}$

Tabel 3.8. 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 (kg)
P <sub>1</sub>	679,25	56,32	65,75	6,575	19,725	203,22	1030,84	1031
P <sub>2</sub>	348	37,62	113,213	11,321	33,964	-	544,118	545
P <sub>3</sub>	174	18,92	65,75	6,575	19,725	-	284,97	285
P <sub>4</sub>	21,90	-	118,1	11,81	35,43	-	187,24	188
P <sub>5</sub>	-	-	73,513	7,351	22,054	102,618	205,536	206
P <sub>6</sub>	-	-	162,438	16,244	48,731	51,318	278,731	279
P <sub>7</sub>	-	-	73,225	7,323	21,968	6,462	108,978	109

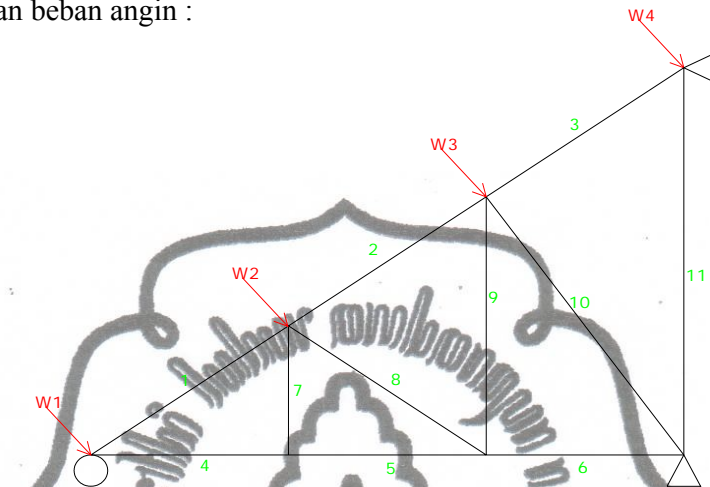
**Beban Hidup**



Beban hidup yang bekerja pada  $P_1, P_2, P_3, P_4 = 100$  kg

### Beban Angin

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.11. Pembebanan Jurai Akibat Beban Angin

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

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Koefisien angin tekan} &= 0,02\alpha - 0,40 \\
 &= (0,02 \times 35) - 0,40 \\
 &= 0,3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{a) } W_1 &= \text{luas atap abcihg} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\
 &= 13,585 \times 0,3 \times 25 \\
 &= 101,887 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b) } W_2 &= \text{luas atap ghionm} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\
 &= 6,960 \times 0,3 \times 25 \\
 &= 52,2 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c) } W_3 &= \text{luas atap mnouts} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\
 &= 3,480 \times 0,3 \times 25 \\
 &= 26,1 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d) } W_4 &= \text{luas atap stuv} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\
 &= 0,438 \times 0,3 \times 25
 \end{aligned}$$



$$= 3,285 \text{ kg}$$

**Tabel 3.9. Perhitungan beban angin**

Beban Angin	Beban (kg)	$W_x$ $W \cdot \cos \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)	$W_y$ $W \cdot \sin \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)
$W_1$	101,887	83,461	84	58,440	59
$W_2$	52,2	42,759	43	29,941	30
$W_3$	26,1	21,379	22	14,970	15
$W_4$	3,285	2,691	3	1,884	2

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

**Tabel 3.10. Rekapitulasi gaya batang jurai**

Batang	kombinasi	
	Tarik (+) ( kg )	Tekan (-) ( kg )
1	-	987,60
2	371,38	-
3	1584,01	-
4	811,14	-
5	807,07	-
6	-	424,84
7	305,28	-
8	-	1382,69
9	1044,21	-
10	-	1572,80
11	-	27,78

#### 3.4.4. Perencanaan Profil jurai





### Perhitungan profil batang tarik

$$P_{maks.} = 1584,01 \text{ kg}$$

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

$$F_{netto} = \frac{P_{maks.}}{\sigma_{ijin}} = \frac{1584,01}{1600}$$

$$= 0,990 \text{ cm}^2$$

$$F_{bruto} = 1,15 \cdot F_{netto}$$

$$= 1,15 \cdot 0,990 \text{ cm}^2$$

$$= 1,139 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil  $\llcorner$  50. 50. 6

$$F = 2 \cdot 5,69 \text{ cm}^2 = 11,38 \text{ cm}^2 \quad F = \text{penampang profil dari tabel profil baja}$$

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\sigma = \frac{P_{maks.}}{0,85 \cdot F}$$

$$= \frac{1584,01}{0,85 \cdot 11,38}$$

$$= 163,756 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$163,756 \text{ kg/cm}^2 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{aman !!}$$

### Perhitungan profil batang tekan

$$P_{maks.} = 1572,80 \text{ kg}$$

$$lk = 3,317 \text{ m} = 331,7 \text{ cm}$$

Dicoba, menggunakan baja profil  $\llcorner$  50. 50. 6



$$i_x = 1,50 \text{ cm}$$

$$F = 2 \cdot 6,91 = 13,82 \text{ cm}^2$$

$$\lambda = \frac{lk}{i_x} = \frac{331,7}{1,50} = 221,133$$

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

$$= 111,07 \text{ cm}$$

$$\lambda_s = \frac{\lambda}{\lambda_g} = \frac{221,133}{111,07}$$

$$= 1,991$$

Karena  $\lambda_s \geq 1$  maka :

$$\omega = 2,381 \cdot \lambda_s^2$$

$$= 9,438$$

Kontrol tegangan yang terjadi :

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

$$= \frac{1572,80 \cdot 9,438}{11,38}$$

$$= 1304,401 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$1304,401 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\dots\dots \text{aman !!!}$$

### 3.4.5. Perhitungan Alat Sambung

#### Batang Tekan

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



$$= 0,625 \cdot 12,7$$

$$= 7,94 \text{ mm.}$$

Menggunakan tebal plat 8 mm

Tegangan geser yang diijinkan

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

$$= 0,6 \cdot 1600$$

$$= 960 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan tumpuan yang diijinkan

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

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

Kekuatan baut :

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

$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (1,27)^2 \cdot 960$$

$$= 2430,96 \text{ kg}$$

$$\text{b. } P_{\text{desak}} = \delta \cdot d \cdot \tau \text{ tumpuan}$$

$$= 0,9 \cdot 1,27 \cdot 2400$$

$$= 2743,20 \text{ kg}$$

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

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{1641,46}{2430,96} = 0,6752 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

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

$$\text{Diambil, } S_1 = 2,5 d = 2,5 \cdot 1,27$$

$$= 3,175 \text{ cm}$$

$$= 3 \text{ cm}$$



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

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

### Batang tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

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

$$\text{Diameter lubang} = 13,7 \text{ mm.}$$

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

Menggunakan tebal plat 8 mm

Tegangan geser yang diijinkan

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

Tegangan tumpuan yang diijinkan

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

Kekuatan baut :

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

$$\begin{aligned} b) P_{\text{desak}} &= \delta \cdot d \cdot \tau \text{ tumpuan} \\ &= 0,9 \cdot 1,27 \cdot 2400 \\ &= 2473,2 \text{ kg} \end{aligned}$$

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



Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{1659,13}{2430,96} = 0,6825 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

c.  $1,5 d \leq S_1 \leq 3 d$

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

d.  $2,5 d \leq S_2 \leq 7 d$

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

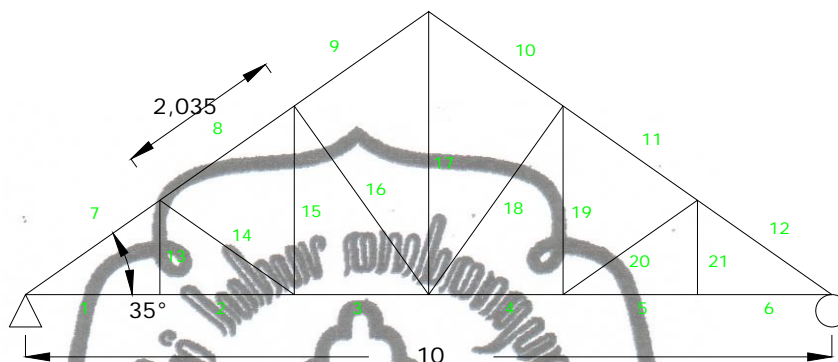
Tabel 3.11 Rekapitulasi perencanaan profil jurai

Nomor Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	JL 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
2	JL 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
3	JL 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
4	JL 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
5	JL 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
6	JL 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
7	JL 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
8	JL 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
9	JL 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
10	JL 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
11	JL 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7



### 3.5. Perencanaan Kuda-kuda Utama (KK)

#### 3.5.1 Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda A



Gambar 3.12 Panjang Batang Kuda-Kuda

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

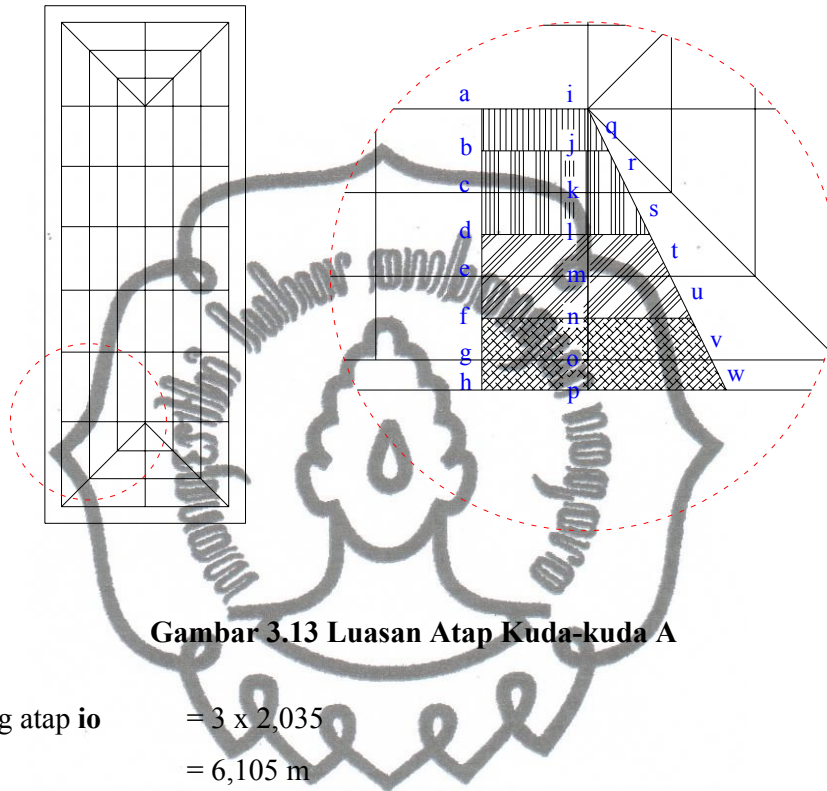
Tabel 3.12 Perhitungan panjang batang pada kuda-kuda utama (KK)

No batang	Panjang batang
1	1,667
2	1,667
3	1,667
4	1,667
5	1,667
6	1,667
7	2,035
8	2,035
9	2,035
10	2,035
11	2,035
12	2,035
13	1,167
14	2,035
15	2,334
16	2.868
17	3,501



18	2,868
19	2,334
20	2,035
21	1,167

### 3.5.2. Perhitungan Luasan Setengah Kuda-Kuda Utama A



**Gambar 3.13 Luasan Atap Kuda-kuda A**

$$\begin{aligned} \text{Panjang atap } io &= 3 \times 2,035 \\ &= 6,105 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang atap } op = 1,22 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang atap } ip &= io + op \\ &= 7,325 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang atap } ov = 2,54 \text{ m}$$

$$\text{Panjang atap } go = 1,80 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang atap } pw &= \frac{ip \cdot vo}{io} \\ &= 3,08 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang atap } nu &= \frac{in \cdot vo}{io} \\ &= 2,05 \text{ m} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\text{Panjang atap } \mathbf{ls} &= \frac{il.ov}{io} \\ &= 1,23 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang atap } \mathbf{jq} &= \frac{ij.ov}{io} \\ &= 0,41 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang atap } \mathbf{np} &= \frac{1}{2} mo + op \\ &= (0,5 \times 2,035) + 1,526 \\ &= 2,544 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas atap } \mathbf{fuhw} &= (fh \times hp) + \left( \frac{nu + pw}{2} \right) \times np \\ &= (2,544 \times 1) + \left( \frac{2,05 + 3,08}{2} \right) \times 2,544 \\ &= 9,069 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas atap } \mathbf{dsfu} &= (df \times fn) + \left( \frac{ls + nu}{2} \right) \times ln \\ &= (2,035 \times 1) + \left( \frac{1,23 + 2,05}{2} \right) \times 2,035 \\ &= 5,372 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas atap } \mathbf{bqds} &= (bd \times dl) + \left( \frac{jq + ls}{2} \right) \times jl \\ &= (2,035 \times 1) + \left( \frac{0,41 + 1,23}{2} \right) \times 2,035 \\ &= 3,704 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas atap } \mathbf{aibq} &= (ab \times bj) + (0,5 \times ij \times jq) \\ &= (1,018 \times 1) + (0,5 \times 1,018 \times 0,41)\end{aligned}$$





$$= 1,227 \text{ m}^2$$

Panjang Gording **gv**

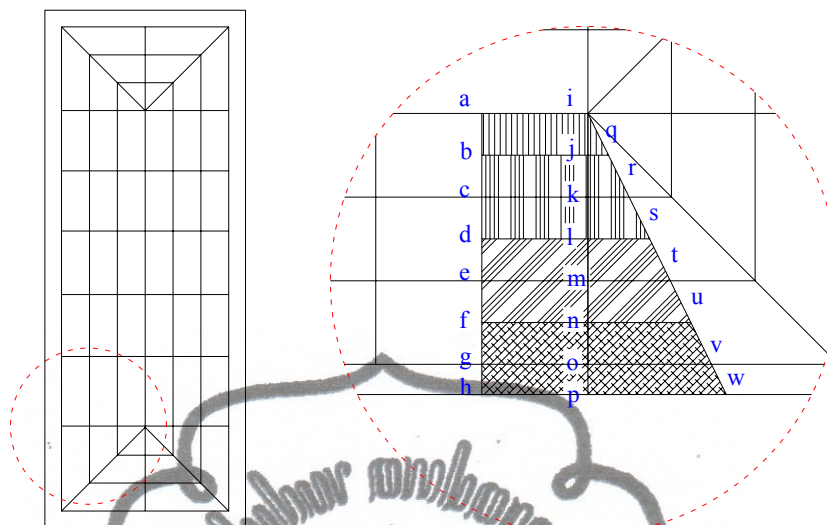
$$\begin{aligned} &= g_o + o_v \\ &= 1 + 2,46 \\ &= 3,46 \text{ m} \end{aligned}$$

Panjang Gording **et**

$$\begin{aligned} \text{Panjang atap } \mathbf{mt} &= \frac{im.ov}{io} \\ &= 1,640 \text{ m} \\ &= em + mt \\ &= 1 + 1,640 \\ &= 2,640 \text{ m} \end{aligned}$$

Panjang Gording **cr**

$$\begin{aligned} \text{Panjang atap } \mathbf{kr} &= \frac{ik.ov}{io} \\ &= 0,82 \text{ m} \\ &= ck + kr \\ &= 1 + 0,82 \\ &= 1,82 \text{ m} \end{aligned}$$



Gambar 3.14 Luasan Plafon Kuda-Kuda A

$$\begin{aligned} \text{Panjang plafon } \mathbf{io} &= 3 \times 1,667 \\ &= 5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang plafon } \mathbf{op} = 1,00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang plafon } \mathbf{ip} &= io + op \\ &= 6,00 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang plafon } \mathbf{ov} = 2,54 \text{ m}$$

$$\text{Panjang plafon } \mathbf{hp} = 1,80 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang plafon } \mathbf{pw} &= \frac{ip \cdot vo}{io} \\ &= 3,08 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang plafon } \mathbf{nu} &= \frac{in \cdot vo}{io} \\ &= 2,05 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang plafon } \mathbf{ls} &= \frac{il \cdot ov}{io} \\ &= 1,23 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang plafon } \mathbf{jq} = \frac{ij \cdot ov}{io}$$



$$= 0,41 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang plafon } np &= \frac{1}{2} mo + op \\ &= (0,5 \times 1,667) + 1,25 \\ &= 2,084 \text{ m} \end{aligned}$$

Luas plafon **fugp**

$$\begin{aligned} &= (fg \times go) + \left( \frac{nu + ov}{2} \right) \times no \\ &= (0,834 \times 1) + \left( \frac{2,05 + 2,46}{2} \right) \times 0,834 \\ &= 2,715 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luas plafon **dsfu**

$$\begin{aligned} &= (df \times fn) + \left( \frac{ls + nu}{2} \right) \times ln \\ &= (1,667 \times 1) + \left( \frac{1,23 + 2,05}{2} \right) \times 1,667 \\ &= 4,401 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luas plafon **bqds**

$$\begin{aligned} &= (bd \times dl) + \left( \frac{jq + ls}{2} \right) \times jl \\ &= (1,667 \times 1) + \left( \frac{0,41 + 1,23}{2} \right) \times 1,667 \\ &= 3,034 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luas plafon **aibq**

$$\begin{aligned} &= (ab \times bj) + (0,5 \times ij \times jq) \\ &= (0,834 \times 1) + (0,5 \times 0,834 \times 0,41) \\ &= 1,005 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



### 3.5.3. Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama A

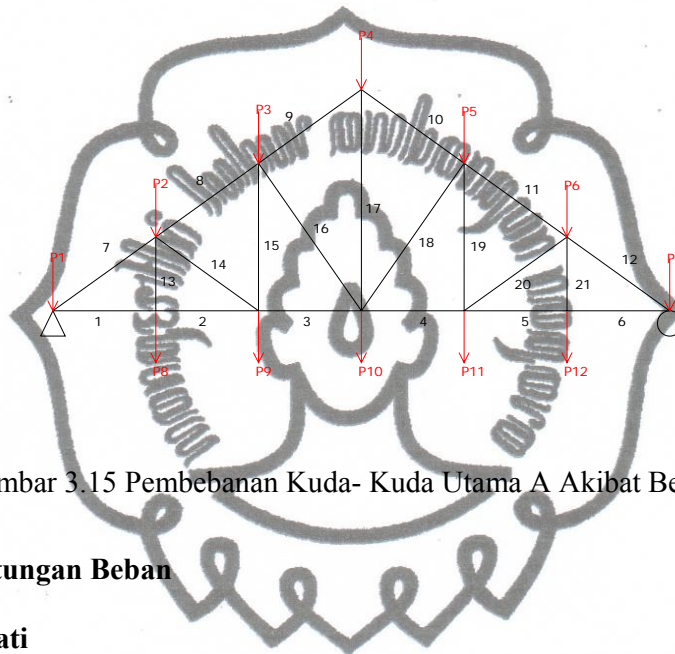
#### Data-data pembebanan :

Berat gording = 11 kg/m

Jarak antar kuda-kuda utama = 3,60 m

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

Berat profil = 25 kg/m



Gambar 3.15 Pembebanan Kuda- Kuda Utama A Akibat Beban Mati

#### a. Perhitungan Beban

##### Beban Mati

1) Beban  $P_1 = P_7$

$$\begin{aligned} \text{a) Beban gording} &= \text{Berat profil gording} \times \text{jarak kuda-kuda} \\ &= 11 \times 3,60 \\ &= 38,06 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Beban atap} &= \text{Luas atap } \mathbf{fuhw} \times \text{Berat atap} \\ &= 9,069 \times 50 \\ &= 453,45 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (1 + 7) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (1,667 + 2,035) \times 25 \\ &= 46,275 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{d) Beban plat sambung} = 30\% \times \text{beban kuda-kuda}$$



- 
- $= 0,3 \times 46,275$   
 $= 13,883 \text{ kg}$
- e) Beban bracing  $= 10\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 0,1 \times 46,275$   
 $= 4,628 \text{ kg}$
- f) Beban plafon  $= \text{Luas plafon } \mathbf{fugp} \times \text{berat plafon}$   
 $= 2,715 \times 18$   
 $= 48,87 \text{ kg}$
- 2) Beban  $P_2 = P_6$
- a) Beban gording  $= \text{Berat profil gording} \times \text{panjang gording } \mathbf{et}$   
 $= 11 \times 2,640$   
 $= 29,04 \text{ kg}$
- b) Beban atap  $= \text{Luas atap } \mathbf{dsfu} \times \text{berat atap}$   
 $= 5,372 \times 50$   
 $= 268,6 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda  $= \frac{1}{2} \times \text{Btg } (7+8+13+14) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,035 + 2,035 + 1,167 + 2,035) \times 25$   
 $= 90,9 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung  $= 30\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 0,3 \times 90,9$   
 $= 27,27 \text{ kg}$
- e) Beban bracing  $= 10\% \times \text{beban kuda-kuda}$   
 $= 0,1 \times 90,9$   
 $= 9,09 \text{ kg}$
- 3) Beban  $P_3 = P_5$
- a) Beban gording  $= \text{Berat profil gording} \times \text{panjang gording } \mathbf{cr}$   
 $= 11 \times 1,82$   
 $= 20,02 \text{ kg}$
- b) Beban atap  $= \text{Luas atap } \mathbf{bqds} \times \text{berat atap}$   
 $= 3,704 \times 50$   
 $= 185,2 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda  $= \frac{1}{2} \times \text{Btg } (8+9+15+16) \times \text{berat profil kuda kuda}$   
 $= \frac{1}{2} \times (2,035 + 2,035 + 2,334 + 2,868) \times 25$
-



$$= 115,9 \text{ kg}$$

d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda  
 $= 0,3 \times 115,9$   
 $= 34,77 \text{ kg}$

e) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda  
 $= 0,1 \times 115,9$   
 $= 11,59 \text{ kg}$

4) Beban  $P_4$

a) Beban gording = Berat profil gording x panjang gording **ai**  
 $= 11 \times 1,8$   
 $= 19,8 \text{ kg}$

b) Beban atap = ( 2 x Luas atap **aibq** ) x berat atap  
 $= ( 2 \times 1,227 ) \times 50$   
 $= 122,7 \text{ kg}$

c) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2}$  x Btg (9+10 +17) x berat profil kuda kuda  
 $= \frac{1}{2} \times ( 2,035 + 2,035 + 3,501 ) \times 25$   
 $= 94,64 \text{ kg}$

d) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda  
 $= 0,3 \times 94,64$   
 $= 28,392 \text{ kg}$

e) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda  
 $= 0,1 \times 94,64$   
 $= 9,464 \text{ kg}$

f) Beban reaksi = ( 2 x reaksi jurai ) + reaksi setengah kuda-kuda  
 $= ( 2 \times 1.134,98 ) + 1046,24$   
 $= 3.316,20 \text{ kg}$

