



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai 3

**PERENCANAAN STRUKTUR
Dan
RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)
GEDUNG KULIAH 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 :

TRI WINDARTO

NIM : I 8507064

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



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai 4

LEMBAR PERSETUJUAN

**PERENCANAAN STRUKTUR dan RENCANA ANGGARAN BIAYA
GEDUNG KULIAH 2 LANTAI
TUGAS AKHIR**

Dikerjakan Oleh:

TRI WINDARTO

NIM : I 8507064

Diperiksa dan disetujui ;
Dosen Pembimbing

Ir, SOFA MARWOTO
NIP. 19581110 199003 1 002

**Tugas Akhir****Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai 5****LEMBAR PENGESAHAN****PERENCANAAN STRUKTUR
DAN
RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)
GEDUNG KULIAH 2 LANTAI****TUGAS AKHIR****Dikerjakan Oleh:
TRI WINDARTO
NIM : I 8507064**

Dipertahankan didepan tim penguji:

1. **Ir. SOFA MARWOTO** :.....
NIP. 19581110 199003 1 002
2. **Ir. SUPARDI, MT** :.....
NIP. 19550504 198003 1 003
3. **WIDI HARTONO, ST, MT** :.....
NIP. 19730729 199903 1 001

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



Ir. NOEGROHO DJARWANTI, MT
NIP. 19561112 198403 2 007

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan sumber daya manusia yang berkualitas tinggi, kita sebagai bangsa Indonesia akan dapat memenuhi tuntutan dalam dunia teknik sipil. Karena dengan hal ini kita akan semakin siap menghadapi tantangannya.

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

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.



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai 7

1.3 Kriteria Perencanaan

1. Spesifikasi Bangunan

- a. Fungsi Bangunan : Gedung kuliah
- b. Luas Bangunan : 1220 m²
- 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) : 25 MPa
- c. Mutu Baja Tulangan (fy) : Polos: 240 Mpa
Ulir : 320 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 1989).



BAB 2

DASAR TEORI

2.1. Dasar Perencanaan

2.1.1. Jenis Pembebanan

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

1. Beban Mati (qd)

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

a) Bahan Bangunan :

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1. Beton Bertulang | 2400 kg/m ³ |
| 2. Pasir | 1800 kg/m ³ |
| 3. Beton biasa..... | 2200 kg/m ³ |

b) Komponen Gedung :

1. Langit – langit dan dinding (termasuk rusuk – rusuknya, tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terdiri dari :



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai 9

- semen asbes (eternit) dengan tebal maximum 4mm.....	11 kg/m ²
- kaca dengan tebal 3 – 4 mm.....	10 kg/m ²
2. Penggantung langit- langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s. minimum 0,80 m.....	7 kg/m ²
3. Penutup lantai dari tegel, keramik dan beton (tanpa adukan) per cm tebal.....	24 kg/m ²
4. Adukan semen per cm tebal....	21 kg/m ²
5. Penutup atap genteng dengan reng dan usuk	50 kg/m ²
6. Dinding pasangan batu merah setengah bata	1700 kg/m ²

2. Beban Hidup (ql)

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

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

Berhubung peluang untuk terjadi beban hidup penuh yang membebani semua bagian dan semua unsur struktur pemikul secara serempak selama unsur gedung tersebut adalah sangat kecil, maka pada perencanaan balok induk dan portal dari sistem pemikul beban dari suatu struktur gedung, beban hidupnya dikalikan



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai 10

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"> • PERUMAHAN / HUNIAN : Rumah tinggal, rumah sakit, dan hotel 	0,75
<ul style="list-style-type: none"> • PENDIDIKAN : Sekolah dan ruang kuliah 	0,90
<ul style="list-style-type: none"> • PENYIMPANAN : Gudang, perpustakaan dan ruang arsip 	0,90
<ul style="list-style-type: none"> • TANGGA : Pendidikan dan kantor 	0,75

Sumber : PPIUG 1989

3. Beban Angin (W)

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

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

Sedangkan koefisien angin untuk gedung tertutup :

1. Dinding Vertikal

- a) Di pihak angin..... + 0,9
- b) Di belakang angin..... - 0,4



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai 11

2. Atap segitiga dengan sudut kemiringan α

- a) Di pihak angin : $\alpha < 65^\circ$ 0,02 α - 0,4
 $65^\circ < \alpha < 90^\circ$ + 0,9
- b) Di belakang angin, untuk semua α - 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 kerjanya 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 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1989, struktur harus direncanakan untuk memiliki cadangan kekuatan untuk memikul beban yang lebih tinggi dari beban normal. Kapasitas cadangan ini mencakup faktor pembebanan (U), yaitu untuk memperhitungkan pelampauan beban dan faktor reduksi (ϕ), yaitu untuk memperhitungkan kurangnya mutu bahan di lapangan. Pelampauan beban dapat terjadi akibat perubahan dari penggunaan untuk apa struktur direncanakan dan penafsiran yang kurang tepat dalam memperhitungkan pembebanan. Sedang kekurangan kekuatan dapat diakibatkan oleh variasi yang merugikan dari kekuatan bahan, pengerjaan, dimensi, pengendalian dan tingkat pengawasan.

Tabel 2.2 Faktor Pembebanan U

**Tugas Akhir*****Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai*** 12

No.	KOMBINASI BEBAN	FAKTOR U
1.	D	1.4 D
2.	D, L	1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A atau R)
3	D, L, W	1,2 D + 1,0 L ± 1,6 W + 0,5 (A atau R)

Keterangan :

A = Beban Atap



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai i

- D = Beban mati
 L = Beban hidup
 Lr = Beban hidup tereduksi
 R = Beban air hujan
 W = Beban angin

Tabel 2.3 Faktor Reduksi Kekuatan ϕ

No	GAYA	ϕ
1.	Lentur tanpa beban aksial	0,80
2.	Aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur	0,80
3.	Aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur	0,65 – 0,80
4.	Geser dan torsi	0,60
5.	Tumpuan Beton	0,70

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 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1989 adalah sebagai berikut :

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

- Untuk pelat dan dinding = 20 mm
- Untuk balok dan kolom = 40 mm



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai ii

- c. Beton yang berhubungan langsung dengan tanah atau cuaca = 50 mm

2.2. Perencanaan Atap

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

Dan untuk perhitungan dimensi profil rangka kuda kuda:

- a. Batang tarik

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

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

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

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

$$A_n = A_g - dt$$

L = Lebar profil baja

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

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

$$A_e = U \cdot A_n$$

Check kekutan nominal

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

$$\phi P_n > P$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai iii

b. Batang tekan

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

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

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

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

Apabila = $\lambda_c \leq 0,25$ \longrightarrow $\omega = 1$

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

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

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

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

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

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

$$\phi P_n > P$$

2.3. Perencanaan Tangga

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

sedangkan untuk tumpuan diasumsikan sebagai berikut :

- Tumpuan bawah adalah Jepit.



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

iv

- Tumpuan tengah adalah Jepit.
- Tumpuan atas adalah Jepit.

Perhitungan untuk penulangan tangga

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

dimana, $\phi = 0,80$

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

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

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

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

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

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

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

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

Luas tampang tulangan

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

2.4. Perencanaan Plat Lantai

1. Pembebanan :
 - Beban mati
 - Beban hidup : 250 kg/m^2
2. Asumsi Perletakan : jepit penuh



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

v

3. Analisa struktur menggunakan tabel 13.3.2 **PPIUG 1989**.

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

Pemasangan tulangan lentur disyaratkan sebagai berikut :

1. Jarak minimum tulangan sengkang 25 mm

2. Jarak maksimum tulangan sengkang 240 atau 2h

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

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

dimana, $\phi = 0,80$

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

$$R_n = \frac{M_n}{bxd^2}$$

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

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

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

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

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

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

Luas tampang tulangan

$$A_s = \rho bxd$$

2.5. Perencanaan Balok Anak

1. Pembebanan



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

vi

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

Perhitungan tulangan lentur :

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

dimana, $\phi = 0,80$

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

$$R_n = \frac{M_n}{bxd^2}$$

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

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

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

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

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

Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,60$$

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

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

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

(perlu tulangan geser)

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

(tidak perlu tulangan geser)

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



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

vii

(pilih tulangan terpasang)

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

(pakai V_s perlu)

2.6. Perencanaan Portal

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

Perhitungan tulangan lentur :

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

dimana, $\phi = 0,80$

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

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

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

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

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

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

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



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

viii

Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,60$$

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

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

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

(perlu tulangan geser)

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

(tidak perlu tulangan geser)

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

(pilih tulangan terpasang)

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

(pakai V_s perlu)

2.7. Perencanaan Pondasi

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

Perhitungan kapasitas dukung pondasi :

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

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

Sedangkan pada perhitungan tulangan lentur

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



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

ix

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

$$R_n = \frac{M_n}{bxd^2}$$

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

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

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

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

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

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

Luas tampang tulangan

$$A_s = \rho bxd$$

Perhitungan tulangan geser :

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

$$\phi = 0,60$$

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

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

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

(perlu tulangan geser)

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

(tidak perlu tulangan geser)

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

(pilih tulangan terpasang)

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

(pakai V_s perlu)

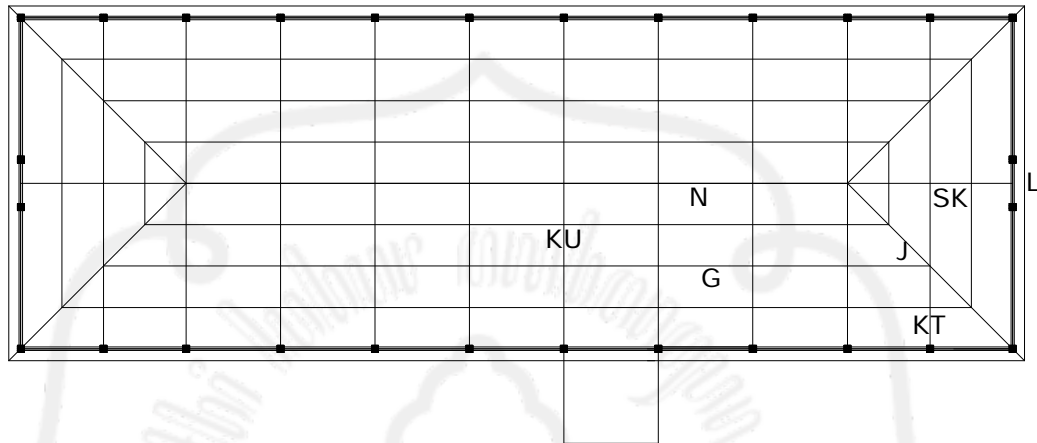


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai x

BAB 3 PERENCANAAN ATAP

3.1. Rencana Atap



Gambar 3.1. Rencana Atap

Keterangan :

KU = Kuda-kuda utama

G = Gording

KT = Kuda-kuda trapesium

N = Nok

SK = Setengah kuda-kuda

L = Lisplank

J = Jurai



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

xi

3.2. Dasar Perencanaan

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

- a. Bentuk rangka kuda-kuda : seperti tergambar.
- b. Jarak antar kuda-kuda : 4 m
- c. Kemiringan atap (α) : 30°
- d. Bahan gording : baja profil *lip channels* (\square).
- e. Bahan rangka kuda-kuda : baja profil *double* siku sama kaki (\perp).
- f. Bahan penutup atap : genteng.
- g. Alat sambung : baut-mur.
- h. Jarak antar gording : 2.02 m
- i. Bentuk atap : limasan.
- j. Mutu baja profil : Bj-37 ($\sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2$)
($\sigma_{leleh} = 2400 \text{ kg/cm}^2$)

3.3. Perencanaan Gording

3.3.1. Perencanaan Pembebanan

Dicoba menggunakan gording dengan dimensi baja profil tipe *lip channels*/ kanal kait (\square) $150 \times 75 \times 20 \times 4.5$ 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^4 . | g. t_b | = 4.5mm |
| c. I_y | = 99.2 cm^4 . | h. Z_x | = 65.2 cm^3 . |
| d. h | = 150 mm | i. Z_y | = 19.8 cm^3 . |
| e. b | = 75 mm | | |



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xii

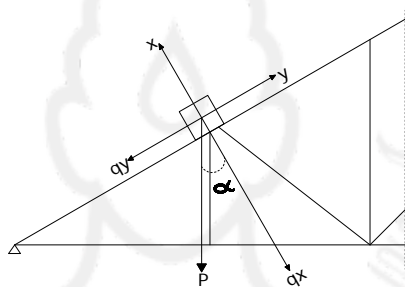
Kemiringan atap (α)	= 30°.
Jarak antar gording (s)	= 2.02 m.
Jarak antar kuda-kuda utama	= 4 m.

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

- Berat penutup atap = 50 kg/m².
- Beban angin = 25 kg/m².
- Berat hidup (pekerja) = 100 kg.
- Berat penggantung dan plafond = 18 kg/m²

3.3.2. Perhitungan Pembebanan

a. Beban Mati (titik)



Berat gording		=	11.00 kg/m
Berat Plafond	= (2,0 × 18)	=	36 kg/m
Berat penutup atap	= (2.02 × 50)	=	101 kg/m
	q	=	<u>148 kg/m</u> +

$$q_x = q \sin \alpha = 148 \times \sin 30^\circ = 74 \text{ kg/m.}$$

$$q_y = q \cos \alpha = 148 \times \cos 30^\circ = 128.17 \text{ kg/m.}$$

$$M_{x1} = \frac{1}{8} \cdot q_y \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 128.17 \times (4)^2 = 256,34 \text{ kgm.}$$

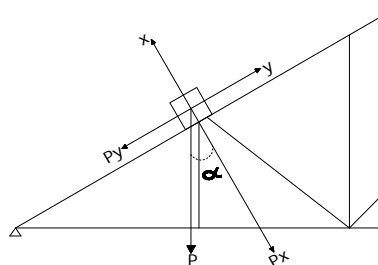
$$M_{y1} = \frac{1}{8} \cdot q_x \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 74 \times (4)^2 = 148 \text{ kgm.}$$

b. Beban hidup



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xiii



P diambil sebesar 100 kg.

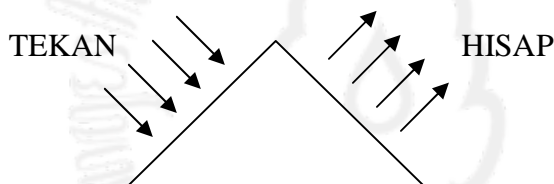
$$P_x = P \sin \alpha = 100 \times \sin 30^\circ = 50 \text{ kg.}$$

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

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

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

c. Beban angin



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

Koefisien kemiringan atap (α) = 30°.

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

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

Beban angin :

$$1) \text{ Angin tekan } (W_1) = \text{koef. Angin tekan} \times \text{beban angin} \times \frac{1}{2} \times (s_1 + s_2) \\ = 0,2 \times 25 \times \frac{1}{2} \times (2,02 + 2,02) = 10,1 \text{ kg/m.}$$

$$2) \text{ Angin hisap } (W_2) = \text{koef. Angin hisap} \times \text{beban angin} \times \frac{1}{2} \times (s_1 + s_2) \\ = -0,4 \times 25 \times \frac{1}{2} \times (2,02 + 2,02) = -20,2 \text{ kg/m.}$$

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

$$1) M_{x(\text{tekan})} = \frac{1}{8} \cdot W_1 \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times 10,1 \times (4)^2 = 20,2 \text{ kgm.}$$

$$2) M_{x(\text{hisap})} = \frac{1}{8} \cdot W_2 \cdot L^2 = \frac{1}{8} \times -20,2 \times (4)^2 = -40,4 \text{ kgm.}$$

Tabel 3.1. Kombinasi Gaya Dalam pada Gording



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xiv

Momen	Beban Mati	Beban Hidup	Beban Angin		Kombinasi	
			Tekan	Hisap	Minimum	Maksimum
M_x	25	86,6	20	-	302	363,3
M_y	6,34	148	50	40,4	198	43

3.3.3. Kontrol Terhadap Tegangan

- Kontrol terhadap tegangan Minimum

$$M_x = 302,543 \text{ kgm} = 30254,3 \text{ kgcm.}$$

$$M_y = 198 \text{ kgm} = 19800 \text{ kgcm.}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\left(\frac{M_x}{Z_x}\right)^2 + \left(\frac{M_y}{Z_y}\right)^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{30254,3}{65,2}\right)^2 + \left(\frac{19800}{19,8}\right)^2} \\ &= 1102,41 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

- Kontrol terhadap tegangan Maksimum

$$M_x = 363,343 \text{ kgm} = 36334,3 \text{ kgcm.}$$

$$M_y = 198 \text{ kgm} = 19800 \text{ kgcm.}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt{\left(\frac{M_x}{Z_x}\right)^2 + \left(\frac{M_y}{Z_y}\right)^2} \\ &= \sqrt{\left(\frac{36334,3}{65,2}\right)^2 + \left(\frac{19800}{19,8}\right)^2} \\ &= 1144,79 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai XV

3.3.4. Kontrol Terhadap Lendutan

$$\begin{array}{ll}
 \text{Di coba profil : } 150 \times 75 \times 20 \times 4.5 & q_x = 0,74 \text{ kg/cm} \\
 E = 2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2 & q_y = \\
 1,2817 \text{ kg/cm} & \\
 I_x = 489 \text{ cm}^4 & P_x = 50 \text{ kg} \\
 I_y = 99,2 \text{ cm}^4 & P_y = 86,603 \text{ kg}
 \end{array}$$

$$Z_{ijin} = \frac{1}{180} \times 400 = 2,22 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 Z_x &= \frac{5 \cdot q_x \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_y} + \frac{P_x \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \\
 &= \frac{5 \times 0,74 \times (400)^4}{384 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 99,2} + \frac{50 \times (400)^3}{48 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 99,2} \\
 &= 1,52 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_y &= \frac{5 \cdot q_y \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_x} + \frac{P_y \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \\
 &= \frac{5 \times 1,2817 \times (400)^4}{384 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 489} + \frac{86,603 \times (400)^3}{48 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 489} \\
 &= 0,53 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= \sqrt{Z_x^2 + Z_y^2} \\
 &= \sqrt{(1,52)^2 + (0,53)^2} = 1,249 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$Z \leq Z_{ijin}$$

$$1,249 \text{ cm} \leq 2,22 \text{ cm} \quad \dots\dots\dots \text{ aman !}$$

Jadi, baja profil *lip channels* () dengan dimensi $150 \times 75 \times 20 \times 4.5$ aman dan mampu menerima beban apabila digunakan untuk gording.

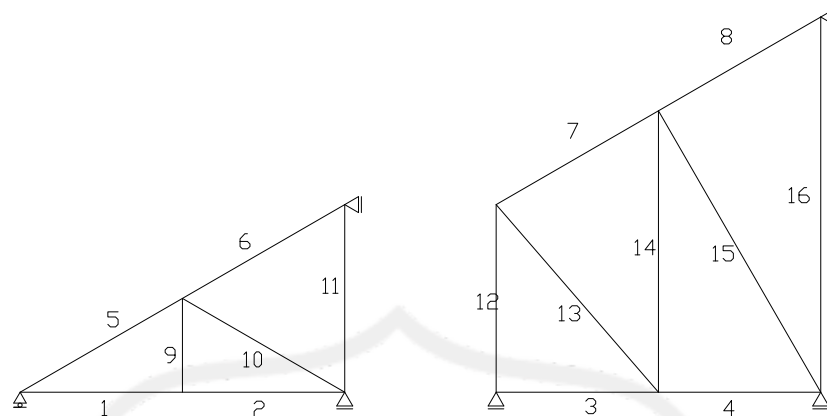


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

xvi

3.4. Perencanaan Jurai



Gambar 3.2. Rangka Batang Jurai

3.4.1. Perhitungan Panjang Batang Jurai

Perhitungan panjang batang disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 3.2. Panjang Batang pada Jurai

Nomer Batang	Panjang Batang (m)
1	2,14
2	2,14
3	2,14
4	2,14
5	2,48
6	2,48
7	2,48
8	2,48
9	1,24
10	2,48
11	2,48
12	2,48
13	3,27
14	3,71

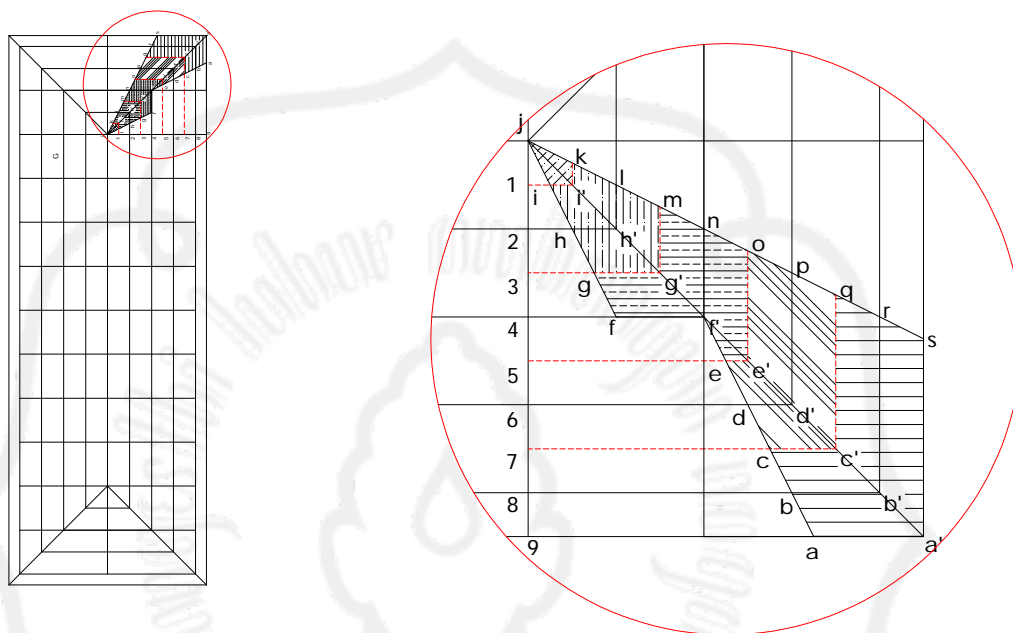


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xvii

15	4,29
16	4,95

3.4.2. Perhitungan luasan jurai



Gambar 3.3. Luasan Atap Jurai

$$\text{Panjang } j1 = \frac{1}{2} \cdot 2,02 = 1,01 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } j1 = 1-2 = 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 6-7 = 7-8 = 8-9 = 1,01 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } aa' = 2,00 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } a's = 3,5 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } cc' = 1,31 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } c'q = 3,06 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } ee' = 0,44 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } e'o = 2,19 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } gg' = g'm = 1,31 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } ii' = i'k = 0,44 \text{ m}$$

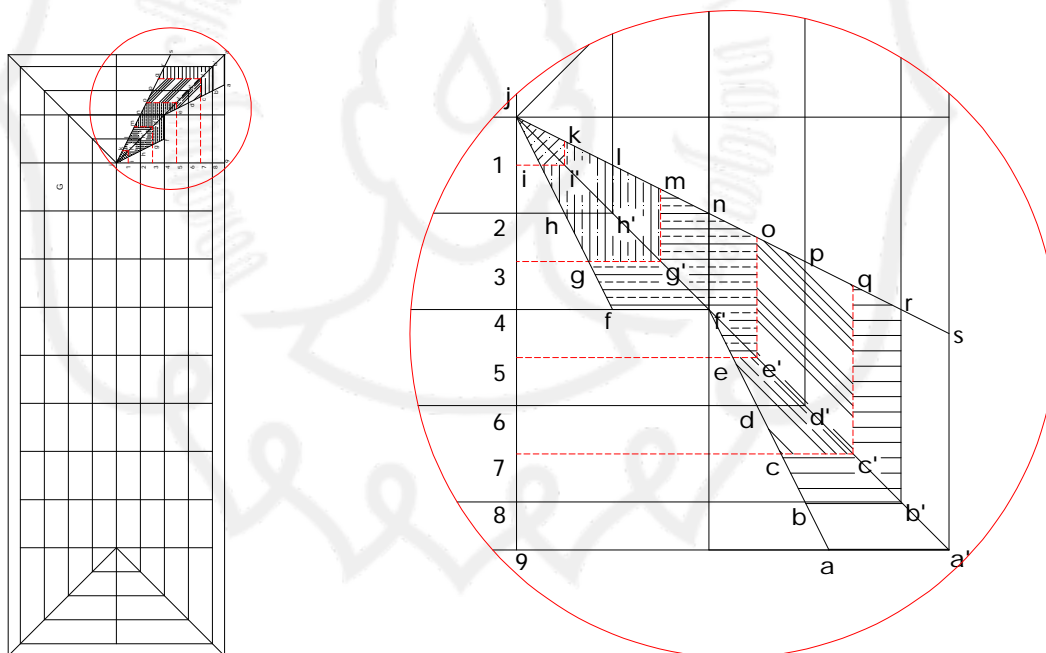
$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas } aa'sqc'c &= \left(\frac{1}{2} (aa' + cc') 7-9\right) + \left(\frac{1}{2} (a's + c'q) 7-9\right) \\ &= \left(\frac{1}{2} (2 + 1,31) 2 \cdot 1,01\right) + \left(\frac{1}{2} (3,5 + 3,06) 2 \cdot 1,01\right) \\ &= 9,99 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xviii

- **Luas cc'qoe'e** = $(\frac{1}{2} (cc' + ee') 5-7) + (\frac{1}{2} (c'q + e'o) 5-7)$
 = $(\frac{1}{2} (1,31 + 0,44) 2 \cdot 1,01) + (\frac{1}{2} (3,06 + 2,19) 2 \cdot 1,01)$
 = $7,07 \text{ m}^2$
- **Luas ee'omg'gff'** = $(\frac{1}{2} 4-5 \cdot ee') + (\frac{1}{2} (e'o + g'm) 3-5) + (\frac{1}{2} (ff' + gg') 3-5)$
 = $(\frac{1}{2} \times 1,01 \times 0,44) + (\frac{1}{2} (2,19 + 1,31) 2,02) + (\frac{1}{2} (1,75 + 1,31) 2,02)$
 = $6,85 \text{ m}^2$
- **Luas gg'mki'i** = $(\frac{1}{2} (gg' + ii') 1-3) \times 2$
 = $(\frac{1}{2} (1,31 + 0,44) 2,02) \times 2$
 = $3,535 \text{ m}^2$
- **Luas jii'k** = $(\frac{1}{2} \times ii' \times j1) \times 2$
 = $(\frac{1}{2} \times 0,44 \times 1,01) \times 2$
 = $0,444 \text{ m}^2$



Gambar 3.4. Luasan Plafon Jurai

$$\text{Panjang } j1 = \frac{1}{2} \cdot 1,75 = 0,88 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } j1 = 1-2 = 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 6-7 = 7-8 = 8-9 = 0,88 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } bb' = 1,75 \text{ m}$$

$$\text{Panjang } b'r = 3,5 \text{ m}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

xix

$$\begin{aligned} \text{Panjang } cc' &= 1,31 \text{ m} & \text{Panjang } c'q &= 3,06 \text{ m} \\ \text{Panjang } ee' &= 0,44 \text{ m} & \text{Panjang } e'o &= 2,19 \text{ m} \\ \text{Panjang } gg' &= g'm = 1,31 \text{ m} \\ \text{Panjang } ii' &= i'k = 0,44 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Luas bb'rqc'** $= (\frac{1}{2} (bb' + cc') 7-8) + (\frac{1}{2} (b'r + c'q) 7-8)$
 $= (\frac{1}{2} (1,75 + 1,31) 0,88) + (\frac{1}{2} (3,5 + 3,06) 0,88)$
 $= 4,23 \text{ m}^2$
- **Luas cc'qoe'e** $= (\frac{1}{2} (cc' + ee') 5-7) + (\frac{1}{2} (c'q + e'o) 5-7)$
 $= (\frac{1}{2} (1,31 + 0,44) 1,75) + (\frac{1}{2} (3,06 + 2,19) 1,75)$
 $= 6,13 \text{ m}^2$
- **Luas ee'omg'gff'** $= (\frac{1}{2} 4-5 \cdot ee') + (\frac{1}{2} (e'o + g'm) 3-5) + (\frac{1}{2} (ff' + gg') 3-5)$
 $= (\frac{1}{2} \times 0,88 \times 0,44) + (\frac{1}{2} (2,19 + 1,31) 1,75) + (\frac{1}{2} (1,75 + 1,31) 1,75)$
 $= 5,93 \text{ m}^2$
- **Luas gg'mki'i** $= (\frac{1}{2} (gg' + ii') 1-3) \times 2$
 $= (\frac{1}{2} (1,31 + 0,44) 1,75) \times 2$
 $= 3,5 \text{ m}^2$
- **Luas jii'k** $= (\frac{1}{2} \times ii' \times j1) \times 2$
 $= (\frac{1}{2} \times 0,44 \times 0,88) \times 2$
 $= 0,39 \text{ m}^2$

3.4.3. Perhitungan Pembebanan Jurai

Data-data pembebanan :

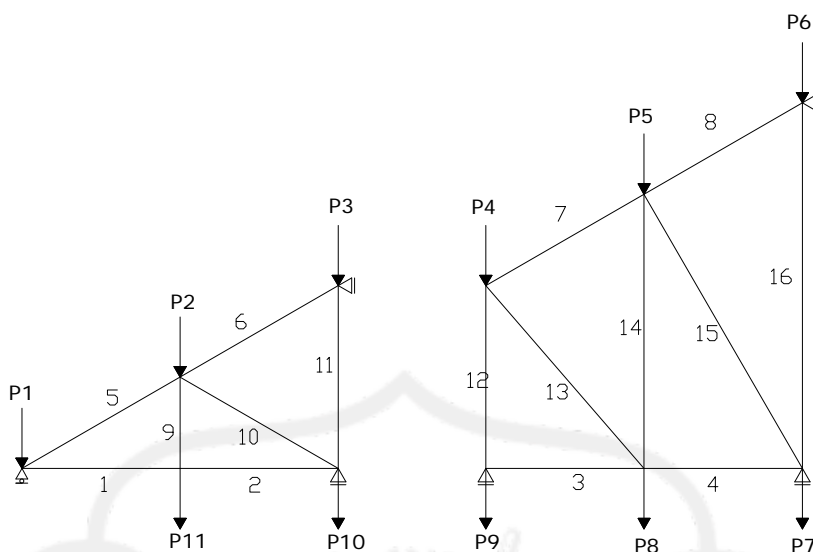
$$\begin{aligned} \text{Berat gording} &= 11 \text{ kg/m} \\ \text{Berat penutup atap} &= 50 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Berat plafon dan penggantung} &= 18 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Berat profil kuda-kuda} &= 25 \text{ kg/m} \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