5) Beban  $P_8 = P_{12}$

a) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2}$  x Btg (1+2+13) x berat profil kuda kuda  
 $= \frac{1}{2} \times ( 1,667+1,667+1,667 ) \times 25$   
 $= 56,263 \text{ kg}$

b) Beban plafon = Luas plafon **dsfu** x berat plafon



$$= 4,401 \times 18$$

$$= 79,218 \text{ kg}$$

c) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda

$$= 0,3 \times 56,263$$

$$= 16,879 \text{ kg}$$

d) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda

$$= 0,1 \times 56,263$$

$$= 5,626 \text{ kg}$$

6) Beban  $P_{10}$

a) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (3+4+16+17+18) \times \text{berat profil kuda kuda}$

$$= \frac{1}{2} \times (1,667+1,667+2,868+3,501+2,868) \times 25$$

$$= 157,138 \text{ kg}$$

b) Beban plafon =  $(2 \times \text{luas plafon aibq}) \times \text{berat plafon}$

$$= (2 \times 1,005) \times 18$$

$$= 36,18 \text{ kg}$$

c) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda

$$= 0,3 \times 157,138$$

$$= 47,141 \text{ kg}$$

d) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda

$$= 0,1 \times 157,138$$

$$= 15,714 \text{ kg}$$

g) Beban reaksi =  $(2 \times \text{reaksi jurai}) + \text{reaksi setengah kuda-kuda}$

$$= (2 \times 1.292,62) + 1.189,12$$

$$= 3.774,36 \text{ kg}$$

7) Beban  $P_9 = P_{11}$

a) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (2+3+14+15) \times \text{berat profil kuda kuda}$

$$= \frac{1}{2} \times (1,667+1,667+2,0346+2,334) \times 25$$

$$= 96,283 \text{ kg}$$

b) Beban plafon = Luas plafon **bqds** x berat plafon

$$= 3,034 \times 18$$

$$= 54,612 \text{ kg}$$

c) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda



$$= 0,3 \times 96,283$$

$$= 28,885 \text{ kg}$$

d) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda

$$= 0,1 \times 96,283$$

$$= 9,628 \text{ kg}$$

Tabel 3.13 Rekapitulasi beban mati

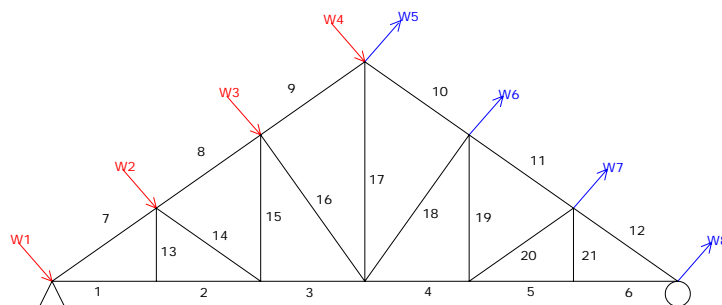
Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda-kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat sambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Beban reaksi (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP (kg)
$P_1=P_7$	453,45	38,06	46,275	4,628	13,883	48,87		605,166	606
$P_2=P_6$	268,6	29,04	90,9	9,09	27,27	-		424,9	425
$P_4$	122,7	11	94,64	9,464	28,392	-	3.316,20	3.582,4	3.583
$P_8=P_{12}$	-	-	56,263	5,626	16,879	79,218		157,986	158
$P_{10}$	-	-	157,138	15,714	47,141	36,18	3.774,36	4.030,5	4.031
$P_9=P_{11}$	-	-	96,283	9,628	28,885	54,612		189,408	190
$P_3=P_5$	185,2	20,02	115,9	11,59	34,77	-		367,48	368

### Beban Hidup

Beban hidup yang bekerja pada  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7 = 100 \text{ kg}$

### Beban Angin

Perhitungan beban angin :







### Gambar 3.16 Pembebanan Kuda-Kuda Utama Akibat Beban Angin

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

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

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

$$= 0,3$$

$$a) W_1 = \text{luas atap } fuhw \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$$

$$= 9,069 \times 0,3 \times 25$$

$$= 68,018 \text{ kg}$$

$$b) W_2 = \text{luas atap } dsfu \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$$

$$= 5,372 \times 0,3 \times 25$$

$$= 40,29 \text{ kg}$$

$$c) W_3 = \text{luas atap } bqds \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$$

$$= 3,704 \times 0,3 \times 25$$

$$= 23,055 \text{ kg}$$

$$d) W_4 = \text{luas atap } aibq \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$$

$$= 1,227 \times 0,3 \times 25$$

$$= 9,203 \text{ kg}$$

$$2) \text{ Koefisien angin hisap} = - 0,40$$

$$a) W_5 = \text{luas atap } aibq \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$$

$$= 1,227 \times -0,4 \times 25$$

$$= -12,27 \text{ kg}$$

$$b) W_6 = \text{luas atap } bqds \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$$

$$= 3,704 \times -0,4 \times 25$$

$$= -37,04 \text{ kg}$$

$$c) W_7 = \text{luas atap } dsfu \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$$

$$= 5,372 \times -0,4 \times 25$$

$$= -53,72 \text{ kg}$$



$$\begin{aligned}
 d) \quad W_8 &= \text{luas atap} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin} \\
 &= 9,069 \times -0,4 \times 25 \\
 &= -90,69 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

**Tabel 3.14 Perhitungan beban angin**

Beban Angin	Beban (kg)	Wx W.Cos α (kg)	(Untuk Input SAP2000)	Wy W.Sin α (kg)	(Untuk Input SAP2000)
W <sub>1</sub>	68,018	55,717	56	39,014	40
W <sub>2</sub>	40,29	33,004	34	23,109	24
W <sub>3</sub>	23,055	18,886	19	13,224	14
W <sub>4</sub>	9,203	7,539	8	5,279	6
W <sub>5</sub>	-12,270	-10,051	-11	-7,038	-8
W <sub>6</sub>	-37,040	-30,341	-31	-21,245	-22
W <sub>7</sub>	-53,720	-44,005	-45	-30,813	-31
W <sub>8</sub>	-90,690	-74,289	-75	-52,018	-53

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

**Tabel 3.15. Rekapitulasi gaya batang kuda-kuda utama**

Batang	kombinasi	
	Tarik (+) ( kg )	Tekan (-) ( kg )
1	10769,62	-
2	11321,46	-
3	11888,98	-
4	11906,36	-
5	11356,73	-
6	10803,79	-



7		13578,9
8		14553,34
9		13208,18
10		13166,04
11		14533,01
12		13587,06
13		1187,02
14	813,01	
15	602,91	
16		205,10
17	8628,15	
18		234,55
19	623,06	
20	860,02	
21		1195,44

### 3.5.4. Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama A

#### a. Perhitungan profil batang tarik

$$P_{maks.} = 11906,36 \text{ kg}$$

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

$$F_{netto} = \frac{P_{maks.}}{\sigma_{ijin}} = \frac{11906,36}{1600}$$

$$= 7,441 \text{ cm}^2$$

$$F_{bruto} = 1,15 \cdot F_{netto}$$

$$= 1,15 \cdot 7,441 \text{ cm}^2$$

$$= 8,558 \text{ cm}^2$$

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

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



$$= 18,80 \text{ cm}^2$$

F = penampang profil dari tabel profil baja

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{\text{maks.}}}{0,85 \cdot F} \\ &= \frac{11906,36}{0,85 \cdot 18,80} \\ &= 745,08 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

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

$$745,08 \text{ kg/cm}^2 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \dots \dots \text{aman !!}$$

### b. Perhitungan profil batang tekan

$$P_{\text{maks.}} = 14553,34 \text{ kg}$$

$$lk = 2,035 \text{ m} = 203,5 \text{ cm}$$

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

$$i_x = 2,12 \text{ cm}$$

$$F = 2 \cdot 9,40 = 18,8 \text{ cm}^2$$

$$\lambda = \frac{lk}{i_x} = \frac{203,5}{2,12} = 95,991$$

$$\begin{aligned}\lambda_g &= \pi \sqrt{\frac{E}{0,7 \cdot \sigma_{\text{leleh}}}} \quad \dots \dots \text{dimana, } \sigma_{\text{leleh}} = 2400 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 111,07 \text{ cm}\end{aligned}$$



$$\lambda_s = \frac{\lambda}{\lambda_g} = \frac{95,991}{111,07}$$

$$= 0,864$$

Karena  $\lambda_s \geq 1$  maka :  $\omega = 2,381 \cdot \lambda_s^2$

$$= 1,778$$

Kontrol tegangan yang terjadi :

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

$$= \frac{14553,34 \cdot 1,778}{18,8}$$

$$= 1376,66 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$1376,66 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{aman !!!}$$

### 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 = 13,7 mm.

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

$$= 0,625 \cdot 12,7$$

$$= 7,94 \text{ mm.}$$

Menggunakan tebal plat 8 mm

Tegangan geser yang diijinkan

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

$$= 0,6 \cdot 1600$$

$$= 960 \text{ kg/cm}^2$$



Tegangan tumpuan yang diijinkan

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

Kekuatan baut :

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

$$\begin{aligned} \text{b) } P_{\text{desak}} &= \delta \cdot d \cdot \tau \text{ tumpuan} \\ &= 0,9 \cdot 1,27 \cdot 2400 \\ &= 2743,20 \text{ kg} \end{aligned}$$

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

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{14553,34}{2430,96} = 5,986 \sim 6 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 6 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

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

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

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

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



$$= 6,35 \text{ cm} = 6 \text{ cm}$$

### 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

$$= 0,625 \times 12,7$$

$$= 7,94 \text{ mm.}$$

Menggunakan tebal plat 8 mm

Tegangan geser yang diijinkan

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

$$= 0,6 \cdot 1600$$

$$= 960 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan tumpuan yang diijinkan

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

$$= 1,5 \cdot 1600$$

$$= 2400 \text{ kg/cm}^2$$

Kekuatan baut :

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

$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (127)^2 \cdot 960$$

$$= 2430,96 \text{ kg}$$

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

$$= 0,9 \cdot 1,27 \cdot 2400$$

$$= 2473,2 \text{ kg}$$

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

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{11906,36}{2430,96} = 4,898 \sim 5 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 5 buah baut



Perhitungan jarak antar baut :

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

$$\text{Diambil, } S_1 = 2,5 d = 2,5 \cdot 1,27$$

$$= 3,175 \text{ cm}$$

$$= 3 \text{ cm}$$

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

$$\text{Diambil, } S_2 = 5 d = 5 \cdot 1,27$$

$$= 6,35 \text{ cm}$$

$$= 6 \text{ cm}$$

Tabel 3.16 Rekapitulasi perencanaan profil kuda-kuda

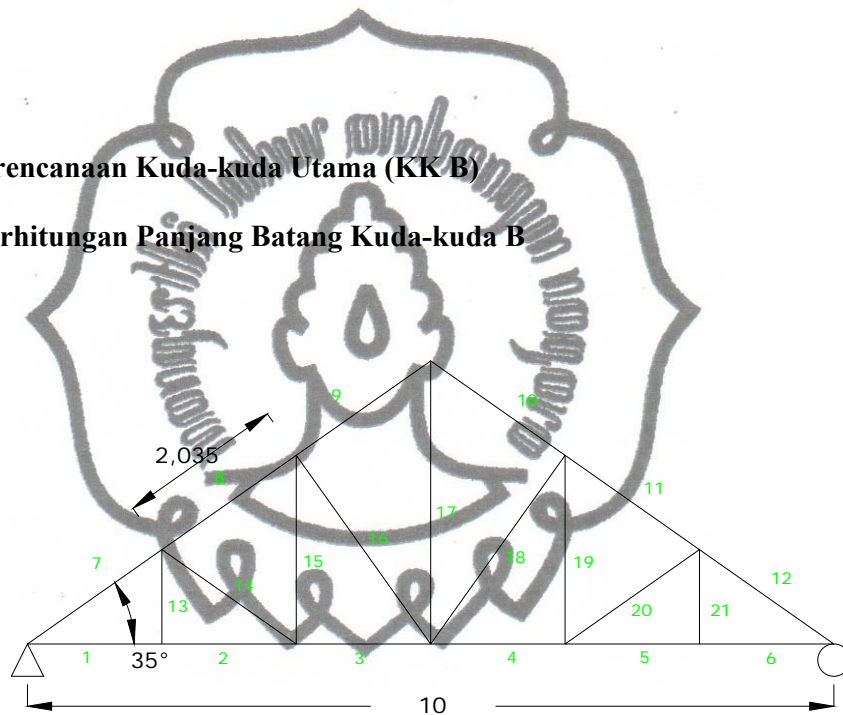
Nomor Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
2	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
3	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
4	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
5	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
6	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
7	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7
8	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7
9	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7
10	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7
11	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7
12	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7
13	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7
14	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
15	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
16	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7
17	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
18	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7
19	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
20	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
21	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7





**3.6. Perencanaan Kuda-kuda Utama (KK B)**

**3.6.1. Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda B**



Gambar 3.12 Panjang Batang Kuda-Kuda

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

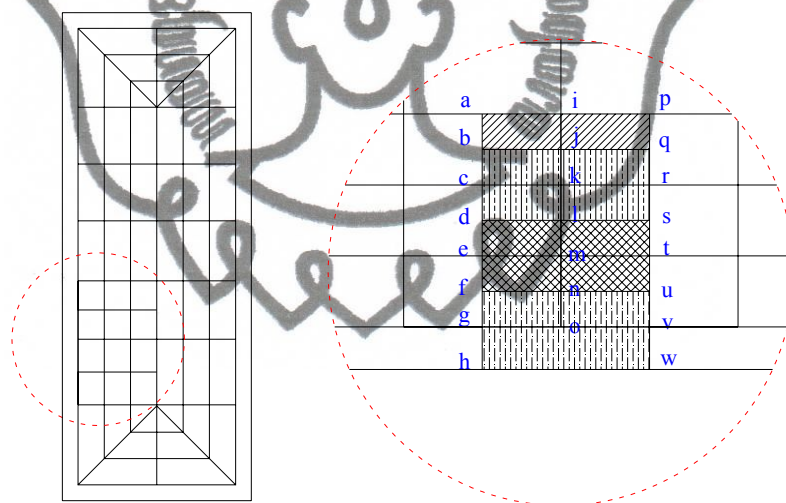
Tabel 3.12 Perhitungan panjang batang pada kuda-kuda utama (KK)

No batang	Panjang batang
1	1,667
2	1,667
3	1,667
4	1,667
5	1,667



6	1,667
7	2,035
8	2,035
9	2,035
10	2,035
11	2,035
12	2,035
13	1,167
14	2,035
15	2,334
16	2,868
17	3,501
18	2,868
19	2,334
20	2,035
21	1,167

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



**Gambar 3.13 Luasan Atap Kuda-kuda B**

$$\text{Panjang atap pv} = 3 \times 2,035$$

$$= 6,105 \text{ m}$$

$$\text{Panjang atap uv} = 1,00175$$

$$\text{Panjang atap vw} = 1,22 \text{ m}$$

$$\text{Panjang atap pw} = \text{pv} + \text{vw}$$

$$= 7,325 \text{ m}$$



$$\text{Panjang atap } \mathbf{ov} = 1,80 \text{ m}$$

$$\text{Panjang atap } \mathbf{gv} = 3,60 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang atap } \mathbf{uw} &= uv + vw \\ &= 2,222 \text{ m} \end{aligned}$$

Luas atap **aipqjb**

$$\begin{aligned} &= ab \times ap \\ &= 1,00175 \times 3,60 \\ &= 3,606 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luas atap **bjqsl**

$$\begin{aligned} &= bq \times bd \\ &= 3,60 \times 2,035 \\ &= 7,326 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luas atap **dlsunf**

$$\begin{aligned} &= ds \times df \\ &= 3,60 \times 2,035 \\ &= 7,326 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luas atap **fnuwh**

$$\begin{aligned} &= fu \times fh \\ &= 3,60 \times 2,222 \\ &= 7,999 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Panjang Gording **ap**

$$= 3,60 \text{ m}$$

Panjang Gording **cr**

$$= 3,60 \text{ m}$$

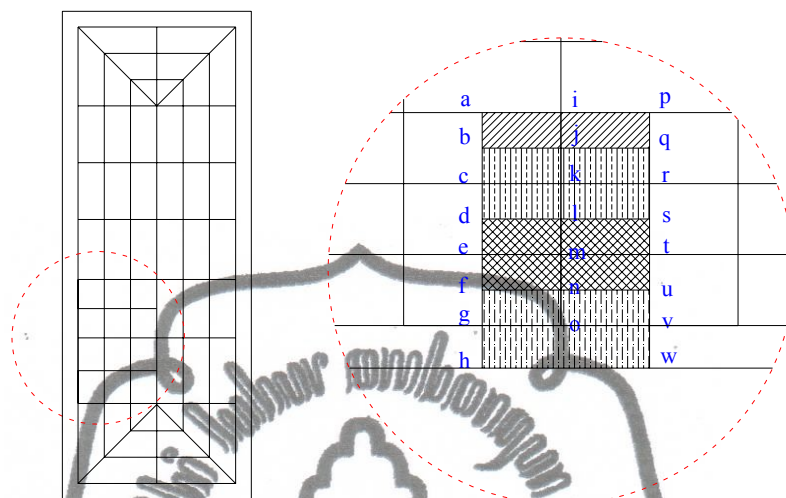
Panjang Gording **et**

$$= 3,60 \text{ m}$$

Panjang Gording **gv**



$$= 3,60 \text{ m}$$



**Gambar 3.14 Luasan Plafon Kuda-Kuda B**

$$\begin{aligned} \text{Panjang plafon } \mathbf{pv} &= 3 \times 1,667 \\ &= 5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang plafon } \mathbf{uv} = 0,835 \text{ m}$$

$$\text{Panjang plafon } \mathbf{vw} = 1,00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang plafon } \mathbf{pw} &= pv + vw \\ &= 6,00 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang plafon } \mathbf{ov} = 1,80 \text{ m}$$

$$\text{Panjang plafon } \mathbf{hw} = 3,60 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjangplafon } \mathbf{pw} &= pv + vw \\ &= 5 + 1 = 6 \text{ m} \end{aligned}$$

**Luas plafon aipqjb**

$$\begin{aligned} &= ap \times ab \\ &= 3,60 \times 0,835 = 3,006 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

**Luas plafon bjqsld**

$$= bq \times bd$$



---

$$= 3,60 \times 1,67 = 6,012 \text{ m}^2$$

Luas plafon **dlsunf**

$$= ds \times df$$
$$= 3,60 \times 1,67 = 6,012 \text{ m}^2$$

Luas plafon **fnuwh**

$$= fu \times fh$$
$$= 3,60 \times 1,835 = 6,606 \text{ m}^2$$

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

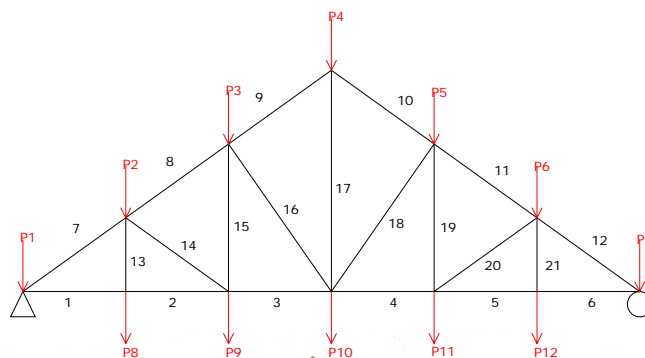
#### Data-data pembebanan :

Berat gording = 11 kg/m

Jarak antar kuda-kuda utama = 3,60 m

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

Berat profil = 25 kg/m



Gambar 3.15 Pembebanan Kuda-kuda Utama B Akibat Beban Mati

## b. Perhitungan Beban

### Beban Mati

8) Beban  $P_1 = P_7$

g) Beban gording = Berat profil gording x jarak kuda-kuda  
 $= 11 \times 3,60$   
 $= 39,60 \text{ kg}$

h) Beban atap = Luas atap **f<sub>nuwh</sub>** x Berat atap  
 $= 6,606 \times 50$   
 $= 330,3 \text{ kg}$

i) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times B_{tg} (1 + 7) \times$  berat profil kuda kuda  
 $= \frac{1}{2} \times (1,667 + 2,035) \times 25$   
 $= 46,275 \text{ kg}$

j) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda  
 $= 0,3 \times 46,275$   
 $= 13,883 \text{ kg}$

k) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda  
 $= 0,1 \times 46,275$   
 $= 4,628 \text{ kg}$

l) Beban plafon = Luas plafon **f<sub>nuwh</sub>** x berat plafon  
 $= 7,999 \times 18$   
*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

$$= 143,98 \text{ kg}$$

9) Beban  $P_2 = P_6$ 

f) Beban gording = Berat profil gording x panjang gording et

$$= 11 \times 3,60$$

$$= 39,60 \text{ kg}$$

g) Beban atap = Luas atap **dlsunf** x berat atap

$$= 7,326 \times 50$$

$$= 366,3 \text{ kg}$$

h) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (7+8+13+14) \times \text{berat profil kuda kuda}$

$$= \frac{1}{2} \times (2,035 + 2,035 + 1,167 + 2,035) \times 25$$

$$= 90,9 \text{ kg}$$

i) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda

$$= 0,3 \times 90,9$$

$$= 27,27 \text{ kg}$$

j) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda

$$= 0,1 \times 90,9$$

$$= 9,09 \text{ kg}$$

10) Beban  $P_3 = P_5$ 

f) Beban gording = Berat profil gording x panjang gording **cr**

$$= 11 \times 3,60$$

$$= 39,60 \text{ kg}$$

g) Beban atap = Luas atap **bjqsld** x berat atap

$$= 7,326 \times 50$$

$$= 366,30 \text{ kg}$$

h) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (8+9+15+16) \times \text{berat profil kuda kuda}$

$$= \frac{1}{2} \times (2,035 + 2,035 + 2,334 + 2,868) \times 25$$

$$= 115,9 \text{ kg}$$

i) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda

$$= 0,3 \times 115,9$$

$$= 34,77 \text{ kg}$$

j) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda

*commit to user*



$$= 0,1 \times 115,9$$

$$= 11,59 \text{ kg}$$

11) Beban  $P_4$ 

a) Beban gording = Berat profil gording x panjang gording **ap**

$$= 11 \times 3,60$$

$$= 39,60 \text{ kg}$$

b) Beban atap = ( 2 x Luas atap **aipqjb** ) x berat atap

$$= ( 2 \times 3,606 ) \times 50$$

$$= 360,60 \text{ kg}$$

c) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2}$  x Btg (9+10+17) x berat profil kuda kuda

$$= \frac{1}{2} \times (2,035 + 2,035 + 3,501) \times 25$$

$$= 94,64 \text{ kg}$$

h) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda

$$= 0,3 \times 94,64$$

$$= 28,392 \text{ kg}$$

i) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda

$$= 0,1 \times 94,64$$

$$= 9,464 \text{ kg}$$

12) Beban  $P_8 = P_{12}$ 

e) Beban kuda-kuda =  $\frac{1}{2}$  x Btg (1+2+13) x berat profil kuda kuda

$$= \frac{1}{2} \times (1,667+1,667+1,667) \times 25$$

$$= 56,263 \text{ kg}$$

f) Beban plafon = Luas plafon **fnuwh** x berat plafon

$$= 6,606 \times 18$$

$$= 118,908 \text{ kg}$$

g) Beban plat sambung = 30% x beban kuda-kuda

$$= 0,3 \times 56,263$$

$$= 16,879 \text{ kg}$$

h) Beban bracing = 10% x beban kuda-kuda

*commit to user*





## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

$$= 0,1 \times 56,263$$

$$= 5,626 \text{ kg}$$

13) Beban  $P_{10}$ 

$$\begin{aligned} \text{e) Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (3+4+16+17+18) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (1,667+1,667+2,868+3,501+2,868) \times 25 \\ &= 157,138 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f) Beban plafon} &= (2 \times \text{luas plafon } \mathbf{aipqjb}) \times \text{berat plafon} \\ &= (2 \times 3,006) \times 18 \\ &= 108,216 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g) Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,3 \times 157,138 \\ &= 47,141 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{h) Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,1 \times 157,138 \\ &= 15,714 \text{ kg} \end{aligned}$$

14) Beban  $P_9 = P_{11}$ 

$$\begin{aligned} \text{e) Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (2+3+14+15) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (1,667+1,667+2,0346+2,334) \times 25 \\ &= 96,283 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f) Beban plafon} &= \text{Luas plafon } \mathbf{dlsunf} \times \text{berat plafon} \\ &= 6,012 \times 18 \\ &= 108,216 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g) Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,3 \times 96,283 \\ &= 28,885 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{h) Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 0,1 \times 96,283 \\ &= 9,628 \text{ kg} \end{aligned}$$

*commit to user*

## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

Tabel 3.13 Rekapitulasi beban mati

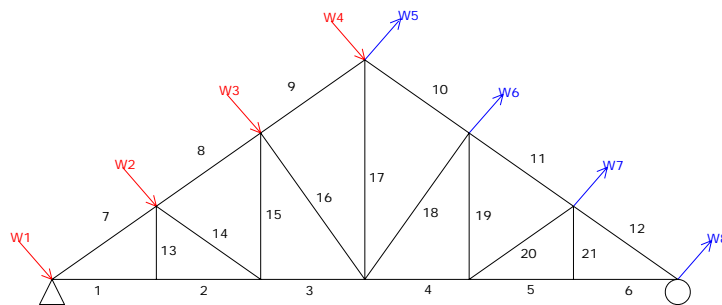
Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda - kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat sambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Beban reaksi (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP (kg)
$P_1=P_7$	330,3	39,6	46,275	4,628	13,883	143,98		578,66	579
$P_2=P_6$	366,3	39,6	90,9	9,09	27,27	-		533,16	534
$P_4$	360,6	39,6	94,64	9,464	28,392	-		532,69	533
$P_8=P_{12}$	-	-	56,263	5,626	16,879	118,91		197,68	198
$P_{10}$	-	-	157,138	15,714	47,141	108,22		328,21	329
$P_9=P_{11}$	-	-	96,283	9,628	28,885	108,22		243,02	244
$P_3=P_5$	366,30	39,60	115,9	11,59	34,77			568,16	569

**Beban Hidup**

Beban hidup yang bekerja pada  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7 = 100$  kg

**Beban Angin**

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.16 Pembebanan Kuda-Kuda Utama Akibat Beban Angin

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



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

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

$$= 0,3$$

$$e) W_1 = \text{luas atap } \mathbf{fuhw} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$$

$$= 9,069 \times 0,3 \times 25$$

$$= 68,018 \text{ kg}$$

$$f) W_2 = \text{luas atap } \mathbf{dsfu} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$$

$$= 5,372 \times 0,3 \times 25$$

$$= 40,29 \text{ kg}$$

$$g) W_3 = \text{luas atap } \mathbf{bqds} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$$

$$= 3,704 \times 0,3 \times 25$$

$$= 23,055 \text{ kg}$$

$$h) W_4 = \text{luas atap } \mathbf{aibq} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$$

$$= 1,227 \times 0,3 \times 25$$

$$= 9,203 \text{ kg}$$

$$2) \text{ Koefisien angin hisap} = - 0,40$$

$$e) W_5 = \text{luas atap } \mathbf{aibq} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$$

$$= 1,227 \times -0,4 \times 25$$

$$= -12,27 \text{ kg}$$

$$f) W_6 = \text{luas atap } \mathbf{bqds} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$$

$$= 3,704 \times -0,4 \times 25$$

$$= -37,04 \text{ kg}$$

$$g) W_7 = \text{luas atap } \mathbf{dsfu} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$$

$$= 5,372 \times -0,4 \times 25$$

$$= -53,72 \text{ kg}$$

$$h) W_8 = \text{luas atap } \mathbf{fuhw} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$$

$$= 9,069 \times -0,4 \times 25$$

*commit to user*



$$= -90,69 \text{ kg}$$

**Tabel 3.14 Perhitungan beban angin**

Beban Angin	Beban (kg)	W <sub>x</sub>	(Untuk Input	W <sub>y</sub>	(Untuk Input
		W.Cos α (kg)	SAP2000)	W.Sin α (kg)	SAP2000)
W <sub>1</sub>	68,018	55,717	56	39,014	40
W <sub>2</sub>	40,29	33,004	34	23,109	24
W <sub>3</sub>	23,055	18,886	19	13,224	14
W <sub>4</sub>	9,203	7,539	8	5,279	6
W <sub>5</sub>	-12,270	-10,051	-11	-7,038	-8
W <sub>6</sub>	-37,040	-30,341	-31	-21,245	-22
W <sub>7</sub>	-53,720	-44,005	-45	-30,813	-31
W <sub>8</sub>	-90,690	-74,289	-75	-52,018	-53

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

**Tabel 3.15. Rekapitulasi gaya batang kuda-kuda utama**

Batang	kombinasi	
	Tarik (+) ( kg )	Tekan (-) ( kg )
1	4614,39	-
2	4798,27	-
3	4483,37	-
4	4500,74	-
5	4833,54	-
6	4648,56	-
7	-	5757,89

*commit to user*



8	-	5483,31
9	-	4165,90
10	-	4163,31
11	-	5462,98
12	-	5827,01
13	-	345,91
14	-	352,53
15	827,37	-
16	-	1251,04
17	3044,56	-
18	-	1222,94
19	816,29	-
20	-	332,36
21	-	354,05

### 3.6.4. Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama B

#### a. Perhitungan profil batang tarik

$$P_{\text{maks.}} = 4833,54 \text{ kg}$$

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

$$F_{\text{netto}} = \frac{P_{\text{maks.}}}{\sigma_{\text{ijin}}} = \frac{4833,54}{1600} = 3,021 \text{ cm}^2$$

$$F_{\text{bruto}} = 1,15 \cdot F_{\text{netto}}$$

$$= 1,15 \cdot 3,021 \text{ cm}^2$$

$$= 3,474 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil  $\text{JL } 60. 60. 6$

$$F = 2 \cdot 6,91 \text{ cm}^2$$

$$= 13,82 \text{ cm}^2$$

F = penampang profil dari tabel profil baja

*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{\text{maks.}}}{0,85 \cdot F} \\ &= \frac{4833,54}{0,85 \cdot 13,82} \\ &= 411,47 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

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

$$411,47 \text{ kg/cm}^2 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots \text{aman !!}$$

**c. Perhitungan profil batang tekan**

$$P_{\text{maks.}} = 5827,01 \text{ kg}$$

$$lk = 2,035 \text{ m} = 203,5 \text{ cm}$$

Dicoba, menggunakan baja profil  $\llcorner 60 \cdot 60 \cdot 6$

$$i_x = 1,82 \text{ cm}$$

$$F = 2 \cdot 6,91 = 13,82 \text{ cm}^2$$

$$\lambda = \frac{lk}{i_x} = \frac{203,5}{1,82} = 111,813$$

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

$$= 111,07 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}\lambda_s &= \frac{\lambda}{\lambda_g} = \frac{111,813}{111,07} \\ &= 1,007\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Karena } \lambda_s \geq 1 \text{ maka : } \omega &= 2,381 \cdot \lambda_s^2 \\ &= 2,413\end{aligned}$$

Kontrol tegangan yang terjadi :



$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{\text{maks.}} \cdot \omega}{F} \\ &= \frac{5827,01.2,413}{13,82} \\ &= 1017,39 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

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

$$1017,39 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\dots\dots \text{aman !!!}$$

### 3.6.5. Perhitungan Alat Sambung

#### a. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

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

Diameter lubang = 13,7 mm.

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

Menggunakan tebal plat 8 mm

Tegangan geser yang diijinkan

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

Tegangan tumpuan yang diijinkan

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

Kekuatan baut :

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

*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

$$\begin{aligned}
 P_{\text{desak}} &= \delta \cdot d \cdot \tau \text{ tumpuan} \\
 &= 0,9 \cdot 1,27 \cdot 2400 \\
 &= 2743,20 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

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

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{5827,01}{2430,96} = 2,397 \sim 3 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 3 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

$$c) \quad 1,5 d \leq S_1 \leq 3 d$$

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

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

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

### b. Batang tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

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

Diameter lubang = 13,7 mm.

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

Menggunakan tebal plat 8 mm

Tegangan geser yang diijinkan

$$\begin{aligned}
 \text{Teg. Geser} &= 0,6 \cdot \sigma \text{ ijin} \\
 &= 0,6 \cdot 1600
 \end{aligned}$$

*commit to user*





## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

$$=960 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan tumpuan yang diijinkan

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

$$= 1,5 \cdot 1600$$

$$= 2400 \text{ kg/cm}^2$$

Kekuatan baut :

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

$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (127)^2 \cdot 960$$

$$= 2430,96 \text{ kg}$$

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

$$= 0,9 \cdot 1,27 \cdot 2400$$

$$= 2473,2 \text{ kg}$$

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

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{4833,54}{2430,96} = 1,988 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

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

$$\text{Diambil, } S_1 = 2,5 d = 2,5 \cdot 1,27$$

$$= 3,175 \text{ cm}$$

$$= 3 \text{ cm}$$

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

$$\text{Diambil, } S_2 = 5 d = 5 \cdot 1,27$$

$$= 6,35 \text{ cm}$$

*commit to user*



= 6 cm

Tabel 3.16 Rekapitulasi perencanaan profil kuda-kuda B

Nomor Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	┘┘ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
2	┘┘ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
3	┘┘ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
4	┘┘ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
5	┘┘ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
6	┘┘ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
7	┘┘ 60 . 60 . 6	3 Ø 12,7
8	┘┘ 60 . 60 . 6	3 Ø 12,7
9	┘┘ 60 . 60 . 6	3 Ø 12,7
10	┘┘ 60 . 60 . 6	3 Ø 12,7
11	┘┘ 60 . 60 . 6	3 Ø 12,7
12	┘┘ 60 . 60 . 6	3 Ø 12,7
13	┘┘ 60 . 60 . 6	3 Ø 12,7
14	┘┘ 60 . 60 . 6	3 Ø 12,7
15	┘┘ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
16	┘┘ 60 . 60 . 6	3 Ø 12,7
17	┘┘ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
18	┘┘ 60 . 60 . 6	3 Ø 12,7
19	┘┘ 60 . 60 . 6	2 Ø 12,7
20	┘┘ 60 . 60 . 6	3 Ø 12,7
21	┘┘ 60 . 60 . 6	3 Ø 12,7



## BAB 4

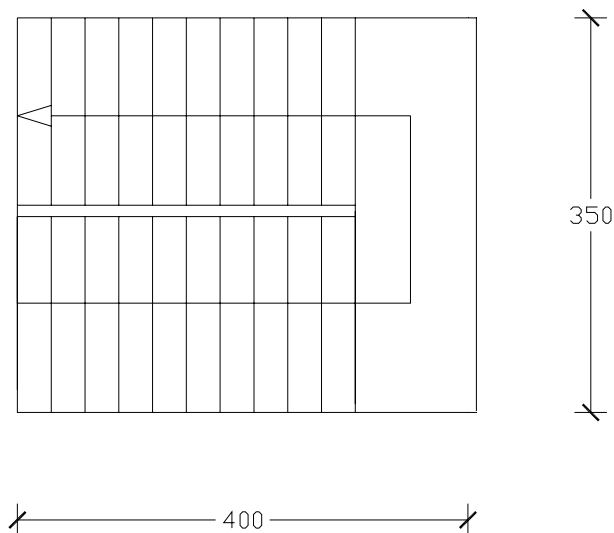
### PERENCANAAN TANGGA

#### 4.1. Uraian Umum

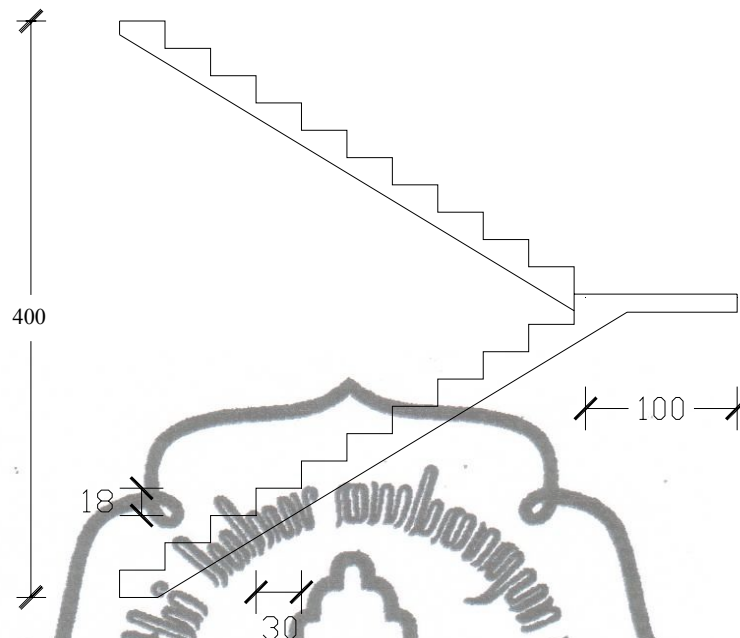
Tangga merupakan bagian dari struktur bangunan bertingkat yang penting sebagai penunjang antara struktur bangunan lantai dasar dengan struktur bangunan tingkat atasnya. Penempatan tangga pada struktur suatu bangunan berhubungan dengan fungsi bangunan bertingkat yang akan dioperasikan.

Pada bangunan umum, penempatan tangga harus mudah diketahui dan 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



*commit to user*

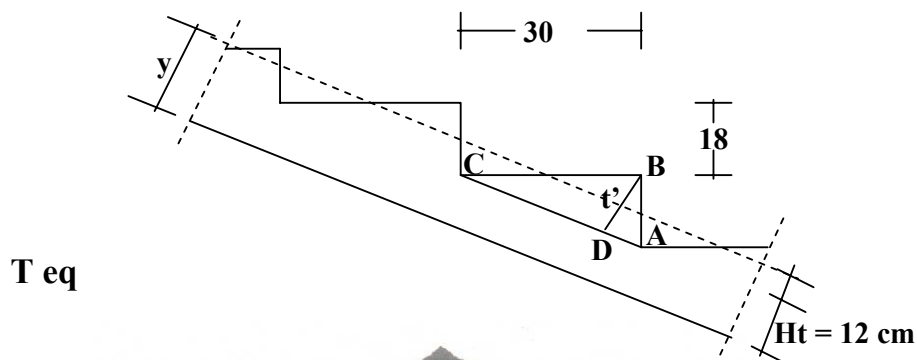


Gambar 4.1. Detail tangga

**Data – data tangga :**

<b>Tinggi tangga</b>	<b>= 400 cm</b>
<b>Lebar tangga</b>	<b>= 170 cm</b>
<b>Lebar datar</b>	<b>= 400 cm</b>
<b>Tebal plat tangga</b>	<b>= 12 cm</b>
<b>Tebal plat bordes tangga</b>	<b>= 12 cm</b>
<b>Dimensi bordes</b>	<b>= 110 x 350 cm</b>
<b>lebar antrade</b>	<b>= 30 cm</b>
<b>Tinggi oprade</b>	<b>= 18 cm</b>
<b>Jumlah antrede</b>	<b>= 300 / 30</b>
	<b>= 10 buah</b>
<b>Jumlah oprade</b>	<b>= 10 + 1</b>
	<b>= 11 buah</b>
<b><math>\alpha = \text{Arc.tg} ( 200/300 )</math></b>	<b>= 34,5<sup>0</sup></b>
	<b>= 34<sup>0</sup> &lt; 35<sup>0</sup> .....(Ok)</b>

**4.3. Perhitungan Tebal Plat Equivalen dan Pembebanan****4.3.1. Perhitungan Tebal Plat Equivalen***commit to user*



Gambar 4.2. Tebal equivalen

$$\begin{aligned} \frac{BD}{AB} &= \frac{BC}{AC} \\ BD &= \frac{AB \times BC}{AC} \\ &= \frac{18 \times 30}{\sqrt{(18)^2 + (30)^2}} \\ &= 15,43 \text{ cm} \\ T_{eq} &= \frac{2}{3} \times BD \\ &= \frac{2}{3} \times 15,43 \\ &= 10,29 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi total equivalent plat tangga

$$\begin{aligned} Y &= t_{eq} + h_t \\ &= 10,29 + 12 \\ &= 22,29 \text{ cm} \\ &= 0,2229 \text{ m} \end{aligned}$$

#### 4.3.2. Perhitungan Beban

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

###### 1. Akibat beban mati (qD)

Berat tegel keramik (1 cm)		= 0,01 x 1,7 x
2,4	= 0,0408	ton/m
Berat spesi (2 cm)	= 0,02 x 1,7 x 2,1	= 0,0714
	ton/m	

*commit to user*



$$\begin{aligned} \text{Berat plat tangga} &= 0,12 \times 1,7 \times 2,4 &= \underline{0,9094} + \\ &\text{ton/m} &\text{qD} = 1,0216 \\ && \\ &\text{ton/m} & \end{aligned}$$

## 2. Akibat beban hidup (qL)

$$\begin{aligned} \text{qL} &= 1,7 \times 0,300 \text{ ton/m} \\ &= 0,510 \text{ ton/m} \end{aligned}$$

## 3. Beban ultimate (qU)

$$\begin{aligned} \text{qU} &= 1,2 \cdot \text{qD} + 1,6 \cdot \text{qL} \\ &= 1,2 \cdot 1,0216 + 1,6 \cdot 0,510 \\ &= 2,0419 \text{ ton/m} \end{aligned}$$

## b. Pembebanan pada bordes ( SNI 03-2847-2002 )

### 1. Akibat beban mati (qD)

$$\begin{aligned} \text{Berat tegel keramik (1 cm)} &= 0,01 \times 3,5 \times 2,4 &= 0,0840 \text{ ton/m} \\ \text{Berat spesi (2 cm)} &= 0,02 \times 3,5 \times 2,1 &= 0,1470 \text{ ton/m} \\ \text{Berat plat bordes} &= 0,12 \times 3,5 \times 2,4 &= \underline{1,0080} + \\ \text{qD} &= 1,2390 \text{ ton/m} \end{aligned}$$

### 2. Akibat beban hidup (qL)

$$\begin{aligned} \text{qL} &= 3,5 \times 0,300 \text{ ton/m} \\ &= 1,050 \text{ ton/m} \end{aligned}$$

### 3. Beban ultimate (qU)

$$\begin{aligned} \text{qU} &= 1,2 \cdot \text{qD} + 1,6 \cdot \text{qL} \\ &= 1,2 \cdot 1,2390 + 1,6 \cdot 1,050 \\ &= 3,1668 \text{ ton/m} \end{aligned}$$

## 4.4. Perhitungan Tulangan Tangga dan Bordes

### 4.4.1. Perhitungan Tulangan Tumpuan

Dicoba menggunakan tulangan  $\varnothing 12 \text{ mm}$



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

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

$$= 20 + 6$$

$$= 26 \text{ mm}$$

$$d = h - d'$$

$$= 120 - 26$$

$$= 94 \text{ mm}$$

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

$$M_u = 654,91 \text{ kgm} = 0,65491 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{0,65491 \cdot 10^7}{0,8} = 0,8196 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 30} = 9,412$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{240} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,06451 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,04838 \end{aligned}$$

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

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{0,8196 \cdot 10^7}{1700 \cdot (94)^2} = 0,5456 \text{ N/mm}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{9,412} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,412 \cdot 0,5456}{240}} \right) \\ &= 0,00229 \end{aligned}$$

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

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

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

*commit to user*



$$= 0,0025 \times 1700 \times 94$$

$$= 399,5 \text{ mm}^2$$

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

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

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{399,5}{113,04} = 3,53 \approx 4 \text{ buah}$$

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

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

$$= 2 \times 120 = 240 \sim 200 \text{ mm}$$

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

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

$$= 5 \times 0,25 \times 3,14 \times (12)^2$$

$$= 565,20 \text{ mm}^2 > \text{As} \dots\dots\dots \text{Aman !}$$

#### 4.4.2. Perhitungan Tulangan Lapangan

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

$$M_u = 323,83 \text{ kgm} = 0,32383 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{0,32383 \cdot 10^7}{0,8} = 0,405 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 30} = 9,412$$

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

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

$$= 0,06451$$

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

$$= 0,04838$$

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

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{0,405 \cdot 10^7}{1700 \cdot (94)^2} = 0,269 \text{ N/mm}^2$$

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

$$= \frac{1}{9,412} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,412 \cdot 0,269}{240}} \right)$$

*commit to user*





$$= 0,00117$$

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

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

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

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0025 \times 1700 \times 94 \\ &= 399,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

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

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \times 12^2$$

Jumlah tulangan dalam 1 m

$$= \frac{399,5}{113,04} = 3,534 \approx$$

4 tulangan

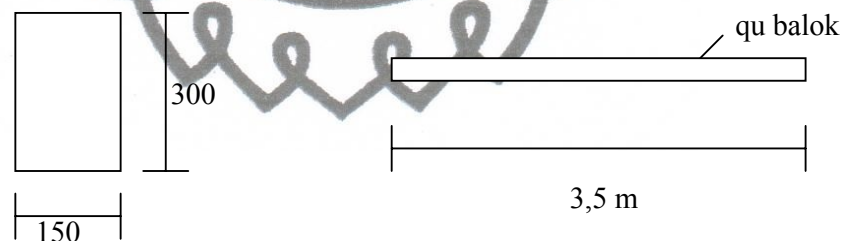
$$\text{Jarak tulangan 1 m} = \frac{1000}{4} = 250 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak maksimum tulangan} &= 2 \times h \\ &= 2 \times 120 = 240 \sim 200 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 5 \cdot \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ &= 565,20 \text{ mm}^2 > A_s \text{ .....aman !} \end{aligned}$$

#### 4.5 Perencanaan Balok Bordes



Data – data perencanaan balok bordes:

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

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

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

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

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

$$= 40 + 8 + 6$$

$$= 54 \text{ mm}$$

$$d = h - d'$$

*commit to user*



$$= 300 - 54$$

$$= 246 \text{ mm}$$

#### 4.5.1. Pembebanan Balok Bordes

##### 1. Beban mati (qD)

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

$$\text{Berat dinding} = 0,15 \times 3 \times 1700 = 765 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat plat bordes} = 0,12 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}$$

$$\underline{qD = 1161 \text{ kg/m}}$$

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

##### 2. Beban ultimate (qU)

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= 1,2 \cdot 1161 + 1,6 \cdot 300 \\ &= 1873,2 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

##### 3. Beban reaksi bordes

$$\begin{aligned} qU &= \frac{\text{Reaksi bordes}}{\text{lebar bordes}} \\ &= \frac{1873,2}{1,1} \\ &= 1702,91 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

#### 4.5.2. Perhitungan tulangan lentur

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

$$M_u = 732,97 \text{ kgm} = 0,73297 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{0,73297 \cdot 10^7}{0,8} = 0,916 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 30} = 9,412$$

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

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

*commit to user*



$$= 0,0484$$

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

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{0,916 \cdot 10^7}{150 \cdot (246)^2} = 1,009 \text{ N/mm}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{9,412} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,412 \cdot 1,009}{240}} \right) \\ &= 0,0043 \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0058 \times 150 \times 246 \\ &= 214,02 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (12)^2 \\ &= 113,097 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{214,02}{113,097} = 1,89 \approx 2 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ yang timbul} &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (12)^2 \\ &= 226 \text{ mm}^2 > A_s (214,02 \text{ mm}^2) \text{ Aman !} \end{aligned}$$

Dipakai tulangan  $2\varnothing 12 \text{ mm}$

4.5.3.