XX



Gambar 3.5. Pembebanan jurai akibat beban mati

a. Beban Mati

1) Beban P1

- a) Beban Gording = berat profil gording \times panjang gording bb'r
 $= 11 \times (1,75+3,75) = 60,5 \text{ kg}$
- b) Beban Atap = luasan aa'sqc'c \times berat atap
 $= 9,99 \times 50 = 499,5 \text{ kg}$
- c) Beban Plafon = luasan bb'rqc'c' \times berat plafon
 $= 4,23 \times 18 = 76,14 \text{ kg}$
- d) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (1 + 5) \times$ berat profil kuda-kuda
 $= \frac{1}{2} \times (2,14 + 2,48) \times 25$
 $= 57,75 \text{ kg}$
- e) Beban Plat Sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 57,75 = 17,325 \text{ kg}$
- f) Beban Bracing = 10% \times beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 57,75 = 5,775 \text{ kg}$

2) Beban P2

- a) Beban Gording = berat profil gording \times panjang gording dd'p
 $= 11 \times (0,88+2,63) = 38,61 \text{ kg}$
- b) Beban Atap = luasan cc'qoe'e \times berat atap



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xxi

$$= 7.07 \times 50 = 353,5 \text{ kg}$$

c) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (5 + 9 + 10 + 6) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2,48 + 1,24 + 2,48 + 2,48) \times 25$
 $= 108,5 \text{ kg}$

d) Beban Plat Sambung = $30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 108,5 = 32,55 \text{ kg}$

e) Beban Bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 108,5 = 10,85 \text{ kg}$

3) Beban P3

a) Beban Gording = $\text{berat profil gording} \times \text{panjang gording ff'n}$
 $= 11 \times (1,75+1,75) = 38,5 \text{ kg}$

b) Beban Atap = $\text{luasan ee'omg'gff'} \times \text{berat atap}$
 $= 6,85 \times 50 = 342,5 \text{ kg}$

c) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (6 + 11) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2,48 + 2,48) \times 25$
 $= 62 \text{ kg}$

d) Beban Plat Sambung = $30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 62 = 18,6 \text{ kg}$

e) Beban Bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 62 = 6,2 \text{ kg}$

4) Beban P4

a) Beban Gording = $\text{berat profil gording} \times \text{panjang gording ff'n}$
 $= 11 \times (1,75+1,75) = 38,5 \text{ kg}$

b) Beban Atap = $\text{luasan ee'omg'g} \times \text{berat atap}$
 $= 6,85 \times 50 = 342,5 \text{ kg}$

c) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (12 + 13 + 7) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2,48 + 3,27 + 2,48) \times 25$
 $= 102,875 \text{ kg}$

d) Beban Plat Sambung = $30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 102,875 = 30,86 \text{ kg}$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xxii

- e) Beban Bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 = $10\% \times 102,875 = 10,29 \text{ kg}$
- 5) Beban P5
- a) Beban Gording = berat profil gording \times panjang gording hh'l
 = $11 \times (0,88+0,88) = 19,36 \text{ kg}$
- b) Beban Atap = luasan gg'mki'i \times berat atap
 = $3,535 \times 50 = 176,75 \text{ kg}$
- c) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (7 + 14 + 15 + 8) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
 = $\frac{1}{2} \times (2,48 + 3,71 + 4,29 + 2,48) \times 25$
 = 162 kg
- d) Beban Plat Sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 = $30\% \times 162 = 48,6 \text{ kg}$
- e) Beban Bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 = $10\% \times 162 = 16,2 \text{ kg}$
- 6) Beban P6
- a) Beban Atap = luasan jii'k \times berat atap
 = $0,444 \times 50 = 22,2 \text{ kg}$
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (8+16) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
 = $\frac{1}{2} \times (2,48 + 4,95) \times 25$
 = $92,875 \text{ kg}$
- c) Beban Plat Sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 = $30\% \times 92,875 = 27,863 \text{ kg}$
- d) Beban Bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 = $10\% \times 92,875 = 9,288 \text{ kg}$
- 7) Beban P7
- a) Beban Plafon = luasan jii'k \times berat plafon
 = $0,39 \times 18 = 7,02 \text{ kg}$
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (16 + 15 + 4) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
 = $\frac{1}{2} \times (4,95 + 4,29 + 2,14) \times 25$
 = $142,25 \text{ kg}$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xxiii

- c) Beban Plat Sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 = $30\% \times 142,25 = 42,675 \text{ kg}$
- d) Beban Bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 = $10\% \times 142,25 = 14,225 \text{ kg}$
- 8) Beban P8
- a) Beban Plafon = $\text{luasan gg'mki'i} \times \text{berat plafon}$
 = $3,5 \times 18 = 63 \text{ kg}$
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (4 + 14 + 13 + 3) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
 = $\frac{1}{2} \times (2,14 + 3,71 + 3,27 + 2,14) \times 25$
 = $140,75 \text{ kg}$
- c) Beban Plat Sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 = $30\% \times 140,75 = 42,225 \text{ kg}$
- d) Beban Bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 = $10\% \times 140,75 = 14,075 \text{ kg}$
- 9) Beban P9
- a) Beban Plafon = $\text{luasan ee'omg'gff'} \times \text{berat plafon}$
 = $5,93 \times 18 = 106,74 \text{ kg}$
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (3 + 12) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
 = $\frac{1}{2} \times (2,14 + 2,48) \times 25$
 = $57,75 \text{ kg}$
- c) Beban Plat Sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 = $30\% \times 57,75 = 17,325 \text{ kg}$
- d) Beban Bracing = $10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 = $10\% \times 57,75 = 5,775 \text{ kg}$
- 10) Beban P10
- a) Beban Plafon = $\text{luasan ee'omg'g} \times \text{berat plafon}$
 = $5,93 \times 18 = 106,74 \text{ kg}$
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (11 + 10 + 2) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
 = $\frac{1}{2} \times (2,48 + 2,48 + 2,14) \times 25$
 = $88,75 \text{ kg}$
- c) Beban Plat Sambung = $30\% \times \text{beban kuda-kuda}$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xxiv

$$= 30 \% \times 88,75 = 26,625 \text{ kg}$$

d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda

$$= 10 \% \times 88,75 = 8,875 \text{ kg}$$

11) Beban P11

a) Beban Plafon = luasan cc'qoe'e × berat plafon

$$= 6,13 \times 18 = 110,34 \text{ kg}$$

b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (2 + 9 + 1) \times \text{berat profil kuda-kuda}$

$$= \frac{1}{2} \times (2,14 + 1,24 + 2,14) \times 25$$

$$= 69 \text{ kg}$$

c) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda

$$= 30 \% \times 69 = 20,7 \text{ kg}$$

d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda

$$= 10 \% \times 69 = 6,9 \text{ kg}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai XXV

Tabel 3.3. Rekapitulasi Pembebanan Jurai

Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda-kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP 2000 (kg)
P1	499,5	60,5	57,75	5,575	17,325	76,14	700,79	701
P2	353,5	38,61	108,5	10,85	32,55	-	544,01	545
P3	342,5	38,5	62	6,2	18,6	-	467,8	468
P4	342,5	38,5	102,875	10,288	30,86	-	525,023	526
P5	176,75	19,36	162	16,2	48,6	-	422,91	423
P6	22,5	-	92,875	9,288	27,863	-	152,526	153
P7	-	-	142,25	14,225	42,675	7,02	206,17	207
P8	-	-	140,75	14,075	42,225	63	260,05	261
P9	-	-	57,75	5,775	17,325	106,75	187,6	188
P10	-	-	88,75	8,875	26,625	106,74	230,99	231
P11	-	-	69	6,9	20,7	110,34	206,94	207

b. Beban Hidup

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

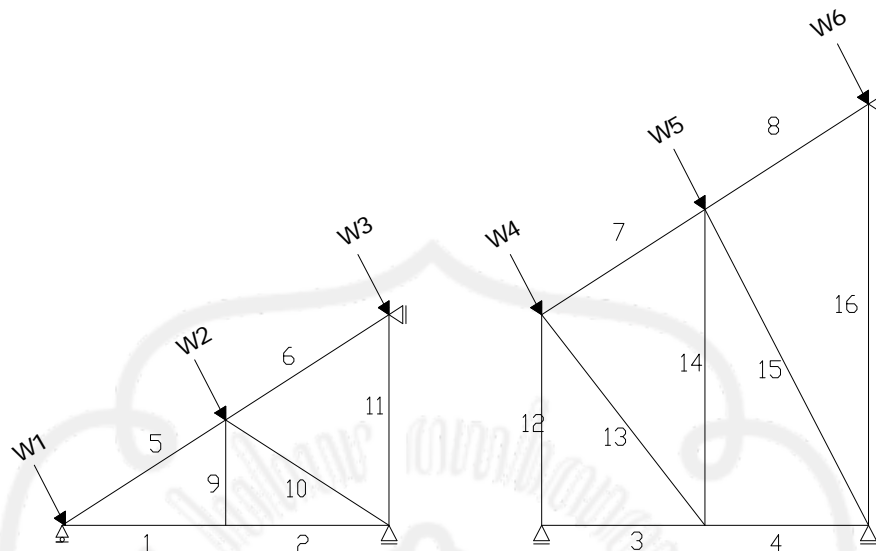


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xxvi

Beban Angin

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.6. Pembebanan Jurai akibat Beban Angin

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

- **Koefisien angin tekan = 0,02α - 0,40**

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

- a) W1 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= 9,99 × 0,2 × 25 = 49,95 kg
- b) W2 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= 7,07 × 0,2 × 25 = 35,35 kg
- c) W3 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= 6,85 × 0,2 × 25 = 34,25 kg
- d) W4 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= 6,85 × 0,2 × 25 = 34,25 kg
- e) W5 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= 3,535 × 0,2 × 25 = 16,765 kg
- f) W6 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= 0,44 × 0,2 × 25 = 2,2 kg



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

xxvii

Tabel 3.4. Perhitungan Beban Angin Jurai

Beban Angin	Beban (kg)	W_x $W \cdot \cos \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)	W_y $W \cdot \sin \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)
W1	49,95	43,258	44	24,975	25
W2	35,35	30,614	31	17,675	18
W3	34,25	29,661	30	17,625	18
W4	34,25	29,661	30	17,625	18
W5	16,725	13,856	14	8,363	9
W6	2,2	1,905	2	1,1	2

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

Tabel 3.5. Rekapitulasi Gaya Batang Jurai

Batang	kombinasi	
	Tarik (+) (kg)	Tekan (-) (kg)
1	1087,39	
2	1059,13	
3		195,54
4	195,54	
5		1296,09
6		80,05
7		529,89
8		34,77
9	340,53	
10		1211,11
11		844,98
12		1689,44
13	651,18	
14	179,11	
15		925,37



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xxviii

16		600,83
----	--	--------

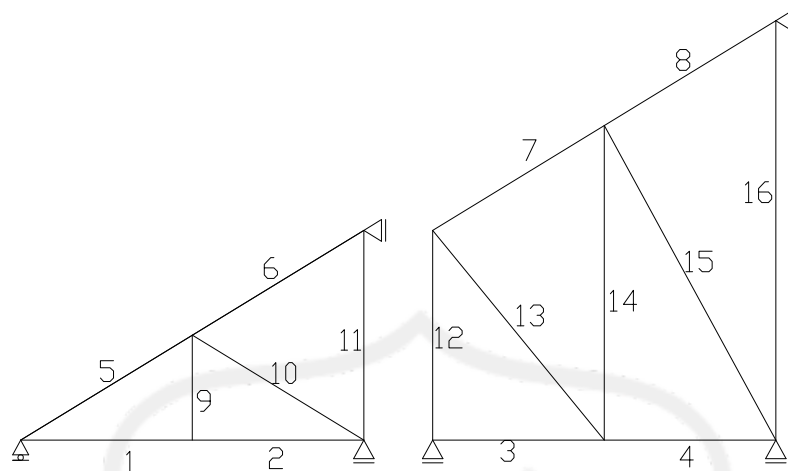




Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xxix

3.5. Perencanaan Setengah Kuda-kuda



Gambar 3.7. Rangka Batang Setengah Kuda-kuda

3.5.1. Perhitungan Panjang Batang Setengah Kuda-kuda

Perhitungan panjang batang disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 3.6. Perhitungan Panjang Batang pada Setengah Kuda-kuda

Nomer Batang	Panjang Batang
1	1,75
2	1,75
3	1,75
4	1,75
5	2,02
6	2,02
7	2,02
8	2,02
9	1,01
10	2,02
11	2,02
12	2,02

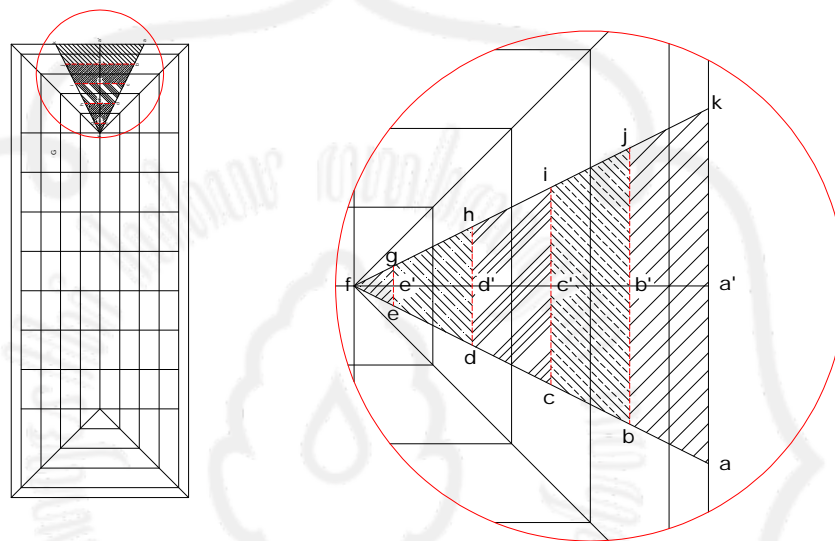


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai XXX

13	2,67
14	3,03
15	3,5
16	4,04

3.5.2. Perhitungan luasan Setengah Kuda-kuda



Gambar 3.8. Luasan Atap Setengah Kuda-kuda

- Panjang ak = 7 m
 Panjang bj = 6,13 m
 Panjang ci = 4,38 m
 Panjang dh = 2,63 m
 Panjang eg = 0,88 m
 Panjang a'b' = b'c' = c'd' = d'e' = 2,02 m
 Panjang e'f = $\frac{1}{2} \times 2,02 = 1,01$ m

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



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

xxxii

$$= \frac{1}{2} \times (7,5 + 6,13) \times 2,02$$

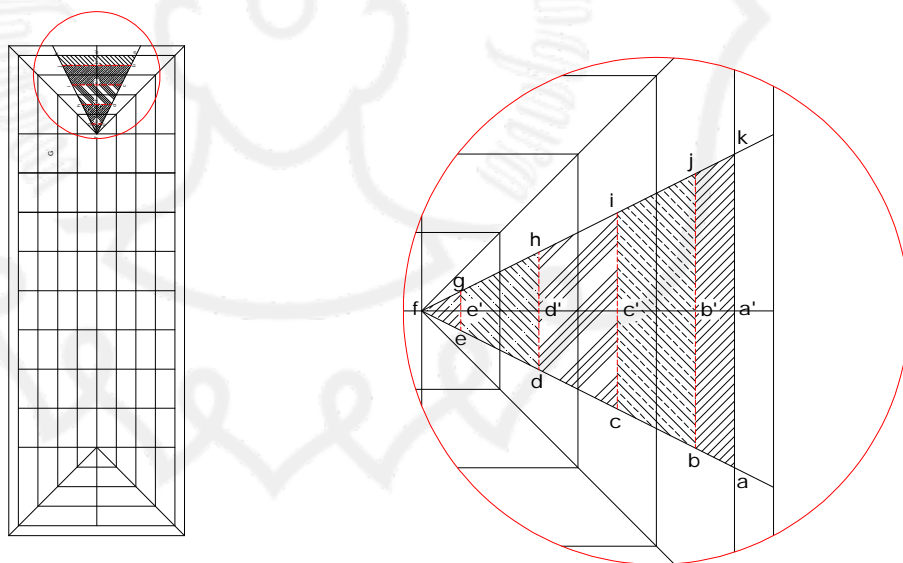
$$= 13,766 \text{ m}^2$$

- **Luas bcij** = $\frac{1}{2} \times (bj + ci) \times b'c'$
 = $\frac{1}{2} \times (6,13 + 4,38) \times 2,02$
 = $10,615 \text{ m}^2$

- **Luas cdhi** = $\frac{1}{2} \times (ci + dh) \times c'd'$
 = $\frac{1}{2} \times (4,38 + 2,63) \times 2,02$
 = $7,08 \text{ m}^2$

- **Luas degf** = $\frac{1}{2} \times (dh + eg) \times d'e'$
 = $\frac{1}{2} \times (2,63 + 0,88) \times 2,02$
 = $3,545 \text{ m}^2$

- **Luas efg** = $\frac{1}{2} \times eg \times e'f$
 = $\frac{1}{2} \times 0,88 \times 1,01$
 = $0,444 \text{ m}^2$



Gambar 3.9. Luasan Plafon

Panjang ak = 7 m

Panjang bj = 6,13 m



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

xxxii

$$\begin{aligned} \text{Panjang ci} &= 4,38 \text{ m} \\ \text{Panjang dh} &= 2,63 \text{ m} \\ \text{Panjang eg} &= 0,88 \text{ m} \\ \text{Panjang a'b'} &= e'f = 0,88 \text{ m} \\ \text{Panjang b'c'} &= c'd' = d'e' = 1,75 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Luas abjk** $= \frac{1}{2} \times (ak + bj) \times a'b'$
 $= \frac{1}{2} \times (7 + 6,13) \times 0,88$
 $= 5,777 \text{ m}^2$
- **Luas bcij** $= \frac{1}{2} \times (bj + ci) \times b'c'$
 $= \frac{1}{2} \times (6,13 + 4,38) \times 1,75$
 $= 9,196 \text{ m}^2$
- **Luas cdhi** $= \frac{1}{2} \times (ci + dh) \times c'd'$
 $= \frac{1}{2} (4,38 + 2,63) \times 1,75$
 $= 6,134 \text{ m}^2$
- **Luas degh** $= \frac{1}{2} \times (dh + eg) \times d'e'$
 $= \frac{1}{2} \times (2,63 + 0,88) \times 1,75$
 $= 3,07 \text{ m}^2$
- **Luas efg** $= \frac{1}{2} \times eg \times e'f$
 $= \frac{1}{2} \times 0,88 \times 0,88$
 $= 0,352 \text{ m}^2$

3.5.3. Perhitungan Pembebanan Setengah Kuda-kuda

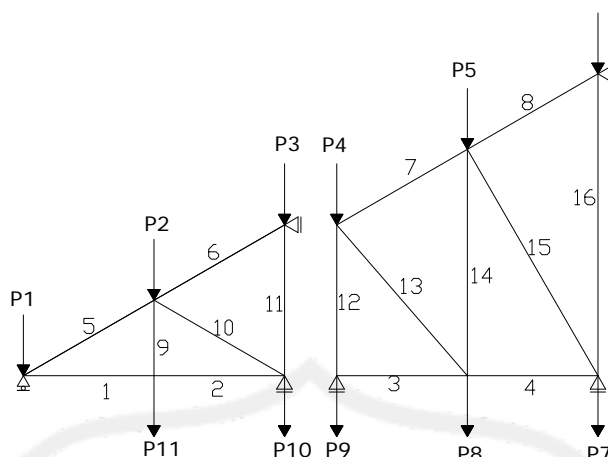
Data-data pembebanan :

$$\begin{aligned} \text{Berat gording} &= 11 \text{ kg/m} \\ \text{Berat penutup atap} &= 50 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Berat profil} &= 25 \text{ kg/m} \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xxxiii



Gambar 3.10. Pembebanan Setengah Kuda-kuda akibat Beban Mati

a. Beban Mati

1) Beban P1

- a) Beban Gording = berat profil gording \times panjang gording
 $= 11 \times 7 = 77 \text{ kg}$
- b) Beban Atap = luasan abjk \times berat atap
 $= 13,766 \times 50 = 688,3 \text{ kg}$
- c) Beban Plafon = luasan abjk \times berat plafon
 $= 5,77 \times 18 = 103,86 \text{ kg}$
- d) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (1 + 5) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,75 + 2,02) \times 25$
 $= 47,125 \text{ kg}$
- e) Beban Plat Sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 47,125 = 14,136 \text{ kg}$
- f) Beban Bracing = 10% \times beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 47,125 = 4,713 \text{ kg}$

2) Beban P2

- a) Beban Gording = berat profil gording \times panjang gording
 $= 11 \times 5,25 = 57,75 \text{ kg}$
- b) Beban Atap = luasan bcij \times berat atap
 $= 10,615 \times 50 = 530,73 \text{ kg}$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

xxxiv

- c) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (5 + 9 + 10 + 6) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (2,02+1,01+2,02+2,02) \times 25$
= 88,375 kg
- d) Beban Plat Sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
= 30 % \times 88,375 = 26,513 kg
- e) Beban Bracing = 10% \times beban kuda-kuda
= 10 % \times 88,375 = 8,838 kg
- 3) Beban P3
- a) Beban Gording = berat profil gording \times panjang gording
= $11 \times 3,5 = 38,5$ kg
- b) Beban Atap = luasan cdhi \times berat atap
= $7,08 \times 50 = 354$ kg
- c) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (6 + 11) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (2,02 + 2,02) \times 25$
= 50,5 kg
- d) Beban Plat Sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
= 30 % \times 50,5 = 15,15 kg
- e) Beban Bracing = 10% \times beban kuda-kuda
= 10 % \times 50,5 = 5,05 kg
- 4) Beban P4
- a) Beban Gording = berat profil gording \times panjang gording
= $11 \times 3,5 = 38,5$ kg
- b) Beban Atap = luasan cdhi \times berat atap
= $7,08 \times 50 = 354$ kg
- c) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (12 + 13 + 7) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
= $\frac{1}{2} \times (2,02 + 2,67 + 2,02) \times 25$
= 83,875 kg
- d) Beban Plat Sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
= 30 % \times 83,875 = 25,163 kg
- e) Beban Bracing = 10% \times beban kuda-kuda
= 10 % \times 83,875 = 8,388 kg
- 5) Beban P5



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

XXXV

- a) Beban Gording = berat profil gording \times panjang gording
 $= 11 \times 1,75 = 19,25$ kg
- b) Beban Atap = luasan degh \times berat atap
 $= 3,545 \times 50 = 177,25$ kg
- c) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ btg $(7 + 14 + 15 + 8) \times$ berat profil kuda-kuda
 $= \frac{1}{2} \times (2,02 + 3,03 + 3,5 + 2,02) \times 25$
 $= 132,125$ kg
- d) Beban Plat Sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 132,125 = 39,638$ kg
- e) Beban Bracing = 10% \times beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 132,125 = 13,213$ kg
- 6) Beban P6
- a) Beban Atap = luasan efg \times berat atap
 $= 0,444 \times 50 = 22,5$ kg
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ btg $(8 + 16) \times$ berat profil kuda-kuda
 $= \frac{1}{2} \times (2,02 + 4,04) \times 25$
 $= 75,75$ kg
- c) Beban Plat Sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 75,75 = 22,725$ kg
- d) Beban Bracing = 10% \times beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 75,75 = 7,575$ kg
- 7) Beban P7
- a) Beban Plafon = luasan efg \times berat plafon
 $= 0,352 \times 18 = 6,336$ kg
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ btg $(16 + 15 + 4) \times$ berat profil kuda-kuda
 $= \frac{1}{2} \times (4,04 + 3,5 + 1,75) \times 25$
 $= 116,125$ kg
- c) Beban Plat Sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 116,125 = 34,838$ kg
- d) Beban Bracing = 10% \times beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 116,125 = 11,613$ kg



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

xxxvi

8) Beban P8

- a) Beban Plafon = luasan degh \times berat plafon
 $= 3,07 \times 18 = 55,26 \text{ kg}$
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (4 + 14 + 13 + 3) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,75 + 3,03 + 2,67 + 1,75) \times 25$
 $= 115 \text{ kg}$
- c) Beban Plat Sambung = $30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 115 = 34,5 \text{ kg}$
- d) Beban Bracing = $10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 115 = 11,5 \text{ kg}$

9) Beban P9

- a) Beban Plafon = luasan cdhi \times berat plafon
 $= 6,134 \times 18 = 110,412 \text{ kg}$
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (3 + 12) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,75 + 2,02) \times 25$
 $= 47,125 \text{ kg}$
- c) Beban Plat Sambung = $30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 47,125 = 14,138 \text{ kg}$
- d) Beban Bracing = $10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 47,125 = 4,713 \text{ kg}$

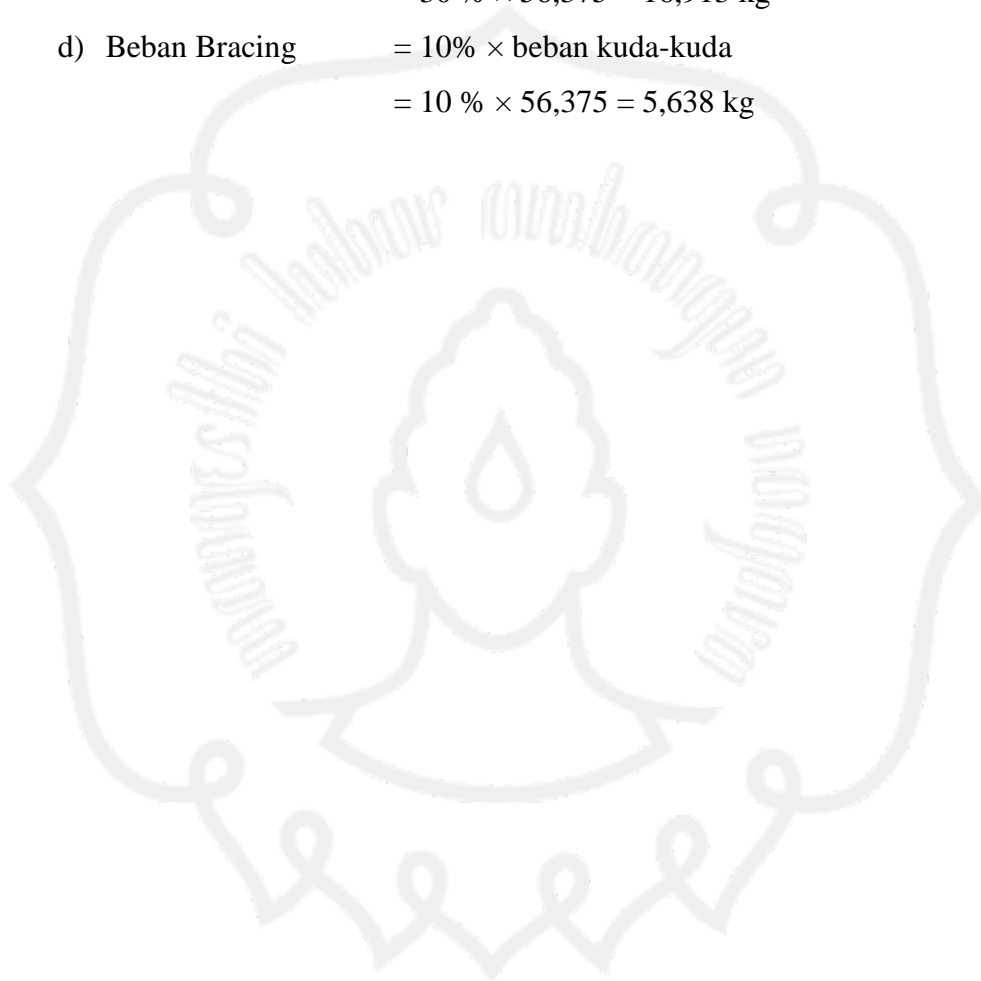
10) Beban P10

- a) Beban Plafon = luasan cdhi \times berat plafon
 $= 6,134 \times 18 = 110,412 \text{ kg}$
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{btg} (11 + 10 + 2) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2,02 + 2,02 + 1,75) \times 25$
 $= 72,375 \text{ kg}$
- c) Beban Plat Sambung = $30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 72,375 = 21,713 \text{ kg}$
- d) Beban Bracing = $10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 72,375 = 7,238 \text{ kg}$

11) Beban P11

**Tugas Akhir*****Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai*** xxxvii

- a) Beban Plafon = luasan bcij \times berat plafon
= $5,777 \times 18 = 103,986$ kg
- b) Beban Kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times$ btg $(2 + 9 + 1) \times$ berat profil kuda-kuda
= $\frac{1}{2} \times (1,75 + 1,01 + 1,75) \times 25$
= $56,375$ kg
- c) Beban Plat Sambung = $30\% \times$ beban kuda-kuda
= $30\% \times 56,375 = 16,913$ kg
- d) Beban Bracing = $10\% \times$ beban kuda-kuda
= $10\% \times 56,375 = 5,638$ kg





Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xxxviii

Tabel 3.7. Rekapitulasi Pembebanan Setengah Kuda-kuda

Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda-kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP 2000 (kg)
P1	688,3	77	47,125	4,713	14,136	103,86	935,134	936
P2	530,73	57,75	88,375	8,838	26,513	-	712,206	713
P3	354	38,5	50,5	5,05	15,15	-	463,2	464
P4	354	38,5	83,875	8,388	25,163	-	509,926	510
P5	117,25	19,25	132,125	13,213	39,638	-	321,476	322
P6	22,5	-	75,75	7,575	22,725	-	128,55	129
P7	-	-	116,125	11,613	34,838	6,336	168,912	169
P8	-	-	115	11,5	34,5	55,26	216,26	217
P9	-	-	47,125	4,713	14,138	110,412	176,388	177
P10	-	-	72,375	7,238	21,713	110,412	211,738	212
P11	-	-	56,375	5,638	16,913	103,986	182,912	183

b. Beban Hidup

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

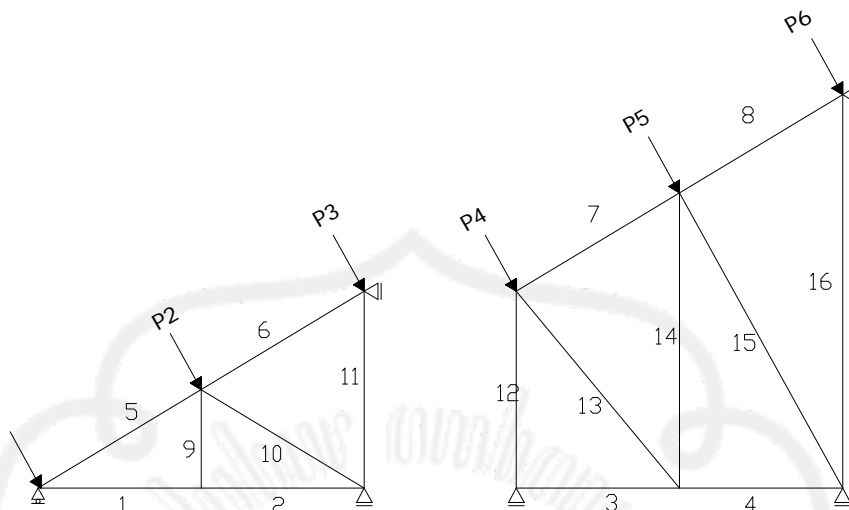


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xxxix

c. Beban Angin

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.11. Pembebanan Setengah Kuda-kuda akibat Beban Angin