Perhitungan

Tulangan Geser

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

$$V_u = 991,21 \text{ kg} = 9912,1 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{1}{6} \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f_c} \\ &= \frac{1}{6} \cdot 150 \cdot 246 \cdot \sqrt{30} \\ &= 33684,94 \text{ N} \end{aligned}$$

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

*commit to user*

$$= 0,6 \cdot 33684,94 \text{ N}$$

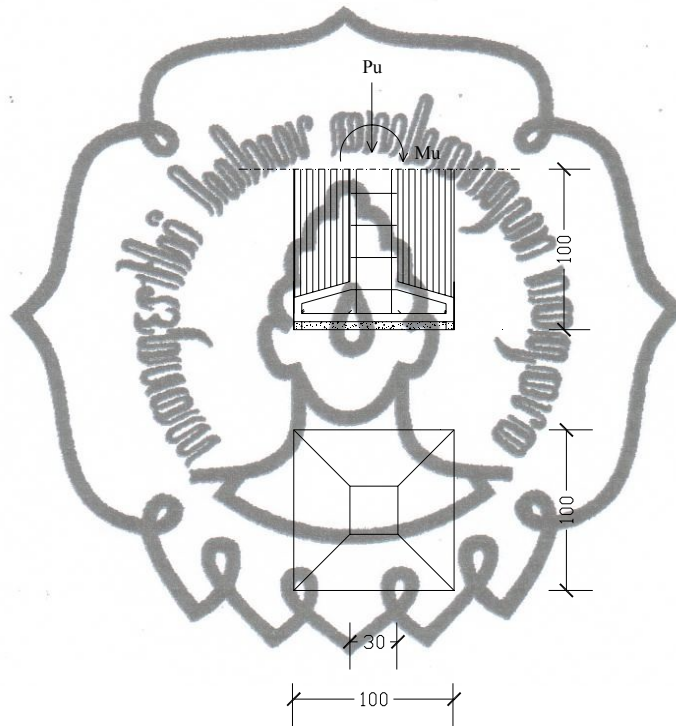
$$= 20210,96$$

$$3\varnothing V_c = 3 \cdot \varnothing V_c$$

$$= 60632,89 \text{ N}$$

$V_u < \varnothing V_c$  tidak perlu tulangan geser  
Tulangan geser minimum  $\varnothing 8 - 200 \text{ mm}$

#### 4.6. Perhitungan Pondasi Tangga



**Gambar 4.3. Pondasi Tangga**

Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 1 m dan dimensi 1,0 x 1,0 m

Tebal footplate = 250 mm

Ukuran alas = 1500 x 1500 mm

$\gamma$  tanah =  $1,7 \text{ t/m}^3 = 1700 \text{ kg/m}^3$

$\sigma$  tanah =  $5 \text{ kg/cm}^2 = 50000 \text{ kg/m}^2$

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh gaya geser terbesar pada batang nomor 1:

$P_u = 3336,26 \text{ kg}$

*commit to user*



$$\text{Mu} = 654,91 \text{ kg.m}$$

$$\begin{aligned} d &= h - d' \\ &= 250 - (70 + 6) \\ &= 174 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Cek ketebalan} = d \geq \frac{Pu}{\phi \cdot 1/6 \cdot \sqrt{f_c \cdot b}} = \frac{2706,51}{0,6 \cdot 1/6 \cdot \sqrt{30 \cdot 1500}}$$

$$174 \geq 143 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal telapak} &= 143 + 70 \\ &= 213 \text{ mm} < 250 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{ok} \end{aligned}$$

#### 4.7 Perencanaan kapasitas dukung pondasi

##### a. Perhitungan kapasitas dukung pondasi

Pembebanan pondasi

$$\begin{aligned} \text{Berat telapak pondasi} &= 1,0 \times 1,0 \times 0,25 \times 2400 &= \\ 600 \text{ kg} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat tanah} &= 2 (0,80 \times 1,0) \times 1700 \\ &= 2720 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat kolom} &= 0,2 \times 1,0 \times 0,75 \times 2400 \\ &= 360 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pu} &= 3336,26 \text{ kg} \\ \Sigma P &= 7016,26 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e &= \frac{\sum M}{\sum P} = \frac{654,91}{7016,26} \\ &= 0,0933 \text{ kg} < 1/6 \cdot B \\ &= 0,0933 \text{ kg} < 1/6 \cdot 1,0 \\ &= 0,0933 < 0,1667 \dots\dots\dots \text{ok} \end{aligned}$$

$$\sigma_{\text{yang terjadi}} = \frac{\Sigma P}{A} + \frac{\text{Mu}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{tanah}} &= \frac{7016,26}{1,0 \cdot 1,0} + \frac{654,91}{1/6 \cdot 1,0 \cdot (1,0)^2} = 10945,72 \text{ kg/m}^2 \\ &= 10945,72 \text{ kg/m}^2 < 50000 \text{ kg/m}^2 \\ &= \sigma_{\text{yang terjadi}} < \sigma_{\text{ijin tanah}} \dots\dots\dots \text{Ok!} \end{aligned}$$

#### 4.7.1 Perhitungan Tulangan Lentur

$$\text{Mn} = \frac{1}{2} \cdot \sigma \cdot t^2$$

*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

$$= \frac{1}{2} \cdot 10945,72 \cdot (0,25)^2 = 342,05 \text{ kg/m}$$

$$Mn = 0,34205 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{350}{0,85 \cdot 30} = 13,725$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \beta \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{350} \cdot 0,85 \cdot \left( \frac{600}{600 + 350} \right) \\ &= 0,03911 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rn &= \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{0,34205 \cdot 10^7}{1000 \cdot (174)^2} \\ &= 0,113 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,03911 \\ &= 0,0293 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{350} = 0,004$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{13,725} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,725 \cdot 0,113}{350}} \right) \\ &= 0,00029 \end{aligned}$$

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

dipakai  $\rho_{\min} = 0,004$

$$\begin{aligned} A_s_{\text{perlu}} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,004 \cdot 1000 \cdot 174 \\ &= 696 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

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

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{696}{113,04} = 6,16 \sim 7 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1000}{7} = 142,8 \sim 140 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ yang timbul} &= 7 \times 113,04 \\ &= 791,28 > A_s \dots \dots \dots \text{Ok!} \end{aligned}$$

Sehingga dipakai tulangan  $\varnothing 12 - 140 \text{ mm}$

*commit to user*



#### 4.7.2 Perhitungan Tulangan Geser

$$\begin{aligned}V_u &= \sigma \times A_{\text{efektif}} \\ &= 10945,72 \times (0,25 \times 1,0) \\ &= 2736,43 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{30} \cdot 1000 \cdot 174 \\ &= 158839,54 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi V_c &= 0,6 \cdot V_c \\ &= 0,6 \cdot 158839,54 \\ &= 95303,73 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3\phi V_c &= 3 \cdot \phi V_c \\ &= 3 \cdot 95303,73 \\ &= 285911,18 \text{ N}\end{aligned}$$

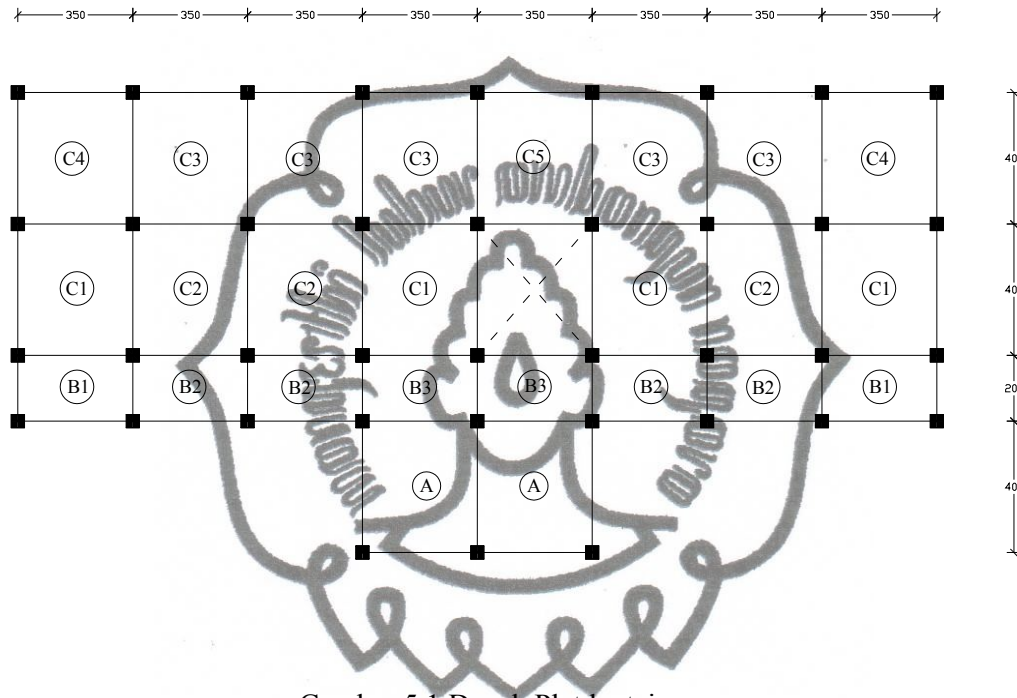
$V_u < \phi V_c < 3 \phi V_c$  tidak perlu tulangan geser  
Dipakai tulangan geser minimum  $\phi 8 - 200 \text{ mm}$



## BAB 5

### PLAT LANTAI

#### 5.1. Perencanaan Plat Lantai



Gambar 5.1 Denah Plat lantai

#### 5.2. Perhitungan Pembebanan Plat Lantai

a. Beban Hidup (  $qL$  )

Berdasarkan PPIUG 1983 yaitu :

$$\text{Beban hidup fungsi gedung sekolah} = 250 \text{ kg/m}^2$$

b. Beban Mati (  $qD$  )

$$\text{Berat keramik ( 1 cm )} = 0,01 \times 2400 \times 1 = 24 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat Spesi ( 2 cm )} = 0,02 \times 2100 \times 1 = 42 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat Pasir ( 2 cm )} = 0,02 \times 1600 \times 1 = 32 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat plat sendiri} = 0,12 \times 2400 \times 1 = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat plafond + instalasi listrik} = 25 \text{ kg/m}^2 +$$

$$qD = 411 \text{ kg/m}^2$$

*commit to user*



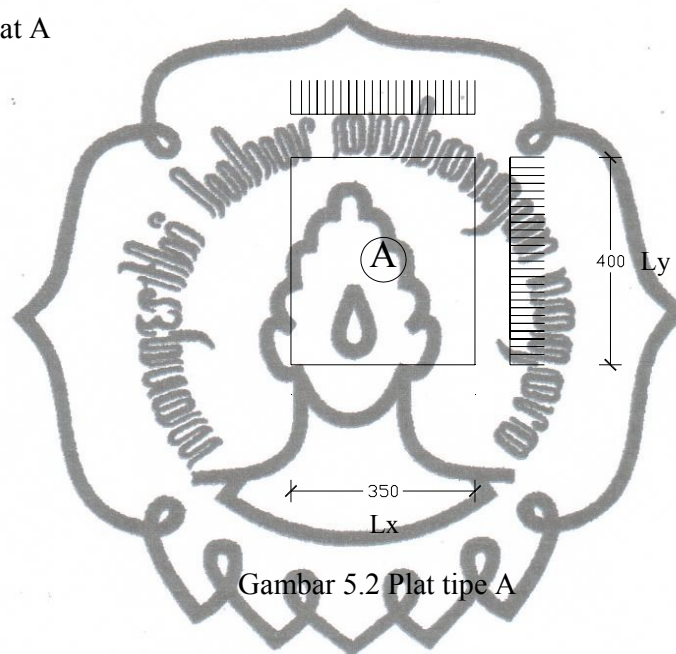
## c. Beban Ultimate ( qU )

Untuk tinjauan lebar 1 m plat maka :

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

## 5.3. Perhitungan Momen

## a. Tipe pelat A



Gambar 5.2 Plat tipe A

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{4,0}{3,5} = 1,14 \sim 1,2$$

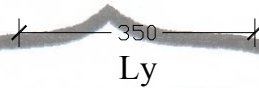
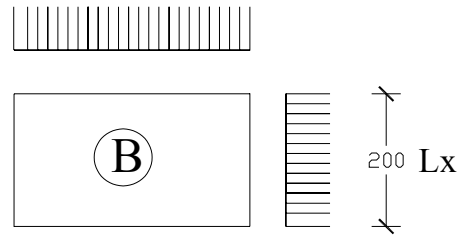
$$Mlx = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 38 = 453,02 \text{ kg m}$$

$$Mly = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 28 = 333,81 \text{ kg m}$$

$$Mtx = -0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 85 = -1013,34 \text{ kg m}$$

$$Mty = -0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 74 = -882,21 \text{ kgm}$$

## b. Tipe pelat B



Gambar 5.3 Plat tipe B1

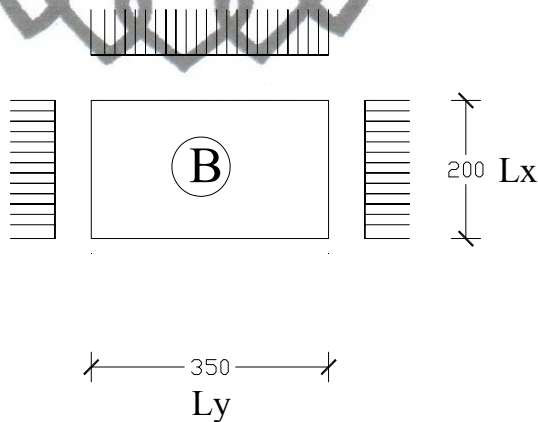
$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,5}{2,0} = 1,75 \sim 1,8$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 55 = 214,10 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 22 = 85,64 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 113 = -439,89 \text{ kg m}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 78 = -303,64 \text{ kgm}$$



Gambar 5.4 Plat tipe B2

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,5}{2,0} = 1,75 \sim 1,8$$

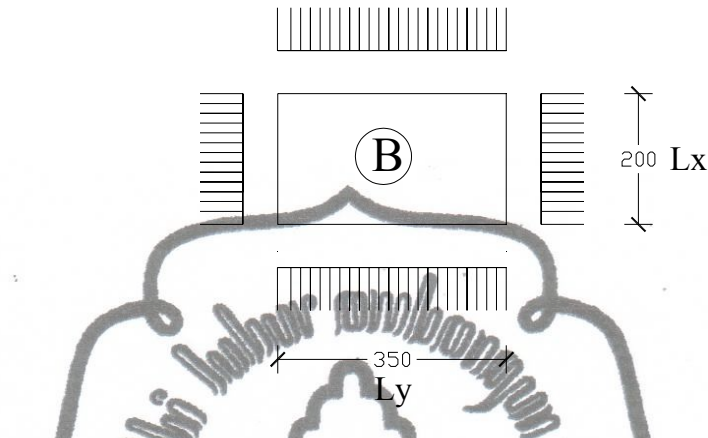
$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 51 = 198,53 \text{ kg m}$$

*commit to user*

$$Mly = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 22 = 85,64 \text{ kg m}$$

$$Mtx = -0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 106 = -412,64 \text{ kg m}$$

$$Mty = -0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 78 = -303,64 \text{ kg m}$$



Gambar 5.5 Plat tipe B3

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{3,5}{2,0} = 1,75 \sim 1,8$$

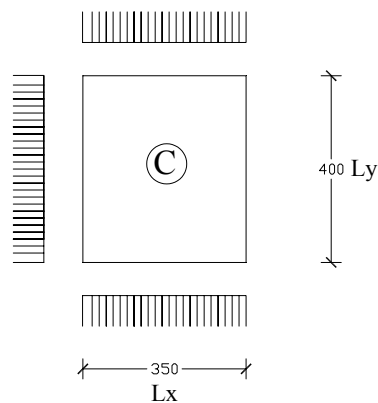
$$Mlx = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 40 = 155,71 \text{ kg m}$$

$$Mly = 0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 13 = 50,61 \text{ kg m}$$

$$Mtx = -0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 82 = -319,21 \text{ kg m}$$

$$Mty = -0,001 \cdot qu \cdot Lx^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 57 = -221,89 \text{ kg m}$$

b. Tipe pelat C



Gambar 5.6 Plat tipe C1

*commit to user*

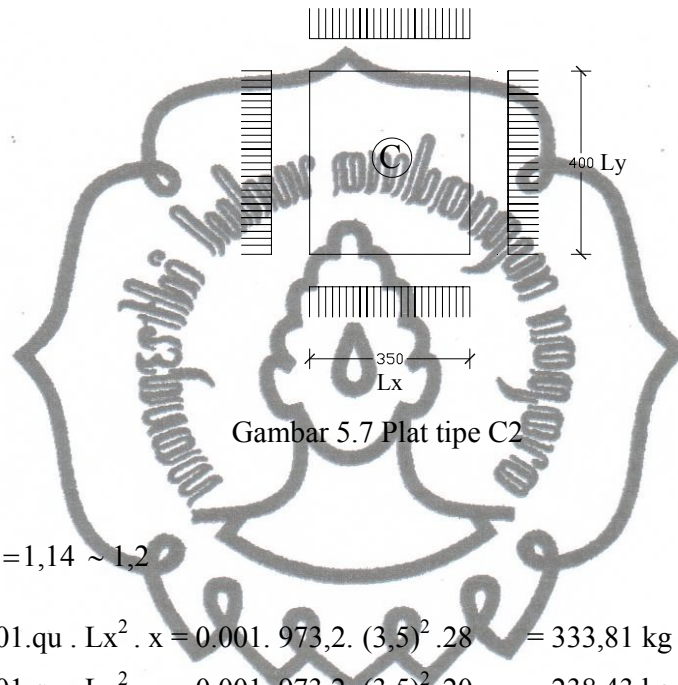
$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{3,5} = 1,14 \sim 1,2$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 31 = 369,57 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 28 = 333,81 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 74 = -882,21 \text{ kg m}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 69 = -822,60 \text{ kg m}$$



Gambar 5.7 Plat tipe C2

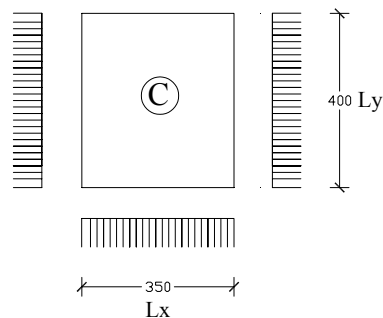
$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{3,5} = 1,14 \sim 1,2$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 28 = 333,81 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 20 = 238,43 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 64 = -762,99 \text{ kg m}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 56 = -667,62 \text{ kg m}$$



Gambar 5.8 Plat tipe C3

*commit to user*

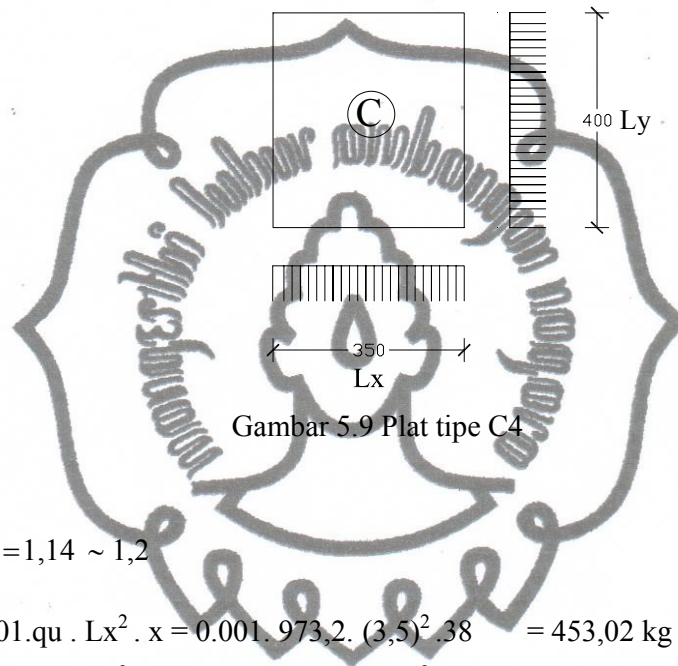
$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{3,5} = 1,14 \sim 1,2$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 32 = 381,49 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 19 = 226,5 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 71 = -846,44 \text{ kg m}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 57 = -679,54 \text{ kg m}$$



Gambar 5.9 Plat tipe C4

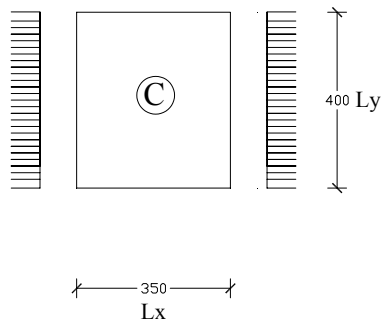
$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{3,5} = 1,14 \sim 1,2$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 38 = 453,02 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 28 = 333,81 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 85 = -1013,34 \text{ kg m}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 74 = -882,21 \text{ kg m}$$



Gambar 5.9 Plat tipe C5

*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

xxxiii

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{4,0}{3,5} = 1,14 \sim 1,2$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 36 = 429,18 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 18 = 214,59 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3,5)^2 \cdot 77 = -917,97 \text{ kg m}$$

#### 5.4. Penulangan Plat Lantai

Tabel 5.1. Perhitungan Plat Lantai

Tipe Plat	$L_y/L_x$ (m)	$M_{lx}$ (kgm)	$M_{ly}$ (kgm)	$M_{tx}$ (kgm)	$M_{ty}$ (kgm)
A	$4,0/3,5 = 1,2$	453,02	333,81	- 1013,34	- 882,21
B1	$3,5/2,0 = 1,8$	214,10	85,64	- 439,89	- 303,64
B2	$3,5/2,0 = 1,8$	198,53	85,64	- 412,64	- 303,64
B3	$3,5/2,0 = 1,8$	155,71	50,61	- 319,21	- 221,89
C1	$4,0/3,5 = 1,2$	369,57	333,81	- 882,21	- 822,60
C2	$4,0/3,5 = 1,2$	333,81	238,43	- 762,99	- 667,62
C3	$4,0/3,5 = 1,2$	381,49	226,5	- 846,44	- 679,54
C4	$4,0/3,5 = 1,2$	453,02	333,81	- 1013,34	- 882,21
C5	$4,0/3,5 = 1,2$	429,18	214,59	- 917,97	-

Dari perhitungan momen diambil momen terbesar yaitu:

$$M_{lx} = 453,02 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 333,81 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = - 1013,34 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = - 882,21 \text{ kgm}$$

Data – data plat :

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

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

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

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

*commit to user*



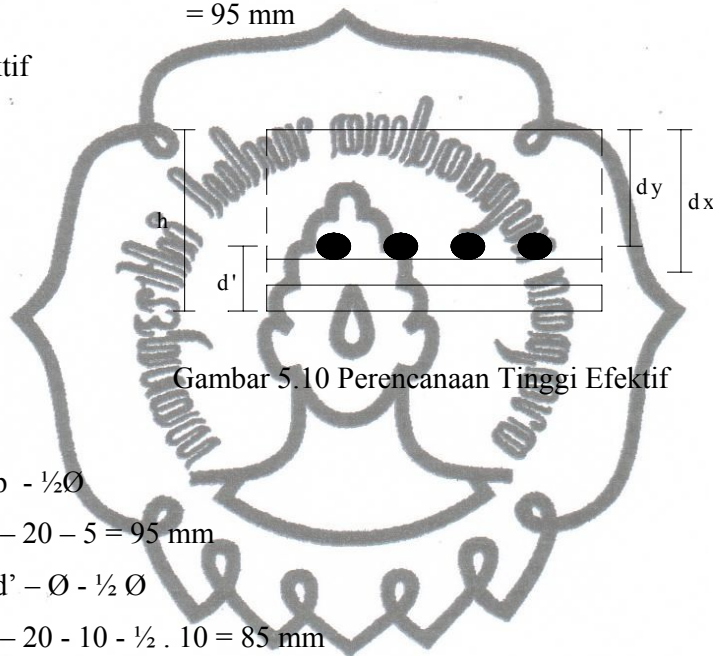
## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

xxxiv

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

Tinggi efektif



Gambar 5.10 Perencanaan Tinggi Efektif

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

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \cdot 30}{240} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 240} \right) \\
 &= \mathbf{0,0645}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= \mathbf{0,75} \cdot \rho_b \\
 &= \mathbf{0,75} \cdot \mathbf{0,0645} \\
 &= \mathbf{0,0484}
 \end{aligned}$$

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

## 5.5. Penulangan tumpuan arah x

*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

XXXV

$$M_u = 1013,34 \text{ kgm} = 10,1334 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{10,1334 \cdot 10^6}{0,8} = 12,667 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d x^2} = \frac{12,667 \cdot 10^6}{1000 \cdot (95)^2} = 1,404 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 30} = 9,412$$

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

$$= \frac{1}{9,412} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,412 \cdot 1,404}{240}} \right)$$

$$= 0,006024$$

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

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,006024$$

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

$$= 0,006024 \cdot 1000 \cdot 95$$

$$= 572,28 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan  $\varnothing 10$

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

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

$$S = \frac{A_s \cdot b}{A_{s_{\text{perlu}}}} = \frac{78,5 \cdot 1000}{572,28}$$

$$= 137,17 \sim 130 \text{ mm}$$

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

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

$$= 10$$

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

$$= 785 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{perlu}}} \dots \text{ok!}$$





Dipakai tulangan  $\varnothing 10 - 130 \text{ mm}$

### 5.6. Penulangan tumpuan arah y

$$M_u = 882,21 \text{ kgm} = 8,8221 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{8,8221 \cdot 10^6}{0,8} = 11,0276 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d \cdot y^2} = \frac{11,0276 \cdot 10^6}{1000 \cdot (85)^2} = 1,526 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 30} = 9,412$$

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

$$= \frac{1}{9,412} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,412 \cdot 1,526}{240}} \right)$$

$$= 0,006561$$

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

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,006561$$

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

$$= 0,006561 \cdot 1000 \cdot 85$$

$$= 557,685 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan  $\varnothing 10$

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

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

$$S = \frac{A_s \cdot b}{A_{s_{\text{perlu}}}} = \frac{78,5 \cdot 1000}{557,685}$$

$$= 140,76 \sim 130 \text{ mm}$$

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



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

$$= 10$$

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

$$= 785 \text{ mm}^2 > \text{As}_{\text{perlu}} \dots \text{ok!}$$

Dipakai tulangan  $\varnothing 10 - 130 \text{ mm}$

### 5.7. Penulangan lapangan arah x

$$M_u = 453,02 \text{ kgm} = 4,5302 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,5302 \cdot 10^6}{0,8} = 5,663 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d \cdot x^2} = \frac{5,663 \cdot 10^6}{1000 \cdot (95)^2} = 0,627 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 30} = 9,412$$

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

$$= \frac{1}{9,412} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,412 \cdot 0,627}{240}} \right)$$

$$= 0,002646$$

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

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,002646$$

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

$$= 0,002646 \cdot 1000 \cdot 95$$

$$= 251,328 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan  $\varnothing 10$

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

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

$$S = \frac{\text{As} \cdot b}{\text{As}_{\text{perlu}}} = \frac{78,5 \cdot 1000}{251,328}$$

*commit to user*



$$= 312,34 \sim 300 \text{ mm}$$

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

$$= 2 \times 120$$

$$= 240 \text{ mm}$$

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

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

$$= 4,2 \sim 5$$

$$\text{As yang timbul} = 5 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10)^2$$

$$= 392,5 \text{ mm}^2 > \text{As...ok!}$$

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

### 5.8. Penulangan lapangan arah y

$$M_u = 333,81 \text{ kgm} = 3,3381 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,3381 \cdot 10^6}{0,8} = 4,1726 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d \cdot y^2} = \frac{4,1726 \cdot 10^6}{1000 \cdot (85)^2} = 0,5775 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{240}{0,85 \cdot 30} = 9,412$$

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

$$= \frac{1}{9,412} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,412 \cdot 0,5775}{240}} \right)$$

$$= 0,00243$$

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

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

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

$$= 0,0025 \cdot 1000 \cdot 85$$

*commit to user*



$$= 212,5 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan  $\varnothing 10$

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

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

$$S = \frac{A_s \cdot b}{A_{s \text{ perlu}}} = \frac{78,5 \cdot 1000}{212,5} = 369,412 \sim 350 \text{ mm}$$

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

$$= 2 \times 120$$

$$= 240 \text{ mm}$$

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

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

$$= 4,2 \sim 5$$

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

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

### 5.9. Rekapitulasi Tulangan

Dari perhitungan diatas diperoleh :

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

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

Tulangan tumpuan arah x  $\varnothing 10 - 130 \text{ mm}$

Tulangan tumpuan arah y  $\varnothing 10 - 130 \text{ mm}$

Tabel 5.2. Penulangan Plat Lantai

Tipe	Momen	Tulangan Lapangan	Tulangan Tumpuan
------	-------	-------------------	------------------

*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

xl

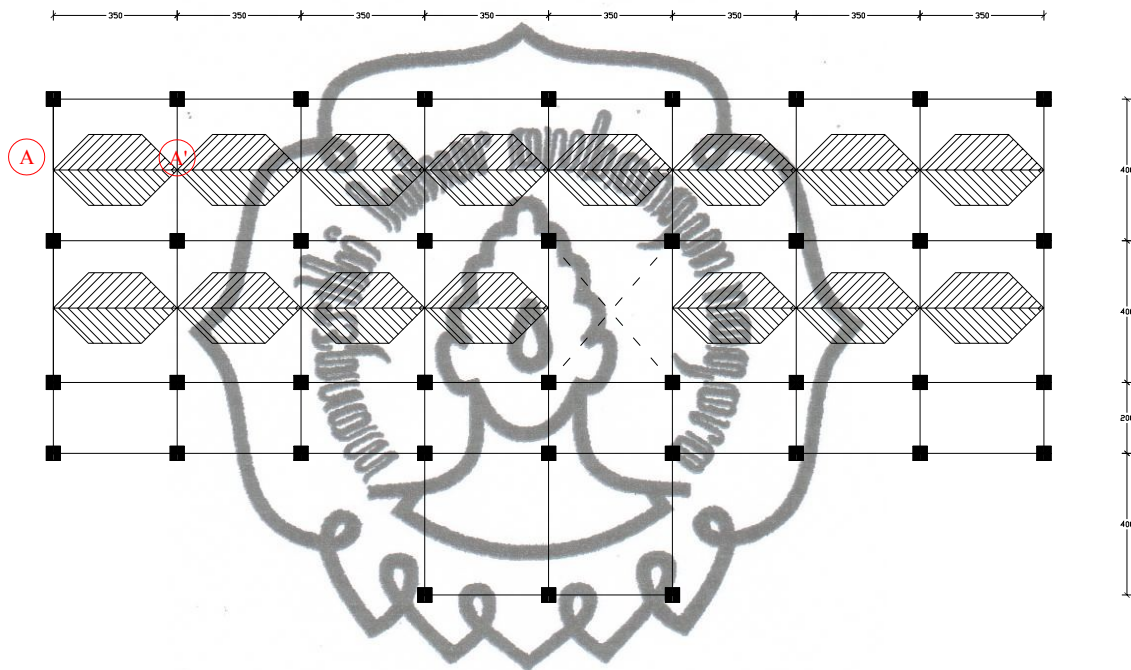
Plat	Mlx (kgm)	Mly (kgm)	Mtx (kgm)	Mty (kgm)	Arah x (mm)	Arah y (mm)	Arah x (mm)	Arah y (mm)
A	453,02	333,81	1013,34	882,21	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-130	Ø10-130
B1	214,10	85,64	439,89	303,64	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-130	Ø10-130
B2	198,53	85,64	412,64	303,64	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-130	Ø10-130
B3	155,71	50,61	319,21	221,89	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-130	Ø10-130
C1	369,57	333,81	882,21	822,60	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-130	Ø10-130
C2	333,81	238,43	762,99	667,62	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-130	Ø10-130
C3	381,49	226,50	846,44	679,54	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-130	Ø10-130
C4	453,02	333,81	1013,34	882,21	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-130	Ø10-130
C5	429,18	214,59	917,97	-	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-130	Ø10-130

*commit to user*

## BAB 6

### BALOK ANAK

#### 6.1. Perencanaan Balok Anak



Gambar 6.1 Denah Pembebanan Balok Anak

Keterangan :

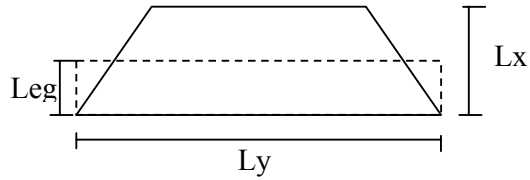
Balok Anak : As A-A'

#### 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 Equivalent Trapezium

*commit to user*



$$Leq = 1/6 Lx \left\{ 3 - 4 \left( \frac{Lx}{2.Ly} \right)^2 \right\}$$

### 6.1.2 Lebar Equivalent Balok Anak

a. Balok anak (A-A')

Lebar Equivalent Trapezium

Dimana  $Lx = 2$  m,  $Ly = 3,5$  m

$$Leq = 1/6 Lx \left\{ 3 - 4 \left( \frac{Lx}{2.Ly} \right)^2 \right\}$$

$$\begin{aligned} Leq &= \frac{1}{6} \cdot 2 \cdot \left[ 3 - 4 \left( \frac{2}{2 \cdot 3,5} \right)^2 \right] \\ &= 0,62 \text{ m} \end{aligned}$$

### 6.2. Perhitungan Pembebanan Balok Anak

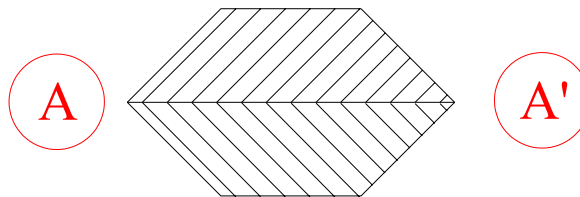
Data : Pembebanan Balok Anak

$$\begin{aligned} h &= 1/12 \cdot Ly \\ &= 1/12 \cdot 3500 \\ &= 291,67 \sim 300 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 2/3 \cdot h \\ &= 2/3 \cdot 300 \\ &= 200 \text{ mm (h dipakai = 300 mm, b = 200 mm)}. \end{aligned}$$

### 6.2 Pembebanan Balok Anak as A-A'

*commit to user*



Gambar 6.2 Lebar Equivalen Balok Anak as A-A'

## 1. Beban Mati (qD)

Pembebanan balok elemen A-A'

$$\text{Berat sendiri} = 0,20 \times (0,30 - 0,12) \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 86,4 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban Plat} = (0,62 \times 2) \times 411 \text{ kg/m}^2 = 509,6 \text{ kg/m} +$$

$$qD = 596 \text{ kg/m}$$

## 2. Beban hidup (qL)

Beban hidup lantai untuk gedung sekolah digunakan 250 kg/m<sup>2</sup>

$$qL = (0,62 \times 2) \times 250 \text{ kg/m}^2 = 310 \text{ kg/m}$$

## 3. Beban berfaktor (qU)

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

$$= 1,2 \times 596 + 1,6 \times 310$$

$$= 1211,20 \text{ kg/m}$$

**6.3. Perhitungan Tulangan Balok Anak as A-A'**

## 1. Tulangan lentur balok anak

Data Perencanaan :

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

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

$$f_y = 350 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

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

*commit to user*





## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

xliv

$$\begin{aligned} d &= h - p - 1/2 \emptyset_t - \emptyset_s \\ &= 300 - 40 - (1/2 \cdot 16) - 8 \\ &= 244 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

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

**Daerah Tumpuan**

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

$$= \frac{0,85 \cdot 30}{350} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 350} \right)$$

$$= 0,0391$$

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

$$= 0,75 \cdot 0,0391$$

$$= 0,0293$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{350} = 0,004$$

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

$$M_u = 2185,19 \text{ kgm} = 2,18519 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,18519 \cdot 10^7}{0,8} = 2,7315 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,7315 \cdot 10^7}{200 \cdot 244^2} = 2,294$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{350}{0,85 \cdot 30} = 13,725$$

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

$$= \frac{1}{13,725} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,725 \cdot 2,294}{350}} \right) = 0,00685$$

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

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

*commit to user*



Digunakan  $\rho = 0,00685$

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

$$= 0,00685 \cdot 200 \cdot 244$$

$$= 334,22 \text{ mm}^2$$

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

$$= \frac{334,22}{200,96} = 1,66 \approx 2 \text{ tulangan}$$

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

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

$$= 402,124 \text{ mm}^2 > \text{As perlu} \rightarrow \text{Aman..!!}$$

$$a = \frac{\text{As ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{402,124 \cdot 350}{0,85 \cdot 30 \cdot 200} = 27,597$$

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

$$= 402,124 \cdot 350 \cdot (244 - 27,597/2)$$

$$= 3,2399 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

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

Kontrol Spasi :

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

$$= \frac{200 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{2 - 1} = 72 > 25 \text{ mm.....oke!!}$$

Jadi dipakai tulangan **2 D16 mm**

**Daerah Lapangan**

*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 30 \cdot 0,85}{350} \left( \frac{600}{600 + 350} \right) \\ &= 0,0645\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0645 \\ &= 0,0484\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{350} = 0,004$$

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

$$M_u = 1225,89 \text{ kgm} = 1,22589 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1,22589 \cdot 10^7}{0,8} = 1,532 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1,532 \cdot 10^7}{200 \cdot 244^2} = 1,2869$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{13,725} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,725 \cdot 1,2869}{350}} \right) = 0,0037\end{aligned}$$

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

$$\text{Dipakai } \rho_{\min} = 0,004$$

$$\begin{aligned}\text{As perlu} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,004 \cdot 200 \cdot 244 \\ &= 195,2 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$n = \frac{\text{As perlu}}{1/4 \cdot \pi \cdot 16^2} = \frac{195,2}{200,96} = 0,971 \approx 2 \text{ tulangan}$$

$$\text{As ada} = n \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot d^2$$

*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

xlvii

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

$$= 402,124 \text{ mm}^2 > \text{As perlu} \rightarrow \text{Aman..!!}$$

$$a = \frac{\text{As ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} = \frac{402,124 \cdot 350}{0,85 \cdot 30 \cdot 200} = 27,597$$

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

$$= 402,124 \cdot 350 (244 - 27,597/2)$$

$$= 3,2399 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\text{Mn ada} > \text{Mn} (1,4662 \cdot 10^7 \text{ Nmm}) \rightarrow \text{Aman..!!}$$

Kontrol Spasi :

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

$$= \frac{200 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{2-1} = 72 > 25 \text{ mm.....oke!!}$$

Jadi dipakai tulangan **2 D 16 mm**

## 2. Tulangan Geser Balok anak

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh gaya geser terbesar pada batang nomor 1:

$$V_u = 3147,14 \text{ kg} = 31471,4 \text{ N}$$

$$f_c = 30 \text{ Mpa}$$

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

$$d = 244 \text{ mm}$$

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

$$= 1/6 \cdot \sqrt{30} \cdot 200 \cdot 244$$

$$= 445481 \text{ N}$$

$$\emptyset V_c = 0,6 \cdot 445481 \text{ N}$$

$$= 26728,86 \text{ N}$$

$$0,5\emptyset V_c = 0,5 \cdot 26728,86 \text{ N}$$

$$= 13364,43$$

$$3\emptyset V_c = 3 \cdot 26728,86$$

$$= 80186,58 \text{ N}$$

Syarat tulangan geser :  $\emptyset V_c < V_u < 3\emptyset V_c$ *commit to user*



$$: 26728,86 \text{ N} < 31471,4 \text{ N} < 80186,58 \text{ N}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\begin{aligned} \emptyset V_s &= V_u - \emptyset V_c \\ &= 31471,4 - 26728,86 \\ &= 4742,54 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\emptyset V_s}{0,6} = \frac{4742,54}{0,6}$$

$$= 7904,23 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 \\ &= 100,531 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_{s \text{ perlu}}} = \frac{100,531 \cdot 240 \cdot 244}{7904,23} = 744,8 \text{ mm}$$

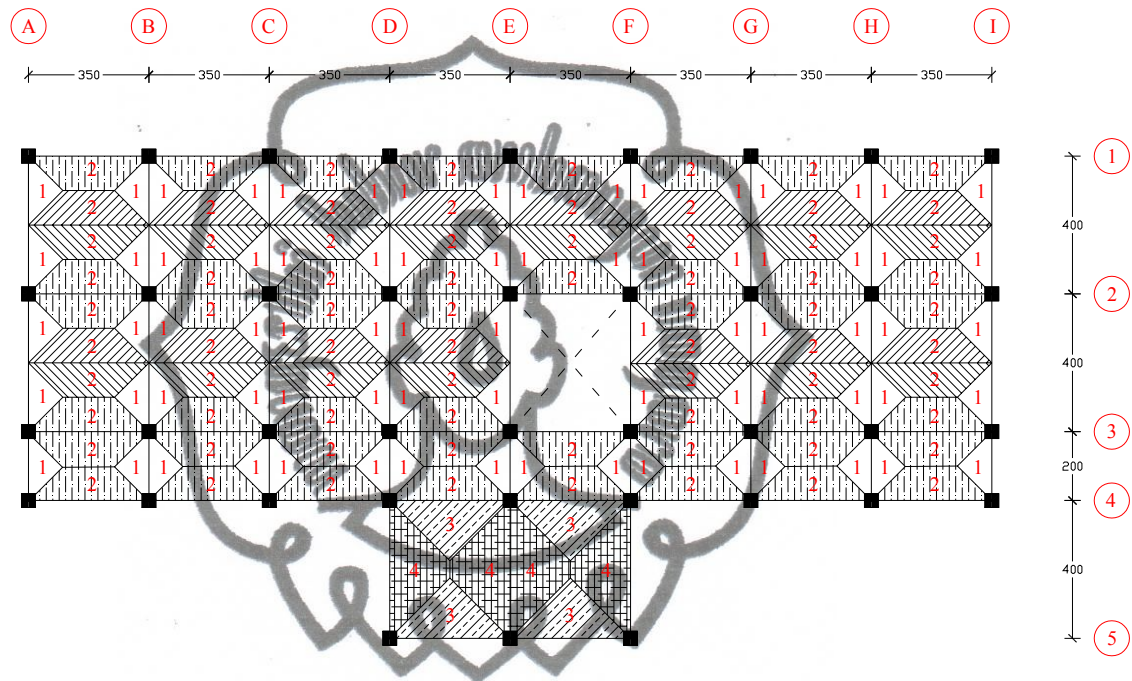
$$\begin{aligned} S_{\text{max}} &= d/2 = 244/2 \\ &= 122 \text{ mm} \approx 120 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan  $\emptyset 8 - 120 \text{ mm}$

## BAB 7

### PORTAL

#### 7.1. Perencanaan Portal



Gambar 7.1 Denah Portal

#### 7.1 Menentukan Dimensi Perencanaan Portal

Pembatasan Ukuran Balok Portal

Berdasarkan SK SNI T 15-1991-03 tentang pembatasan tebal minimum dimensi balok sebagai berikut :

$$\frac{L}{21} = \frac{4000}{21} = 190,476mm$$

$$\frac{L}{21} = \frac{3500}{21} = 166,667mm$$

$$\frac{L}{24,5} = \frac{4000}{24,5} = 163,265mm$$

$$\frac{L}{24,5} = \frac{3500}{24,5} = 142,857mm$$

$$\frac{L}{28} = \frac{4000}{28} = 142,857mm$$

$$\frac{L}{28} = \frac{3500}{28} = 125mm$$

*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

1

$$\frac{L}{11} = \frac{4000}{11} = 363,636 \text{ mm}$$

$$\frac{L}{11} = \frac{3500}{11} = 318,182 \text{ mm}$$

**Beban atap**

Dari perhitungan SAP 2000

Reaksi tumpuan setengah kuda kuda = 1114,63 kg

Reaksi tumpuan jurai = 1356,28 kg

Reaksi kuda-kuda utama A = 10411,73 kg

Reaksi kuda-kuda utama B = 5029,13 kg

**Rencana Dimensi Portal**

Rink balk = 200mm x 400mm

Kolom = 300mm x 300mm

Balok arah memanjang = 250mm x 500mm

Balok arah melintang = 200mm x 400mm

Sloof = 200mm x 300mm

**Beban Balok Portal**

a. Beban rink balk

Beban Mati (qD)

Beban sendiri balok =  $0,2 \cdot 0,4 \cdot 2400$

= 192 kg/m

Beban berfaktor (qU)

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

=  $1,2 \cdot 192 + 1,6 \cdot 0$

= 230,4 kg/m

b. Beban Sloof

Beban Mati (qD)

Beban sendiri balok =  $0,2 \cdot 0,3 \cdot 2400 = 144 \text{ kg/m}$

Beban dinding =  $0,15 \cdot 4 \cdot 1700 = 1020 \text{ kg/m} +$

qD = 1164 kg/m

*commit to user*



Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= 1,2 \cdot 1164 + 1,6 \cdot 250 \\ &= 1796,8 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