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

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

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

- a) W1 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= $13,766 \times 0,2 \times 25 = 88,83$ kg
- b) W2 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= $10,615 \times 0,2 \times 25 = 53,075$ kg
- c) W3 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= $7,08 \times 0,2 \times 25 = 35,4$ kg
- d) W4 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= $7,08 \times 0,2 \times 25 = 35,4$ kg
- e) W5 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= $3,545 \times 0,2 \times 25 = 17,725$ kg
- f) W6 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= $0,444 \times 0,2 \times 25 = 2,22$ kg



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xl

Tabel 3.8. Perhitungan Beban Angin Setengah Kuda-kuda

Beban Angin	Beban (kg)	W_x $W \cdot \cos \alpha$ (kg)	Untuk Input SAP2000	W_y $W \cdot \sin \alpha$ (kg)	Untuk Input SAP2000
W1	88,83	76,929	77	44,415	45
W2	53,075	45,964	46	26,538	27
W3	35,4	30,657	31	17,7	18
W4	35,4	30,657	31	17,7	18
W5	17,725	15,35	16	8,863	9
W6	2,22	1,923	2	1.11	2

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



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xli

Tabel 3.9. Rekapitulasi Gaya Batang Setengah Kuda-kuda

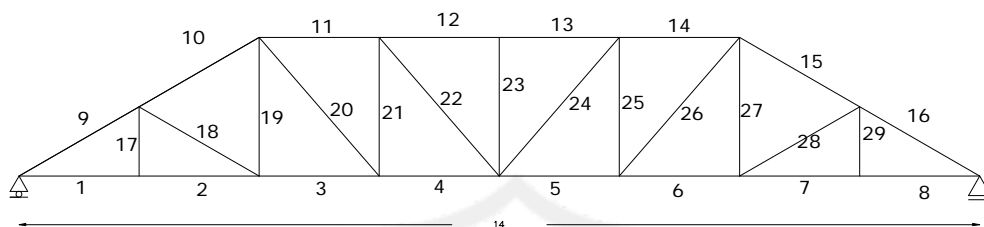
Batang	Kombinasi	
	Tarik (+) (kg)	Tekan (-) (kg)
1	900,18	
2	866,19	
3		95,62
4	95,62	
5		1061,99
6		43,76
7		1046,09
8		254,28
9	109,88	
10		974,32
11		678,77
12	1,94	
13	277,35	
14		35,24
15		421,65
16		321,42



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xlii

3.6. Perencanaan Kuda-kuda Trapesium



Gambar 3.12. Rangka Batang Kuda-kuda Trapesium

3.6.1. Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Trapesium

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 3.10. Perhitungan Panjang Batang pada Kuda-kuda Trapesium

Nomer Batang	Panjang Batang (m)
1	1,75
2	1,75
3	1,75
4	1,75
5	1,75
6	1,75
7	1,75
8	1,75
9	2,02
10	2,02
11	1,75
12	1,75
13	1,75

**Tugas Akhir*****Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai*** xliii

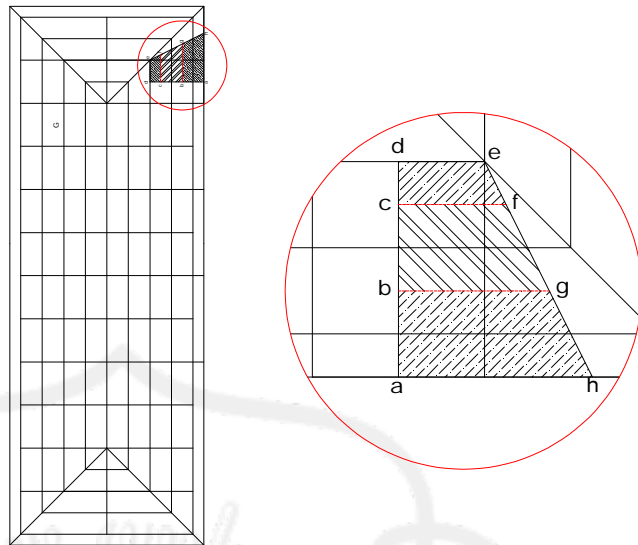
14	1,75
15	2,02
16	2,02
17	1,01
18	2,02
19	2,02
20	2,67
21	2,02
22	2,67
23	2,02
24	2,67
25	2,02
26	2,67
27	2,02
28	2,02
29	1,01

3.6.2. Perhitungan luasan kuda-kuda trapesium



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xlv



Gambar 3.13. Luasan Atap Kuda-kuda Trapesium

$$\text{Panjang ah} = 3,75 \text{ m}$$

$$\text{Panjang bg} = 3,06 \text{ m}$$

$$\text{Panjang cf} = 2,19 \text{ m}$$

$$\text{Panjang de} = 1,75 \text{ m}$$

$$\text{Panjang ab} = 1,59 \text{ m}$$

$$\text{Panjang bc} = 2,02 \text{ m}$$

$$\text{Panjang cd} = 1,01 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas abgh} &= \left(\frac{\text{ah} + \text{bg}}{2} \right) \times \text{ab} \\ &= \left(\frac{3,75 + 3,06}{2} \right) \times 1,59 \\ &= 5,414 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas bcfg} &= \left(\frac{\text{bg} + \text{cf}}{2} \right) \times \text{bc} \\ &= \left(\frac{3,06 + 2,19}{2} \right) \times 2,02 \end{aligned}$$



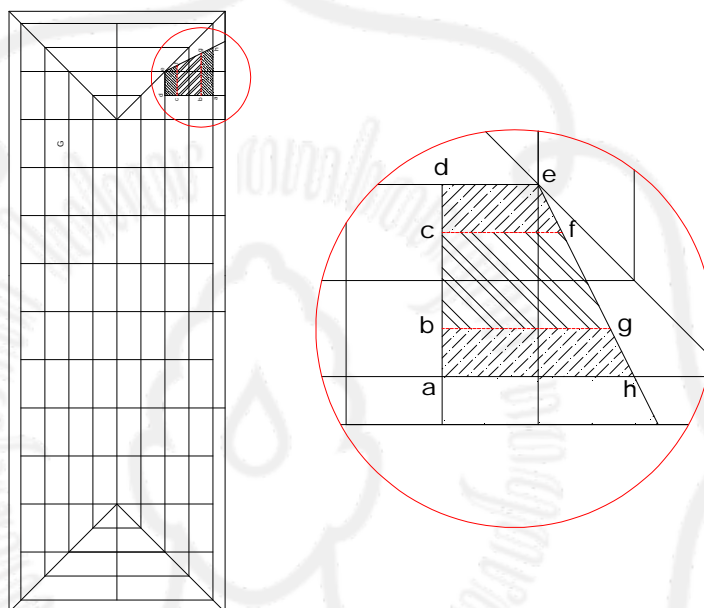
Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

xlv

$$= 5,303 \text{ m}^2$$

- **Luas cdef** = $\left(\frac{cf + de}{2}\right) \times cd$
- = $\left(\frac{2,19 + 1,75}{2}\right) \times 1,01$
- = $1,99 \text{ m}^2$



Gambar 3.14. Luasan Plafon Kuda-kuda Trapesium

Panjang ah = 3,5 m

Panjang bg = 3,06 m

Panjang cf = 2,19 m

Panjang de = 1,75 m

Panjang ab = 1,01 m

Panjang bc = 2,02 m

Panjang cd = 1,01 m

- **Luas abgh** = $\left(\frac{ah + bg}{2}\right) \times ab$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xlvi

$$= \left(\frac{3,5 + 3,06}{2} \right) \times 1,01$$

$$= 3,313 \text{ m}^2$$

• **Luas bcfg** = $\left(\frac{bg + cf}{2} \right) \times bc$

$$= \left(\frac{3,06 + 2,19}{2} \right) \times 2,02$$

$$= 5,303 \text{ m}^2$$

• **Luas cdef** = $\left(\frac{cf + de}{2} \right) \times cd$

$$= \left(\frac{2,5 + 2,0}{2} \right) \times 1,01$$

$$= 2,273 \text{ m}^2$$

3.6.3. Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Trapesium

Data-data pembebanan :

Berat gording = 11 kg/m

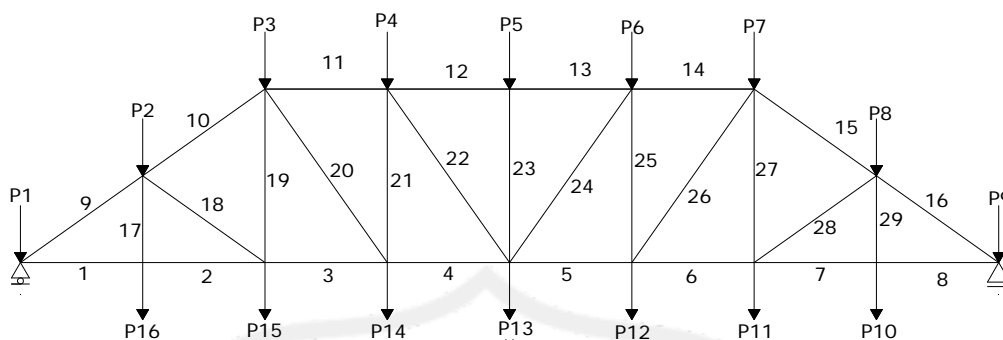
Berat penutup atap = 50 kg/m²



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xlvii

Berat profil = 25 kg/m



Gambar 3.15. Pembebanan Kuda-kuda Trapesium akibat Beban Mati

a. Beban Mati

1) Beban P1 = P9

- a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording
 $= 11 \times 3,5 = 38,5 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luasan × Berat atap
 $= 5,414 \times 50 = 270,7 \text{ kg}$

- c) Beban plafon = Luasan × berat plafon
 $= 3,313 \times 18 = 59,634 \text{ kg}$

- d) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (1 + 9) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,75 + 2,02) \times 25$
 $= 47,125 \text{ kg}$

- e) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 47,125 = 14,138 \text{ kg}$

- f) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 47,125 = 4,713 \text{ kg}$

2) Beban P2 = P8

- a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording
 $= 11 \times 2,63 = 28,93 \text{ kg}$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xlvi

- b) Beban atap = Luasan \times Berat atap
 $= 5,303 \times 50 = 265,15 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (9+17+18+10) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2,02 + 1,01 + 2,02 + 2,02) \times 25$
 $= 88,375 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 88,375 = 26,513 \text{ kg}$
- e) Beban bracing = 10 % \times beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 88,375 = 8,838 \text{ kg}$
- 3) Beban P3 = P7
- a) Beban gording = Berat profil gording \times Panjang Gording
 $= 11 \times 1,75 = 19,25 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luasan \times Berat atap
 $= 1,99 \times 50 = 99,5 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (10+19+20+11) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2,02 + 2,02 + 2,67 + 1,75) \times 25$
 $= 105,75 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 105,75 = 31,725 \text{ kg}$
- e) Beban bracing = 10 % \times beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 105,75 = 10,575 \text{ kg}$
- 4) Beban P4 = P6
- a) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (11+21+22+12) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,75 + 2,02 + 2,67 + 1,75) \times 25$
 $= 102,375 \text{ kg}$
- b) Beban plat sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 102,375 = 30,713 \text{ kg}$
- c) Beban bracing = 10 % \times beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 102,375 = 10,238 \text{ kg}$
- 5) Beban P5
- a) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (12 + 23 + 13) \times \text{berat profil kuda kuda}$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xlix

- $$= \frac{1}{2} \times (1,75 + 2,02 + 1,75) \times 25$$
- $$= 68,375 \text{ kg}$$
- b) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
- $$= 30 \% \times 68,375 = 20,513 \text{ kg}$$
- c) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
- $$= 10 \% \times 68,375 = 6,838 \text{ kg}$$
- d) Beban reaksi = reaksi $\frac{1}{2}$ kuda-kuda 1 + reaksi $\frac{1}{2}$ kuda-kuda 2
- $$= 1573,6 \text{ kg} + 1339,1 \text{ kg} = 2912,7 \text{ kg}$$
- 6) Beban P10 = P16
- a) Beban plafon = Luasan × berat plafon
- $$= 5,303 \times 18 = 95,454 \text{ kg}$$
- b) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (8 + 29 + 7) \times \text{berat profil kuda kuda}$
- $$= \frac{1}{2} \times (1,75 + 1,01 + 1,75) \times 25$$
- $$= 56,375 \text{ kg}$$
- c) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
- $$= 30 \% \times 56,375 = 16,913 \text{ kg}$$
- d) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
- $$= 10 \% \times 56,375 = 5,638 \text{ kg}$$
- 7) Beban P11 = P15
- a) Beban plafon = Luasan × berat plafon
- $$= 2,273 \times 18 = 40,914 \text{ kg}$$
- b) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (7+28+27+6) \times \text{berat profil kuda kuda}$
- $$= \frac{1}{2} \times (1,75 + 2,02 + 2,02 + 1,75) \times 25$$
- $$= 94,25 \text{ kg}$$
- c) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
- $$= 30 \% \times 94,25 = 28,275 \text{ kg}$$
- d) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
- $$= 10 \% \times 94,25 = 9,425 \text{ kg}$$
- e) Beban reaksi = reaksi jurai 1 + reaksi jurai 2
- $$= 1953,38 + 2063,08$$
- $$= 4016,46$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai 1

8) Beban P12 = P14

$$\begin{aligned} \text{a) Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (6+26+25+5) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (1,75 + 2,67 + 2,02 + 1,75) \times 25 \\ &= 102,375 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 30\% \times 102,375 = 30,713 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 10\% \times 102,375 = 10,238 \text{ kg} \end{aligned}$$

9) Beban P13

$$\begin{aligned} \text{a) Beban kuda-kuda} &= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (4+22+23+24+5) \times \text{berat profil kuda kuda} \\ &= \frac{1}{2} \times (1,75 + 2,67 + 2,02 + 2,67 + 1,75) \times 25 \\ &= 135,75 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Beban plat sambung} &= 30\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 30\% \times 135,75 = 40,725 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) Beban bracing} &= 10\% \times \text{beban kuda-kuda} \\ &= 10\% \times 135,75 = 13,575 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) Beban reaksi} &= \text{reaksi } \frac{1}{2} \text{ kuda-kuda 1} + \text{reaksi } \frac{1}{2} \text{ kuda-kuda 2} \\ &= 921 \text{ kg} + 1573,60 \text{ kg} = 2494,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 3.11. Rekapitulasi Pembebanan Kuda-kuda Trapesium

Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda - kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Beban Reaksi (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP (kg)
P1=P9	270,7	38,5	47,125	4,713	14,138	59,634	-	434,81	435
P2=P8	265,15	28,93	88,375	8,838	26,513	-	-	417,806	418
P3=P7	94,5	19,25	105,75	10,575	31,725	-	-	261,55	262
P4=P6	-	-	102,375	10,238	30,173	-	-	142,786	143



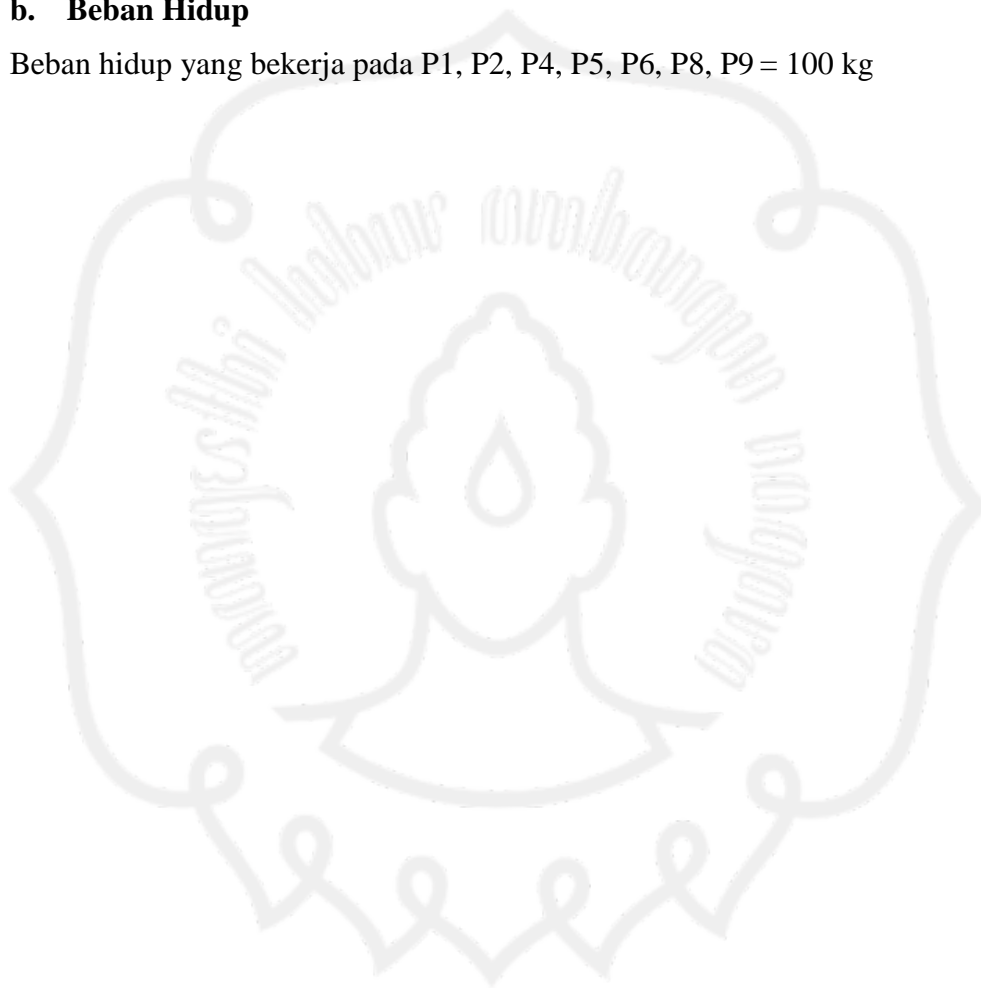
Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai li

P5	-	-	68,375	6,838	20,513	-	2912,7	3008,426	3009
P10=P16	-	-	56,375	5,638	16,913	95,454	-	174,38	175
P11=P15	-	-	94,25	9,425	28,275	40,914	4016,46	4148,41	4149
P12=P14	-	-	102,375	10,238	30,713	-	-	143,326	144
P13	-	-	135,75	13,575	40,725	-	2494,6	2684,65	2685

b. Beban Hidup

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





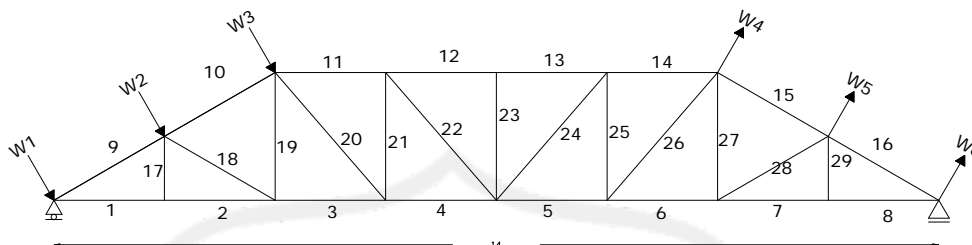
Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lii

c. Beban Angin

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.16. Pembebanan Kuda-kuda Trapesium akibat Beban Angin

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

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

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

- a) W1 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= 5,414 × 0,2 × 25 = 27,07 kg
- b) W2 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= 5,303 × 0,2 × 25 = 26,515 kg
- c) W3 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= 1,99 × 0,2 × 25 = 9,95 kg

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

- a) W4 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= 1,99 × -0,4 × 25 = -19,9 kg
- b) W5 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= 5,303 × -0,4 × 25 = -53,03 kg
- c) W6 = luasan × koef. angin tekan × beban angin
= 5,414 × -0,4 × 25 = 54,14 kg



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

liii

Tabel 3.12. Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Trapesium

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	27,07	23,443	24	13,535	14
W_2	26,515	22,963	23	13,258	14
W_3	9,95	8,617	9	4,975	5
W_4	-19,9	-17,234	-18	-9,95	-10
W_5	-53,03	-45,934	-46	-26,515	-27
W_6	-54,14	-46,887	-47	-27,07	-28

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

Tabel 3.13. Rekapitulasi Gaya Batang Kuda-kuda Trapesium

Batang	Kombinasi	
	Tarik (+) (kg)	Tekan (-) (kg)
1	16897,51	
2	17458,8	
3	18911,1	
4	22587,13	
5	22587,13	
6	18911,1	
7	17458,8	
8	16897,51	
9		19882,51
10		21412,72
11		22265
12		25326,24
13		25326,24
14		22265
15		21412,72

**Tugas Akhir*****Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai*** liv

16		19822,51
17		1045,19
18	1538,99	
19	5386,87	
20	5177,77	
21		3249,16
22	4192,63	
23		3389,19
24	4192,63	
25		3249,16
26	5177,77	
27	5388,87	
28	1538,99	
29		1045,19

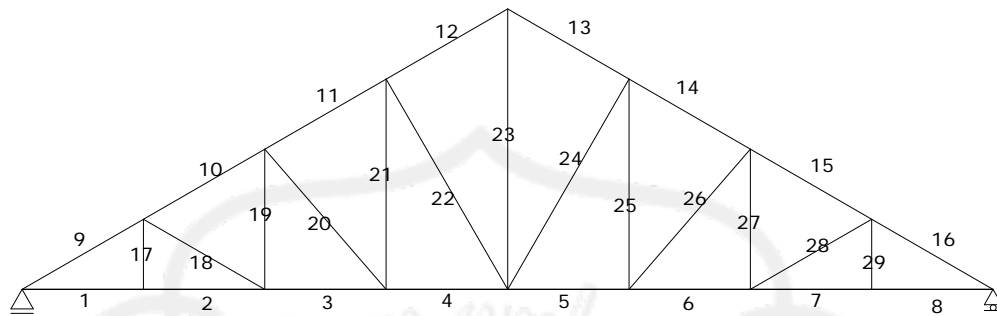


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lv

3.7. Perencanaan Kuda-kuda Utama



Gambar 3.17. Rangka Batang Kuda-kuda Utama

3.7.1. Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda

Perhitungan panjang batang disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 3.14. Perhitungan Panjang Batang pada Kuda-kuda Utama

No batang	Panjang batang
1	1,75
2	1,75
3	1,75
4	1,75
5	1,75
6	1,75
7	1,75
8	1,75
9	2,02
10	2,02
11	2,02

**Tugas Akhir*****Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai*** lvi

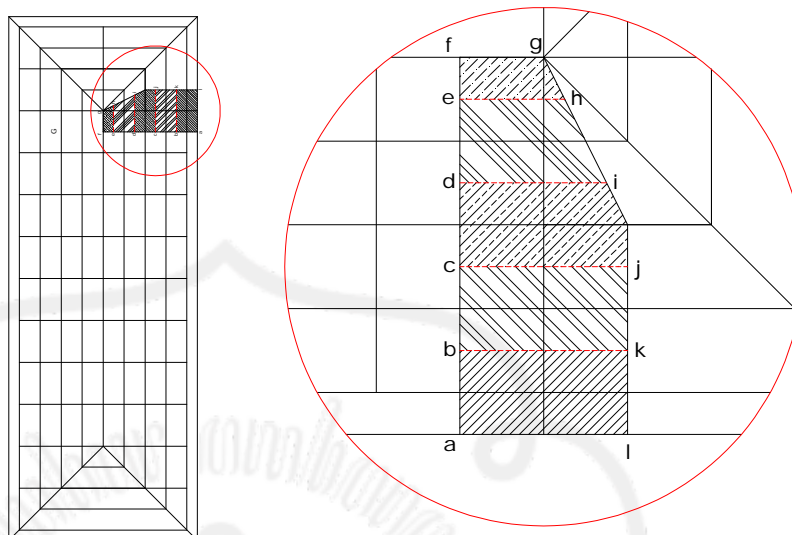
12	2,02
13	2,02
14	2,02
15	2,02
16	2,02
17	1,01
18	2,02
19	2,02
20	2,67
21	3,03
22	3,5
23	4,04
24	3,5
25	3,03
26	2,67
27	2,02
28	2,02
29	1,01



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai lvii

3.7.2. Perhitungan Luasan Setengah Kuda-Kuda Utama A



Gambar 3.18. Luasan Atap Kuda-kuda Utama

$$\text{Panjang al} = \text{Panjang bk} = \text{Panjang cj} = 3,75 \text{ m}$$

$$\text{Panjang di} = 3,31 \text{ m}$$

$$\text{Panjang eh} = 2,44 \text{ m}$$

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

$$\text{Panjang ab} = 1,59$$

$$\text{Panjang bc} = \text{cd} = \text{de} = 2,02 \text{ m}$$

$$\text{Panjang ef} = \frac{1}{2} \cdot 2,02 = 1,01 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas abkl} &= \text{al} \times \text{ab} \\ &= 3,75 \times 1,59 = 5,96 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas bejk} &= \text{bk} \times \text{bc} \\ &= 3,75 \times 2,02 = 7,58 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\bullet \text{ Luas cdij} = (\text{cj} \times \frac{1}{2} \text{cd}) + \left(\frac{\text{cj} + \text{di}}{2} \times \frac{1}{2} \cdot \text{cd} \right)$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lviii

$$= (3,75 \times \frac{1}{2} \cdot 2,02) + \left(\frac{3,75 + 3,31}{2} \times \frac{1}{2} \cdot 2,02 \right)$$

$$= 7,35 \text{ m}^2$$

• Luas dehi = $\left(\frac{di + eh}{2} \right) \times de$

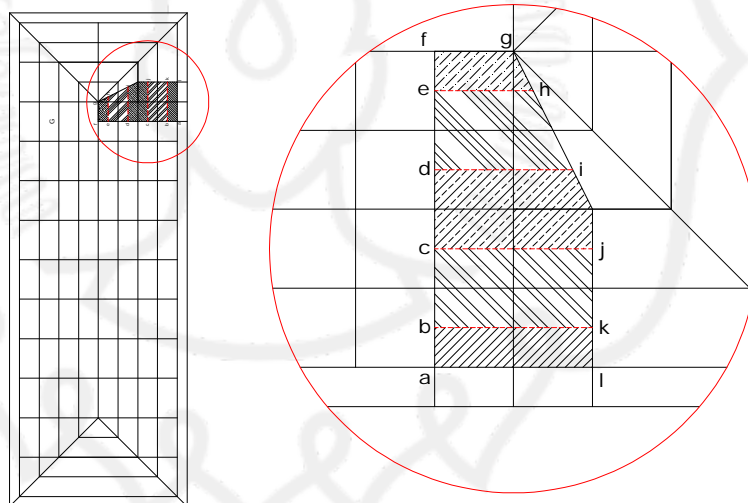
$$= \left(\frac{3,31 + 2,44}{2} \right) \times 2,02$$

$$= 5,8 \text{ m}^2$$

• Luas efgh = $\left(\frac{eh + fg}{2} \right) \times ef$

$$= \left(\frac{2,44 + 2}{2} \right) \times 1,01$$

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



Gambar 3.19. Luasan Plafon Kuda-kuda Utama

Panjang al = Panjang bk = Panjang cj = 3,75 m

Panjang di = 3,31 m

Panjang eh = 2,44 m

Panjang fg = 2 m



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lix

$$\text{Panjang ab} = 0,88 \text{ m}$$

$$\text{Panjang bc} = \text{cd} = \text{de} = 1,75 \text{ m}$$

$$\text{Panjang ef} = 0,88 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas abkl} &= al \times ab \\ &= 3,75 \times 0,88 = 3,3 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas bcjk} &= bk \times bc \\ &= 3,75 \times 1,75 = 6,56 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas cdij} &= (cj \times \frac{1}{2} cd) + \left(\frac{cj + di}{2} \times \frac{1}{2} \cdot cd \right) \\ &= (3,75 \times \frac{1}{2} 1,75) + \left(\frac{3,75 + 3,31}{2} \times \frac{1}{2} \cdot 1,75 \right) \\ &= 6,37 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas dehi} &= \left(\frac{di + eh}{2} \right) \times de \\ &= \left(\frac{3,31 + 2,44}{2} \right) \times 1,75 \\ &= 5,03 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Luas efgh} &= \left(\frac{eh + fg}{2} \right) \times ef \\ &= \left(\frac{2,44 + 2}{2} \right) \times 0,88 \\ &= 1,95 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3.7.3. Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama

Data-data pembebanan :

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

$$\text{Jarak antar kuda-kuda utama} = 4,00 \text{ m}$$

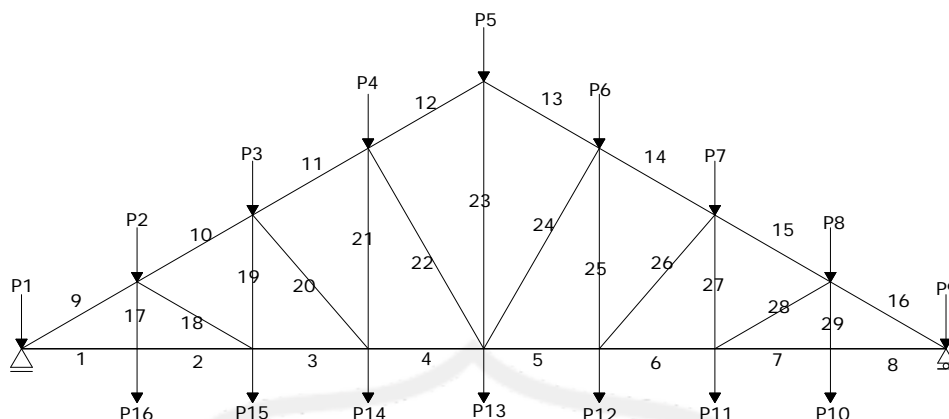
$$\text{Berat penutup atap} = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat profil} = 15 \text{ kg/m}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai 1x