## 7.2 Perhitungan Beban Equivalent Plat

### 7.2.1 Lebar Equivalent

Plat type 1 Leq  $= \frac{1}{3} Lx$

$$= \frac{1}{3} \cdot 2 = 0,667 \text{ m}^2$$

Plat type 2 Leq  $= \frac{1}{6} Lx \left( 3 - 4 \left( \frac{Lx}{2Ly} \right)^2 \right)$

$$= \frac{1}{6} \cdot 1 \left( 3 - 4 \left( \frac{1}{2 \cdot 3,5} \right)^2 \right) = 0,4864 \text{ m}^2$$

Plat type 3 Leq  $= \frac{1}{3} Lx$

$$= \frac{1}{3} \cdot 3,5 = 1,167 \text{ m}^2$$

Pelat type 4 Leq  $= \frac{1}{6} Lx \left( 3 - 4 \left( \frac{Lx}{2Ly} \right)^2 \right)$

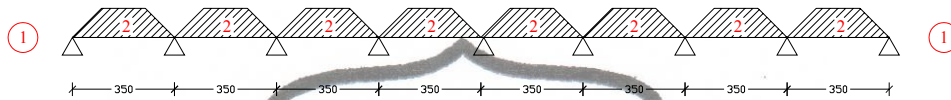
$$= \frac{1}{6} \cdot 1,75 \left( 3 - 4 \left( \frac{1,75}{2 \cdot 4} \right)^2 \right) = 0,8192 \text{ m}^2$$





## 7.2.2 Pembebanan Balok Portal Memanjang

### 1. Pembebanan Balok Portal As-1



#### a. Pembebanan balok induk element 1-1

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot 0,4864 = 199,9 \text{ kg/m}$$

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

$$\mathbf{qD = 1447,9 \text{ kg/m}}$$

Beban hidup (qL)

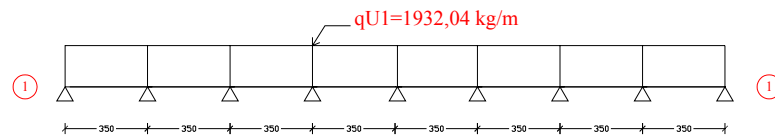
$$qL = 250 \cdot 0,4864 = 121,60 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$$

$$= (1,2 \cdot 1447,9) + (1,6 \cdot 121,60)$$

$$= 1932,04 \text{ kg/m}$$



## 2. Pembebanan Balok Portal As-2



### a. Pembebanan balok induk element 2-E'

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,4864 + 0,4864) = \underline{399,82 \text{ kg/m}}$$

$$\mathbf{qD} = \mathbf{627,82 \text{ kg/m}}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 0,4864 = 243,2 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 627,82) + (1,6 \cdot 243,2)$$

*commit to user*



$$= 1142,5 \text{ kg/m}$$

b. Pembebanan balok induk element E'-F'

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot 0,4864 = 399,82 \text{ kg/m}$$

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

$$\mathbf{qD = 1647,82 \text{ kg/m}}$$

Beban hidup (qL)

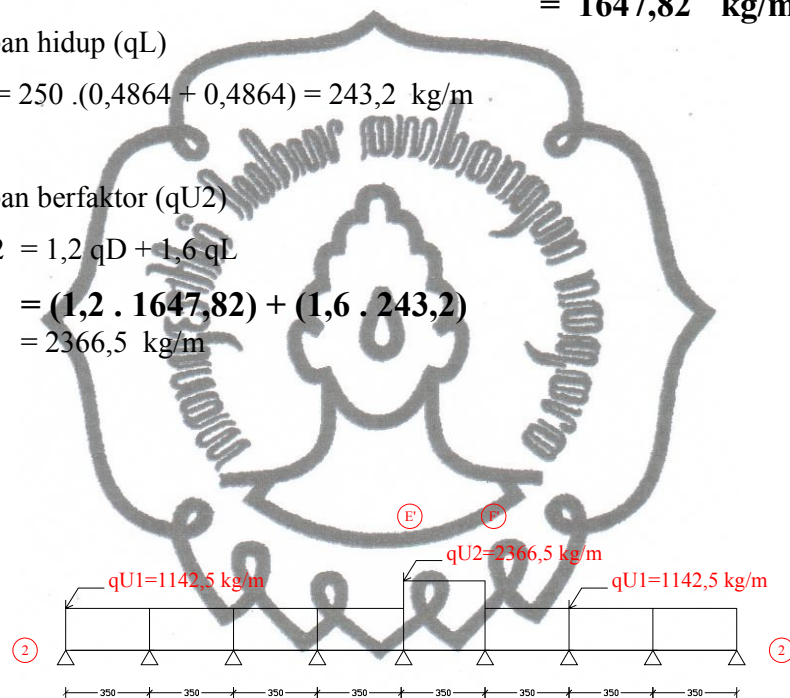
$$qL = 250 \cdot (0,4864 + 0,4864) = 243,2 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU2)

$$qU2 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 1647,82) + (1,6 \cdot 243,2)$$

$$= 2366,5 \text{ kg/m}$$

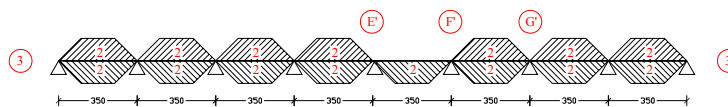


3. Pembebanan Balok Portal As 3



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai



- a. Pembebanan balok induk element 3 – E'

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,4864 + 0,4864) = 399,82 \text{ kg/m}$$

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

$$\mathbf{qD = 1647,82 \text{ kg/m}}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (0,4864 + 0,4864) = 243,2 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 1647,82) + (1,6 \cdot 243,2)$$

$$= 2366,5 \text{ kg/m}$$

- b. Pembebanan balok induk element E' -F'

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot 0,4864 = \underline{199,91 \text{ kg/m}} +$$

$$\mathbf{qD = 427,91}$$

**kg/m**

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 0,4864 = 121,6 \text{ kg/m}$$

*commit to user*



Beban berfaktor ( $q_{U2}$ )

$$\begin{aligned} q_{U2} &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\ &= (1,2 \cdot 427,91) + (1,6 \cdot 121,6) \\ &= 708,05 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

c. Pembebanan balok induk element F' - G'

Beban Mati ( $q_D$ )

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,4864 + 0,4864) = 399,82 \text{ kg/m} +$$

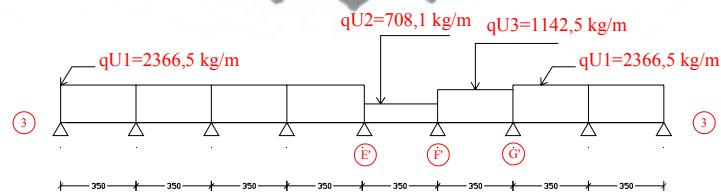
$$q_D = 627,82 \text{ kg/m}$$

Beban hidup ( $q_L$ )

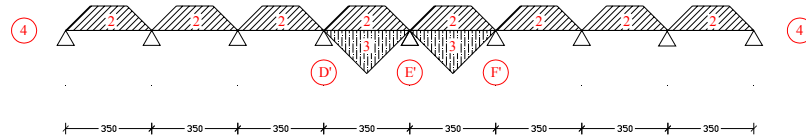
$$q_L = 250 \cdot (0,4864 + 0,4864) = 243,2 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor ( $q_{U3}$ )

$$\begin{aligned} q_{U3} &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\ &= (1,2 \cdot 627,82) + (1,6 \cdot 243,2) \\ &= 1142,5 \text{ kg/m} \end{aligned}$$



4. Pembebanan Balok Portal As 4



- a. Pembebanan balok induk element 4-D'

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot 0,4864 = 199,9 \text{ kg/m}$$

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

$$\mathbf{qD = 1447,9 \text{ kg/m}}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 0,4864 = 121,60 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$$

$$= (1,2 \cdot 1447,9) + (1,6 \cdot 121,60)$$

$$= 1932,04 \text{ kg/m}$$

- b. Pembebanan balok induk element D'-F'

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,4864 + 1,167) = 679,55 \text{ kg/m}$$

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

$$\mathbf{qD = 1927,55 \text{ kg/m}}$$

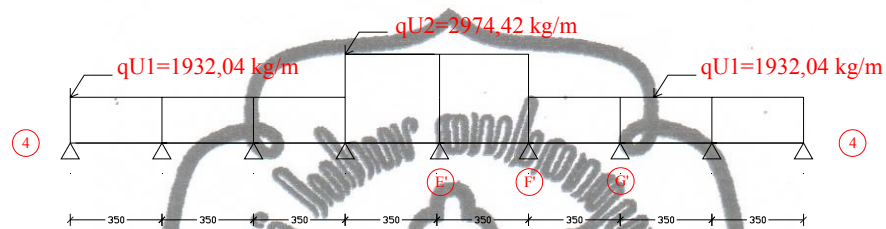
Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (0,4864 + 1,167) = 413,35 \text{ kg/m}$$

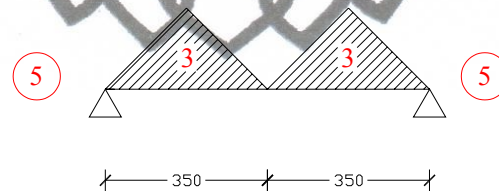
*commit to user*

Beban berfaktor ( $q_{U2}$ )

$$\begin{aligned} q_{U2} &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\ &= (1,2 \cdot 1927,55) + (1,6 \cdot 413,35) \\ &= 2974,42 \text{ kg/m} \end{aligned}$$



### 5. Pembebanan Balok Portal As 5



#### a. Pembebanan balok induk element 5-5

Beban Mati ( $q_D$ )

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 &= 228 \text{ kg/m} \\ \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot 1,167 &= \underline{479,6 \text{ kg/m}} + \end{aligned}$$

$$\mathbf{q_D = 707,6 \text{ kg/m}}$$

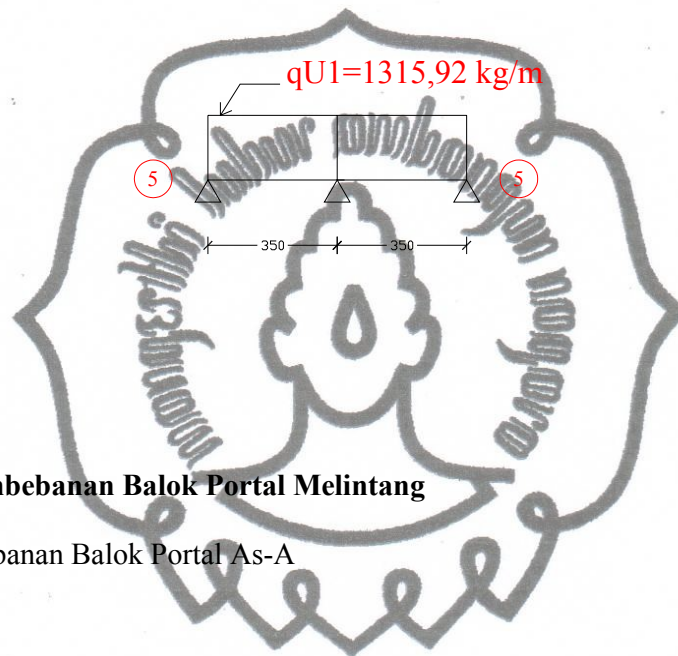
Beban hidup ( $q_L$ )

$$q_L = 250 \cdot 1,167 = 291,75 \text{ kg/m}$$

*commit to user*

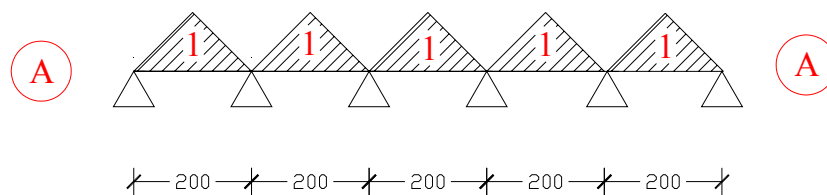
Beban berfaktor ( $q_{U1}$ )

$$\begin{aligned} q_{U1} &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\ &= (1,2 \cdot 707,6) + (1,6 \cdot 291,75) \\ &= 1315,92 \text{ kg/m} \end{aligned}$$



### 7.2.3 Pembebanan Balok Portal Melintang

#### 1. Pembebanan Balok Portal As-A



#### a. Pembebanan balok induk element A-A

Beban Mati ( $q_D$ )

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,20 \cdot (0,4 - 0,12) \cdot 2400 = 134,4 \text{ kg/m}$$

*commit to user*





Tugas Akhir  
Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

lx

$$\begin{aligned} \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot 0,667 &= 274,14 \text{ kg/m} \\ \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 &= \underline{1020 \text{ kg/m}} + \end{aligned}$$

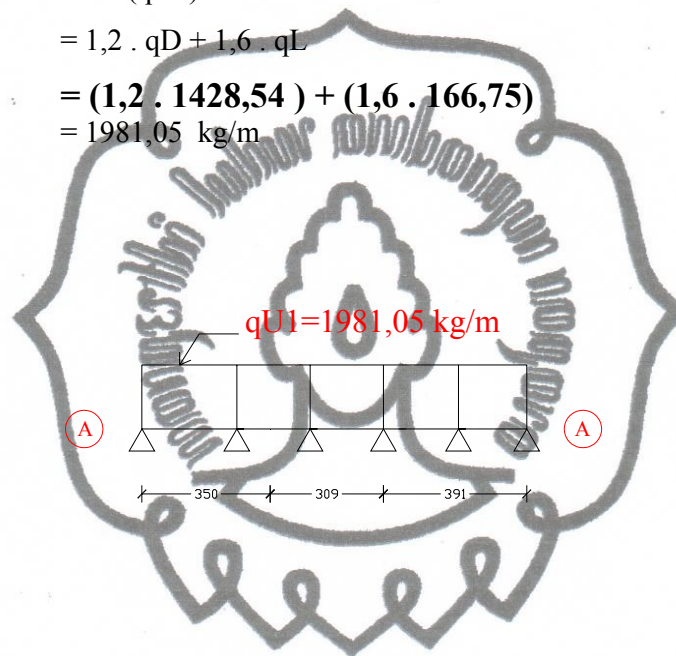
$$\mathbf{qD = 1428,54 \text{ kg/m}}$$

Beban hidup (qL)

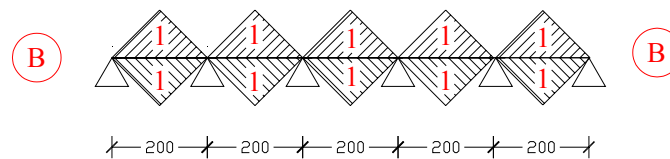
$$qL = 250 \cdot 0,667 = 166,75 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned} qU1 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= (1,2 \cdot 1428,54) + (1,6 \cdot 166,75) \\ &= 1981,05 \text{ kg/m} \end{aligned}$$



## 2. Pembebanan Balok Portal As-B



### a. Pembebanan balok induk element B-B

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,20 \cdot (0,4 - 0,12) \cdot 2400 = 134,4 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,667 + 0,667) = 548,27 \text{ kg/m} +$$

$$\mathbf{qD = 682,67 \text{ kg/m}}$$

Beban hidup (qL)

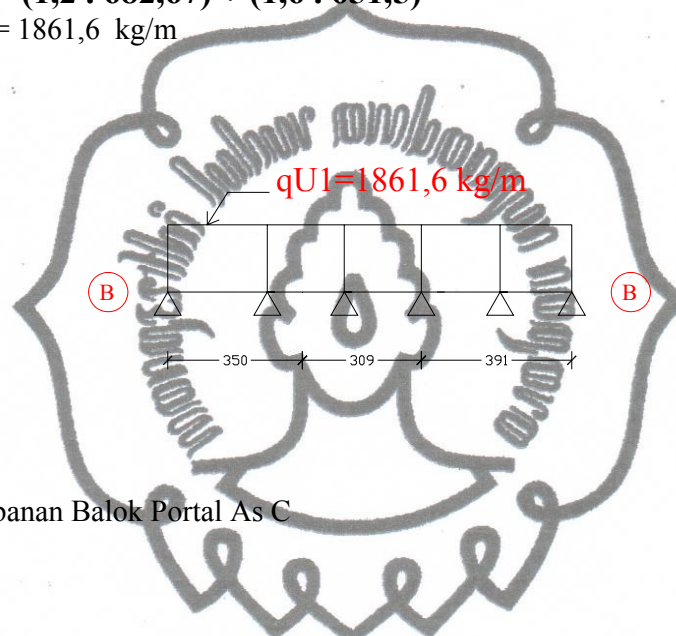
$$qL = 250 \cdot (0,667 + 0,667) = 651,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

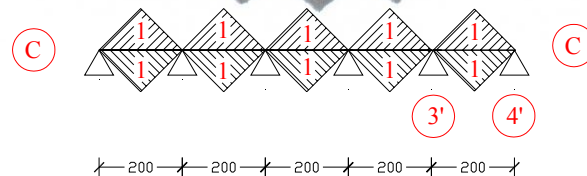
$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 682,67) + (1,6 \cdot 651,5)$$

$$= 1861,6 \text{ kg/m}$$



### 3. Pembebanan Balok Portal As C



#### a. Pembebanan balok induk element C-3'

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,20 \cdot (0,4 - 0,12) \cdot 2400 = 134,4 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,667 + 0,667) = 548,27 \text{ kg/m}$$

*commit to user*



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

$$\mathbf{qD = 1702,67 \text{ kg/m}}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (0,667 + 0,667) = 333,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= 1,2 \cdot 1702,67 + 1,6 \cdot 333,5$$

$$= 2576,8 \text{ kg/m}$$

b. Pembebanan balok induk element 3'-4'

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,20 \cdot (0,4 - 0,12) \cdot 2400 = 134,4 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,667 + 0,667) = 548,27 \text{ kg/m} +$$

$$\mathbf{qD = 682,67 \text{ kg/m}}$$

Beban hidup (qL)

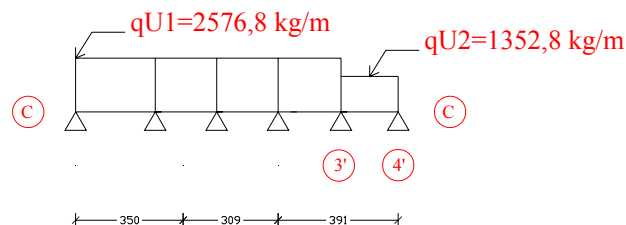
$$qL = 250 \cdot (0,667 + 0,667) = 333,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU2)

$$qU2 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

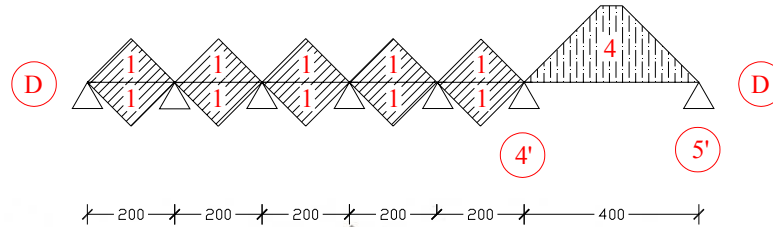
$$= 1,2 \cdot 682,67 + 1,6 \cdot 333,5$$

$$= 1352,8 \text{ kg/m}$$



4. Pembebanan Balok Portal As-D

*commit to user*



- a. Pembebanan balok induk element D-4'

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,20 \cdot (0,4 - 0,12) \cdot 2400 = 134,4 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,667 + 0,667) = \underline{548,27} \quad \text{kg/m} +$$

$$\mathbf{qD} = \mathbf{682,67} \quad \mathbf{kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (0,667 + 0,667) = 333,5 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned} qU1 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= \mathbf{(1,2 \cdot 682,67) + (1,6 \cdot 333,5)} \\ &= 1516,64 \quad \text{kg/m} \end{aligned}$$

- b. Pembebanan balok induk element 4'-5'

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,20 \cdot (0,4 - 0,12) \cdot 2400 = 134,4 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot 0,8192 = \underline{673,38} \quad \text{kg/m} +$$

$$\mathbf{qD} = \mathbf{807,78} \quad \mathbf{kg/m}$$

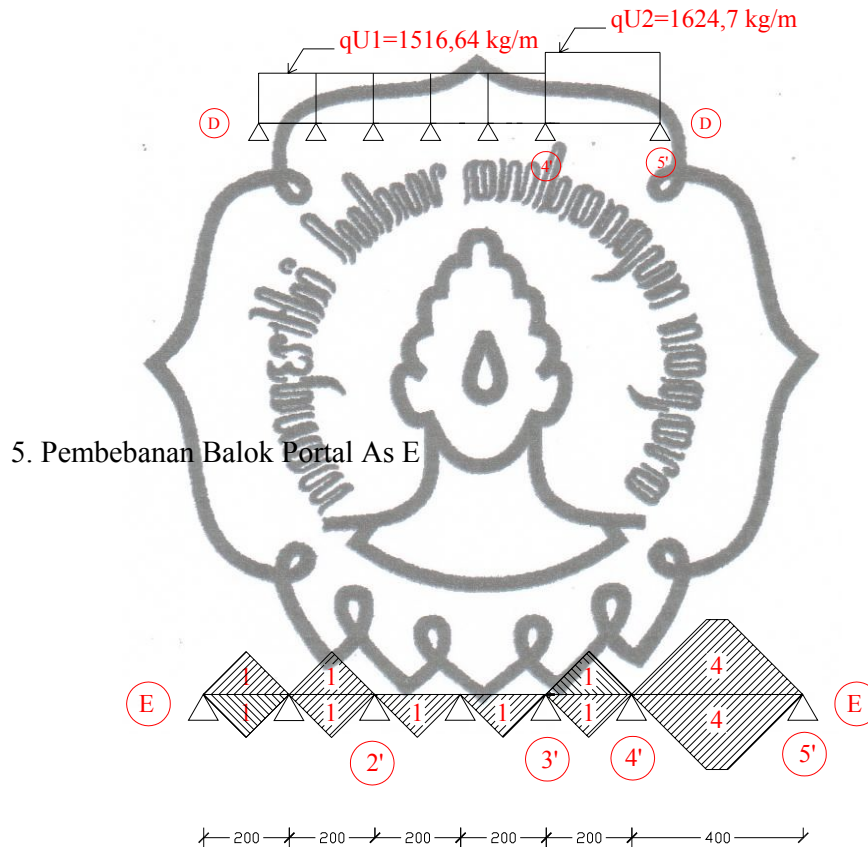
Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (0,8192 + 0,8192) = 409,6 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor (qU2)

*commit to user*

$$\begin{aligned}
 q_{U2} &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\
 &= (1,2 \cdot 807,78) + (1,6 \cdot 409,6) \\
 &= 1624,7 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$



a. Pembebanan balok induk element E-2'

Beban Mati ( $q_D$ )

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,20 \cdot (0,4 - 0,12) \cdot 2400 = 134,4 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,667 + 0,667) = 548,27 \text{ kg/m}$$

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

$$\mathbf{q_D = 1702,67 \text{ kg/m}}$$

*commit to user*



Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (0,667 + 0,667) = 333,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned} qU1 &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= (1,2 \cdot 1702,67) + (1,6 \cdot 333,5) \\ &= 2576,8 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

b. Pembebanan balok induk element 2' – 3'

Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri balok} &= 0,20 \cdot (0,4 - 0,12) \cdot 2400 = 134,4 \text{ kg/m} \\ \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot 0,667 = 274,14 \text{ kg/m} \\ \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 = 1020 \text{ kg/m} + \end{aligned}$$

$$qD = 1428,54 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 0,667 = 166,75 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU2)

$$\begin{aligned} qU2 &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= (1,2 \cdot 1428,54) + (1,6 \cdot 166,75) \\ &= 1981,05 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

c. Pembebanan balok induk element 3' – 4'

Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri balok} &= 0,20 \cdot (0,4 - 0,12) \cdot 2400 = 134,4 \text{ kg/m} \\ \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot (0,667 + 0,667) = 548,27 \text{ kg/m} + \\ qD &= 682,67 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (0,667 + 0,667) = 333,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU3)

$$\begin{aligned} qU3 &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= (1,2 \cdot 682,67) + (1,6 \cdot 333,5) \end{aligned}$$

*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

$$= 1352,8 \text{ kg/m}$$

## d. Pembebanan balok induk element 4'-5'

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,20 \cdot (0,4 - 0,12) \cdot 2400 = 134,4 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,8192 + 0,8192) = \underline{673,38 \text{ kg/m}} +$$

$$\mathbf{qD = 807,78 \text{ kg/m}}$$

Beban hidup (qL)

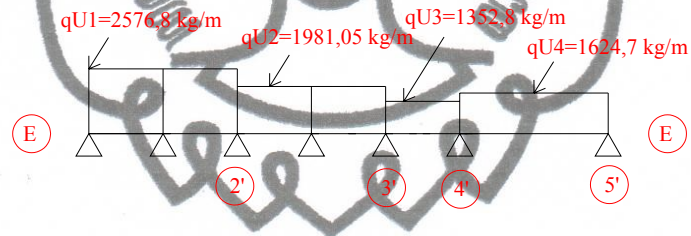
$$qL = 250 \cdot (0,8192 + 0,8192) = 409,6 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU4)

$$qU4 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 807,78) + (1,6 \cdot 409,6)$$

$$= 1624,7 \text{ kg/m}$$



## 6. Pembebanan Balok Portal As F







$$\begin{aligned}
 q_{U2} &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\
 &= (1,2 \cdot 1428,54) + (1,6 \cdot 166,75) \\
 &= 1981,05 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

c. Pembebanan balok induk element 3' – 4'

Beban Mati ( $q_D$ )

$$\begin{aligned}
 \text{Beban sendiri balok} &= 0,20 \cdot (0,4 - 0,12) \cdot 2400 = 134,4 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot (0,667 + 0,667) = \underline{548,27 \text{ kg/m}} + \\
 q_D &= 682,67 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Beban hidup ( $q_L$ )

$$q_L = 250 \cdot (0,667 + 0,667) = 333,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor ( $q_{U3}$ )

$$\begin{aligned}
 q_{U3} &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\
 &= (1,2 \cdot 682,67) + (1,6 \cdot 333,5) \\
 &= 1352,8 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

d. Pembebanan balok induk element 4' – 5'

Beban Mati ( $q_D$ )

$$\begin{aligned}
 \text{Beban sendiri balok} &= 0,20 \cdot (0,4 - 0,12) \cdot 2400 = 134,4 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot 0,8192 = \underline{673,38 \text{ kg/m}} +
 \end{aligned}$$

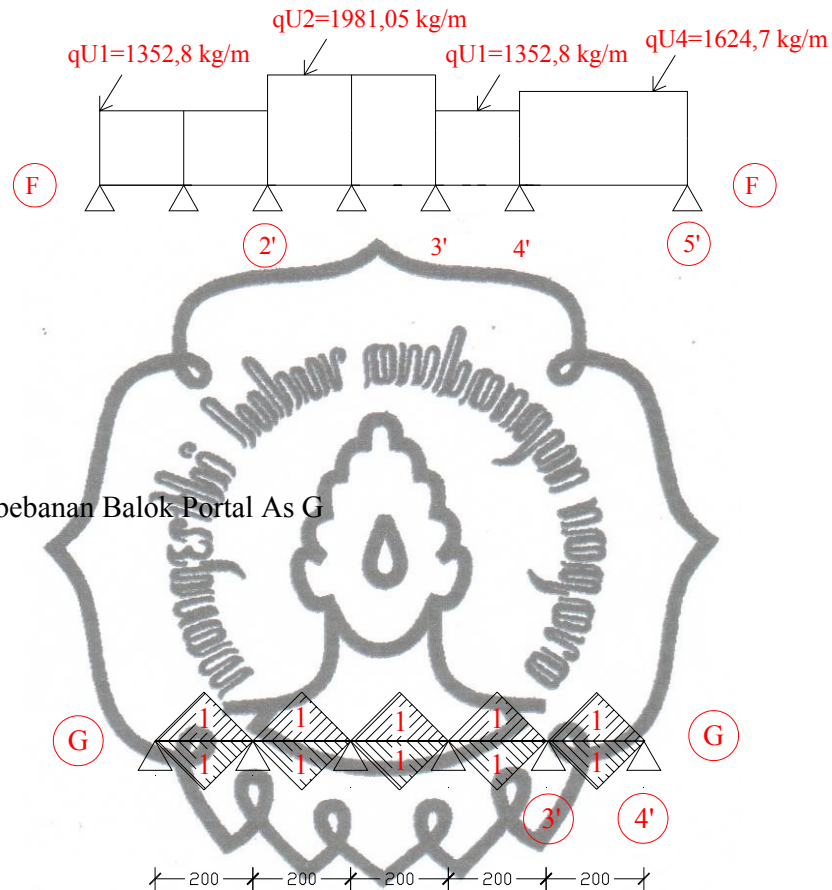
$$q_D = 807,78 \text{ kg/m}$$

Beban hidup ( $q_L$ )

$$q_L = 250 \cdot (0,8192 + 0,8192) = 409,6 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor ( $q_{U2}$ )

$$\begin{aligned}
 q_{U4} &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\
 &= (1,2 \cdot 807,78) + (1,6 \cdot 409,6) \\
 &= 1624,7 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$



## 7. Pembebanan Balok Portal As G

## a. Pembebanan balok induk element G-3'

Beban Mati ( $q_D$ )

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,20 \cdot (0,4 - 0,12) \cdot 2400 = 134,4 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,667 + 0,667) = 548,27 \quad \text{kg/m}$$

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

$$\mathbf{q_D = 1702,67 \text{ kg/m}}$$

Beban hidup ( $q_L$ )

$$q_L = 250 \cdot (0,667 + 0,667) = 333,5 \quad \text{kg/m}$$

*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

lxx

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned} qU1 &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= 1,2 \cdot 1702,67 + 1,6 \cdot 333,5 \\ &= 2576,8 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

b. Pembebanan balok induk element 3'-4'

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,20 \cdot (0,4 - 0,12) \cdot 2400 = 134,4 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,667 + 0,667) = 548,27 \text{ kg/m} +$$

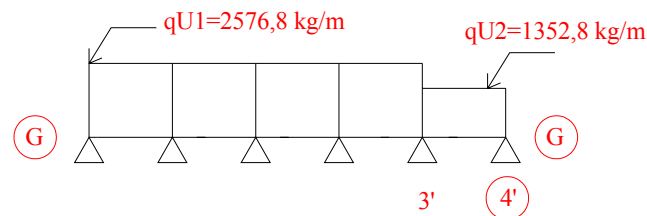
$$qD = 682,67 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (0,667 + 0,667) = 333,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU2)

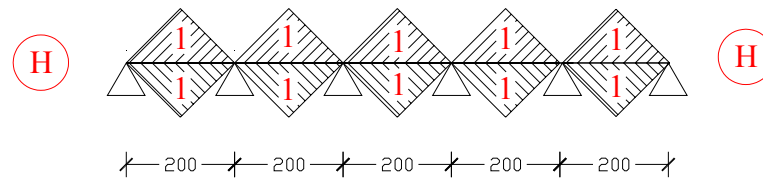
$$\begin{aligned} qU2 &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= 1,2 \cdot 682,67 + 1,6 \cdot 333,5 \\ &= 1352,8 \text{ kg/m} \end{aligned}$$



## 8. Pembebanan Balok Portal As H

*commit to user*

lxx



- a. Pembebanan balok induk element H-H'

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,20 \cdot (0,4 - 0,12) \cdot 2400 = 134,4 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,667 + 0,667) = 548,27 \text{ kg/m} +$$

$$\mathbf{qD = 682,67 \text{ kg/m}}$$

Beban hidup (qL)

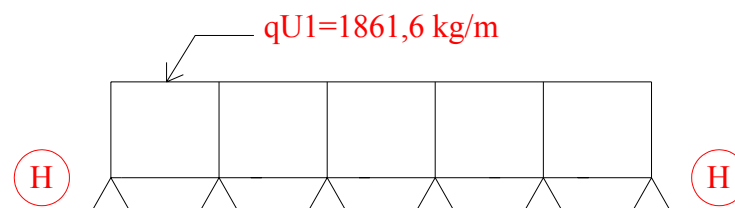
$$qL = 250 \cdot (0,667 + 0,667) = 333,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

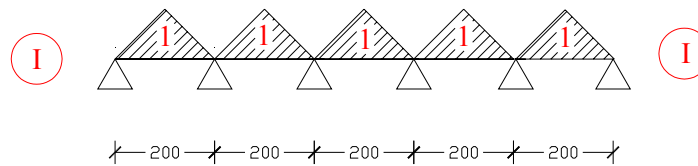
$$= (1,2 \cdot 682,67) + (1,6 \cdot 333,5)$$

$$= 1861,6 \text{ kg/m}$$



9. Pembebanan Balok Portal As I

*commit to user*



a. Pembebanan balok induk element I-I'

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,20 \cdot (0,4 - 0,12) \cdot 2400 = 134,4 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot 0,667 = 274,14 \text{ kg/m}$$

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

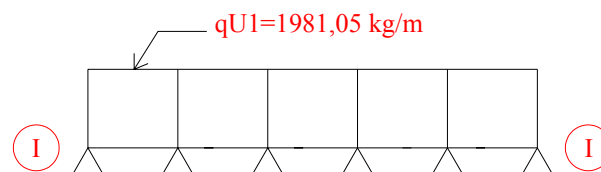
$$\mathbf{qD = 1428,54 \text{ kg/m}}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 0,667 = 166,75 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned} qU1 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= (1,2 \cdot 1428,54) + (1,6 \cdot 166,75) \\ &= 1981,05 \text{ kg/m} \end{aligned}$$





### 7.3 Penulangan Balok Portal

#### 7.3.1 Perhitungan Tulangan Lentur Rink Balk

##### a. Daerah Tumpuan

Data perencanaan :

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$b = 20 \text{ mm}$$

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

$$f_y = 350 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

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

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

$$\begin{aligned} d &= h - p - \phi_s - 1/2\phi_t \\ &= 400 - 40 - 8 - 1/2 \cdot 16 \\ &= 344 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 30 \cdot 0,85}{350} \left( \frac{600}{600 + 350} \right) \\ &= 0,039 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,039 \\ &= 0,0293 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{350} = 0,004$$

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 366**,

$$M_u = 5606,42 \text{ kgm} = 5,60642 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

lxxiv

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{5,60642 \cdot 10^7}{0,8} = 7,008 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{7,008 \cdot 10^7}{200 \cdot 344^2} = 2,96$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{350}{0,85 \cdot 30} = 13,725$$

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

$$= \frac{1}{13,725} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,725 \cdot 2,96}{350}} \right)$$

$$= 0,009$$

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

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

$$\text{Digunakan } \rho = 0,009$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,009 \cdot 200 \cdot 344$$

$$= 621,58 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 16

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{621,58}{200,96}$$

$$= 3,093 \approx 4 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 4 \times 200,96 = 803,84 \text{ mm}^2$$

$$A_s' > A_s \dots \dots \dots \text{aman Ok !}$$

Jadi dipakai tulangan **4 D 16 mm**

### b. Daerah Lapangan

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 257**,

$$M_u = 6825,67 \text{ kgm} = 6,82567 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{6,82567 \cdot 10^7}{0,8} = 8,532 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

lxxv

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{8,532 \cdot 10^7}{200 \cdot 344^2} = 3,61$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{350}{0,85 \cdot 30} = 13,725$$

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

$$= \frac{1}{13,725} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,725 \cdot 3,61}{350}} \right)$$

$$= 0,011$$

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

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

$$\text{Digunakan } \rho = 0,011$$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,011 \cdot 200 \cdot 344 \\ &= 766,95 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 16

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{766,95}{200,96} \\ &= 3,82 \approx 4 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

$$\text{As}' = 4 \times 200,96 = 803,84 \text{ mm}^2$$

$$\text{As}' > \text{As} \dots \dots \dots \text{aman Ok !}$$

Jadi dipakai tulangan **4 D 16 mm**

### 7.3.2 Perhitungan Tulangan Geser Rink Balk

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh gaya geser terbesar pada **batang nomor 257**,

$$V_u = 7283,71 \text{ kg} = 72837,1 \text{ N}$$

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

$$= 1/6 \cdot \sqrt{30} \cdot 200 \cdot 344$$

$$= 62805,52 \text{ N}$$

*commit to user*





$$\begin{aligned}\emptyset V_c &= 0,6 \cdot 62805,52 \text{ N} \\ &= 37683,31 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}3 \emptyset V_c &= 3 \cdot 37683,31 \text{ N} \\ &= 113049,93 \text{ N}\end{aligned}$$

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

$$: 37683,31 \text{ N} < 68256,7 \text{ N} < 113049,93 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}\emptyset V_s &= V_u - \emptyset V_c \\ &= 72837,1 - 37683,31 = 35153,79 \text{ N}\end{aligned}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\emptyset V_s}{0,6} = \frac{35153,79}{0,6} = 58589,65 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}A_v &= 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (8)^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 \\ &= 100,531 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{100,531 \cdot 240 \cdot 344}{58589,65} = 141,66 \text{ mm} \sim 140 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan  $\emptyset 8 - 140 \text{ mm}$

### 7.3.3 Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal Memanjang

#### Daerah Tumpuan

Data perencanaan :

$$h = 500 \text{ mm} \quad \emptyset_t = 16 \text{ mm}$$

$$b = 250 \text{ mm} \quad \emptyset_s = 8 \text{ mm}$$

$$p = 40 \text{ mm} \quad d = h - p - \frac{1}{2} \emptyset_t - \emptyset_s$$

$$f_y = 350 \text{ Mpa} \quad = 500 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 16 - 8$$

$$f'_c = 30 \text{ MPa} \quad = 444 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 30 \cdot 0,85}{350} \left( \frac{600}{600 + 350} \right) \\ &= 0,039\end{aligned}$$

*commit to user*



$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,039 \\ &= 0,0293\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{350} = 0,004$$

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 249**,

$$M_u = 4421,59 \text{ kgm}$$

$$= 4,42159 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,42159 \cdot 10^7}{0,8}$$

$$= 5,532 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{5,532 \cdot 10^7}{250 \cdot 444^2} = 1,122$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{350}{0,85 \cdot 30} = 13,725$$

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

$$= \frac{1}{13,725} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,725 \cdot 1,122}{350}} \right) = 0,0035$$

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

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

Digunakan  $\rho_{\min} = 0,004$

$$\begin{aligned}A_s \text{ perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,004 \cdot 250 \cdot 444 \\ &= 444 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 16

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{444}{200,96} = 2,21 \approx 3 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 3 \times 200,96 = 602,88$$

*commit to user*



$A_s' > A_s$ .....aman Ok !

Jadi dipakai tulangan **3 D 16 mm**

### Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 255**,

$$M_u = 3135,02 \text{ kgm}$$

$$= 3,13502 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,13502 \cdot 10^7}{0,8}$$

$$= 3,919 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,919 \cdot 10^7}{200 \cdot 444^2} = 0,795$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{350}{0,85 \cdot 30} = 13,725$$

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

$$= \frac{1}{13,725} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,725 \cdot 0,795}{350}} \right) = 0,00233$$

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

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

Digunakan  $\rho_{\min} = 0,004$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,004 \cdot 250 \cdot 444$$

$$= 444 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 16

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{444}{200,96} = 2,2 \approx 3 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 3 \times 200,96 = 602,88 \text{ mm}^2$$

$A_s' > A_s$ .....aman Ok !

Jadi dipakai tulangan **3 D 16 mm**

*commit to user*



### 7.3.4 Perhitungan Tulangan Geser Balok Portal Memanjang

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh gaya geser terbesar pada batang nomor 358,

$$V_u = 6489,79 \text{ kg} = 64897,9 \text{ N}$$

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

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

$$d = 444 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{30} \cdot 250 \cdot 444 \\ &= 101328,67 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\phi V_c = 0,6 \cdot 101328,67 \text{ N} = 60797,2 \text{ N}$$

$$3 \phi V_c = 3 \cdot 60797,2 \text{ N} = 182391,62 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat tulangan geser} : \phi V_c < V_u < 3 \phi V_c \\ : 60797,2 \text{ N} < 64897,9 \text{ N} < 182391,62 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_s &= V_u - \phi V_c \\ &= 64897,9 - 60797,2 \\ &= 4100,7 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_s \text{ perlu} &= \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{4100,7}{0,6} \\ &= 6834,5 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \cdot \frac{1}{4} \pi (8)^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 \\ &= 100,531 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{100,531 \cdot 240 \cdot 444}{6834,5} = 1567,43 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} S_{\text{max}} &= d/2 = 444/2 \\ &= 222 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi dipakai sengkang minimum dengan tulangan  $\phi 8 - 200 \text{ mm}$

### 7.3.4 Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal Melintang

*commit to user*



### Daerah Tumpuan

Data perencanaan :

$$h = 400 \text{ mm}$$

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

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

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

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

$$d = h - p - \varnothing_s - \frac{1}{2} \varnothing_t$$

$$f_y = 350 \text{ Mpa}$$

$$= 400 - 40 - 8 - \frac{1}{2} 16$$

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

$$= 344 \text{ mm}$$

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

$$= \frac{0,85 \cdot 30 \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 350} \right)}{350}$$

$$= 0,0392$$

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

$$= 0,75 \cdot 0,0392$$

$$= 0,0294$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{350} = 0,004$$

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 588**,

$$M_u = 3749,89 \text{ kgm}$$

$$= 3,74989 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\varphi} = \frac{3,74989 \cdot 10^7}{0,8}$$

$$= 4,687 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{4,687 \cdot 10^7}{200 \cdot 344^2} = 1,98$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{350}{0,85 \cdot 30} = 13,725$$

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

*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

lxxxix

$$= \frac{1}{13,725} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,725 \cdot 1,98}{350}} \right) = 0,0058$$

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

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

$$\text{Digunakan } \rho = 0,0058$$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0058 \cdot 200 \cdot 344 \\ &= 401,02 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 16

$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{401,02}{200,96} \\ &= 1,99 \approx 2 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As}' &= 2 \times 200,96 \\ &= 401,92 \end{aligned}$$

$$\text{As}' > \text{As} \dots \dots \dots \text{aman Ok !}$$

Jadi dipakai tulangan **2 D 16 mm**

### Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 489**,

$$\text{Mu} = 2699,17 \text{ kgm} = 2,69917 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\text{Mn} = \frac{\text{Mu}}{\phi} = \frac{2,69917 \cdot 10^7}{0,8} = 3,373 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\text{Rn} = \frac{\text{Mn}}{b \cdot d^2} = \frac{3,373 \cdot 10^7}{200 \cdot 344^2} = 1,426$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{350}{0,85 \cdot 30} = 13,725$$

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

*commit to user*



$$= \frac{1}{13,725} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,725 \cdot 1,426}{350}} \right) = 0,0042$$

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

Digunakan  $\rho = 0,0042$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0042 \cdot 200 \cdot 344 \\ &= 290,74 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan  $\emptyset 16$

$$n = \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{290,74}{200,96} = 1,45 \approx 2 \text{ tulangan}$$

$$\text{As}' = 2 \times 200,96 = 401,92$$

$\text{As}' > \text{As} \dots \dots \dots$  aman Ok !

Jadi dipakai tulangan **2 D 16 mm**

#### 7.4.5. Perhitungan Tulangan Geser Balok Portal Melintang

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh gaya geser terbesar pada **batang nomor 588**,

$$V_u = 4856,11 \text{ kg} = 48561,1 \text{ N}$$

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

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

$$d = 344 \text{ mm}$$

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

$$= 1/6 \cdot \sqrt{30} \cdot 250 \cdot 344$$

$$= 78506,89 \text{ N}$$

$$\emptyset V_c = 0,6 \cdot 78506,89 \text{ N} = 47104,14 \text{ N}$$

$$3 \emptyset V_c = 3 \cdot 47104,14 \text{ N} = 188416,56 \text{ N}$$

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

$$: 47104,14 \text{ N} < 48561,1 \text{ N} < 188416,56 \text{ N}$$

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

*commit to user*



$$= 48561,1 - 47104,14$$

$$= 1456,96 \text{ N}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{1456,96}{0,6}$$

$$= 2428,27 \text{ N}$$

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

$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64$$

$$= 100,531 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{100,531 \cdot 240 \cdot 344}{2428,27} = 3418,005 \text{ mm}$$

$$S_{\text{max}} = d/2 = 344/2$$

$$= 172 \text{ mm} \approx 170 \text{ mm}$$

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

## 7.4 PENULANGAN KOLOM

### 7.4.1 Perhitungan Tulangan Lentur

Data perencanaan :

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

$$\phi \text{ tulangan} = 16 \text{ mm}$$

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

$$\phi \text{ sengkang} = 8 \text{ mm}$$

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

$$p \text{ (tebal selimut)} = 40 \text{ mm}$$

$$f_y = 350 \text{ MPa}$$

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh gaya terbesar pada **batang nomor 236**,

$$P_u = 10641,04 \text{ kg} = 106410,4 \text{ N}$$

$$M_u = 1521,46 \text{ kgm} = 1,52146 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$d = h - s - \phi \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \phi \text{ tulangan}$$

$$= 300 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 16$$

$$= 244 \text{ mm}$$

$$d' = h - d$$

$$= 300 - 244$$

*commit to user*





## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

lxxxiv

$$= 56 \text{ mm}$$

$$e = \frac{Mu}{Pu} = \frac{1,52146 \cdot 10^7}{106410,4} = 142,98 \text{ mm}$$

$$e_{\min} = 0,1 \cdot h = 0,1 \cdot 300 = 30 \text{ mm}$$

$$c_b = \frac{600}{600 + f_y} \cdot d = \frac{600}{600 + 350} \cdot 244 = 154,10$$

$$\begin{aligned} a_b &= \beta_1 \cdot c_b \\ &= 0,85 \cdot 154,10 \\ &= 130,985 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{n_b} &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a_b \cdot b \\ &= 0,85 \cdot 30 \cdot 130,985 \cdot 300 \\ &= 1002035,25 \text{ N} \end{aligned}$$

$$P_{n_{\text{perlu}}} = \frac{Pu}{\phi} ; 0,1 \cdot f'_c \cdot A_g = 0,1 \cdot 30 \cdot 300 \cdot 300 = 2,7 \cdot 10^5 \text{ N}$$

→ karena  $P_u = 1,064104 \cdot 10^5 \text{ N} < 0,1 \cdot f'_c \cdot A_g$ ,

$$\begin{aligned} \text{maka } \phi &= 0,80 - \frac{1,5 \cdot P_u}{f'_c \cdot A_g} \\ &= 0,80 - \frac{1,5 \cdot 1,064104 \cdot 10^5}{30 \cdot 2,7 \cdot 10^5} = 0,78 \end{aligned}$$

$$P_{n_{\text{perlu}}} = \frac{Pu}{\phi} = \frac{106410,4}{0,78} = 136423,59 \text{ N}$$

$P_{n_{\text{perlu}}} < P_{n_b} \rightarrow$  analisis keruntuhan tarik

$$a = \frac{P_n}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{136423,59}{0,85 \cdot 30 \cdot 300} = 17,83$$

$$A_s = \frac{P_{n_{\text{perlu}}} \left( \frac{h}{2} - e - \frac{a}{2} \right)}{f_y (d - d')} = \frac{136423,59 \cdot \left( \frac{300}{2} - 30 - \frac{17,83}{2} \right)}{350 (244 - 56)} = 230,30 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_t} = 1 \% A_g = 0,01 \cdot 300 \cdot 300 = 900 \text{ mm}^2$$

Menghitung jumlah tulangan

$$n = \frac{20,3}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (16)^2} = 1,15 \approx 2 \text{ tulangan}$$

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

*commit to user*



$$= 401,92 \text{ mm}^2 > 230,30 \text{ mm}^2$$

As ada > As perlu..... Ok!