Gambar 3.20. Pembebanan Kuda-kuda Utama akibat Beban Mati

a. Beban Mati

1) Beban P1 = P9

- a) Beban gording = Berat profil gording \times Panjang Gording
 $= 11 \times 4 = 44 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luasan \times Berat atap
 $= 5,96 \times 50 = 298 \text{ kg}$
- c) Beban plafon = Luasan \times berat plafon
 $= 3,3 \times 18 = 59,4 \text{ kg}$
- d) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (1 + 9) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,75 + 2,02) \times 25$
 $= 47,125 \text{ kg}$
- e) Beban plat sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 47,125 = 14,138 \text{ kg}$
- f) Beban bracing = 10 % \times beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 47,125 = 4,713 \text{ kg}$

2) Beban P2 = P8

- a) Beban gording = Berat profil gording \times Panjang Gording
 $= 11 \times 4 = 44 \text{ kg}$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai lxi

- b) Beban atap = Luasan \times Berat atap
 $= 7,58 \times 50 = 379 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (9+17+18+10) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2,02 + 1,01 + 2,02 + 2,02) \times 25$
 $= 88,375 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 88,375 = 26,513 \text{ kg}$
- e) Beban bracing = 10 % \times beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 88,375 = 8,838 \text{ kg}$
- 3) Beban P3 = P7
- a) Beban gording = Berat profil gording \times Panjang Gording
 $= 11 \times 4 = 44 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luasan \times Berat atap
 $= 7,35 \times 50 = 367,5 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (10+19+20+11) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2,02 + 2,02 + 2,67 + 2,02) \times 25$
 $= 109,125 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung = 30 % \times beban kuda-kuda
 $= 30 \% \times 109,125 = 32,738 \text{ kg}$
- e) Beban bracing = 10 % \times beban kuda-kuda
 $= 10 \% \times 109,125 = 10,913 \text{ kg}$
- 4) Beban P4 = P6
- a) Beban gording = Berat profil gording \times Panjang Gording
 $= 11 \times 2,88 = 31,68 \text{ kg}$
- b) Beban atap = Luasan \times Berat atap
 $= 5,8 \times 50 = 290 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda = $\frac{1}{2} \times \text{Btg} (11+21+22+12) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2,02 + 3,03 + 3,5 + 2,02) \times 25$
 $= 132,125 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung = 30 % \times beban kuda-kuda



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxii

- $= 30 \% \times 132,125 = 39,638 \text{ kg}$
- e) Beban bracing $= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 132,125 = 13,313 \text{ kg}$
- 5) Beban P5
- a) Beban gording $= \text{Berat profil gording} \times \text{Panjang Gording}$
 $= 11 \times 2 = 22 \text{ kg}$
- b) Beban atap $= 2 \times \text{Luasan} \times \text{Berat atap}$
 $= 2 \times 2,24 \times 50 = 224 \text{ kg}$
- c) Beban kuda-kuda $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (12 + 23 + 13) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (2,02 + 4,04 + 2,02) \times 25$
 $= 101 \text{ kg}$
- d) Beban plat sambung $= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 101 = 30,3 \text{ kg}$
- e) Beban bracing $= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 101 = 10,1 \text{ kg}$
- f) Beban reaksi $= 2 \times \text{reaksi jurai} + \text{reaksi stengah kuda-kuda}$
 $= 2 \times 342,01 + 220,96 = 904,98 \text{ kg}$
- 6) Beban P10 = P16
- a) Beban plafon $= \text{Luasan} \times \text{berat plafon}$
 $= 6,56 \times 18 = 118,08 \text{ kg}$
- b) Beban kuda-kuda $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (8 + 29 + 7) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,75 + 1,01 + 1,75) \times 25$
 $= 56,375 \text{ kg}$
- c) Beban plat sambung $= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 56,375 = 16,913 \text{ kg}$
- d) Beban bracing $= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 56,375 = 5,638 \text{ kg}$
- 7) Beban P11 = P15
- a) Beban plafon $= \text{Luasan} \times \text{berat plafon}$
 $= 6,37 \times 18 = 144,6 \text{ kg}$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxiii

- b) Beban kuda-kuda $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (7+28+27+6) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,75 + 2,02 + 2,02 + 1,75) \times 25$
 $= 94,25 \text{ kg}$
- c) Beban plat sambung $= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 94,25 = 28,275 \text{ kg}$
- d) Beban bracing $= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 94,25 = 9,425 \text{ kg}$
- 8) Beban P12 = P14
- a) Beban plafon $= \text{Luasan} \times \text{berat plafon}$
 $= 5,03 \times 18 = 90,54 \text{ kg}$
- b) Beban kuda-kuda $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (6+26+25+5) \times \text{berat profil kuda kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,75 + 3,03 + 2,67 + 1,75) \times 25$
 $= 115 \text{ kg}$
- c) Beban plat sambung $= 30\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30\% \times 115 = 34,5 \text{ kg}$
- d) Beban bracing $= 10\% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10\% \times 115 = 11,5 \text{ kg}$
- 9) Beban P13
- a) Beban plafon $= (2 \times \text{Luasan}) \times \text{berat plafon}$
 $= 2 \times 1,95 \times 18 = 70,2 \text{ kg}$
- b) Beban kuda-kuda $= \frac{1}{2} \times \text{Btg} (4+22+23+24+5) \times \text{berat profil kuda-kuda}$
 $= \frac{1}{2} \times (1,75 + 3,5 + 4,04 + 3,5 + 1,75) \times 25$
 $= 181,75 \text{ kg}$
- c) Beban plat sambung $= 30 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 30 \% \times 181,75 = 52,525 \text{ kg}$
- d) Beban bracing $= 10 \% \times \text{beban kuda-kuda}$
 $= 10 \% \times 181,75 = 18,175 \text{ kg}$
- e) Beban reaksi $= (2 \times \text{reaksi jurai}) + \text{reaksi } \frac{1}{2} \text{ kuda-kuda}$
 $= (2 \times 1496,5 \text{ kg}) + 724,36 \text{ kg} = 3717,36 \text{ kg}$

Tabel 3.15. Rekapitulasi Beban Mati Kuda-kuda Utama



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

Ixiv

Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda - kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Beban Reaksi (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP (kg)
P1=P9	298	44	47,125	4,713	14,138	59,4	-	467,376	468
P2=P8	379	44	88,375	8,838	26,513	-	-	546,726	547
P3=P7	367,5	44	109,125	10,913	32,738	-	-	564,276	565
P4=P6	290	31,68	132,125	13,313	39,638	-	-	506,756	507
P5	224	22	101	10,1	30,3	-	904,98	1292,38	1293
P10=P16	-	-	56,375	5,638	16,913	118,08	-	197,006	198
P11=P15	-	-	94,25	9,425	28,275	144,6	-	276,55	277
P12=P14	-	-	115	11,5	34,5	90,54	-	251,54	252
P13	-	-	181,75	18,175	52,525	70,2	3717,36	4040,01	4041

b. Beban Hidup

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

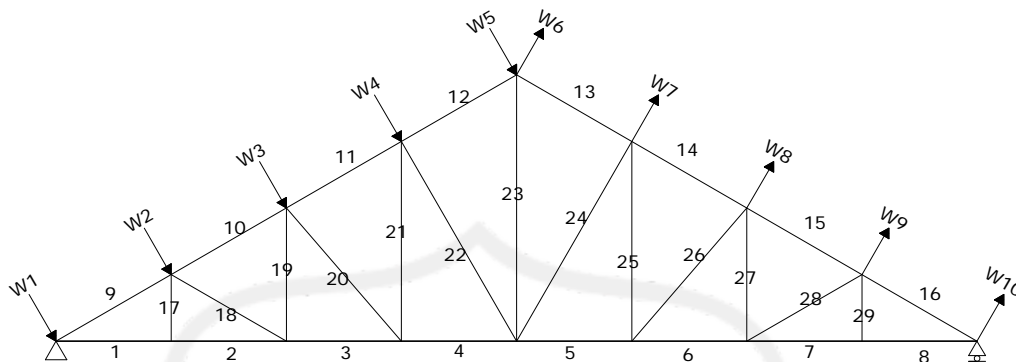


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai lxxv

c. Beban Angin

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.21. Pembebanan Kuda-kuda Utama akibat Beban Angin

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

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

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

- a. W1 = luasan \times koef. angin tekan \times beban angin
 $= 5,772 \times 0,2 \times 25 = 28,86 \text{ kg}$
- b. W2 = luasan \times koef. angin tekan \times beban angin
 $= 7,335 \times 0,2 \times 25 = 36,675 \text{ kg}$
- c. W3 = luasan \times koef. angin tekan \times beban angin
 $= 7,11 \times 0,2 \times 25 = 35,5 \text{ kg}$
- d. W4 = luasan \times koef. angin tekan \times beban angin
 $= 5,555 \times 0,2 \times 25 = 27,775 \text{ kg}$
- e. W5 = luasan \times koef. angin tekan \times beban angin
 $= 2,116 \times 0,2 \times 25 = 10,58 \text{ kg}$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxvi

2) Koefisien angin hisap = - 0,40

- a. $W_7 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 2,116 \times -0,4 \times 25 = -21,16 \text{ kg}$
- b. $W_8 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 5,555 \times -0,4 \times 25 = -55,55 \text{ kg}$
- c. $W_9 = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 7,11 \times -0,4 \times 25 = -71,1 \text{ kg}$
- d. $W_{10} = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 7,333 \times -0,4 \times 25 = -73,33 \text{ kg}$
- e. $W_{11} = \text{luasan} \times \text{koef. angin tekan} \times \text{beban angin}$
 $= 5,772 \times -0,4 \times 25 = -57,72 \text{ kg}$

Tabel 3.16. Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Utama

Beban Angin	Beban (kg)	W_x $W \cdot \cos \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)	W_y $W \cdot \sin \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)
W_1	28,86	24,99	25	14,43	15
W_2	36,675	31,76	32	18,34	19
W_3	35,5	30,74	31	17,75	18
W_4	27,775	24,05	25	13,89	14
W_5	10,58	9,16	10	5,29	6
W_6	-21,16	-18,32	-19	-10,58	-11
W_7	-55,55	-48,11	-49	-27,78	-28
W_8	-71,1	-61,57	-62	-35,55	-36
W_9	-73,33	-63,51	-64	-36,67	-37
W_{10}	-57,72	-49,99	-50	-28,86	-29



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxvii

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

Tabel 3.17. Rekapitulasi Gaya Batang Kuda-kuda Utama

Batang	Kombinasi	
	Tarik (+) kg	Tekan(+) kg
1	10415,01	
2	10773,25	
3	10976,31	
4	10046,04	
5	10046,04	
6	10976,31	
7	10773,25	
8	10415,01	
9		12446,32
10		12663,46
11		11713,72
12		10502,96
13		10502,96
14		11713,72
15		12663,26
16		12246,32
17		563,19
18	302,04	
19	406,14	
20		1193,99
21	1268,43	
22		1083,8
23	7649,68	
24		1083,8
25	1268,43	



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxviii

26		1176,55
27	406,14	
28	302,04	
29		552,65

3.8. Perhitungan profil batang kuda-kuda

3.8.1. Perhitungan profil batang tarik

$$P_{maks.} = 22587,13 \text{ kg}$$

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

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

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{mak}}{F_y} = \frac{22587,13}{2400} = 9,41 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil **┘ 70. 70. 7**

Dari tabel baja didapat data-data =

$$A_g = 9,4 \text{ cm}^2$$

$$\bar{x} = 1,97 \text{ cm}$$

$$A_n = 2A_g - dt$$

$$= 940 - 14 \cdot 7 \cdot 7 = 1674,2 \text{ mm}^2$$

$$L = \text{Lebar profil baja}$$

$$= 50 \text{ mm}$$

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

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

$$= 1 - \frac{21,2}{70} = 0,7$$

$$A_e = U \cdot A_n$$

$$= 0,7 \cdot 1674,2$$

$$= 1171,94 \text{ mm}^2$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxix

Check kekuatan nominal

$$\begin{aligned}\phi P_n &= 0,75 \cdot A_e \cdot F_u \\ &= 0,75 \cdot 1171,94 \cdot 370 \\ &= 325213,35 \text{ N} \\ &= 32521,335 \text{ kg} > 22587,13 \text{ kg} \dots \text{OK}\end{aligned}$$

3.8.2. Perhitungan profil batang tekan

$$P_{\text{maks.}} = 25326,24 \text{ kg}$$

$$l_k = 1,75 \text{ m} = 175 \text{ cm}$$

$$A_g \text{ perlu} = \frac{P_{\text{mak}}}{F_y} = \frac{25326,24}{2400} = 10,55 \text{ cm}^2$$

Dicoba, menggunakan baja profil **┘ 70. 70. 7** ($A_g = 9,4 \text{ cm}^2$)

Periksa kelangsingan penampang :

$$\begin{aligned}\frac{b}{t} &< \frac{200}{\sqrt{F_y}} = \frac{70}{7} < \frac{200}{\sqrt{240}} \\ &= 10 < 12,9\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{K \cdot L}{r} = \frac{1,175}{2,12} \\ &= 82,55\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\lambda_c &= \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}} \\ &= \frac{82,55}{3,14} \sqrt{\frac{240}{200000}} \\ &= 0,91 \dots \dots \lambda_c < 1,2 \quad \longrightarrow \quad \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c}\end{aligned}$$

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c} = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \cdot 0,91} = 1,44$$

$$\begin{aligned}P_n &= 2 A_g \cdot F_{cr} \\ &= 2,9,4 \cdot \frac{2400}{1,44} \\ &= 31333,33 \text{ kg}\end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai lxx

$$\frac{P}{\phi P_n} = \frac{25326,24}{0,85 \cdot 31333,33}$$

$$= 0,95 < 1 \dots \dots \dots \text{OK}$$

3.8.3. Perhitungan Alat Sambung

a. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

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

Diameter lubang = 14,7 mm.

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

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

Menggunakan tebal plat 8 mm

d. Tahanan geser baut

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

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

e. Tahanan tarik penyambung

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

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

f. Tahanan Tumpu baut :

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

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

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

P yang menentukan adalah $P_{\text{geser}} = 8356,43 \text{ kg}$.

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{\text{maks.}}}{P_{\text{geser}}} = \frac{22587,13}{8356,43} = 2,7 \sim 4 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 4 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

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



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxxi

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

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

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

b. Batang tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

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

Diameter lubang = 13,7 mm.

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

Menggunakan tebal plat 8 mm

g. Tahanan geser baut

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

h. Tahanan tarik penyambung

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

i. Tahanan Tumpu baut :

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

P yang menentukan adalah $P_{geser} = 8356,43 \text{ kg}$.

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{25326,24}{8356,43} = 3,03 \sim 4 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 4 buah baut



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxxii

Perhitungan jarak antar baut :

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

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

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

$$= 40 \text{ mm}$$

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

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

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

$$= 20 \text{ mm}$$

Tabel 3.18. Rekapitulasi perencanaan profil kuda-kuda

Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
Tarik	$\perp 70 \cdot 70 \cdot 7$	4 \varnothing 12,7
Tekan	$\perp 70 \cdot 70 \cdot 7$	4 \varnothing 12,7



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai]

BAB 4

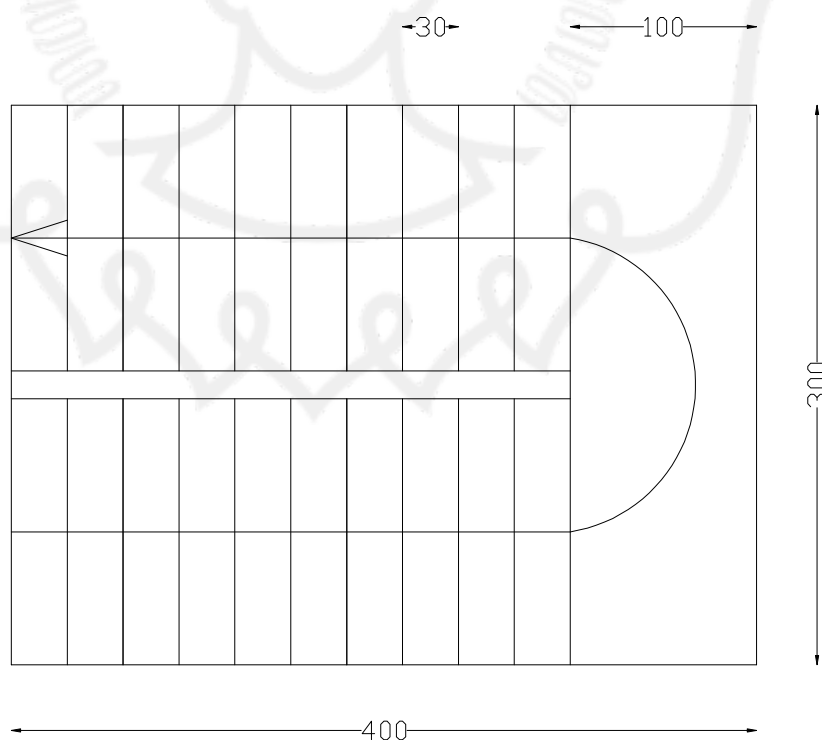
PERENCANAAN TANGGA

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

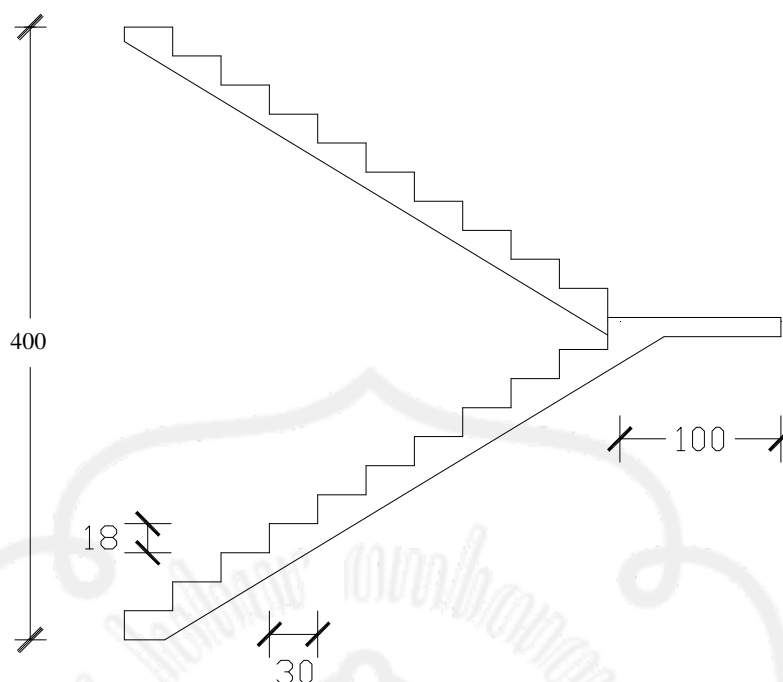




Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxxiv



Gambar 4.1. Detail tangga

Data – data tangga :

Tinggi tangga = 400 cm

Lebar tangga = 140 cm

Lebar datar = 400 cm

Tebal plat tangga = 12 cm

Tebal plat bordes tangga = 12 cm

Dimensi bordes = 100 x 300 cm

lebar antrade = 30 cm

Tinggi oprade = 18 cm

Jumlah antrede = 300 / 30

= 10 buah

Jumlah oprade = 10 + 1

= 11 buah

$\alpha = \text{Arc.tg} (200/300) = 34,5^{\circ}$

= $34^{\circ} < 35^{\circ} \dots\dots(\text{Ok})$

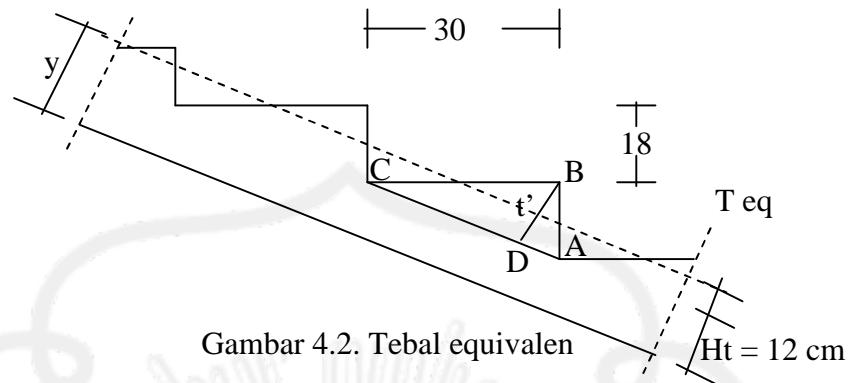


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai lxxv

4.3. Perhitungan Tebal Plat Equivalen dan Pembebanan

4.3.1. Perhitungan Tebal Plat 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)



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxxvi

1. Akibat beban mati (qD)

$$\text{Berat tegel keramik (1 cm)} = 1,4 \times 0,015 = 0,021 \text{ ton/m}$$

$$\text{Berat spesi (2 cm)} = 0,02 \times 1,4 \times 2,1 = 0,0588 \text{ ton/m}$$

$$\text{Berat plat tangga} = 0,2229 \times 1,4 \times 2,4 = 0,749 \text{ ton/m}$$

$$qD = 0,8288 \text{ ton/m} +$$

2. Akibat beban hidup (qL)

$$qL = 1,4 \times 0,3 \text{ ton/m}$$

$$= 0,42 \text{ ton/m}$$

3. Beban ultimate (qU)

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

$$= 1,2 \cdot 0,8288 + 1,6 \cdot 0,42$$

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

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

1. Akibat beban mati (qD)

$$\text{Berat tegel keramik} = 0,015 \times 3 = 0,045 \text{ ton/m}$$

$$\text{Berat spesi (2 cm)} = 0,02 \times 3 \times 2,1 = 0,126 \text{ ton/m}$$

$$\text{Berat plat bordes} = 0,12 \times 3 \times 2,4 = 0,864 \text{ ton/m}$$

$$qD = 1,035 \text{ ton/m} +$$

2. Akibat beban hidup (qL)

$$qL = 3 \times 0,300 \text{ ton/m}$$

$$= 0,9 \text{ ton/m}$$

3. Beban ultimate (qU)

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

$$= 1,2 \cdot 1,035 + 1,6 \cdot 0,9$$

$$= 2,682 \text{ ton/m}$$

4.4. Perhitungan Tulangan Tangga dan Bordes

4.4.1. Perhitungan Tulangan Tumpuan



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxxvii

Dicoba menggunakan tulangan \varnothing 12 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**:

$$M_u = 1974,28 \text{ kgm} = 1,97428 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1,97428 \cdot 10^7}{0,8} = 2,4678 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

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

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,0537 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,0403 \end{aligned}$$

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

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,4678 \cdot 10^7}{1400 \cdot 4^2} = 1,99 \text{ N/mm}$$

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



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxxviii

$$= \frac{1}{11,29} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 1,99}{240}} \right)$$

$$= 0,00872$$

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

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

di pakai $\rho_{\text{ada}} = 0,00872$

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

$$= 0,00872 \times 1400 \times 94$$

$$= 1147,68 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan } \varnothing 10 \text{ mm} = \frac{1}{4} \cdot \pi \times 10^2$$

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

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1147,68}{113,04} = 10,15 \approx 11 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1400}{11} = 127,2 \approx 120 \text{ mm}$$

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

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

Dipakai tulangan $\varnothing 12 \text{ mm} - 120 \text{ mm}$

4.4.2. Perhitungan Tulangan Lapangan

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

$$M_u = 931,35 \text{ kgm} = 9,3135 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{0,93135 \cdot 10^7}{0,8} = 1,164 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

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

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

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



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxxix

$$= 0,0537$$

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

$$= 0,0403$$

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

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1,164 \cdot 10^7}{1400 \cdot (94)^2} = 0,94 \text{ N/mm}^2$$

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

$$= \frac{1}{11,29} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 0,94}{240}} \right)$$

$$= 0,00401$$

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

$$> \rho_{\min}$$

di pakai $\rho_{\text{ada}} = 0,00401$

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

$$= 0,00401 \times 1400 \times 94$$

$$= 527,716 \text{ mm}^2$$

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

$$\text{Jumlah tulangan dalam 1 m} = \frac{527,716}{113,04} = 4,66 \approx 5 \text{ tulangan}$$

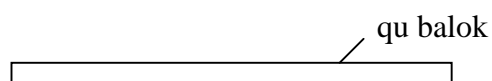
$$\text{Jarak tulangan 1 m} = \frac{1400}{5} = 280 \text{ mm}$$

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

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

Dipakai tulangan $\varnothing 12 \text{ mm} - 240 \text{ mm}$

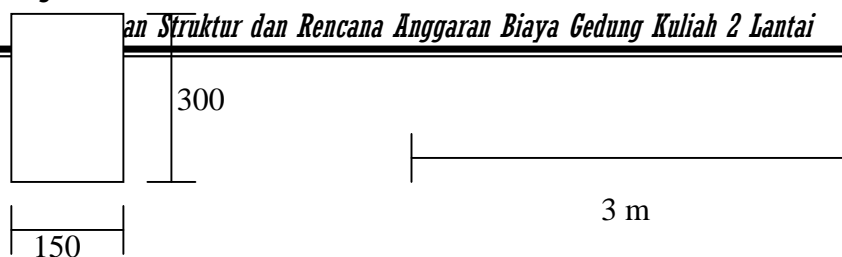
4.5 Perencanaan Balok Bordes





Tugas Akhir

an Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai lxxx



Data – data perencanaan balok bordes:

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

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

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

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

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

$$= 40 + 8 + 6$$

$$= 54 \text{ mm}$$

$$d = h - d'$$

$$= 300 - 54$$

$$= 246 \text{ mm}$$

4.5.1. Pembebanan Balok Bordes

1. Beban mati (qD)

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

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

$$\text{Berat plat bordes} = 0,12 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}$$

$$\underline{qD = 906 \text{ kg/m}}$$

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

3. Beban ultimate (qU)

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

$$= 1,2 \cdot 906 + 1,6 \cdot 300$$

$$= 1567,2 \text{ Kg/m}$$

4.5.2. Perhitungan tulangan lentur

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

$$M_u = 1763,1 \text{ kgm} = 1,7631 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxxxi

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1,763110^7}{0,8} = 2,2 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{320}{0,85 \cdot 25} = 15,1$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{320} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + 320} \right) \\ &= 0,037 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,028 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = 0,0044$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,2 \cdot 10^7}{150 \cdot (246)^2} = 2,4 \text{ N/mm}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,1} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,1 \cdot 2,4}{320}} \right) \\ &= 0,0079 \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{ada}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0079 \times 150 \times 246 \\ &= 291,51 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (12)^2 \\ &= 113,097 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxxxii

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{291,51}{113,097} = 2,5 \approx 4 \text{ buah}$$

Dipakai tulangan $4\emptyset 12 \text{ mm}$

4.5.3. Perhitungan Tulangan Geser

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

$$V_u = 3292,2 \text{ kg} = 32922 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot b \cdot d \cdot \sqrt{f_c} \\ &= 1/6 \cdot 150 \cdot 246 \cdot \sqrt{25} \\ &= 30750 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset V_c &= 0,6 \cdot V_c \\ &= 0,6 \cdot 30750 \text{ N} \\ &= 18450 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3\emptyset V_c &= 3 \cdot \emptyset V_c \\ &= 55350 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat tulangan geser : } \emptyset V_c &< V_u < 3 \emptyset V_c \\ &: 18450 \text{ N} < 32922 \text{ N} < 55350 \text{ N} \end{aligned}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\begin{aligned} \emptyset V_s &= V_u - \emptyset V_c \\ &= 32922 - 18450 \\ &= 14472 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{14472}{0,6}$$

$$= 24120 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 \\ &= 100,531 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_{s \text{ perlu}}} = \frac{100,531 \cdot 240 \cdot 194}{24120} = 194,1 \text{ mm}$$



Tugas Akhir

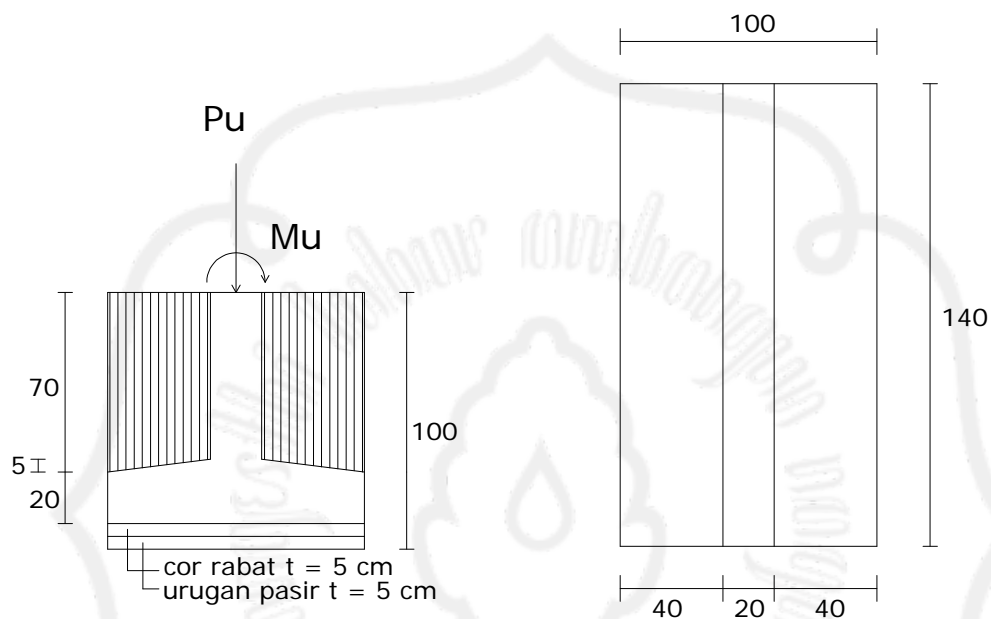
Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai lxxxiii

$$S_{\max} = d/2 = 246/2$$

$$= 123 \text{ mm} \approx 120 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\text{Ø } 8 - 120 \text{ mm}$

4.5. Perhitungan Pondasi Tangga



Gambar 4.3. Pondasi Tangga

Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 1 m dan dimensi 1,0 x 1,4 m

Tebal footplate = 250 mm

Ukuran alas = 1000 x 1400 mm

γ tanah = $1,5 \text{ t/m}^3 = 1500 \text{ kg/m}^3$

σ tanah = $25 \text{ kg/cm}^2 = 25000 \text{ kg/m}^2$

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh gaya geser terbesar pada batang nomor **1**:

$P_u = 3572,09 \text{ kg}$

$M_u = 1974 \text{ kg.m}$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxxxiv

$$\begin{aligned}
 d &= h - d' \\
 &= 250 - (70 + 6) \\
 &= 174 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

4.5.1. Perencanaan kapasitas dukung pondasi

a. Perhitungan kapasitas dukung pondasi

Pembebanan pondasi

Berat telapak pondasi	= 1,0 x 1,4 x 0,25 x 2400	= 840	kg
Berat tanah	= 2 (0,4 x 0,75 x 1,4 x 1700	= 1428	kg
Berat kolom	= 0,2 x 1,4 x 0,75 x 2400	= 504	kg
Pu	=	3572,09	kg ₊
ΣP	=	6344,09	kg

$$\begin{aligned}
 e &= \frac{\sum M}{\sum P} = \frac{1974,28}{6344,09} \\
 &= 0,3112 \text{ kg} < 1/6.B \\
 &= 0,3112 \text{ kg} < 1/6.1,4 \\
 &= 0,3112 < 0,233 \dots\dots\dots \text{ok}
 \end{aligned}$$

$$\sigma_{\text{yang terjadi}} = \frac{\sum P}{A} + \frac{Mu}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\text{tanah}} &= \frac{6344,09}{1,0 \cdot 1,4} + \frac{1974,28}{1/6 \cdot 1,0 \cdot (1,4)^2} = 10575,21 \text{ kg/m}^2 \\
 &= 10575,21 \text{ kg/m}^2 < 25000 \text{ kg/m}^2 \\
 &= \sigma_{\text{yang terjadi}} < \sigma_{\text{ijin tanah}} \dots\dots\dots \text{Ok!}
 \end{aligned}$$

4.5.2. Perhitungan Tulangan Lentur

$$\begin{aligned}
 Mn &= \frac{1}{2} \cdot \sigma \cdot t^2 \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 10575,21 \cdot (0,25)^2 = 330,475 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxxxv

$$M_n = 0,330475 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{320}{0,85 \cdot 25} = 15,06$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{320} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 320} \right) \\ &= 0,0368 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{0,330475 \cdot 10^7}{1000 \cdot (174)^2} \\ &= 0,109 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0368 \\ &= 0,0276 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{320} = 0,0044$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,06} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,06 \cdot 0,109}{320}} \right) \\ &= 0,00034 \end{aligned}$$

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

dipakai $\rho_{\min} = 0,004$

$$\begin{aligned} A_s_{\text{perlu}} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0044 \cdot 1000 \cdot 174 \\ &= 765,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

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



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxxxvi

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{765,6}{113,04} = 6,7 \sim 7 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1000}{7} = 142,8 \sim 140 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{As yang timbul} &= 7 \times 113,04 \\ &= 791,28 > \text{As} \dots \dots \dots \text{Ok!} \end{aligned}$$

Sehingga dipakai tulangan $\varnothing 12 - 140 \text{ mm}$

4.5.3 Perhitungan Tulangan Geser

$$\begin{aligned} V_u &= \sigma \times A_{\text{efektif}} \\ &= 10575,21 \times (0,25 \times 1,0) \\ &= 2643,8 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 1000 \cdot 174 \\ &= 145000 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varnothing V_c &= 0,6 \cdot V_c \\ &= 0,6 \cdot 145000 \\ &= 87000 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3\varnothing V_c &= 3 \cdot \varnothing V_c \\ &= 3 \cdot 87000 \\ &= 261000 \text{ N} \end{aligned}$$

$V_u < \varnothing V_c < 3\varnothing V_c$ tidak perlu tulangan geser

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



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxxxvii

BAB 5 PLAT LANTAI

5.1. Perencanaan Plat Lantai

A2	B1	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B2	B1	A2
C1	D1	D2	D2	D2	D2	D2	D2	D2	D1	C1
C2	D3	D4	D4	D4	D4	D4	D4	D4	D3	C2
C1	D1	D2	D2	D2	D2	D2	B2	D2	D1	C1
A2	B1	B2	B2	B2	B2	A1	X	A1	B1	A2

Gambar 5.1 Denah Plat lantai

5.2. Perhitungan Pembebanan Plat Lantai

a. Beban Hidup (q_L)

Berdasarkan PPIUG 1989 yaitu :

$$\text{Beban hidup fungsi gedung sekolah} = 250 \text{ kg/m}^2$$

b. Beban Mati (q_D)

$$\text{Berat keramik (1 cm)} = 0,01 \times 2400 \times 1 = 24 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat Spesi (2 cm)} = 0,02 \times 2100 \times 1 = 42 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat Pasir (2 cm)} = 0,02 \times 1600 \times 1 = 32 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat plat sendiri} = 0,12 \times 2400 \times 1 = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat plafond + instalasi listrik} = 25 \text{ kg/m}^2 +$$

$$q_D = 411 \text{ kg/m}^2$$

c. Beban Ultimate (q_U)



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

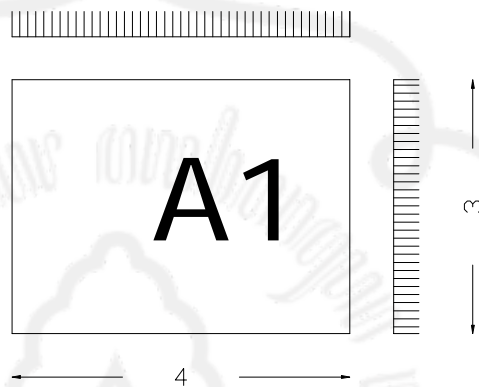
lxxxviii

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 A1



Gambar 5.2 Plat tipe A1

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

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 0,42 = 367,87 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 0,27 = 236,49 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 0,92 = -808,31 \text{ kg m}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 0,76 = -665,67 \text{ kg m}$$

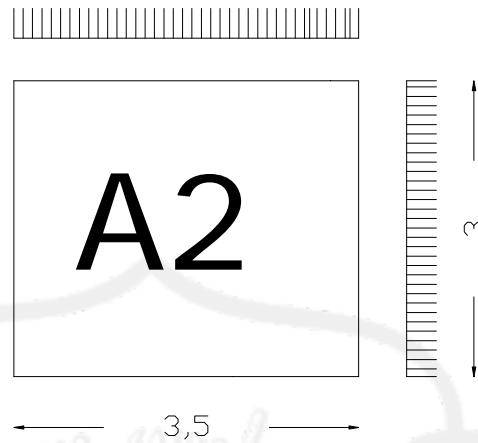


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

lxxxix

b. Tipe plat A2



Gambar 5.3 Plat tipe A2

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

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 38 = 332,84 \text{ kg m}$$

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

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

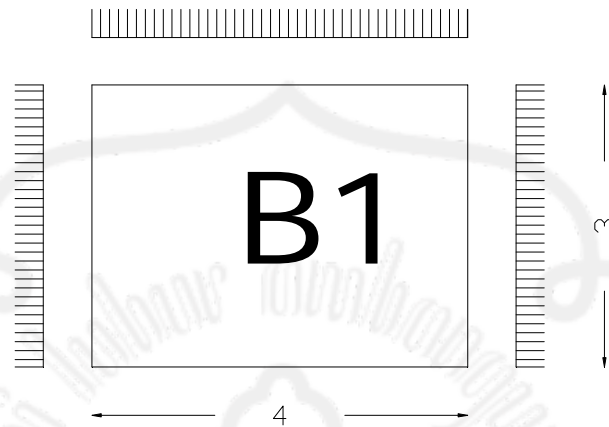
$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 74 = -648,15 \text{ kgm}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai XC

c. Tipe pelat B1



Gambar 5.4 Plat tipe B1

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

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 36 = 315,32 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 20 = 175,18 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 82 = -718,22 \text{ kg m}$$

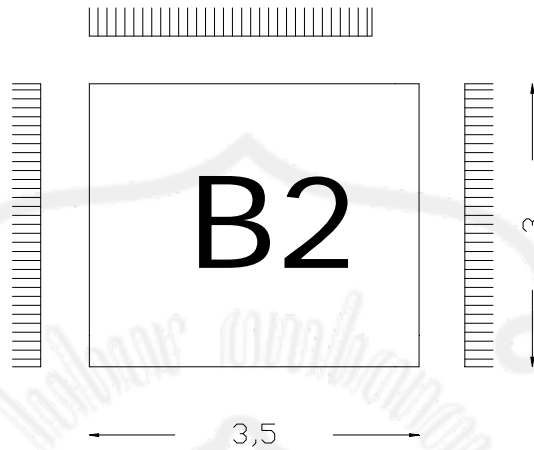
$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 72 = -630,63 \text{ kgm}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xci

d. Tipe Plat B2



Gambar 5.5 Plat tipe B2

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3.5}{3} = 1,2$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0.001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 31 = 271,52 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0.001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 28 = 245,24 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0.001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 74 = -648,15 \text{ kg m}$$

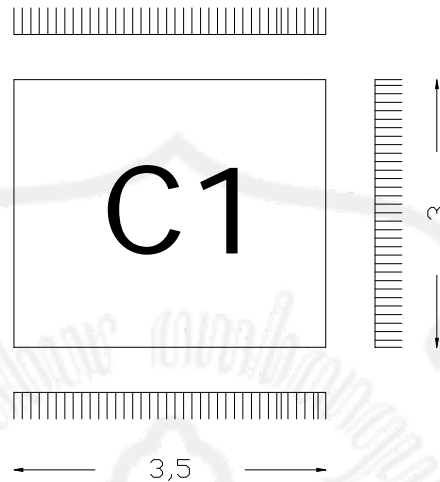
$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0.001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 69 = -604,36 \text{ kgm}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xcii

e. Tipe Plat C1



Gambar 5.6 Plat tipe C1

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

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

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

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

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

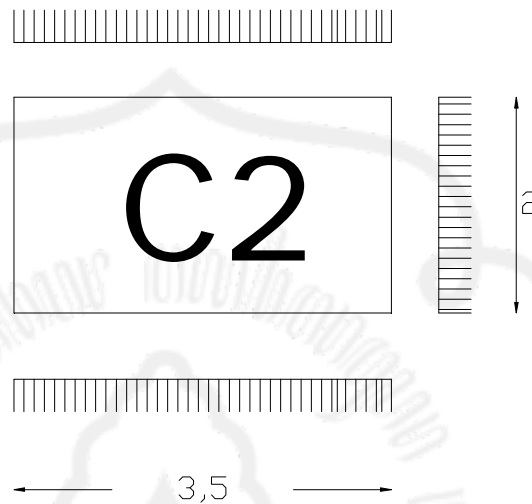


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

xciii

f. Tipe Plat C2



Gambar 5.5 Plat tipe C2

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,5}{2} = 1,8$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 40 = 155,71 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 12 = 46,71 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (2,0)^2 \cdot 83 = -323,1 \text{ kg m}$$

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

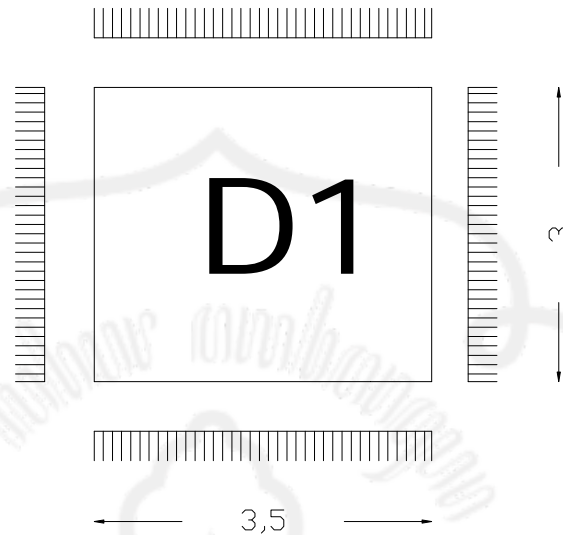


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

xciv

g. Plat Tipe D1



Gambar 5.7 Plat tipe C2

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

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

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 20 = 175,18 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 64 = -560,56 \text{ kg m}$$

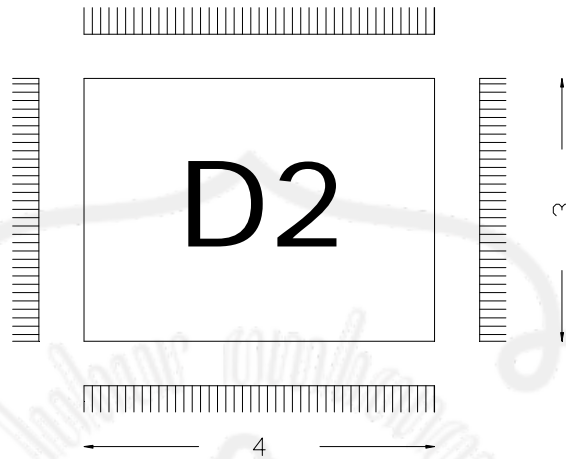
$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 56 = -490,49 \text{ kg m}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xcv

h. Tipe pelat D2



Gambar 5.6 Plat tipe D1

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

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

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 19 = 116,42 \text{ kg m}$$

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

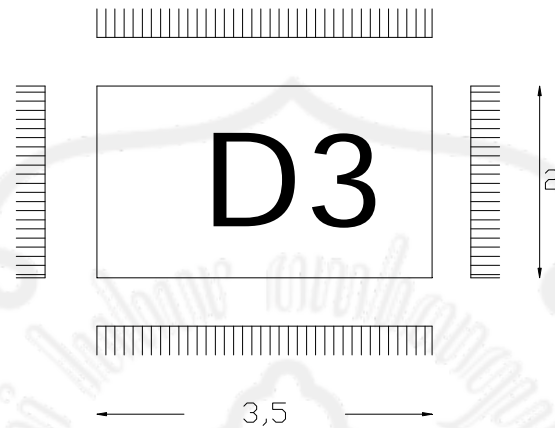
$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (3)^2 \cdot 57 = -449,25 \text{ kgm}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xcvi

i. Tipe Plat D3



Gambar 5.7 Plat tipe D2

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,5}{2} = 1,8$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2)^2 \cdot 40 = 155,71 \text{ kg m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 973,2 \cdot (2)^2 \cdot 13 = 50,61 \text{ kg m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot L_x^2 \cdot x = -0,001 \cdot 973,2 \cdot (2)^2 \cdot 82 = -319,21 \text{ kg m}$$

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



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

xcvii

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)
A1	$4/3 = 1,3$	367,87	236,49	-808,31	-665,67
A2	$3,5/3 = 1,2$	332,84	245,24	-744,49	-648,15
B1	$4/3 = 1,3$	315,52	175,18	-718,22	630,63
B2	$3,5/3=1,2$	271,52	245,24	-648,15	-604,36
C1	$3,5/3 = 1,2$	280,28	166,42	-621,87	-499,25
C2	$3,5/2 = 1,8$	155,71	46,71	-323,1	-221,89
D1	$3,5/3=1,2$	245,25	175,18	-560,56	-490,49
D2	$4/3 = 1,3$	271,52	116,42	-604,36	-449,25
D3	$3,5/2 = 1,8$	155,71	50,61	-319,21	-221,89

Dari perhitungan momen diambil momen terbesar yaitu:

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

$$M_{ly} = 245,24 \text{ kgm}$$

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

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

Data – data plat :

$$\text{Tebal plat (h)} = 12 \text{ cm}$$

$$= 120 \text{ mm}$$

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

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

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

$$b = 1000 \text{ mm}$$

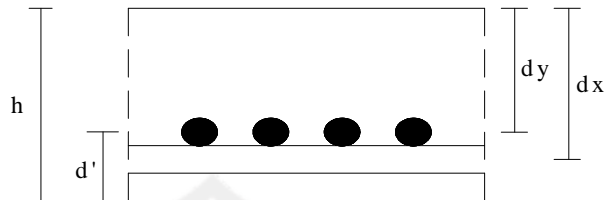
$$p = 20 \text{ mm}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai xcviii

Tinggi efektif



Gambar 5.10 Perencanaan Tinggi Efektif

$$\begin{aligned} dx &= h - p - \frac{1}{2}\phi \\ &= 120 - 20 - 5 = 95 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{240} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,0538 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0538 \\ &= 0,0403 \end{aligned}$$

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

5.5. Penulangan tumpuan arah x

$$M_u = 808,31 \text{ kgm} = 8,0831 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{8,0831 \cdot 10^6}{0,8} = 10,1 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

xcix

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d \cdot x^2} = \frac{10,1 \cdot 10^6}{1000 \cdot (95)^2} = 1,12 \text{ N/mm}^2$$

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

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,29} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 1,12}{240}} \right) \\ &= 0,0048 \end{aligned}$$

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

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,0048$$

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{perlu}}} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0048 \cdot 1000 \cdot 95 \\ &= 456 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan $\varnothing 10$

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

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_{S_{\text{perlu}}}}{A_s \cdot b} = \frac{456}{78,5} \\ &= 5,8 \sim 6 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{b}{n} \\ &= \frac{1000}{6} \end{aligned}$$

$$= 166,6 \sim 150 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 10 - 150 \text{ mm}$

5.6. Penulangan tumpuan arah y

$$M_u = 665,67 \text{ kgm} = 6,6567 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai c

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{6,6567 \cdot 10^6}{0,8} = 8,32 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{8,32 \cdot 10^6}{1000 \cdot (85)^2} = 1,152 \text{ N/mm}^2$$

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

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,29} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 1,152}{240}} \right) \\ &= 0,00494 \end{aligned}$$

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

$$\rho > \rho_{\text{min}}, \text{ di pakai } \rho_{\text{perlu}} = 0,00494$$

$$\begin{aligned} A_{s_{\text{perlu}}} &= \rho_{\text{perlu}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,00494 \cdot 1000 \cdot 85 \\ &= 419,9 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan $\varnothing 10$

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

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_{s_{\text{perlu}}}}{A_s \cdot b} = \frac{419,9}{78,5} \\ &= 5,349 \sim 6 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

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

$$= \frac{1000}{6}$$

$$= 166,6 \sim 150 \text{ mm}$$

Dipakai tulangan $\varnothing 10 - 150 \text{ mm}$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

ci

5.7. Penulangan lapangan arah x

$$M_u = 367,87 \text{ kgm} = 3,6787 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,6787 \cdot 10^6}{0,8} = 4,598 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d x^2} = \frac{4,598 \cdot 10^6}{1000 \cdot (95)^2} = 0,51 \text{ N/mm}^2$$

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

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,29} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 0,51}{240}} \right) \\ &= 0,0019 \end{aligned}$$

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

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

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

Digunakan tulangan $\varnothing 10$

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

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_{s \text{ perlu}}}{A_{s \cdot b}} = \frac{237,5}{78,5} \\ &= 3,025 \sim 4 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{b}{n} \\ &= \frac{1000}{4} \\ &= 250 \text{ mm} \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cii

$$S_{\max} = 2 \times h$$

$$= 2 \times 120 = 240$$

Karena $S > S_{\max}$ maka dipakai S_{\max}

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

5.8. Penulangan lapangan arah y

$$M_u = 245,24 \text{ kgm} = 2,4524 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,4526 \cdot 10^6}{0,8} = 3,066 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d \cdot y^2} = \frac{3,066 \cdot 10^6}{1000 \cdot (85)^2} = 0,424 \text{ N/mm}^2$$

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

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

$$= \frac{1}{11,29} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,29 \cdot 0,424}{240}} \right)$$

$$= 0,00178$$

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

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

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

$$= 0,0025 \cdot 1000 \cdot 85$$

$$= 212,5 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan $\varnothing 10$

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

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

$$n = \frac{A_{s_{\text{perlu}}}}{A_{s \cdot b}} = \frac{237,5}{78,5}$$

$$= 3,025 \sim 4 \text{ tulangan}$$

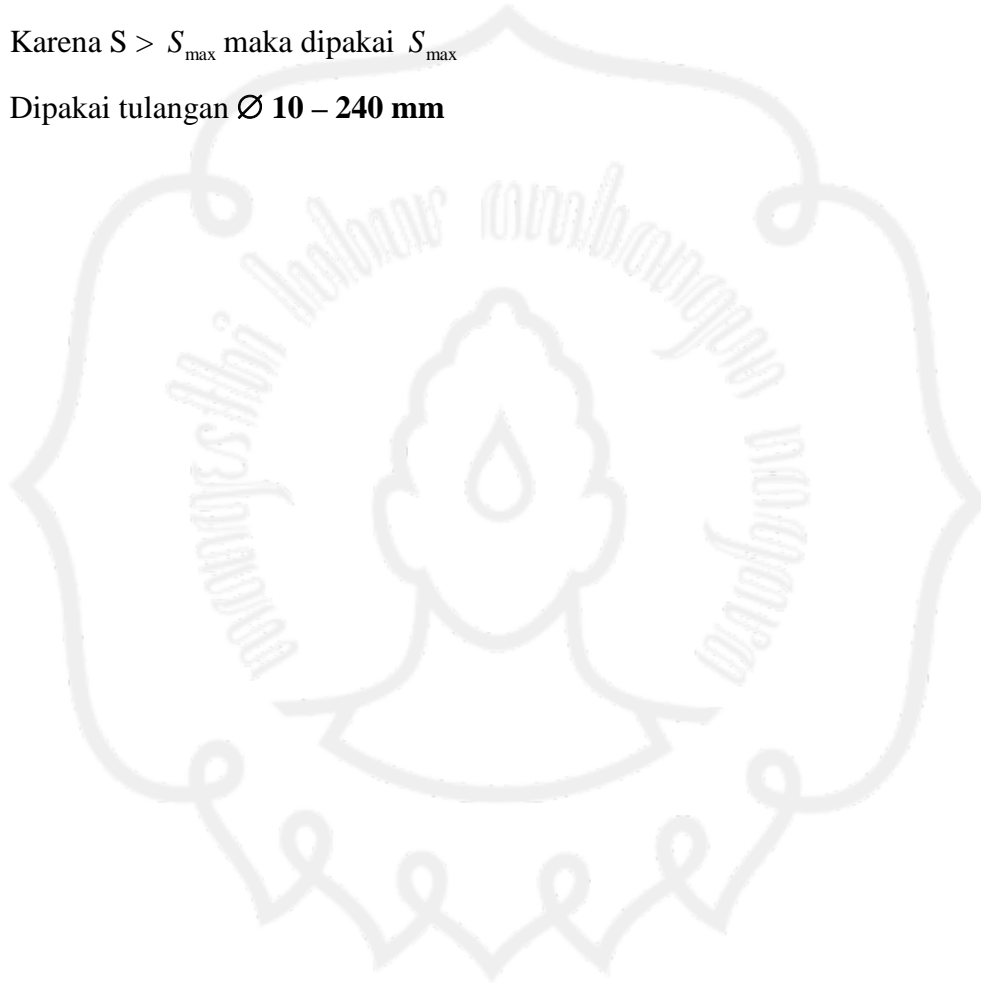
**Tugas Akhir*****Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai*** ciii

$$\begin{aligned} S &= \frac{b}{n} \\ &= \frac{1000}{4} \\ &= 250 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{\max} &= 2 \times h \\ &= 2 \times 120 = 240 \end{aligned}$$

Karena $S > S_{\max}$ maka dipakai S_{\max}

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





Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

civ

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 $\varnothing 10 - 150 \text{ mm}$

Tulangan tumpuan arah y $\varnothing 10 - 150 \text{ mm}$

Tabel 5.2. Penulangan Plat Lantai

Tipe Plat	Momen				Tulangan Lapangan		Tulangan Tumpuan	
	Mlx (kgm)	Mly (kgm)	Mtx (kgm)	Mty (kgm)	Arah x (mm)	Arah y (mm)	Arah x (mm)	Arah y (mm)
A1	367,87	236,49	-808,31	-665,67	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-150$	$\varnothing 10-150$
A2	332,84	245,24	-744,49	-648,15	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-150$	$\varnothing 10-150$
B1	315,52	175,18	-718,22	630,63	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-150$	$\varnothing 10-150$
B2	271,52	245,24	-648,15	-604,36	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-150$	$\varnothing 10-150$
C1	280,28	166,42	-621,87	-499,25	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-150$	$\varnothing 10-150$
C2	155,71	46,71	-323,1	-221,89	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-150$	$\varnothing 10-150$
D1	245,25	175,18	-560,56	-490,49	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-150$	$\varnothing 10-150$
D2	271,52	116,42	-604,36	-449,25	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-150$	$\varnothing 10-150$
D3	155,71	50,61	-319,21	-221,89	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-240$	$\varnothing 10-150$	$\varnothing 10-150$



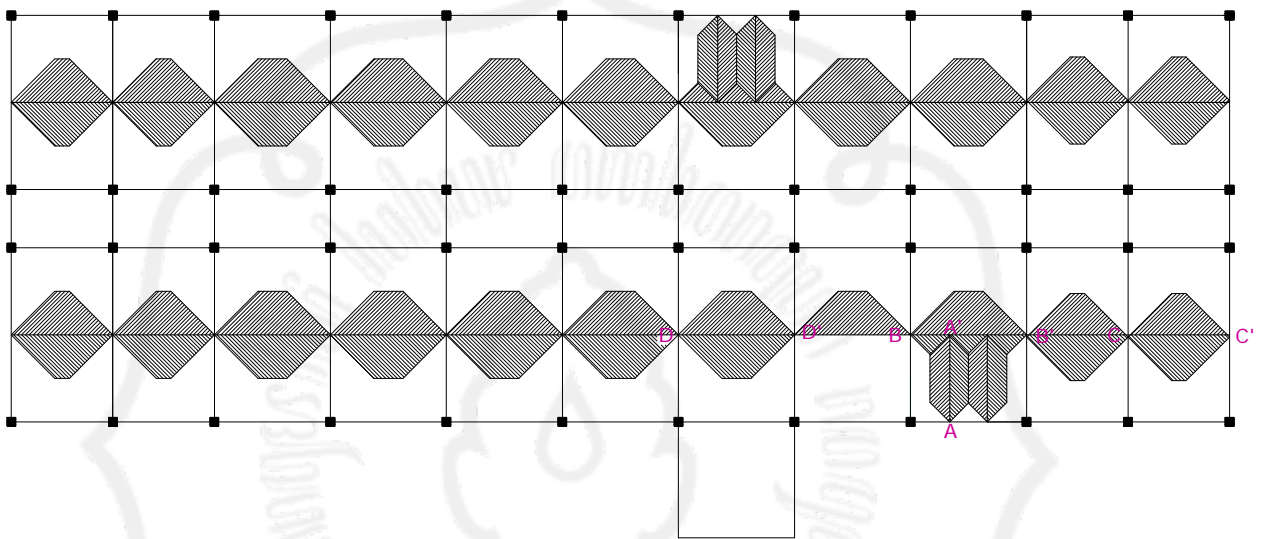
Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai CV

BAB 6

BALOK ANAK

6.1. Perencanaan Balok Anak

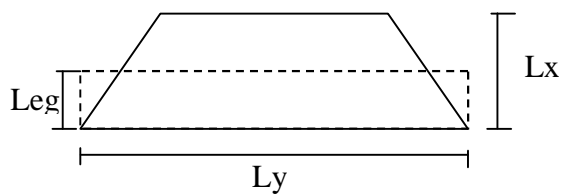


Gambar 6.1 Denah Pembebanan Balok Anak

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 Trapesium





Tugas Akhir

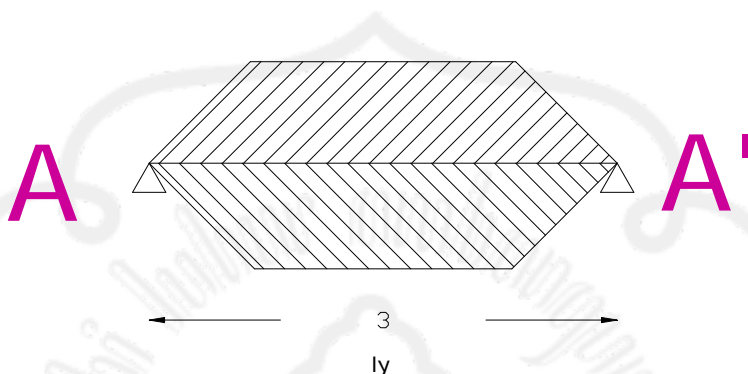
Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai cvi

$$Leq = 1/6 Lx \left\{ 3 - 4 \left(\frac{Lx}{2.Ly} \right)^2 \right\}$$

6.1.2 Lebar Equivalent dan Pembebanan Balok Anak

Pembebanan menggunakan **PPIUG 1989**.

a. Balok anak (A-A')



Gambar 6.2 Balok anak A-A'

Lebar Equivalent Trapesium

Dimana $Lx = 1,3 \text{ m}$, $Ly = 3 \text{ m}$

$$Leq = 1/6 Lx \left\{ 3 - 4 \left(\frac{Lx}{2.Ly} \right)^2 \right\}$$

$$\begin{aligned} Leq &= \frac{1}{6} \cdot 1,3 \cdot \left[3 - 4 \left(\frac{1,3}{2 \cdot 3} \right)^2 \right] \\ &= 0,6 \text{ m} \end{aligned}$$

Data : Pembebanan Balok Anak

$$\begin{aligned} h &= 1/12 \cdot Ly \\ &= 1/12 \cdot 3000 \\ &= 250 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= 2/3 \cdot h \\ &= 2/3 \cdot 250 \\ &= 166 \sim 200 \text{ (h dipakai = 250 mm, b = 200 mm)}. \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cvii

1. Beban Mati (qD)

Pembebanan balok elemen A-A'

$$\text{Berat sendiri} = 0,20 \times (0,25 - 0,12) \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 62,4 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban Plat} = (0,6 \times 2) \times 411 \text{ kg/m}^2 = 493,2 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban dinding} &= 0,15 \times 3 \times 1700 \\ &= 765 \text{ kg/m} + \\ &= 1320,6 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

2. Beban hidup (qL)

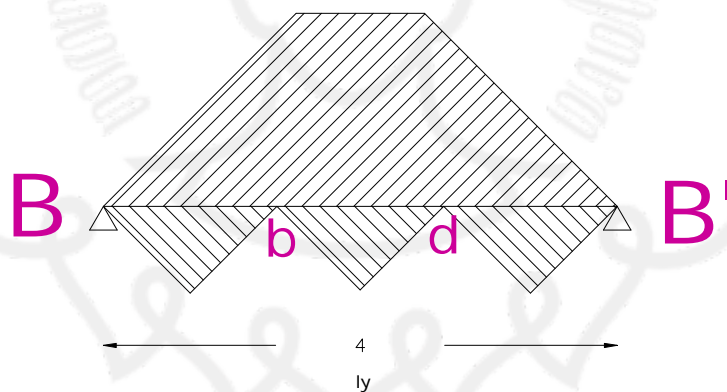
Beban hidup lantai untuk gedung sekolah digunakan 250 kg/m²

$$qL = (0,6 \times 2) \times 250 \text{ kg/m}^2 = 300 \text{ kg/m}$$

3. Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= 1,2 \times 1205,52 + 1,6 \times 300 \\ &= 2064,72 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

b. Balok anak (B-B')



Gambar 6.3 Balok anak B-B'

Lebar Equivalent Trapesium

Dimana $Lx = 3 \text{ m}$, $Ly = 4 \text{ m}$

$$Leq = 1/6 Lx \left\{ 3 - 4 \cdot \left(\frac{Lx}{2 \cdot Ly} \right)^2 \right\}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cviii

$$\begin{aligned} \text{Leq} &= \frac{1}{6} \cdot 3 \cdot \left[3 - 4 \left(\frac{3}{2.4} \right)^2 \right] \\ &= 1,2 \text{ m} \end{aligned}$$

Data : Pembebanan Balok Anak

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

$$= 1/12 \cdot 4000$$

$$= 333,33 \sim 350 \text{ mm}$$

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

$$= 2/3 \cdot 350$$

$$= 233,33 \sim 250 \text{ mm (h dipakai = 350 mm, b = 250 mm)}$$

1. Beban Mati (qD)

Pembebanan balok elemen A-A'

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

$$\text{Beban Plat} = (1,2 + 0,4) \times 411 \text{ kg/m}^2 = \underline{657,6 \text{ kg/m}}$$

$$qD = 795,6 \text{ kg/m}$$

2. Beban hidup (qL)

Beban hidup lantai untuk gedung sekolah digunakan 250 kg/m²

$$qL = (1,2 + 0,4) \times 250 \text{ kg/m}^2 = 400 \text{ kg/m}$$

3. Beban reaksi

$$\text{Beban reaksi a} = b = 3097,8 \text{ kg}$$

4. Beban berfaktor (qU)

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

$$= 1,2 \times 795,6 + 1,6 \times 400$$

$$= 1594,72 \text{ kg/m}$$

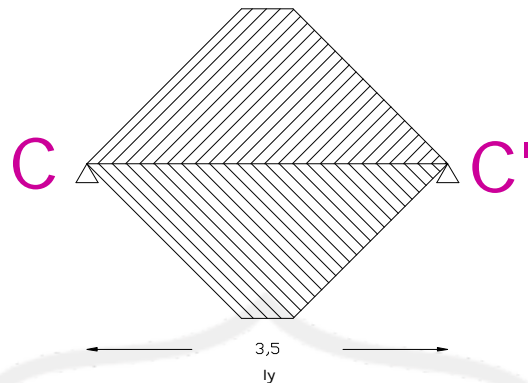


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cix

c. Balok Anak C-C'



Gambar 6.4 Balok anak C-C'

Lebar Equivalent Trapesium

Dimana $L_x = 3$ m, $L_y = 3,5$ m

$$Leq = \frac{1}{6} L_x \left\{ 3 - 4 \left(\frac{L_x}{2 L_y} \right)^2 \right\}$$

$$\begin{aligned} Leq &= \frac{1}{6} \cdot 3 \cdot \left[3 - 4 \left(\frac{3}{2 \cdot 3,5} \right)^2 \right] \\ &= 1,1 \text{ m} \end{aligned}$$

Data : Pembebanan Balok Anak

Karena menerus dengan balok B-B' (h dipakai = 350 mm, b = 250 mm).