**Jadi dipakai tulangan 2 D 16**

#### 7.4.2 Perhitungan Tulangan Geser Kolom

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh gaya geser terbesar pada **batang nomor 343**,

$$V_u = 542,82 \text{ kgm} = 5428,2 \text{ N}$$

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

$$= 1/6 \cdot \sqrt{30} \cdot 300 \cdot 244$$

$$= 66822,15 \text{ N}$$

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

$$= 40093,3 \text{ N}$$

$$0,5 \phi V_c = 20046,6 \text{ N}$$

$V_u < 0,5 \phi V_c$  tidak perlu tulangan geser

$$S_{\max} = d/2 = 244/2$$

$$= 122 \text{ mm} \approx 120 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan **Ø 8 – 120 mm**

### 7.5 PENULANGAN SLOOF

#### 7.5.1. Perhitungan Tulangan Lentur Sloof

##### Daerah Tumpuan

Data perencanaan :

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

$$d = h - p - \phi_s - 1/2 \phi_t$$

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

$$= 300 - 40 - 8 - 1/2 \cdot 16$$

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$= 244 \text{ mm}$$

$$f_y = 350 \text{ Mpa}$$

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

*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

lxxxvi

$$= \frac{0,85 \cdot 30}{350} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 350} \right)$$

$$= 0,039$$

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

$$= 0,75 \cdot 0,039$$

$$= 0,0293$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{350} = 0,004$$

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 526**,

$$M_u = 2062,58 \text{ kgm}$$

$$= 2,06258 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,06258 \cdot 10^7}{0,8}$$

$$= 2,58 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,58 \cdot 10^7}{200 \cdot 244^2}$$

$$= 1,09$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c} = \frac{350}{0,85 \cdot 30} = 13,725$$

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

$$= \frac{1}{13,725} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,725 \cdot 1,09}{350}} \right)$$

$$= 0,003$$

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

$$\rho < \rho_{\max} \text{ Digunakan } \rho_{\min} = 0,004$$

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

$$= 0,004 \cdot 200 \cdot 244$$

$$= 195,2 \text{ mm}^2$$

*commit to user*



Digunakan tulangan  $\emptyset 16$

$$n = \frac{195,2}{\frac{1}{4}\pi(16^2)} = 0,97 \approx 2 \text{ tulangan}$$

$$As' = 2 \times 200,96 = 401,92 \text{ mm}^2$$

$As' > As$  maka sloof aman.....Ok!

Jadi dipakai tulangan **2 D 16 mm**

### Daerah Lapangan

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 526**,

$$Mu = 1194,40 \text{ kgm} = 1,1944 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{1,1944 \cdot 10^7}{0,8} = 1,493 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{1,493 \cdot 10^7}{200 \cdot 244^2} = 1,27$$

$$m = \frac{fy}{0,85 f'c} = \frac{350}{0,85 \cdot 30} = 13,725$$

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

$$= \frac{1}{13,725} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,725 \cdot 1,27}{350}} \right) = 0,0038$$

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

$$\rho < \rho_{\text{max}} \text{ Digunakan } \rho_{\text{min}} = 0,004$$

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

$$= 0,004 \cdot 200 \cdot 244$$

$$= 195,2 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{195,2}{\frac{1}{4}\pi \cdot (16^2)} = 0,97 \approx 2 \text{ tulangan}$$

$$As' = 2 \times 200,96 = 401,92$$

$As' > As$  maka sloof aman .....Ok!

Jadi dipakai tulangan **2 D 16 mm**

*commit to user*



### 7.5.2 Perhitungan Tulangan Geser

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh gaya geser pada **batang nomor 465**,

$$V_u = 2648,24 \text{ kg} = 26482,4 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{30} \cdot 200 \cdot 244 \\ &= 44548,1 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset V_c &= 0,6 \cdot 44548,1 \text{ N} \\ &= 26728,9 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 \emptyset V_c &= 3 \cdot 26728,9 \text{ N} \\ &= 80186,58 \text{ N} \end{aligned}$$

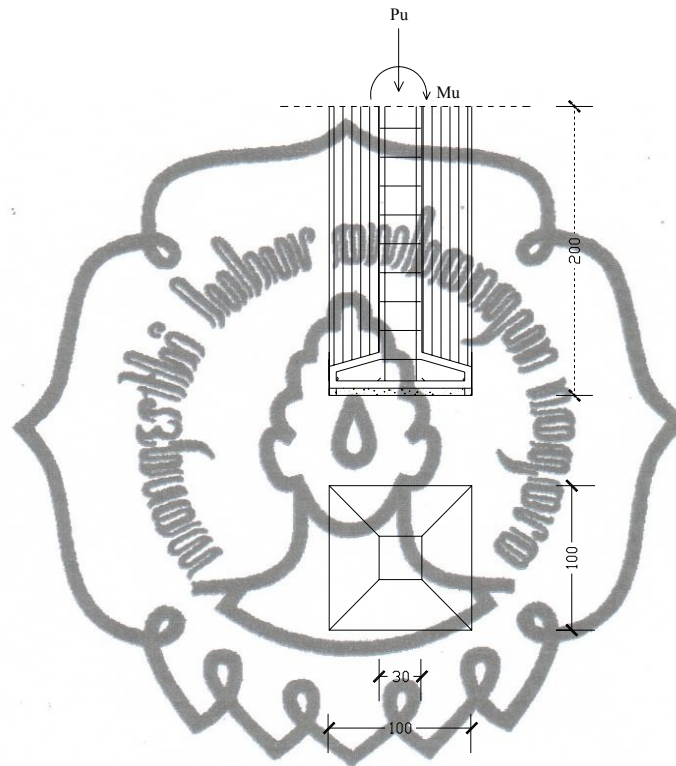
Syarat tulangan geser :  $\emptyset V_c < V_u < 3 \emptyset V_c$   
:  $26728,9 \text{ N} > 26482,4 \text{ N} < 80186,58 \text{ N}$   
tidak perlu tulangan geser

$$\begin{aligned} S_{\text{max}} &= d/2 = 244/2 \\ &= 122 \text{ mm} \approx 120 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan  $\emptyset 8 - 120 \text{ mm}$

## BAB 8 PERENCANAAN PONDASI

### 8.1 Data Perencanaan



Gambar 8.1 Perencanaan Pondasi

Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 2 m ukuran 1,0 m x 1,0 m

$$f'c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 350 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{\text{tanah}} = 5 \text{ kg/cm}^2 = 50000 \text{ kg/m}^2$$

$$\gamma_{\text{tanah}} = 1,7 \text{ t/m}^3 = 1700 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_{\text{beton}} = 2,4 \text{ t/m}^3$$

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh gaya aksial terbesar pada **batang nomor 444**,

dan momen terbesar pada **batang nomor 423** :

$$P_u = 37844,14 \text{ kg}$$

$$M_u = 345,91 \text{ kgm}$$

*commit to user*



$$\begin{aligned} d &= h - p - \frac{1}{2} \phi t_l \\ &= 200 - 50 - 6 \\ &= 144 \text{ mm} \end{aligned}$$

## 8.2 Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi

### a. Perhitungan kapasitas dukung pondasi

#### Pembebanan pondasi

$$\begin{aligned} \text{Berat telapak pondasi} &= 1 \times 1 \times 0,25 \times 2400 \\ &= 600 \text{ kg} \\ \text{Berat tanah} &= \{(1^2 \times 1,6) - \\ & (0,3^2 \times 1,6)\} \times 1700 = 2475,2 \text{ kg} \\ \text{Berat kolom} &= (0,3 \times 0,3 \times 1,6) \times 2400 = 345,6 \text{ kg} \\ P_u &= 37844,14 \text{ kg} + \\ P_{\text{total}} &= 41264,94 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### Dimensi Pondasi

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{tanah}} &= \frac{P_u}{A} \\ A &= \frac{P_u}{\sigma_{\text{tanah}}} = \frac{37844,14}{50000} \\ &= 0,757 \text{ m}^2 \\ B &= L = \sqrt{A} = \sqrt{0,757} \\ &= 0,87 \text{ m} \sim 1 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{maksimum}} &= \frac{41264,94}{1.1} + \frac{345,91}{1/6 \cdot 1(1)^2} \\ &= 43340,4 \text{ kg/m}^2 \\ \sigma_{\text{minimum}} &= \frac{41264,94}{1.1} - \frac{345,91}{1/6 \cdot 1(1)^2} \\ &= 39189,48 \text{ kg/m}^2 \\ &= \sigma_{\text{tanah terjadi}} < \sigma_{\text{ijin tanah}} \dots \text{Ok!} \end{aligned}$$

## 8.3 Perhitungan Tulangan Lentur

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

*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

xci

$$= \frac{1}{2} \cdot (43340,4 \times 1) \cdot (0,25)^2$$

$$= 2708,78 \text{ kgm}$$

$$= 2,70878 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{2,70878 \cdot 10^7}{0,8}$$

$$= 3,386 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$d = h - d'$$

$$= 250 - (70 + 6)$$

$$= 174 \text{ mm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{350}{0,85 \cdot 30} = 13,725$$

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

$$= \frac{0,85 \cdot 30}{350} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 350} \right)$$

$$= 0,0391$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,386 \cdot 10^7}{1000(174)^2}$$

$$= 1,12$$

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

$$= 0,0245$$

$$\rho_{\min} = 0,004$$

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

$$= \frac{1}{13,725} \cdot \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 13,725 \cdot 1,12}{350}} \right)$$

$$= 0,0033$$

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

$$< \rho_{\max}$$

$$\text{Dipakai } \rho_{\min} = 0,004$$

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

$$= 0,004 \cdot 1000 \cdot 174$$

$$= 696 \text{ mm}^2$$

$$\text{digunakan tul } \varnothing 12 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot (12)^2$$

$$= 113,097 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{696}{113,097} = 6,15 \sim 7 \text{ buah}$$

commit to user





$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1000}{7} = 142,86 \text{ mm} \sim 140 \text{ mm}$$

Sehingga dipakai tulangan  $\varnothing 12 - 140 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 7 \times 113,097 \\ &= 791,68 \text{ mm}^2 > \text{As} \dots \dots \dots \text{ok!} \end{aligned}$$

#### 8.4 Perhitungan Tulangan Geser

$$\begin{aligned} V_u &= \sigma \times A_{\text{efektif}} \\ &= 43340,4 \times (0,35 \times 1) \\ &= 15169,14 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{30} \cdot 1000 \cdot 174 \\ &= 158839,54 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varnothing V_c &= 0,6 \cdot V_c \\ &= 0,6 \cdot 158839,54 \\ &= 95303,73 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,5 \varnothing V_c &= 0,5 \cdot 95303,54 \text{ N} \\ &= 47651,86 \text{ N} \end{aligned}$$

$V_u < 0,5 \varnothing V_c$  tidak perlu tulangan geser

Tulangan geser minimum  $\varnothing 10 - 200 \text{ mm}$



## BAB 9 REKAPITULASI

### 9.1 Konstruksi kuda-kuda

#### a. Setengah kuda-kuda

Nomor Batang	Panjang Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	2,035	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
2	2,035	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
3	2,035	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
4	1,667	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
5	1,667	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
6	1,667	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
7	1,167	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
8	2,035	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
9	2,334	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
10	3,878	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7
11	3,501	┘┘ 40 . 40 . 6	2 Ø 12,7

#### b. Jurai

Nomor Batang	Panjang Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	2,63	┘┘ 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
2	2,63	┘┘ 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
3	2,63	┘┘ 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
4	2,357	┘┘ 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
5	2,357	┘┘ 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
6	2,357	┘┘ 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
7	1,167	┘┘ 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
8	2,63	┘┘ 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7

*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

xciv

9	2,334	JL 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
10	3,317	JL 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7
11	3,501	JL 50 . 50 . 6	2 Ø 12,7

## b. Kuda-kuda utama A

Nomor Batang	Panjang batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	1,667	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
2	1,667	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
3	1,667	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
4	1,667	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
5	1,667	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
6	1,667	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
7	2,035	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7
8	2,035	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7
9	2,035	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7
10	2,035	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7
11	2,035	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7
12	2,035	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7
13	1,167	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7
14	2,035	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
15	2,334	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
16	2,868	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7
17	3,501	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
18	2,868	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7
19	2,334	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
20	2,035	JL 70 . 70 . 7	5 Ø 12,7
21	1,167	JL 70 . 70 . 7	6 Ø 12,7

## c. Kuda-kuda utama B

*commit to user*



Nomor Batang	Panjang batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	1,667	┘┘ 60 . 60 . 7	2 Ø 12,7
2	1,667	┘┘ 60 . 60 . 7	2 Ø 12,7
3	1,667	┘┘ 60 . 60 . 7	2 Ø 12,7
4	1,667	┘┘ 60 . 60 . 7	2 Ø 12,7
5	1,667	┘┘ 60 . 60 . 7	2 Ø 12,7
6	1,667	┘┘ 60 . 60 . 7	2 Ø 12,7
7	2,035	┘┘ 60 . 60 . 7	3 Ø 12,7
8	2,035	┘┘ 60 . 60 . 7	3 Ø 12,7
9	2,035	┘┘ 60 . 60 . 7	3 Ø 12,7
10	2,035	┘┘ 60 . 60 . 7	3 Ø 12,7
11	2,035	┘┘ 60 . 60 . 7	3 Ø 12,7
12	2,035	┘┘ 60 . 60 . 7	3 Ø 12,7
13	1,167	┘┘ 60 . 60 . 7	3 Ø 12,7
14	2,035	┘┘ 60 . 60 . 7	3 Ø 12,7
15	2,334	┘┘ 60 . 60 . 7	2 Ø 12,7
16	2.868	┘┘ 60 . 60 . 7	3 Ø 12,7
17	3,501	┘┘ 60 . 60 . 7	2 Ø 12,7
18	2,868	┘┘ 60 . 60 . 7	3 Ø 12,7
19	2,334	┘┘ 60 . 60 . 7	2 Ø 12,7
20	2,035	┘┘ 60 . 60 . 7	3 Ø 12,7
21	1,167	┘┘ 60 . 60 . 7	3 Ø 12,7

## 9.2 Tulangan beton

No	Elemen	Dimensi	Tul. Tumpuan	Tul. Lapangan	Tul. Geser	Ket.
----	--------	---------	--------------	---------------	------------	------

*commit to user*



## Tugas Akhir

## Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai

xcvi

1	Pondasi portal	1,0x1,0x0,25	-	Ø12-140 mm	Ø10-200	Pondasi portal
2	Pondasi tangga	1,0x1,0x0,25	-	Ø12-140 mm	Ø8-200	Pondasi tangga
3	Sloof	20/30	2D16 mm	2D16 mm	Ø8-120 mm	Lantai 1 arah x dan y
4	Kolom	30/30	2D16 mm	2D16 mm	Ø8-120 mm	Lantai 1 dan 2
5	Plat tangga	t = 0,12	Ø12-200 mm	Ø12-200 mm	Ø8-200 mm	-
6	Balok bordes	15/30	2Ø12 mm	2Ø12 mm	Ø8-200 mm	-
7	Balok portal memanjang	25/50	3D16 mm	3D16 mm	Ø8-200 mm	Lantai 2 arah x
8	<b>Balok portal melintang</b>	<b>20/40</b>	<b>2D16 mm</b>	<b>2D16 mm</b>	<b>Ø8-170 mm</b>	<b>Lantai 2 arah y</b>
9	<b>Balok anak</b>	<b>20/30</b>	<b>2D16 mm</b>	<b>2D16 mm</b>	<b>Ø8-120 mm</b>	<b>Lantai 2 arah x</b>
10	<b>Plat lantai Arah X</b>	<b>t = 0,12</b>	<b>Ø10-130 mm</b>	<b>Ø10-240 mm</b>	-	<b>Lantai 2 arah x</b>
11	<b>Plat lantai Arah Y</b>	<b>t = 0,12</b>	<b>Ø10-130 mm</b>	<b>Ø10-240 mm</b>	-	<b>Lantai 2 arah y</b>
12	<b>Rink balk</b>	20/40	4D16 mm	4D16 mm	Ø8-140 mm	Balok atap

commit to user



## BAB 10 KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan dan perhitungan struktur bangunan yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan struktur bangunan di Indonesia mengacu pada peraturan dan pedoman perencanaan yang berlaku di Indonesia.
2. Dalam merencanakan struktur bangunan, kualitas dari bahan yang digunakan sangat mempengaruhi kualitas struktur yang dihasilkan.
3. Perhitungan pembebanan digunakan batasan – batasan dengan analisa statis equivalent.
4. Dari perhitungan diatas diperoleh hasil sebagai berikut :

### ➤ **Perencanaan atap**

Kuda – kuda utama A dipakai dimensi profil  $\int \int$  siku 70.70.7 diameter baut 12,7 mm jumlah baut 6

Kuda – kuda utama B dipakai dimensi profil  $\int \int$  siku 60.60.7 diameter baut 12,7 mm jumlah baut 3

Setengah kuda – kuda dipakai dimensi profil  $\int \int$  siku 40.40.6 diameter baut 12,7 mm jumlah baut 2

Jurai dipakai dimensi profil  $\int \int$  siku 50.50.6 diameter baut 12,7 mm jumlah baut 2

### ➤ **Perencanaan Tangga**

Tulangan tumpuan yang digunakan  $\emptyset$  12– 200 mm

Tulangan lapangan yang digunakan  $\emptyset$  12– 200 mm

Tulangan geser yang digunakan  $\emptyset$  8 – 200 mm

Tulangan arah sumbu panjang yang digunakan pada pondasi  $\emptyset$  12 – 140 mm

Tulangan arah sumbu pendek yang digunakan pada pondasi  $\emptyset$  12 – 140 mm

Tulangan geser yang digunakan pada pondasi  $\emptyset$  8 – 200 mm

### ➤ **Perencanaan plat lantai**

*commit to user*



Tulangan arah X

Tulangan lapangan yang digunakan  $\emptyset 10 - 240$  mm

Tulangan tumpuan yang digunakan  $\emptyset 10 - 130$  mm

Tulangan arah Y

Tulangan lapangan yang digunakan  $\emptyset 10 - 240$  mm

Tulangan tumpuan yang digunakan  $\emptyset 10 - 130$  mm

➤ **Perencanaan balok anak**

Tulangan tumpuan yang digunakan 2D16 mm

Tulangan lapangan yang digunakan 2D16 mm

Tulangan geser yang digunakan  $\emptyset 8 - 120$  mm

➤ **Perencanaan portal**

Perencanaan tulangan balok portal Arah Memanjang

Tulangan tumpuan yang digunakan 3 D 16 mm

Tulangan lapangan yang digunakan 3 D 16 mm

Tulangan geser yang digunakan  $\emptyset 8 - 200$  mm

Perencanaan tulangan balok portal Arah Melintang

Tulangan tumpuan yang digunakan 2 D 16 mm

Tulangan lapangan yang digunakan 2 D 16 mm

Tulangan geser yang digunakan  $\emptyset 8 - 170$  mm

➤ **Perencanaan Tulangan Kolom**

Tulangan tumpuan yang digunakan 2 D 16 mm

Tulangan lapangan yang digunakan 2 D 16 mm

Tulangan geser yang digunakan  $\emptyset 8 - 120$  mm

➤ **Perencanaan Tulangan Ring Balk**

Tulangan tumpuan yang digunakan 4 D 16 mm

*commit to user*



Tulangan lapangan yang digunakan 4 D 16 mm  
Tulangan geser yang digunakan  $\emptyset$  8 – 140 mm

➤ **Perencanaan Tulangan Sloof**

Tulangan tumpuan yang digunakan 2 D 16 mm  
Tulangan lapangan yang digunakan 2 D 16 mm  
Tulangan geser yang digunakan 8 – 120 mm

➤ **Perencanaan pondasi portal**

Tulangan lentur yang digunakan  $\emptyset$ 12-140 mm  
Tulangan geser yang digunakan  $\emptyset$ 10-200 mm

**5. Adapun Peraturan-peraturan yang digunakan sebagai acuan dalam penyelesaian analisis, diantaranya :**

- a. Standar Nasional Indonesia Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002), Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- b. Standar Nasional Indonesia Tata Cara Perhitungan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002), Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- c. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG), 1983, Cetakan ke-2, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Direktorat Jendral Cipta Karya Yayasan Lembaga Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.
- d. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Pembangunan Gedung, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- e. Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI), 1984, Cetakan ke -2, Yayasan Lembaga Penyelidikan masalah bangunan.
- f. Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI), 1971, N.1-2 Cetakan ke-7, Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.

*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 doa dan bantuan dari semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penyusun sadar sepenuhnya bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Akan tetapi kekurangan tersebut dapat dijadikan pelajaran yang berharga dalam penyusunan Tugas Akhir selanjutnya. Untuk itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya konstruktif dari pembaca.

Akhirnya penyusun berharap semoga Tugas Akhir dengan judul Perencanaan Struktur Gedung Sekolah 2 Lantai ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan semua Civitas Akademik Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta, serta para pembaca pada umumnya. Dan juga apa yang terkandung dalam Tugas Akhir ini dapat menambah pengetahuan dalam bidang konstruksi bagi kita semua.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2002, *Standar Nasional Indonesia Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)*, Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- Anonim, 2002, *Standar Nasional Indonesia Tata Cara Perhitungan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002)*, Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- Anonim, 1983, *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk bangunan Gedung (PPIUG)*, 1983, Cetakan ke-2, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Direktorat Jendral Cipta Karya Yayasan Lembaga Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.
- Anonim, 1984, *Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI)*, 1984, Cetakan ke-2, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Direktorat Jendral Cipta Karya Yayasan Lembaga Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.