1. Beban Mati (qD)

Pembebanan balok elemen A-A'

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

$$\text{Beban Plat} = (1,1 \times 2) \times 411 \text{ kg/m}^2 = 904,2 \text{ kg/m} +$$

$$qD = 1042,2 \text{ kg/m}$$

2. Beban hidup (qL)

Beban hidup lantai untuk gedung sekolah digunakan 250 kg/m^2

$$qL = (1,1 \times 2) \times 250 \text{ kg/m}^2 = 550 \text{ kg/m}$$



Tugas Akhir

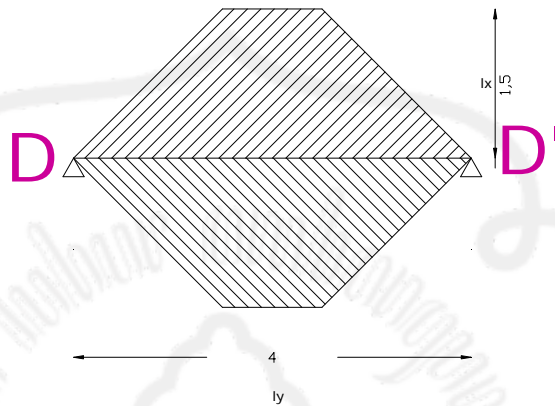
Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

CX

3. Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned} qU &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= 1,2 \times 1042,2 + 1,6 \times 550 \\ &= 2130,64 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

d. Balok Anak D-D'



Gambar 6.5 Balok anak D-D'

Lebar Equivalent Trapesium

Dimana $L_x = 1,5 \text{ m}$, $L_y = 4 \text{ m}$

$$Leq = \frac{1}{6} L_x \left\{ 3 - 4 \cdot \left(\frac{L_x}{2 \cdot L_y} \right)^2 \right\}$$

$$\begin{aligned} Leq &= \frac{1}{6} \cdot 3 \cdot \left[3 - 4 \left(\frac{3}{2 \cdot 4} \right)^2 \right] \\ &= 1,2 \text{ m} \end{aligned}$$

Data : Pembebanan Balok Anak

$$\begin{aligned} h &= \frac{1}{12} \cdot L_y \\ &= \frac{1}{12} \cdot 4000 \\ &= 333,33 \sim 350 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= \frac{2}{3} \cdot h \\ &= \frac{2}{3} \cdot 350 \\ &= 233,3 \sim 250 \text{ mm (h dipakai = 300 mm, b = 200 mm)}. \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai cxi

1. Beban Mati (qD)

Pembebanan balok elemen A-A'

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

$$\text{Beban Plat} = (1,2 \times 2) \times 411 \text{ kg/m}^2 = 968,4 \text{ kg/m} +$$

$$qD = 1124,4 \text{ kg/m}$$

2. Beban hidup (qL)

Beban hidup lantai untuk gedung sekolah digunakan 250 kg/m^2

$$qL = (1,2 \times 2) \times 250 \text{ kg/m}^2 = 600 \text{ kg/m}$$

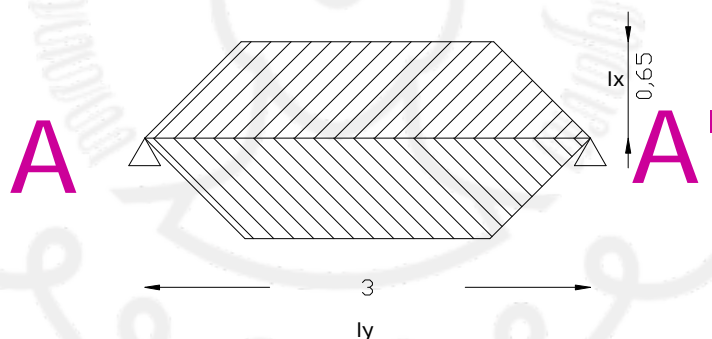
3. Beban berfaktor (qU)

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

$$= 1,2 \times 1124,4 + 1,6 \times 600$$

$$= 2309,28 \text{ kg/m}$$

6.2. Perhitungan Tulangan Balok Anak as A-A'



Gambar 6.6

1. Tulangan lentur balok anak

Data Perencanaan :

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

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

$$f_y = 320 \text{ Mpa}$$

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

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



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxii

$$\begin{aligned}d &= h - p - 1/2 \varnothing_t - \varnothing_s \\ &= 250 - 40 - (1/2 \cdot 16) - 8 \\ &= 194 \text{ mm}\end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{320} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 320} \right) \\ &= 0,0368\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0368 \\ &= 0,0276\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{320} = 0,00438$$

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar:

$$M_u = 2323,5 \text{ kgm} = 2,3235 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,3235 \cdot 10^7}{0,8} = 2,904 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,904 \cdot 10^7}{200 \cdot 194^2} = 3,86$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{320}{0,85 \cdot 25} = 15,1$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,1} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,1 \cdot 3,86}{320}} \right) = 0,013\end{aligned}$$

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

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



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxiii

Digunakan $\rho = 0,013$

As perlu = $\rho \cdot b \cdot d$

$$= 0,013 \cdot 200 \cdot 194$$

$$= 504,4 \text{ mm}^2$$

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

$$= \frac{504,4}{200,96} = 2,5 \approx 3 \text{ tulangan}$$

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

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

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

$$a = \frac{\text{As ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_{c,b}} = \frac{602,88 \cdot 320}{0,85 \cdot 25 \cdot 200} = 45,39$$

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

$$= 602,88 \cdot 320 (194 - 45,39/2)$$

$$= 3,3 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

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

Kontrol Spasi :

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

$$= \frac{200 - 2 \cdot 40 - 3 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{3 - 1} = 28 > 25 \text{ mm.....oke!!}$$

Jadi dipakai tulangan **3 D16 mm**



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxiv

2. Tulangan Geser Balok anak

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh gaya geser terbesar:

$$V_u = 3097,8 \text{ kg} = 30978 \text{ N}$$

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

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

$$d = 244 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 200 \cdot 194 \\ &= 32333,33 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset V_c &= 0,6 \cdot 32333,33 \text{ N} \\ &= 19400 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,5\emptyset V_c &= 0,5 \cdot 19400 \text{ N} \\ &= 9700 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3\emptyset V_c &= 3 \cdot 19400 \\ &= 58200 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat tulangan geser : } \emptyset V_c &< V_u < 3\emptyset V_c \\ &: 19400 \text{ N} < 30978 \text{ N} < 58200 \text{ N} \end{aligned}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\begin{aligned} \emptyset V_s &= V_u - \emptyset V_c \\ &= 30978 - 19400 \\ &= 11578 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\emptyset V_s}{0,6} = \frac{11578}{0,6}$$

$$= 19296,67 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (8)^2 \\ &= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64 \\ &= 100,531 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{100,531 \cdot 240 \cdot 194}{19296,67} = 242,56 \text{ mm}$$



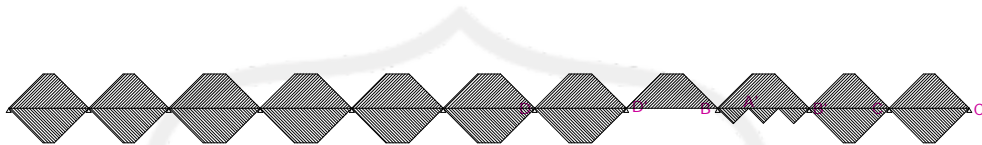
Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai CXV

$$\begin{aligned} S_{\max} &= d/2 = 194/2 \\ &= 97 \text{ mm} \approx 90 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\text{Ø } 8 - 90 \text{ mm}$

6.3. Perhitungan Tulangan Balok Anak as B-B', C-C', D-D'



Gambar 6.7

3. Tulangan lentur balok anak

Data Perencanaan :

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

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

$$f_y = 320 \text{ Mpa}$$

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

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

$$\begin{aligned} d &= h - p - 1/2 \text{Ø}_t - \text{Ø}_s \\ &= 350 - 40 - (1/2 \cdot 16) - 8 \end{aligned}$$

$$= 294 \text{ mm}$$

$$\text{Ø}_t = 16 \text{ mm}$$

$$\text{Ø}_s = 8 \text{ mm}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai cxvi

Daerah Tumpuan

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{320} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 320} \right) \\ &= 0,0368\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0368 \\ &= 0,0276\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{320} = 0,00438$$

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar:

$$M_u = 6021,79 \text{ kgm} = 6,02179 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{6,02179 \cdot 10^7}{0,8} = 7,527 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{7,527 \cdot 10^7}{250 \cdot 294^2} = 3,48$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{320}{0,85 \cdot 25} = 15,1$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,1} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,1 \cdot 3,48}{320}} \right) = 0,012\end{aligned}$$

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

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

Digunakan $\rho = 0,012$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai cxvii

$$\begin{aligned}
 \text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\
 &= 0,012 \cdot 250 \cdot 294 \\
 &= 882 \text{ mm}^2 \\
 n &= \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2} \\
 &= \frac{882}{200,96} = 4,3 \approx 6 \text{ tulangan}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{As ada} &= 6 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\
 &= 6 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2 \\
 &= 1205,76 \text{ mm}^2 > \text{As perlu} \rightarrow \text{Aman...!!}
 \end{aligned}$$

$$a = \frac{\text{As ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{1205,76 \cdot 320}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} = 72,63$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mn ada} &= \text{As ada} \cdot f_y (d - a/2) \\
 &= 1205,76 \cdot 320 (279 - 72,63/2) \\
 &= 9,36 \cdot 10^7 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

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

Kontrol Spasi :

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

Jadi dipakai tulangan **6 D16 mm dua lapis**

Daerah Lapangan

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \cdot 30 \cdot 0,85}{350} \left(\frac{600}{600 + 350} \right)
 \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxviii

$$= 0,0645$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0645 \\ &= 0,0484\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{350} = 0,004$$

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar:

$$M_u = 6226,87 \text{ kgm} = 6,22687 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{6,22687 \cdot 10^7}{0,8} = 7,7836 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{7,7836 \cdot 10^7}{250 \cdot 294^2} = 3,6$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{320}{0,85 \cdot 25} = 15,1$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,1} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,1 \cdot 3,6}{320}} \right) = 0,00565\end{aligned}$$

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

$\rho > \rho_{\min} \rightarrow$ dipakai tulangan tunggal

Dipakai $\rho = 0,012$

$$\begin{aligned}A_s \text{ perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,012 \cdot 250 \cdot 294 \\ &= 882 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2} \\ &= \frac{882}{200,96} = 4,3 \approx 6 \text{ tulangan}\end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxix

$$\begin{aligned} \text{As ada} &= 6 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 6 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2 \\ &= 1205,76 \text{ mm}^2 > \text{As perlu} \rightarrow \text{Aman..!!} \end{aligned}$$

$$a = \frac{\text{Asada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{1205,76 \cdot 320}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} = 72,63$$

$$\begin{aligned} \text{Mn ada} &= \text{As ada} \cdot f_y (d - a/2) \\ &= 1205,76 \cdot 320 (271 - 72,63/2) \\ &= 9,06 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

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

Kontrol Spasi :

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

Jadi dipakai tulangan **6 D16 mm dua lapis**

4. Tulangan Geser Balok anak

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh gaya geser terbesar:

$$V_u = 9552,78 \text{ kg} = 95527,8 \text{ N}$$

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

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

$$d = 271 \text{ mm}$$

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

$$\begin{aligned} \emptyset V_c &= 0,6 \cdot 61250 \text{ N} \\ &= 36750 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0,5\emptyset V_c &= 0,5 \cdot 36750 \text{ N} \\ &= 18375 \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai CXX

$$\begin{aligned} 3 \phi V_c &= 3 \cdot 36750 \\ &= 110250 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat tulangan geser : } \phi V_c &< V_u < 3 \phi V_c \\ &: 36750 \text{ N} < 95527,8 \text{ N} < 110250 \text{ N} \end{aligned}$$

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\begin{aligned} \phi V_s &= V_u - \phi V_c \\ &= 95527,8 - 36750 \\ &= 58777,8 \text{ N} \end{aligned}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{58777,8}{0,6}$$

$$= 97963 \text{ N}$$

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

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_{\text{perlu}}} = \frac{100,48 \cdot 240 \cdot 294}{97963} = 72 \text{ mm}$$

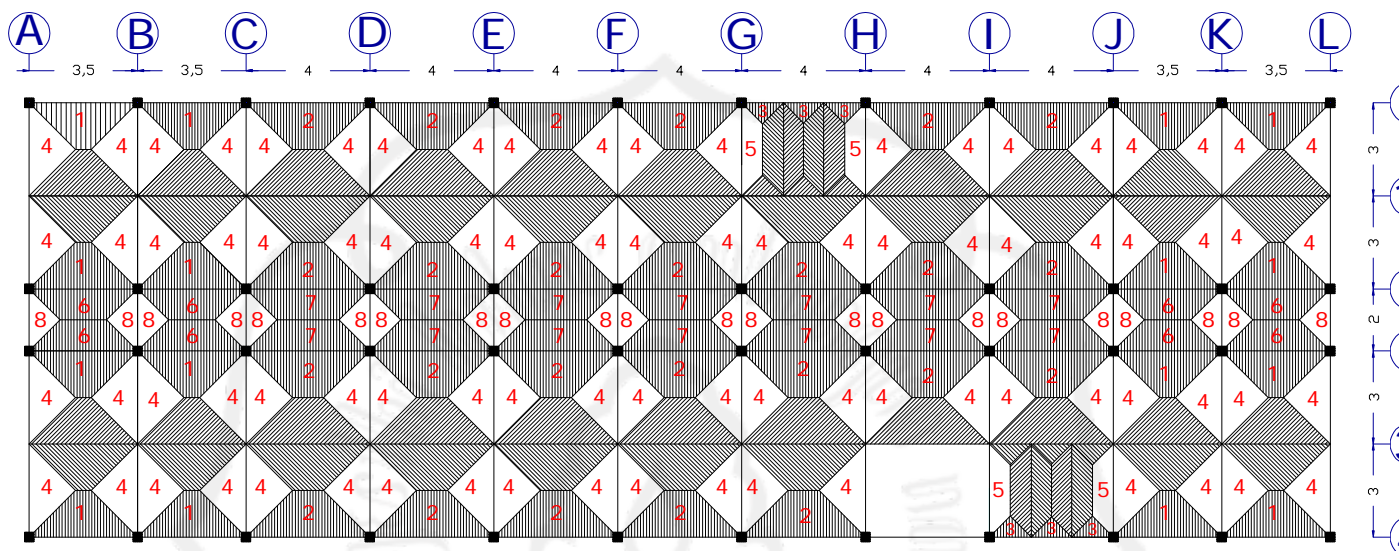
$$\begin{aligned} S_{\text{max}} &= d/2 = 294/2 \\ &= 147 \text{ mm} \approx 140 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan **$\phi 8 - 70 \text{ mm}$**



BAB 7 PORTAL

7.1. Perencanaan Portal



Gambar 7.1 Denah Portal

7.1.1 Menentukan Dimensi Perencanaan Portal

Pembatasan Ukuran Balok Portal

Berdasarkan SK SNI T 15-1991-03 tentang pembatasan tebal minimum dimensi balok sebagai berikut :

$$\frac{L}{21} = \frac{6000}{21} = 285,71mm$$

$$\frac{L}{21} = \frac{4000}{21} = 190,476mm$$

$$\frac{L}{24,5} = \frac{6000}{24,5} = 244,898mm$$

$$\frac{L}{24,5} = \frac{4000}{24,5} = 163,265mm$$

$$\frac{L}{28} = \frac{6000}{28} = 214,286mm$$

$$\frac{L}{28} = \frac{4000}{28} = 142,857mm$$

$$\frac{L}{11} = \frac{6000}{11} = 545,455 mm$$

$$\frac{L}{11} = \frac{4000}{11} = 363,636mm$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxxii

Rencana Dimensi Portal

Rink balk	= 200mm x 400mm
Kolom	= 300mm x 400mm
Balok arah memanjang	= 200mm x 400mm
Balok arah melintang	= 250mm x 600mm
Sloof	= 200mm x 300mm

7.2. Perhitungan Beban

Pembebanan menggunakan **PPIUG 1989**.

7.2.1. Beban atap

Dari perhitungan SAP 2000

Reaksi tumpuan setengah kuda kuda	= 1937,6	kg
Reaksi tumpuan jurai	= 1782,01	kg
Reaksi tumpuan kuda-kuda trapesium	= 11999,4	kg
Reaksi kuda-kuda utama A	= 7560,7	kg
Reaksi kuda-kuda utama B	= 5167,4	kg

7.2.2. Beban Rink Balk

Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri balok} &= 0,2 \cdot 0,4 \cdot 2400 \\ &= 192 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned} &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= 1,2 \cdot 192 + 1,6 \cdot 0 \\ &= 230,4 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

7.2.3. Beban Sloof



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxxiii

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,2 \cdot 0,4 \cdot 2400 = 192 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 = \underline{1020 \text{ kg/m}} + \\ &\text{qD} = 1212 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban berfaktor (qU)

$$\begin{aligned} \text{qU} &= 1,2 \cdot \text{qD} + 1,6 \cdot \text{qL} \\ &= 1,2 \cdot 1164 + 1,6 \cdot 0 \\ &= 1396,8 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

7.2.4. Lebar Equivalent

$$\begin{aligned} \text{Plat type 1 Leq} &= \frac{1}{6} Lx \left(3 - 4 \left(\frac{Lx}{2Ly} \right)^2 \right) \\ &= \frac{1}{6} \cdot 3 \left(3 - 4 \left(\frac{3}{2 \cdot 3,5} \right)^2 \right) = 1,13 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Plat type 2 Leq} &= \frac{1}{6} Lx \left(3 - 4 \left(\frac{Lx}{2Ly} \right)^2 \right) \\ &= \frac{1}{6} \cdot 3 \left(3 - 4 \left(\frac{3}{2 \cdot 4} \right)^2 \right) = 1,21 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Plat type 3 Leq} &= \frac{1}{3} \cdot Lx \\ &= \frac{1}{3} \cdot 1,5 = 0,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Plat type 4 Leq} &= \frac{1}{3} \cdot Lx \\ &= \frac{1}{3} \cdot 3 = 1 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pelat type 5 Leq} &= \frac{1}{6} Lx \left(3 - 4 \left(\frac{Lx}{2Ly} \right)^2 \right) \\ &= \frac{1}{6} \cdot 1,3 \left(3 - 4 \left(\frac{1,3}{2 \cdot 3} \right)^2 \right) = 0,6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

**Tugas Akhir****Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai** cxxiv

$$\begin{aligned}\text{Pelat type 6 Leq} &= \frac{1}{6} Lx \left(3 - 4 \left(\frac{Lx}{2Ly} \right)^2 \right) \\ &= \frac{1}{6} \cdot 2 \left(3 - 4 \left(\frac{2}{2 \cdot 3,5} \right)^2 \right) = 0,89 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pelat type 7 Leq} &= \frac{1}{6} Lx \left(3 - 4 \left(\frac{Lx}{2Ly} \right)^2 \right) \\ &= \frac{1}{6} \cdot 2 \left(3 - 4 \left(\frac{2}{2 \cdot 4} \right)^2 \right) = 0,9 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Plat type 8 Leq} &= \frac{1}{3} \cdot Lx \\ &= \frac{1}{3} \cdot 2 = 0,67 \text{ m}^2\end{aligned}$$

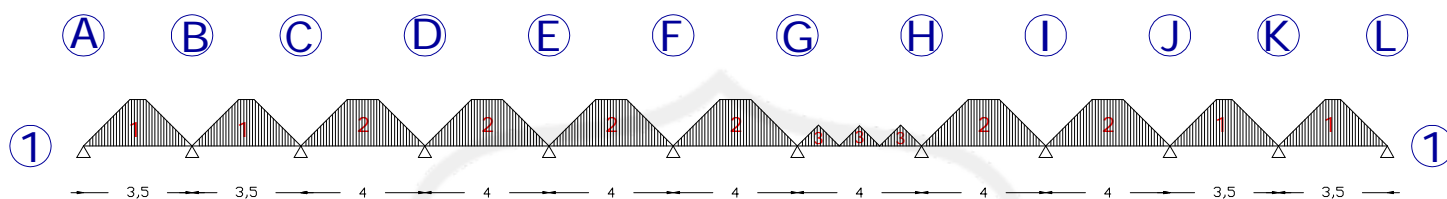


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai CXXV

7.2.5. Pembebanan Balok Portal Memanjang

1. Pembebanan Balok Portal As-1



a. Pembebanan balok induk element A-B, B-C, J-K, K-L

Beban Mati (q_D)

$$\begin{aligned}
 \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \quad \text{kg/m} \\
 \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot 1,13 = 464,43 \quad \text{kg/m} \\
 \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 = \underline{1020} \quad \text{kg/m} + \\
 q_D &= 1712,43 \quad \text{kg/m}
 \end{aligned}$$

Beban hidup (q_L)

$$q_L = 250 \cdot 1,13 = 282,5 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor (q_{U1})

$$\begin{aligned}
 q_{U1} &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\
 &= (1,2 \cdot 1712,43) + (1,6 \cdot 282,5) \\
 &= 2506,92 \quad \text{kg/m}
 \end{aligned}$$

Beban titik akibat reaksi balok anak:

$$\text{Beban reaksi} = 3097,8 \quad \text{kg}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxxxvi

b. Pembebanan balok induk element C-D, D-E, E-F, F-G, H-I, I-J

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot 1,21 = 497,31 \text{ kg/m}$$

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

$$\text{qD} = 1745,31 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$\text{qL} = 250 \cdot 1,21 = 302,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\text{qU1} = 1,2 \cdot \text{qD} + 1,6 \cdot \text{qL}$$

$$= (1,2 \cdot 1745,31) + (1,6 \cdot 302,5)$$

$$= 2578,37 \text{ kg/m}$$

c. Pembebanan balok induk element G-H

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot 0,5 = 205,5 \text{ kg/m}$$

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

$$\text{qD} = 1453,5 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$\text{qL} = 250 \cdot 0,5 = 125 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\text{qU1} = 1,2 \cdot \text{qD} + 1,6 \cdot \text{qL}$$

$$= (1,2 \cdot 1453,5) + (1,6 \cdot 125)$$

$$= 1944,2 \text{ kg/m}$$

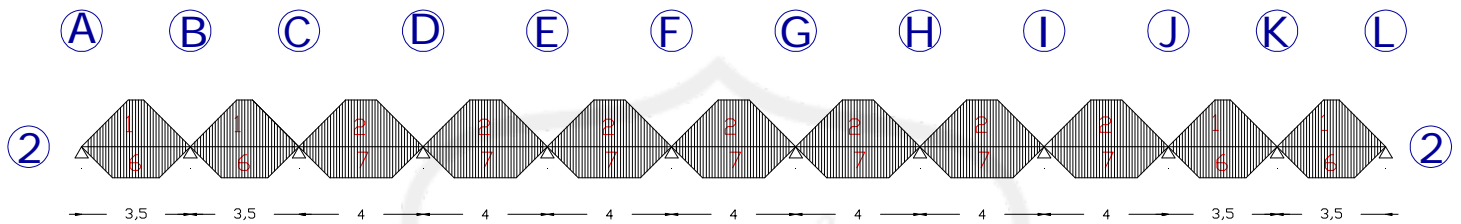


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxxvii

2. Pembebanan Balok Portal As-2



a. Pembebanan balok induk element A-B, B-C

Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned}
 \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat pelat lantai} &= 411(1,13 + 0,89) = 830,22 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 = \underline{1020 \text{ kg/m}} + \\
 &\qquad\qquad\qquad \text{qD} \qquad\qquad\qquad = 2078,22 \\
 &\qquad\qquad\qquad \text{kg/m}
 \end{aligned}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250(1,13 + 0,89) = 505 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned}
 \text{qU1} &= 1,2 \cdot \text{qD} + 1,6 \cdot \text{qL} \\
 &= (1,2 \cdot 2078,22) + (1,6 \cdot 505) \\
 &= 3301,864 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxxviii

b. Pembebanan balok induk element C-D, D-E, E-F, F-G, H-I, I-J

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411(1,21 + 0,9) = 867,21 \text{ kg/m}$$

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

$$\begin{aligned} qD &= 2115,21 \\ &\text{kg/m} \end{aligned}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250(1,21 + 0,9) = 527,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned} qU1 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= (1,2 \cdot 2115,21) + (1,6 \cdot 527,5) \\ &= 3382,25 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

c. Pembebanan balok induk element G-H

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411(1,21 + 0,9) = \underline{867,21 \text{ kg/m}} +$$

$$\begin{aligned} qD &= 1095,21 \\ &\text{kg/m} \end{aligned}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250(1,21 + 0,9) = 527,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned} qU1 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= (1,2 \cdot 1095,21) + (1,6 \cdot 527,5) \\ &= 2158,25 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

d. Pembebanan balok induk element J-K, K-L

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxxxix

$$\begin{aligned} \text{Berat pelat lantai} &= 411(1,13 + 0,89) &&= \underline{830,22 \text{ kg/m}} + \\ &qD &&= 1058,22 \\ &&&\text{kg/m} \end{aligned}$$

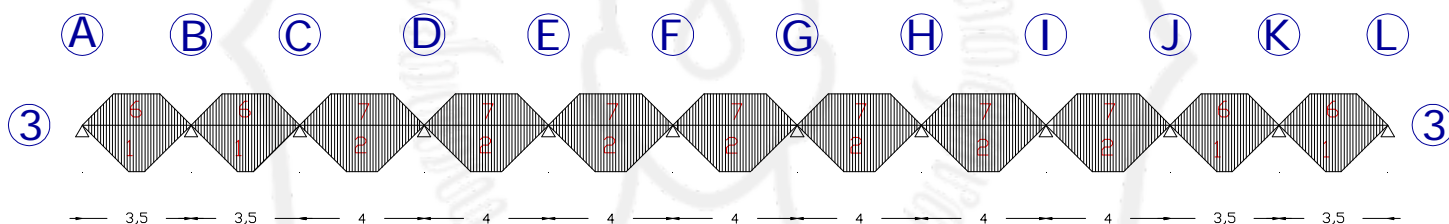
Beban hidup (qL)

$$qL = 250(1,13 + 0,89) = 505 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned} qU1 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= (1,2 \cdot 1058,22) + (1,6 \cdot 505) \\ &= 2077,86 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

3. Pembebanan Balok Portal As 3



a. Pembebanan balok induk element A-B, B-C

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411(1,13 + 0,89) = 830,22 \text{ kg/m}$$

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

$$\begin{aligned} qD &= 2078,22 \\ &\text{kg/m} \end{aligned}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250(1,13 + 0,89) = 505 \text{ kg/m}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

CXXX

Beban berfaktor (q_{U1})

$$\begin{aligned} q_{U1} &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\ &= (1,2 \cdot 2078,22) + (1,6 \cdot 505) \\ &= 3301,864 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

b. Pembebanan balok induk element C-D, D-E, E-F, F-G,

Beban Mati (q_D)

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m} \\ \text{Berat pelat lantai} &= 411(1,21 + 0,9) = 867,21 \text{ kg/m} \\ \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 = \underline{1020 \text{ kg/m}} + \\ & \qquad \qquad \qquad q_D = 2115,21 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban hidup (q_L)

$$q_L = 250 (1,21 + 0,9) = 527,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (q_{U1})

$$\begin{aligned} q_{U1} &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\ &= (1,2 \cdot 2115,21) + (1,6 \cdot 527,5) \\ &= 3382,25 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

c. Pembebanan balok induk element G-H, H-I, I-J

Beban Mati (q_D)

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m} \\ \text{Berat pelat lantai} &= 411(1,21 + 0,9) = \underline{867,21 \text{ kg/m}} + \\ & \qquad \qquad \qquad q_D = 1095,21 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban hidup (q_L)

$$q_L = 250 (1,21 + 0,9) = 527,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (q_{U1})



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxxxix

$$\begin{aligned}
 q_{U1} &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\
 &= (1,2 \cdot 1095,21) + (1,6 \cdot 527,5) \\
 &= 2158,25 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

d. Pembebanan balok induk element J-K, K-L

Beban Mati (q_D)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411(1,13 + 0,89) = \underline{830,22 \text{ kg/m}}$$

$$\begin{aligned}
 q_D &= 1058,22 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

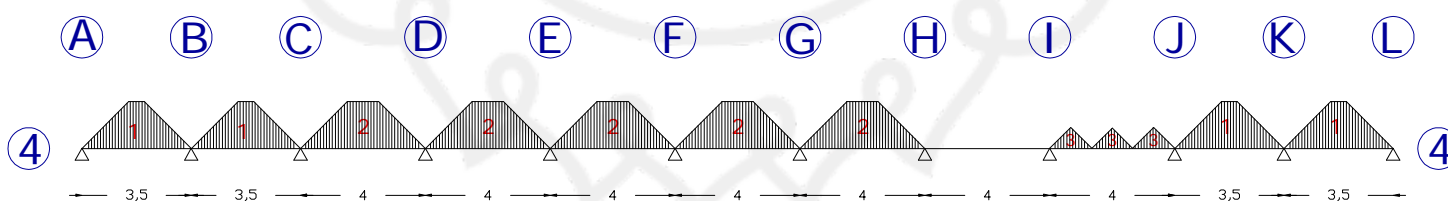
Beban hidup (q_L)

$$q_L = 250(1,13 + 0,89) = 505 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (q_{U1})

$$\begin{aligned}
 q_{U1} &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\
 &= (1,2 \cdot 1058,22) + (1,6 \cdot 505) \\
 &= 2077,86 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

4. Pembebanan Balok Portal As 4



a. Pembebanan balok induk element A-B, B-C, J-K, K-L

Beban Mati (q_D)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxxxii

$$\begin{aligned}
 \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot 1,13 &= 464,43 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 &= \underline{1020} \text{ kg/m} + \\
 & & \text{qD} &= 1712,43 \\
 & & & \text{kg/m}
 \end{aligned}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 1,13 = 282,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned}
 qU1 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\
 &= (1,2 \cdot 1712,43) + (1,6 \cdot 282,5) \\
 &= 2506,92 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

b. Pembebanan balok induk element C-D, D-E, E-F, F-G, G-H

Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned}
 \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot 1,21 &= 497,31 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 &= \underline{1020} \text{ kg/m} + \\
 & & \text{qD} &= 1745,31 \\
 & & & \text{kg/m}
 \end{aligned}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 1,21 = 302,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned}
 qU1 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\
 &= (1,2 \cdot 1745,31) + (1,6 \cdot 302,5) \\
 &= 2578,37 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

c. Pembebanan balok induk element H-I

Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned}
 \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 &= \underline{1020} \text{ kg/m} + \\
 & & \text{qD} &= 1248 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxxxiii

Beban berfaktor (q_{U1})

$$\begin{aligned} q_{U1} &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\ &= (1,2 \cdot 1248) + (1,6 \cdot 0) \\ &= 1497,6 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

d. Pembebanan balok induk element I-J

Beban Mati (q_D)

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,5 - 0,12) \cdot 2400 = 228 \text{ kg/m} \\ \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot 0,5 = 205,5 \text{ kg/m} \\ \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 = 1020 \text{ kg/m} + \\ & \qquad \qquad \qquad q_D = 1453,5 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban hidup (q_L)

$$q_L = 250 \cdot 0,5 = 125 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (q_{U1})

$$\begin{aligned} q_{U1} &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\ &= (1,2 \cdot 1453,5) + (1,6 \cdot 302,5) \\ &= 1944,2 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban titik akibat reaksi balok anak:

$$\text{Beban reaksi} = 3097,8 \text{ kg}$$



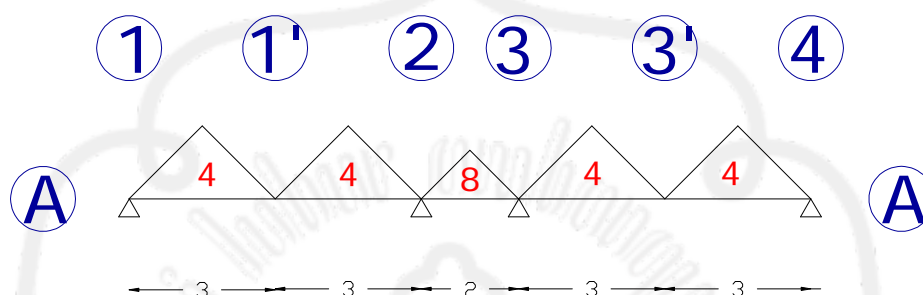
Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

CXXXIV

7.2.6. Pembebanan Balok Portal Melintang

1. Pembebanan Balok Portal As-A



a. Pembebanan balok induk element 1-2

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot 1 = 411 \quad \text{kg/m}$$

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

$$qD = 1719 \quad \text{kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 1 = 250 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$$

$$= (1,2 \cdot 1719) + (1,6 \cdot 250)$$

$$= 2462,8 \quad \text{kg/m}$$

Beban titik pada 1' akibat reaksi dari balok anak

$$\text{Beban Reaksi} = 2980$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

CXXXV

b. Pembebanan balok induk element C-D, D-E, E-F, F-G, G-H

Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned}
 \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot 0,67 = 275,37 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 = \underline{1020} \text{ kg/m} + \\
 &\qquad\qquad\qquad qD = 1583,37 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 0,67 = 167,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned}
 qU1 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\
 &= (1,2 \cdot 1583,37) + (1,6 \cdot 167,5) \\
 &= 2168 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

c. Pembebanan balok induk element 3-4

Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned}
 \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot 1 = 411 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 = \underline{1020} \text{ kg/m} + \\
 &\qquad\qquad\qquad qD = 1719 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 1 = 250 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned}
 qU1 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\
 &= (1,2 \cdot 1719) + (1,6 \cdot 250) \\
 &= 2462,8 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$



Tugas Akhir

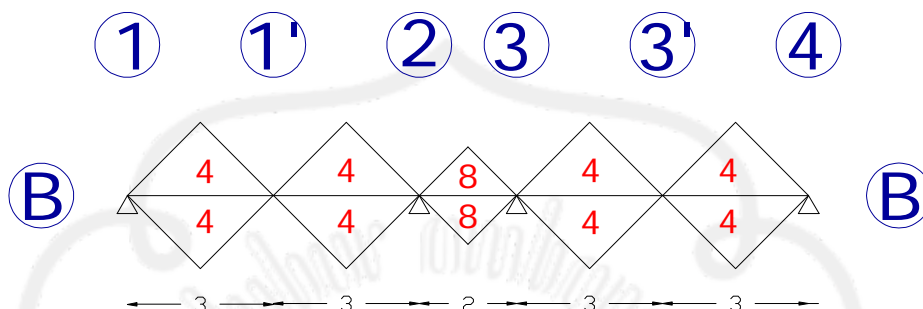
Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

CXXXVI

Beban titik pada 3' akibat reaksi dari balok anak

Beban Reaksi = 2981 kg

2. Pembebanan Balok Portal As-B



a. Pembebanan balok induk element 1-2

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (1,2) = 822 \quad \text{kg/m} +$$

$$qD = 1110 \quad \text{kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (2,1) = 500 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 1110) + (1,6 \cdot 500)$$

$$= 2132 \quad \text{kg/m}$$

Beban titik pada 1' akibat reaksi dari balok anak

Beban Reaksi = 8238 kg

b. Pembebanan balok induk element 2-3

Beban Mati (qD)



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxxxvii

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,67 + 0,67) = 550,74 \quad \text{kg/m} +$$

$$qD = 838,74 \quad \text{kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (0,67 + 0,67) = 335 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 838,74) + (1,6 \cdot 335)$$

$$= 1542,49 \quad \text{kg/m}$$

c. Pembebanan balok induk element 3-4

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (1,2) = 822 \quad \text{kg/m} +$$

$$qD = 1110 \quad \text{kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (2,1) = 500 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 1110) + (1,6 \cdot 500)$$

$$= 2132 \quad \text{kg/m}$$

Beban titik pada 3' akibat reaksi dari balok anak

$$\text{Beban Reaksi} = 8241 \quad \text{kg}$$

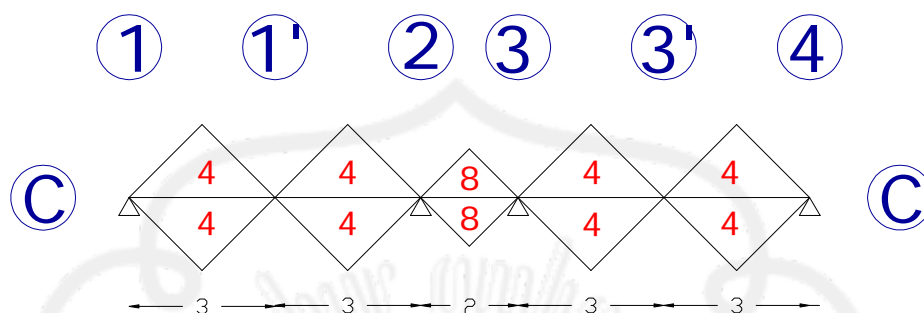


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

CXXXVIII

3. Pembebanan Balok Portal As C



a. Pembebanan balok induk element 1-2

Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned}
 \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m} \\
 \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot 2 = 822 \quad \text{kg/m} \\
 \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 = 1020 \quad \text{kg/m} + \\
 &\qquad\qquad\qquad \text{qD} = 2130 \quad \text{kg/m}
 \end{aligned}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 2 = 500 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned}
 qU1 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\
 &= (1,2 \cdot 2130) + (1,6 \cdot 500) \\
 &= 3356 \quad \text{kg/m}
 \end{aligned}$$

Beban titik pada 1' akibat reaksi dari balok anak

$$\text{Beban Reaksi} = 8153$$

b. Pembebanan balok induk element 2-3

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

CXXXIX

$$\begin{aligned} \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot (0,67 + 0,67) = 550,74 \text{ kg/m} + \\ qD &= 838,74 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (0,67 + 0,67) = 335 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor ($qU1$)

$$\begin{aligned} qU1 &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= (1,2 \cdot 838,74) + (1,6 \cdot 335) \\ &= 1542,49 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

c. Pembebanan balok induk element 3-4

Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m} \\ \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot 2 = 822 \text{ kg/m} \\ \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 = 1020 \text{ kg/m} + \\ qD &= 2130 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 2 = 500 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor ($qU1$)

$$\begin{aligned} qU1 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= (1,2 \cdot 2130) + (1,6 \cdot 500) \\ &= 3356 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban titik pada 3' akibat reaksi dari balok anak

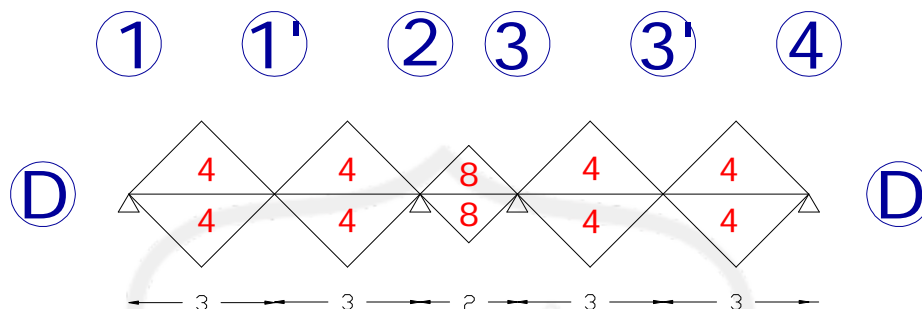
$$\text{Beban Reaksi} = 8145 \text{ kg}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai cxi

4. Pembebanan Balok Portal As-D



a. Pembebanan balok induk element 1-2

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (1,2) = 822 \quad \text{kg/m} +$$

$$qD = 1110 \quad \text{kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (2,1) = 500 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 1110) + (1,6 \cdot 500)$$

$$= 9423 \quad \text{kg/m}$$

Beban titik pada 1' akibat reaksi dari balok anak

$$\text{Beban Reaksi} = 8238$$

b. Pembebanan balok induk element 2-3

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,67 + 0,67) = 550,74 \quad \text{kg/m} +$$

$$qD = 838,74 \quad \text{kg/m}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai cxli

Beban hidup (q_L)

$$q_L = 250 \cdot (0,67 + 0,67) = 335 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (q_{U1})

$$\begin{aligned} q_{U1} &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\ &= (1,2 \cdot 838,74) + (1,6 \cdot 335) \\ &= 1542,49 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

c. Pembebanan balok induk element 3-4

Beban Mati (q_D)

Beban sendiri balok	= $0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400$	= 288	kg/m
Berat pelat lantai	= $411 \cdot (1,2)$	= 822	kg/m +
	$q_D =$	1110	kg/m

Beban hidup (q_L)

$$q_L = 250 \cdot (2,1) = 500 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (q_{U1})

$$\begin{aligned} q_{U1} &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\ &= (1,2 \cdot 1110) + (1,6 \cdot 500) \\ &= 2132 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban titik pada 3' akibat reaksi dari balok anak

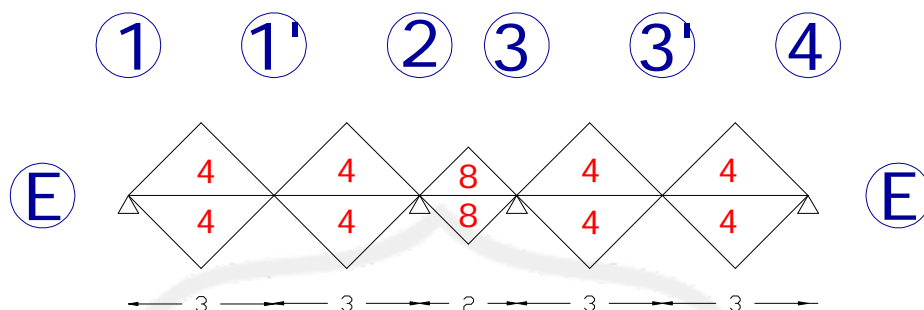
$$\text{Beban Reaksi} = 9452 \text{ kg}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai cxlii

5. Pembebanan Balok Portal As E



a. Pembebanan balok induk element 1-2

Beban Mati (q_D)

$$\begin{aligned}
 \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m} \\
 \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot 2 = 822 \quad \text{kg/m} \\
 \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 = 1020 \quad \text{kg/m} + \\
 &\qquad\qquad\qquad q_D = 2130 \quad \text{kg/m}
 \end{aligned}$$

Beban hidup (q_L)

$$q_L = 250 \cdot 2 = 500 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor (q_{U1})

$$\begin{aligned}
 q_{U1} &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\
 &= (1,2 \cdot 2130) + (1,6 \cdot 500) \\
 &= 3356 \quad \text{kg/m}
 \end{aligned}$$

Beban titik pada 1' akibat reaksi dari balok anak

$$\text{Beban Reaksi} = 9337 \quad \text{kg}$$

b. Pembebanan balok induk element 2-3

Beban Mati (q_D)

$$\begin{aligned}
 \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m} \\
 \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot (0,67 + 0,67) = 550,74 \quad \text{kg/m} +
 \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxliii

$$qD = 838,74 \quad \text{kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (0,67 + 0,67) = 335 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor ($qU1$)

$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 838,74) + (1,6 \cdot 335)$$

$$= 1542,49 \quad \text{kg/m}$$

c. Pembebanan balok induk element 3-4

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot 2 = 822 \quad \text{kg/m}$$

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

$$qD = 2130 \quad \text{kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 2 = 500 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor ($qU1$)

$$qU1 = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$$

$$= (1,2 \cdot 2130) + (1,6 \cdot 500)$$

$$= 3356 \quad \text{kg/m}$$

Beban titik pada 3' akibat reaksi dari balok anak

$$\text{Beban Reaksi} = 9229 \quad \text{kg}$$

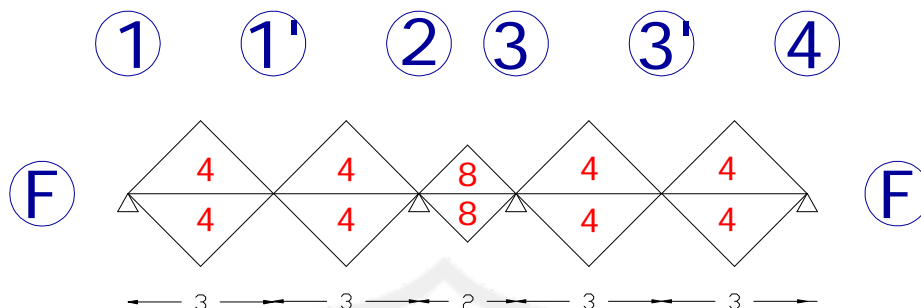


Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxliv

6. Pembebanan Balok Portal As F



a. Pembebanan balok induk element 1-2

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (1,2) = 822 \quad \text{kg/m} +$$

$$qD = 1110 \quad \text{kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (2,1) = 500 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 1110) + (1,6 \cdot 500)$$

$$= 2132 \quad \text{kg/m}$$

Beban titik pada 1' akibat reaksi dari balok anak

$$\text{Beban Reaksi} = 8660 \quad \text{kg}$$

b. Pembebanan balok induk element 2-3

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,67 + 0,67) = 550,74 \quad \text{kg/m} +$$

$$qD = 838,74 \quad \text{kg/m}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxlv

Beban hidup (q_L)

$$q_L = 250 \cdot (0,67 + 0,67) = 335 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (q_{U1})

$$\begin{aligned} q_{U1} &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\ &= (1,2 \cdot 838,74) + (1,6 \cdot 335) \\ &= 1542,49 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

c. Pembebanan balok induk element 3-4

Beban Mati (q_D)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (1,2) = 822 \text{ kg/m} +$$

$$q_D = 1110 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (q_L)

$$q_L = 250 \cdot (2,1) = 500 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (q_{U1})

$$\begin{aligned} q_{U1} &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\ &= (1,2 \cdot 1110) + (1,6 \cdot 500) \\ &= 2132 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban titik pada 3' akibat reaksi dari balok anak

$$\text{Beban Reaksi} = 9072 \text{ kg}$$

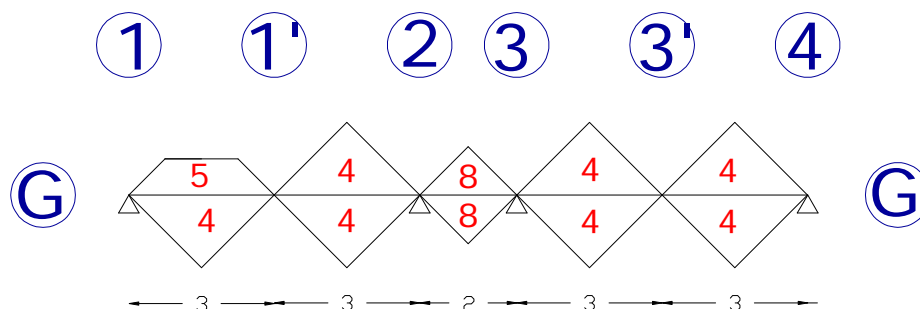
7. Pembebanan Balok Portal As G



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxlvi



- a. Pembebanan balok induk element 1-1'

Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 &= 288 & \text{ kg/m} \\ \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot (0,89 + 1) &= 776,79 & \text{ kg/m} \\ \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 &= 1020 & \text{ kg/m} + \end{aligned}$$

$$qD = 2084,79 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (0,89 + 1) = 472,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned} qU1 &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= 1,2 \cdot 2084,79 + 1,6 \cdot 472,5 \\ &= 3257,75 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

- b. Pembebanan balok induk element 1-2

Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 &= 288 & \text{ kg/m} \\ \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot 2 &= 822 & \text{ kg/m} \\ \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 &= 1020 & \text{ kg/m} + \end{aligned}$$

$$qD = 2130 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (qL)



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxlvii

$$qL = 250 \cdot 2 = 500 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor ($qU1$)

$$\begin{aligned} qU1 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\ &= (1,2 \cdot 2130) + (1,6 \cdot 500) \\ &= 3356 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban titik pada 1' akibat reaksi dari balok anak

$$\text{Beban Reaksi} = 12008 \text{ kg}$$

c. Pembebanan balok induk element 2-3

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,67 + 0,67) = 550,74 \text{ kg/m} +$$

$$qD = 838,74 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (0,67 + 0,67) = 335 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor ($qU1$)

$$\begin{aligned} qU1 &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= (1,2 \cdot 838,74) + (1,6 \cdot 335) \\ &= 1542,49 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

d. Pembebanan balok induk element 3-4

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot 2 = 822 \text{ kg/m}$$

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

$$qD = 2130 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 2 = 500 \text{ kg/m}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxlviii

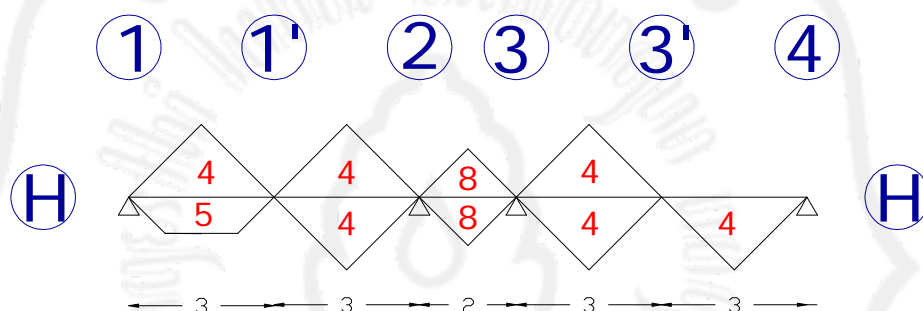
Beban berfaktor (q_{U1})

$$\begin{aligned} q_{U1} &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\ &= (1,2 \cdot 2130) + (1,6 \cdot 500) \\ &= 3356 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban titik pada 3' akibat reaksi dari balok anak

Beban Reaksi = 9931 kg

8. Pembebanan Balok Portal As H



a. Pembebanan balok induk element 1-1'

Beban Mati (q_D)

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m} \\ \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot (0,89 + 1) = 776,79 \text{ kg/m} \\ \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 = 1020 \text{ kg/m} + \end{aligned}$$

$$q_D = 2084,79 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (q_L)

$$q_L = 250 \cdot (0,89 + 1) = 472,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (q_{U1})

$$q_{U1} = 1,2 q_D + 1,6 q_L$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai cxlix

$$= 1,2 \cdot 2084,79 + 1,6 \cdot 472,5$$

$$= 3257,75 \text{ kg/m}$$

b. Pembebanan balok induk element 1-2

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot 2 = 822 \text{ kg/m}$$

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

$$qD = 2130 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 2 = 500 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$$

$$= (1,2 \cdot 2130) + (1,6 \cdot 500)$$

$$= 3356 \text{ kg/m}$$

Beban titik pada 1' akibat reaksi dari balok anak

$$\text{Beban Reaksi} = 11939 \text{ kg}$$

c. Pembebanan balok induk element 2-3

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,67 + 0,67) = \underline{550,74 \text{ kg/m}} +$$

$$qD = 838,74 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (0,67 + 0,67) = 335 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 838,74) + (1,6 \cdot 335)$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cl

$$= 1542,49 \text{ kg/m}$$

d. Pembebanan balok induk element 3-3'

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (1,2) = 822 \text{ kg/m} +$$

$$qD = 1110 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (2,1) = 500 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 1110) + (1,6 \cdot 500)$$

$$= 2132 \text{ kg/m}$$

e. Pembebanan balok induk element 3-4

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot 1 = 411 \text{ kg/m} +$$

$$qD = 699 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 1 = 250 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$$

$$= (1,2 \cdot 699) + (1,6 \cdot 250)$$

$$= 1238,8 \text{ kg/m}$$

Beban titik pada 3' akibat reaksi dari balok anak

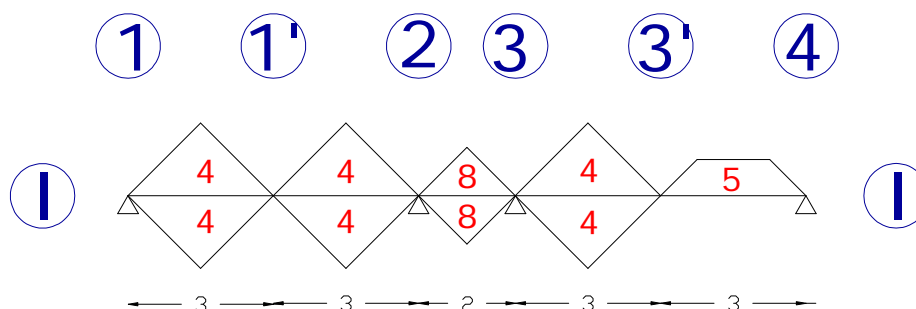
$$\text{Beban Reaksi} = 5528 \text{ kg}$$

9. Pembebanan Balok Portal As I



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai cli



a. Pembebanan balok induk element 1-2

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (1,2) = 822 \quad \text{kg/m} +$$

$$qD = 1110 \quad \text{kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (2,1) = 500 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 1110) + (1,6 \cdot 500)$$

$$= 2132 \quad \text{kg/m}$$

Beban titik pada 1' akibat reaksi dari balok anak

$$\text{Beban Reaksi} = 8870 \quad \text{kg}$$

b. Pembebanan balok induk element 2-3

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,67 + 0,67) = 550,74 \quad \text{kg/m} +$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai clii

$$qD = 838,74 \quad \text{kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (0,67 + 0,67) = 335 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor ($qU1$)

$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 838,74) + (1,6 \cdot 335)$$

$$= 1542,49 \quad \text{kg/m}$$

c. Pembebanan balok induk element 3-3'

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (1,2) = 822 \quad \text{kg/m} +$$

$$qD = 1110 \quad \text{kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (2,1) = 500 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor ($qU1$)

$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 1110) + (1,6 \cdot 500)$$

$$= 2132 \quad \text{kg/m}$$

d. Pembebanan balok induk element 3-4

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,89) = 365,79 \quad \text{kg/m} +$$

$$qD = 393,79 \quad \text{kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (0,89) = 222,5 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor ($qU1$)

$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cliii

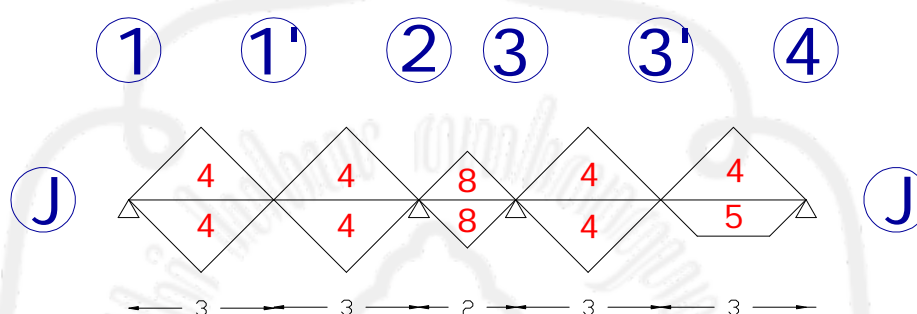
$$= (1,2 \cdot 393,79) + (1,6 \cdot 222,5)$$

$$= 623 \text{ kg/m}$$

Beban titik pada 3' akibat reaksi dari balok anak

Beban Reaksi = 13006 kg

10. Pembebanan Balok Portal As J



a. Pembebanan balok induk element 1-2

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot 2 = 822 \text{ kg/m}$$

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

$$qD = 2130 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 2 = 500 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$$

$$= (1,2 \cdot 2130) + (1,6 \cdot 500)$$

$$= 3356 \text{ kg/m}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai cliv

Beban titik pada 1' akibat reaksi dari balok anak

Beban Reaksi = 8305 kg

b. Pembebanan balok induk element 2-3

Beban Mati (qD)

Beban sendiri balok = $0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288$ kg/m

Berat pelat lantai = $411 \cdot (0,67 + 0,67) = 550,74$ kg/m +

qD = 838,74 kg/m

Beban hidup (qL)

qL = $250 \cdot (0,67 + 0,67) = 335$ kg/m

Beban berfaktor (qU1)

qU1 = $1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$

= $(1,2 \cdot 838,74) + (1,6 \cdot 335)$

= 1542,49 kg/m

c. Pembebanan balok induk element 1-2

Beban Mati (qD)

Beban sendiri balok = $0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288$ kg/m

Berat pelat lantai = $411 \cdot 2 = 822$ kg/m

Berat dinding = $0,15 \cdot 4 \cdot 1700 = 1020$ kg/m +

qD = 2130 kg/m

Beban hidup (qL)

qL = $250 \cdot 2 = 500$ kg/m

Beban berfaktor (qU1)

qU1 = $1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$

= $(1,2 \cdot 2130) + (1,6 \cdot 500)$

= 3356 kg/m

d. Pembebanan balok induk element 3'-4



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai clv

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,89 + 1) = 776,79 \text{ kg/m}$$

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

$$qD = 2084,79 \text{ kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (0,89 + 1) = 472,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= 1,2 \cdot 2084,79 + 1,6 \cdot 472,5$$

$$= 3257,75 \text{ kg/m}$$

Beban titik pada 3' akibat reaksi dari balok anak

$$\text{Beban Reaksi} = 14844 \text{ kg}$$

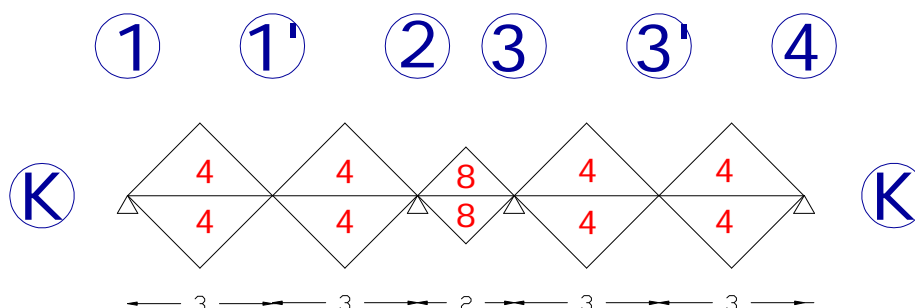
11. Pembebanan Balok Portal As K



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clvi



a. Pembebanan balok induk element 1-2

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (1,2) = 822 \quad \text{kg/m} +$$

$$qD = 1110 \quad \text{kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (2,1) = 500 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \cdot 1110) + (1,6 \cdot 500)$$

$$= 2132 \quad \text{kg/m}$$

Beban titik pada 1' akibat reaksi dari balok anak

$$\text{Beban Reaksi} = 8195 \quad \text{kg}$$

b. Pembebanan balok induk element 2-3

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot (0,67 + 0,67) = 550,74 \quad \text{kg/m} +$$

$$qD = 838,74 \quad \text{kg/m}$$

Beban hidup (qL)



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clvii

$$qL = 250 \cdot (0,67 + 0,67) = 335 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor ($qU1$)

$$\begin{aligned} qU1 &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= (1,2 \cdot 838,74) + (1,6 \cdot 335) \\ &= 1542,49 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

c. Pembebanan balok induk element 3-4

Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned} \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m} \\ \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot (1,2) = 822 \text{ kg/m} + \\ &\quad \underline{\hspace{10em}} \\ qD &= 1110 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot (2,1) = 500 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor ($qU1$)

$$\begin{aligned} qU1 &= 1,2 qD + 1,6 qL \\ &= (1,2 \cdot 1110) + (1,6 \cdot 500) \\ &= 2132 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Beban titik pada 3' akibat reaksi dari balok anak

$$\text{Beban Reaksi} = 6760 \text{ kg}$$

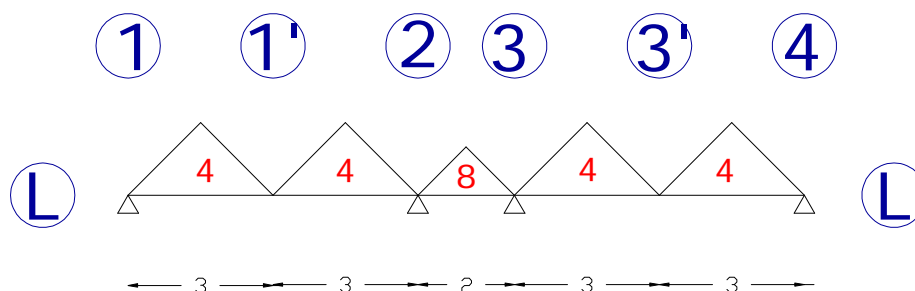
12. Pembebanan Balok Portal As L



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clviii



a. Pembebanan balok induk element 1-2

Beban Mati (qD)

$$\text{Beban sendiri balok} = 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat pelat lantai} = 411 \cdot 1 = 411 \quad \text{kg/m}$$

$$\text{Berat dinding} = 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 = \underline{1020} \quad \text{kg/m} +$$

$$qD = 1719 \quad \text{kg/m}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 1 = 250 \quad \text{kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$qU1 = 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL$$

$$= (1,2 \cdot 1719) + (1,6 \cdot 250)$$

$$= 2462,8 \quad \text{kg/m}$$

Beban titik pada 1' akibat reaksi dari balok anak

$$\text{Beban Reaksi} = 2988 \quad \text{kg}$$

b. Pembebanan balok induk element 2-3



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai clix

Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned}
 \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot 0,67 = 275,37 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 = \underline{1020 \text{ kg/m}} + \\
 &\qquad\qquad\qquad \text{qD} = 1583,37 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 0,67 = 167,5 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned}
 qU1 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\
 &= (1,2 \cdot 1583,37) + (1,6 \cdot 167,5) \\
 &= 2168 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

c. Pembebanan balok induk element 3-4

Beban Mati (qD)

$$\begin{aligned}
 \text{Beban sendiri balok} &= 0,25 \cdot (0,6 - 0,12) \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat pelat lantai} &= 411 \cdot 1 = 411 \text{ kg/m} \\
 \text{Berat dinding} &= 0,15 \cdot 4 \cdot 1700 = \underline{1020 \text{ kg/m}} + \\
 &\qquad\qquad\qquad \text{qD} = 1719 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Beban hidup (qL)

$$qL = 250 \cdot 1 = 250 \text{ kg/m}$$

Beban berfaktor (qU1)

$$\begin{aligned}
 qU1 &= 1,2 \cdot qD + 1,6 \cdot qL \\
 &= (1,2 \cdot 1719) + (1,6 \cdot 250) \\
 &= 2462,8 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Beban titik pada 3' akibat reaksi dari balok anak

$$\text{Beban Reaksi} = 3225 \text{ kg}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai clx

7.3. Penulangan Balok Portal

7.3.1. Perhitungan Tulangan Lentur Rink Balk

a. Daerah Lapangan

Data perencanaan :

$$h = 400 \text{ mm}$$

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

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

$$f_y = 320 \text{ Mpa}$$

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

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

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

$$\begin{aligned} d &= h - p - \phi_s - 1/2\phi_t \\ &= 400 - 40 - 8 - 1/2 \cdot 16 \\ &= 344 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85}{320} \left(\frac{600}{600 + 320} \right) \\ &= 0,039 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,039 \\ &= 0,0293 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{320} = 0,0045$$

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh momen terbesar:

$$M_u = 847,36 \text{ kgm} = 8,4736 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{8,4736 \cdot 10^6}{0,8} = 1,059 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai c lxi

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1,059 \cdot 10^7}{200 \cdot 344^2} = 0,45$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{320}{0,85 \cdot 25} = 15,1$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,1} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,1 \cdot 0,45}{320}} \right) \\ &= 0,0014 \end{aligned}$$

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

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

Digunakan $\rho_{\min} = 0,0045$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0045 \cdot 200 \cdot 344 \\ &= 309,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 16

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{309,6}{200,96} \\ &= 1,5 \approx 2 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

$$A_s' = 2 \times 200,96 = 401,95 \text{ mm}^2$$

$A_s' > A_s$aman Ok !

Jadi dipakai tulangan **2 D 16 mm**

b. Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar

$$M_u = 1410 \text{ kgm} = 1,41 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1,41 \cdot 10^7}{0,8} = 1,7625 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1,7625 \cdot 10^7}{200 \cdot 344^2} = 0,76$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clxii

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{320}{0,85 \cdot 25} = 15,1$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,1} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,1 \cdot 1,0,76}{320}} \right) \\ &= 0,0024 \end{aligned}$$

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

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

Digunakan $\rho_{\min} = 0,0045$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0045 \cdot 200 \cdot 344 \\ &= 309,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 16

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{309,6}{200,96} \\ &= 1,5 \approx 2 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

$$A_s' = 2 \times 200,96 = 401,95 \text{ mm}^2$$

$A_s' > A_s$aman Ok !

Jadi dipakai tulangan **2 D 16 mm**

7.3.2. Perhitungan Tulangan Geser Rink Balk

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh gaya geser terbesar:

$$V_u = 1441,49 \text{ kg} = 14414,9 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 200 \cdot 344 \\ &= 57333,33 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset V_c &= 0,6 \cdot 57333,33 \text{ N} \\ &= 34399,998 \text{ N} \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clxiii

$$\begin{aligned} 3 \phi V_c &= 3 \cdot 34399,998 \text{ N} \\ &= 103199,99 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat tulangan geser : } V_u &< \phi V_c \\ &: 14414,9 \text{ N} < 37683,31 \text{ N} \end{aligned}$$

Menggunakan tulangan geser max

$$S_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{344}{2} = 172 \sim 170 \text{ mm}$$

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

7.3.3. Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal Memanjang

Daerah Lapangan

Data perencanaan :

$$\begin{aligned} h &= 400 \text{ mm} & \phi_t &= 16 \text{ mm} \\ b &= 250 \text{ mm} & \phi_s &= 8 \text{ mm} \\ p &= 40 \text{ mm} & d &= h - p - 1/2 \phi_t - \phi_s \\ f_y &= 320 \text{ Mpa} & &= 400 - 40 - 1/2 \cdot 16 - 8 \\ f'_c &= 25 \text{ MPa} & &= 344 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y} \\ &= \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 320} \right)}{320} \\ &= 0,039 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,039 \\ &= 0,0293 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{320} = 0,0045$$

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar:

$$\begin{aligned} M_u &= 3353,44 \text{ kgm} \\ &= 3,35344 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clxiv

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{3,35344 \cdot 10^7}{0,8}$$

$$= 4,192 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{4,192 \cdot 10^7}{250 \cdot 344^2} = 1,42$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{320}{0,85 \cdot 25} = 15,1$$

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

$$= \frac{1}{15,1} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,1 \cdot 1,42}{320}} \right) = 0,0046$$

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

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

Digunakan $\rho = 0,0046$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0046 \cdot 250 \cdot 344$$

$$= 395,6 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 16

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{395,6}{200,96} = 1,96 \approx 2 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 2 \times 200,96 = 401,92$$

$A_s' > A_s$aman Ok !

Jadi dipakai tulangan **2 D 16 mm**

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar:

$$M_u = 5502,77 \text{ kgm}$$

$$= 5,50277 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai clxv

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{5,50277 \cdot 10^7}{0,8}$$

$$= 6,678 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{6,678 \cdot 10^7}{200 \cdot 344^2} = 2,91$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{320}{0,85 \cdot 25} = 15,1$$

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

$$= \frac{1}{15,1} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,1 \cdot 2,91}{320}} \right) = 0,0098$$

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

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

$$\text{Digunakan } \rho_{\min} = 0,0098$$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0098 \cdot 250 \cdot 344 \\ &= 842,8 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 16

$$n = \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{842,8}{200,96} = 4,19 \approx 6 \text{ tulangan}$$

$$\begin{aligned} \text{As ada} &= 6 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 6 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2 \\ &= 1205,76 \text{ mm}^2 > \text{As perlu} \rightarrow \text{Aman..!!} \end{aligned}$$

$$a = \frac{\text{As ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{1205,76 \cdot 320}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} = 72,63$$

$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= \text{As ada} \cdot f_y (d - a/2) \\ &= 1205,76 \cdot 320 (279 - 72,63/2) \\ &= 9,36 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

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



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clxvi

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\
 &= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 2 \cdot 16 - 2 \cdot 8}{3 - 1} = 61 > 25 \text{ mm} \dots \text{oke!!}
 \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan **6 D16 mm dua lapis**

7.3.4. Perhitungan Tulangan Geser Balok Portal Memanjang

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh gaya geser terbesar:

$$V_u = 7633,22 \text{ kg} = 76332,2 \text{ N}$$

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

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

$$d = 344 \text{ mm}$$

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

$$= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 250 \cdot 344$$

$$= 71666,67 \text{ N}$$

$$\emptyset V_c = 0,6 \cdot 71666,67 \text{ N} = 43000 \text{ N}$$

$$3 \emptyset V_c = 3 \cdot 60797,2 \text{ N} = 129000 \text{ N}$$

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

$$: 60797,2 \text{ N} < 64897,9 \text{ N} < 182391,62 \text{ N}$$

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

$$= 76332,2 - 43000$$

$$= 33332,2 \text{ N}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{33332,2}{0,6}$$

$$= 55553,67 \text{ N}$$

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

$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64$$

$$= 100,531 \text{ mm}^2$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai clxvii

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{100,531.240.344}{55553,67} = 149.4 \sim 140 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} S_{\text{max}} &= d/2 = 344/2 \\ &= 172 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi dipakai sengkang minimum dengan tulangan $\text{Ø } 8 - 140 \text{ mm}$

7.3.5. Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal Melintang

Daerah Lapangan :

Data perencanaan :

$$\begin{aligned} h &= 600 \text{ mm} & \text{Ø}_t &= 16 \text{ mm} \\ b &= 250 \text{ mm} & \text{Ø}_s &= 8 \text{ mm} \\ p &= 40 \text{ mm} & d &= h - p - \text{Ø}_s - \frac{1}{2} \text{Ø}_t \\ f_y &= 320 \text{ Mpa} & &= 600 - 40 - 8 - \frac{1}{2} 16 \\ f'_c &= 25 \text{ MPa} & &= 544 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y} \\ &= \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 320} \right)}{320} \\ &= 0,039 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{max}} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,039 \\ &= 0,0293 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{320} = 0,0045$$

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar:

$$\begin{aligned} M_u &= 24837,33 \text{ kgm} \\ &= 2,483733 \cdot 10^8 \text{ Nmm} \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clxviii

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,483733 \cdot 10^8}{0,8}$$

$$= 3,105 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{3,105 \cdot 10^8}{250 \cdot 544^2} = 4,2$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{320}{0,85 \cdot 25} = 15,1$$

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

$$= \frac{1}{15,1} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,1 \cdot 4,2}{320}} \right) = 0,015$$

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

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

$$\text{Digunakan } \rho = 0,015$$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,015 \cdot 250 \cdot 544 \\ &= 2040 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D 16

$$n = \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{2040}{200,96}$$

$$= 10,1 \text{ (terlalu banyak)}$$

Digunakan tulangan D22

$$n = \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 22^2} = \frac{2040}{379,94}$$

$$= 5,3 \sim 6$$

$$\text{As}' = 6 \times 378,94$$

$$= 2279,64$$

As' > As.....aman Ok !

$$a = \frac{\text{Asada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{2279,64 \cdot 320}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} = 137,31$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai clxix

$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \cdot f_y (d - a/2) \\ &= 2279,64 \cdot 320 (518 - 137,31/2) \\ &= 3,279 \cdot 10^8 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

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

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 3 \cdot 22 - 2 \cdot 8}{3 - 1} = 44 > 25 \text{ mm.....oke!!} \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan **6 D22 mm dua lapis**

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar:

$$M_u = 22270,67 \text{ kgm} = 2,227067 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{2,227067 \cdot 10^8}{0,8} = 2,784 \cdot 10^8 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{2,784 \cdot 10^8}{250 \cdot 544^2} = 3,76$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{320}{0,85 \cdot 25} = 15,1$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{13,725} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,1 \cdot 3,76}{320}} \right) = 0,013 \end{aligned}$$

$\rho > \rho_{\min}$

Digunakan $\rho = 0,013$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,013 \cdot 250 \cdot 544 \\ &= 1768 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan $\emptyset 16$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai clxx

$$n = \frac{As \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 16^2} = \frac{1768}{200,96} = 8,9 \approx 9 \text{ tulangan (terlalu banyak)}$$

Digunakan tulangan D22

$$n = \frac{As \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \pi \cdot 22^2} = \frac{1768}{379,94}$$

$$= 4,6 \sim 6$$

$$As' = 6 \times 378,94$$

$$= 2279,64$$

$As' > As$aman Ok !

$$a = \frac{As \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{2279,64 \cdot 320}{0,85 \cdot 25 \cdot 250} = 137,31$$

$$\begin{aligned} Mn \text{ ada} &= As \cdot f_y \cdot (d - a/2) \\ &= 2279,64 \cdot 320 \cdot (518 - 137,31/2) \\ &= 3,279 \cdot 10^8 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

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

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{250 - 2 \cdot 40 - 3 \cdot 22 - 2 \cdot 8}{3 - 1} = 44 > 25 \text{ mm} \dots \text{oke!!} \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan **6 D22 mm dua lapis**

7.3.6. Perhitungan Tulangan Geser Balok Portal Melintang

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh gaya geser terbesar:

$$Vu = 20736,53 \text{ kg} = 48561,1 \text{ N}$$

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

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

$$d = 544 \text{ mm}$$

$$Vc = 1/6 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai clxxi

$$= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 250 \cdot 544$$

$$= 113333,33 \text{ N}$$

$$\emptyset V_c = 0,6 \cdot 113333,33 \text{ N} = 68000 \text{ N}$$

$$3 \emptyset V_c = 3 \cdot 68000 \text{ N} = 204000 \text{ N}$$

Syarat tulangan geser : $V_u < \emptyset V_c$

$$: 20736,53 \text{ N} < 68000 \text{ N}$$

Digunakan S_{max}

$$S_{max} = d/2 = 544/2$$

$$= 272 \text{ mm} \approx 250 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\emptyset 8 - 250 \text{ mm}$

7.4 PENULANGAN KOLOM

7.4.1 Perhitungan Tulangan Lentur

Data perencanaan :

$$b = 300 \text{ mm} \quad \emptyset \text{ tulangan} = 16 \text{ mm}$$

$$h = 400 \text{ mm} \quad \emptyset \text{ sengkang} = 8 \text{ mm}$$

$$f'_c = 25 \text{ MPa} \quad p \text{ (tebal selimut)} = 40 \text{ mm}$$

$$f_y = 320 \text{ MPa}$$

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh gaya terbesar:

$$P_u = 42694 \text{ kg} = 426940 \text{ N}$$

$$M_u = 1793,88 \text{ kgm} = 1,79388 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$d = h - s - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan}$$

$$= 400 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 16$$

$$= 344 \text{ mm}$$

$$d' = h - d$$

$$= 400 - 344$$

$$= 56 \text{ mm}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{1,79388 \cdot 10^7}{426940} = 42,02 \text{ mm}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clxxii

$$e_{\min} = 0,1 \cdot h = 0,1 \cdot 400 = 40 \text{ mm}$$

$$c_b = \frac{600}{600 + f_y} \cdot d = \frac{600}{600 + 320} \cdot 344 = 224,35$$

$$\begin{aligned} a_b &= \beta_1 \cdot c_b \\ &= 0,85 \cdot 224,35 \\ &= 190,7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{n_b} &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a_b \cdot b \\ &= 0,85 \cdot 25 \cdot 190,7 \cdot 300 \\ &= 1215712,5 \text{ N} \end{aligned}$$

$$P_{n_{\text{perlu}}} = \frac{P_u}{\phi} ; 0,1 \cdot f'_c \cdot A_g = 0,1 \cdot 25 \cdot 400 \cdot 300 = 3 \cdot 10^5 \text{ N}$$

→ karena $P_u = 426940 \text{ N} > 0,1 \cdot f'_c \cdot A_g$,

maka $\phi = 0,65$

$$P_{n_{\text{perlu}}} = \frac{P_u}{\phi} = \frac{426940}{0,65} = 656830,77 \text{ N}$$

$P_{n_{\text{perlu}}} < P_{n_b}$ → analisis keruntuhan tarik

$$a = \frac{P_n}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{656830,77}{0,85 \cdot 25 \cdot 300} = 103,03$$

$$A_s = \frac{P_{n_{\text{perlu}}} \left(\frac{h}{2} - e - \frac{a}{2} \right)}{f_y (d - d')} = \frac{656830,77 \cdot \left(\frac{400}{2} - 42,02 - \frac{103,03}{2} \right)}{320(344 - 56)} = 758,78 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_t} = 1 \% A_g = 0,01 \cdot 400 \cdot 300 = 1200 \text{ mm}^2$$

Menghitung jumlah tulangan

$$n = \frac{758,78}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (16)^2} = 3,7 \approx 4 \text{ tulangan}$$

$$\begin{aligned} A_{s_{\text{ada}}} &= 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \\ &= 803,84 \text{ mm}^2 > 758,78 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$A_{s_{\text{ada}}} > A_{s_{\text{perlu}}}$ Ok!

Jadi dipakai tulangan 4 D 16



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai clxxiii

7.4.2 Perhitungan Tulangan Geser Kolom

Dari Perhitungan SAP 2000 diperoleh gaya geser terbesar:

$$V_u = 746,21 \text{ kgm} = 7462,1 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 300 \cdot 344 \\ &= 86000 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,6 \cdot V_c \\ &= 51600 \text{ N} \end{aligned}$$

$$0,5 \phi V_c = 25800 \text{ N}$$

$V_u < 0,5 \phi V_c$ tidak perlu tulangan geser

$$\begin{aligned} S_{\max} &= d/2 = 344/2 \\ &= 172 \text{ mm} \approx 170 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

7.5 PENULANGAN SLOOF

7.5.1. Perhitungan Tulangan Lentur Sloof

Daerah Lapangan

Data perencanaan :

$$\begin{aligned} b &= 200 \text{ mm} & d &= h - p - \text{Ø}_s - 1/2 \text{Ø}_t \\ h &= 300 \text{ mm} & &= 400 - 40 - 8 - 1/2 \cdot 16 \\ f'_c &= 25 \text{ Mpa} & &= 344 \text{ mm} \\ f_y &= 320 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y} \\ &= \frac{0,85 \cdot 25 \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 320} \right)}{320} \\ &= 0,039 \end{aligned}$$

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



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clxxiv

$$= 0,75 \cdot 0,039$$

$$= 0,0293$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{320} = 0,0045$$

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar:

$$M_u = 6737,61 \text{ kgm}$$

$$= 6,73761 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{6,73761 \cdot 10^7}{0,8}$$

$$= 8,42 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{8,42 \cdot 10^7}{200 \cdot 344^2}$$

$$= 3,56$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'_c} = \frac{320}{0,85 \cdot 25} = 15,1$$

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

$$= \frac{1}{15,1} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,1 \cdot 3,56}{320}} \right)$$

$$= 0,012$$

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

$$\rho < \rho_{\max} \text{ Digunakan } \rho = 0,012$$

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

$$= 0,012 \cdot 200 \cdot 244$$

$$= 825,6 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan $\emptyset 16$

$$n = \frac{825,6}{\frac{1}{4} \pi (16^2)} = 4,11 \approx 6 \text{ tulangan}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clxxv

$$A_s' = 6 \times 200,96 = 1205,76 \text{ mm}^2$$

$A_s' > A_s$ maka sloof aman.....Ok!

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{1205,76 \cdot 320}{0,85 \cdot 25 \cdot 200} = 90,79$$

$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \cdot f_y (d - a/2) \\ &= 1205,76 \cdot 320 (321 - 90,79/2) \\ &= 1,06 \cdot 10^8 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

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

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{20 - 2 \cdot 40 - 3 \cdot 22 - 2 \cdot 8}{3 - 1} = 28 > 25 \text{ mm.....oke!!} \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan **6 D16 mm dua lapis**

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar:

$$M_u = 8150,34 \text{ kgm} = 8,15034 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{8,15034 \cdot 10^7}{0,8} = 10,19 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{10,19 \cdot 10^7}{200 \cdot 344^2} = 4,3$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f'c} = \frac{320}{0,85 \cdot 25} = 15,1$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,1} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,1 \cdot 4,3}{320}} \right) = 0,015 \end{aligned}$$

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

$\rho < \rho_{\text{max}}$ Digunakan $\rho_{\text{min}} = 0,015$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clxxvi

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \\ &= 0,015 \cdot 200 \cdot 344 \\ &= 1032 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$n = \frac{1032}{\frac{1}{4}\pi \cdot (16^2)} = 5,1 \approx 6 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 6 \times 200,96 = 1205,76 \text{ mm}^2$$

$A_s' > A_s$ maka sloof aman.....Ok!

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{1205,76 \cdot 320}{0,85 \cdot 25 \cdot 200} = 90,79$$

$$\begin{aligned} M_n \text{ ada} &= A_s \text{ ada} \cdot f_y (d - a/2) \\ &= 1205,76 \cdot 320 (321 - 90,79/2) \\ &= 1,06 \cdot 10^8 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

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

Kontrol Spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2p - n\phi \text{ tulangan} - 2\phi \text{ sengkang}}{n - 1} \\ &= \frac{20 - 2 \cdot 40 - 3 \cdot 22 - 2 \cdot 8}{3 - 1} = 28 > 25 \text{ mm.....oke!!} \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan **6 D16 mm dua lapis**

7.5.2 Perhitungan Tulangan Geser

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh gaya geser terbesar:

$$V_u = 7144,25 \text{ kg} = 71442,5 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 200 \cdot 344 \\ &= 57333,33 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset V_c &= 0,6 \cdot 57333,33 \text{ N} \\ &= 34400 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3 \emptyset V_c &= 3 \cdot 34400 \text{ N} \\ &= 103200 \text{ N} \end{aligned}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clxxvii

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

$$: 34400\text{N} < 71442,5 \text{ N} < 103200\text{N}$$

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

$$= 71442,5 - 34400$$

$$= 37042,5 \text{ N}$$

$$V_s \text{ perlu} = \frac{\phi V_s}{0,6} = \frac{37042,5}{0,6}$$

$$= 61737,5 \text{ N}$$

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

$$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 64$$

$$= 100,531 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \text{ perlu}} = \frac{100,531 \cdot 240 \cdot 344}{61737,5} = 134 \sim 120 \text{ mm}$$

$$S \text{ max} = d/2 = 344/2$$

$$= 172 \text{ mm}$$

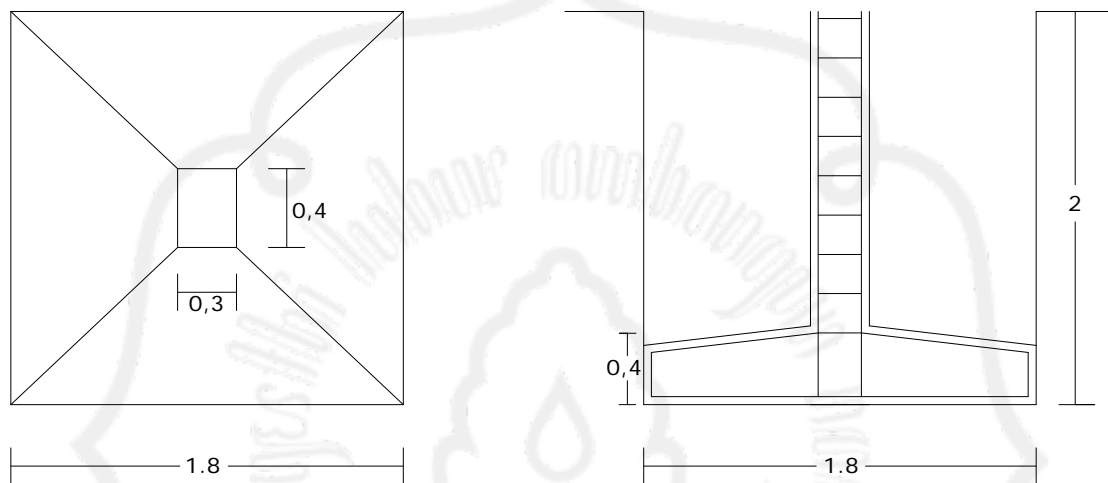
Jadi dipakai sengkang minimum dengan tulangan **$\emptyset 8 - 120 \text{ mm}$**



BAB 8

PERENCANAAN PONDASI

8.1 Data Perencanaan



Gambar 8.1 Perencanaan Pondasi

Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 2,00 m dengan panjang 1,5 m dan lebar 1,5 m.

- $f'c$ = 25 Mpa
- f_y = 320 Mpa
- σ_{tanah} = 2,5 kg/cm²
- γ_{tanah} = 1,5 t/m²
- γ_{beton} = 2,4 t/m²

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh gaya aksial terbesar dan momen terbesar:

- P_u = 57618,52 kg



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai clxxix

- Mu = 951,56 kg
- $d = h - p - \frac{1}{2} \phi t$
 $= 250 - 50 - 6$
 $= 194 \text{ mm}$

Dimensi Pondasi

$$\Sigma \text{tanah } \frac{Pu}{A} =$$

$$A = \frac{Pu}{\sigma \tan ah} = \frac{57618,52}{25000} = 2,3 \text{ m}^2$$

$$B=L=\sqrt{A} = \sqrt{2,3} = 1,52 \sim 1,8 \text{ m}$$

Direncanakan dimensi = 1,8 x 1,8 m

Tebal plat = 0,4 m

Tebal selimut = 0,04 m

8.2. Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi

8.2.1 Perhitungan kapasitas dukung pondasi

➤ Pembebanan pondasi telapak (foot plat)

$$\text{Berat telapak pondasi} = 1,8 \times 1,8 \times 0,40 \times 2400 = 3110,4 \text{ kg}$$

$$\text{Berat tanah} = (1,8^2 \times 1,6) - (0,3 \times 0,4 \times 1,6) \times 1500 = 7488 \text{ kg}$$

$$\text{Berat kolom} = (0,30 \times 0,40 \times 1,6) \times 2400 = 460,8 \text{ kg}$$

$$Pu = 57618,52 \text{ kg} +$$

$$P \text{ total} = 68677,72 \text{ kg}$$

Kontrol tegangan ijin tanah

$$\sigma_{\text{net}} = qU = \frac{V_{\text{tot}}}{A} \pm \frac{M_{\text{ut}}}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot L^2}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clxxx

$$\sigma_{\text{tan ah1}} = \frac{68678,72}{180 \times 180} + \frac{951,56}{\frac{1}{6} \cdot 160 \cdot (180)^2} = 2,12 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{tan ah2}} = \frac{68678,72}{180 \times 180} - \frac{951,56}{\frac{1}{6} \cdot 160 \cdot (180)^2} = 2,11 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{tan ahterjadi}} < \sigma \text{ ijin tanah } (2,12 \text{ kg/cm}^2 < 2,5 \text{ kg/cm}^2 \text{Ok!})$$

8.3. Perencanaan Tulangan Pondasi

8.3.1. Perhitungan Tulangan Lentur

$$\begin{aligned} \text{Mu} &= 1/2 \cdot q_u \cdot t^2 = 1/2 \cdot (21200 \times 1,8) \cdot (0,4)^2 \\ &= 3052,8 \text{ kgm} = 3,0528 \cdot 10^7 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\text{Mn} = \frac{\text{Mu}}{\phi} = \frac{3,0528 \cdot 10^7}{0,8} = 3,816 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} d &= h - d' \\ &= 400 - (40 + 6) \\ &= 354 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Rn} = \frac{\text{Mn}}{b \cdot d^2} = \frac{3,816 \cdot 10^7}{1800 \cdot 354^2} = 0,17$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{320}{0,85 \cdot 25} = 15,1$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 25}{320} \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 320} \right) \\ &= 0,037 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{max}} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,037 \\ &= 0,028 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,0025 \text{ untuk pondasi telapak}$$



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clxxxix

$$\begin{aligned}\rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,1} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,1 \times 0,17}{320}} \right) \\ &= 0,00053\end{aligned}$$

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

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

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

$$\begin{aligned}\text{As perlu} &= \rho_{\text{min}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,0025 \cdot 1800 \cdot 354 \\ &= 1593 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

- Untuk Arah Sumbu Panjang dan pendek sama

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

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{1593}{113,04} = 14,1 \sim 15 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1800}{15} = 120 \text{ mm}$$

Sehingga dipakai tulangan $\varnothing 12 - 120 \text{ mm}$

As yang timbul = $15 \times 113,04 = 1695,6 \text{ mm}^2 > \text{As perlu} \dots \dots \dots \text{ok!}$

Jadi dipakai D 12 – 120 mm

8.3.2. Perhitungan Tulangan Geser

$$\begin{aligned}V_u &= \sigma_{\text{netto}} \times A_{\text{efektif}} \\ &= 21100 \times (0,70 \times 1,8) \\ &= 26586 \text{ N}\end{aligned}$$

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

**Tugas Akhir*****Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai*** clxxxii

$$= 1/6 \cdot \sqrt{25} \cdot 1800 \cdot 352$$

$$= 528000 \text{ N}$$

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

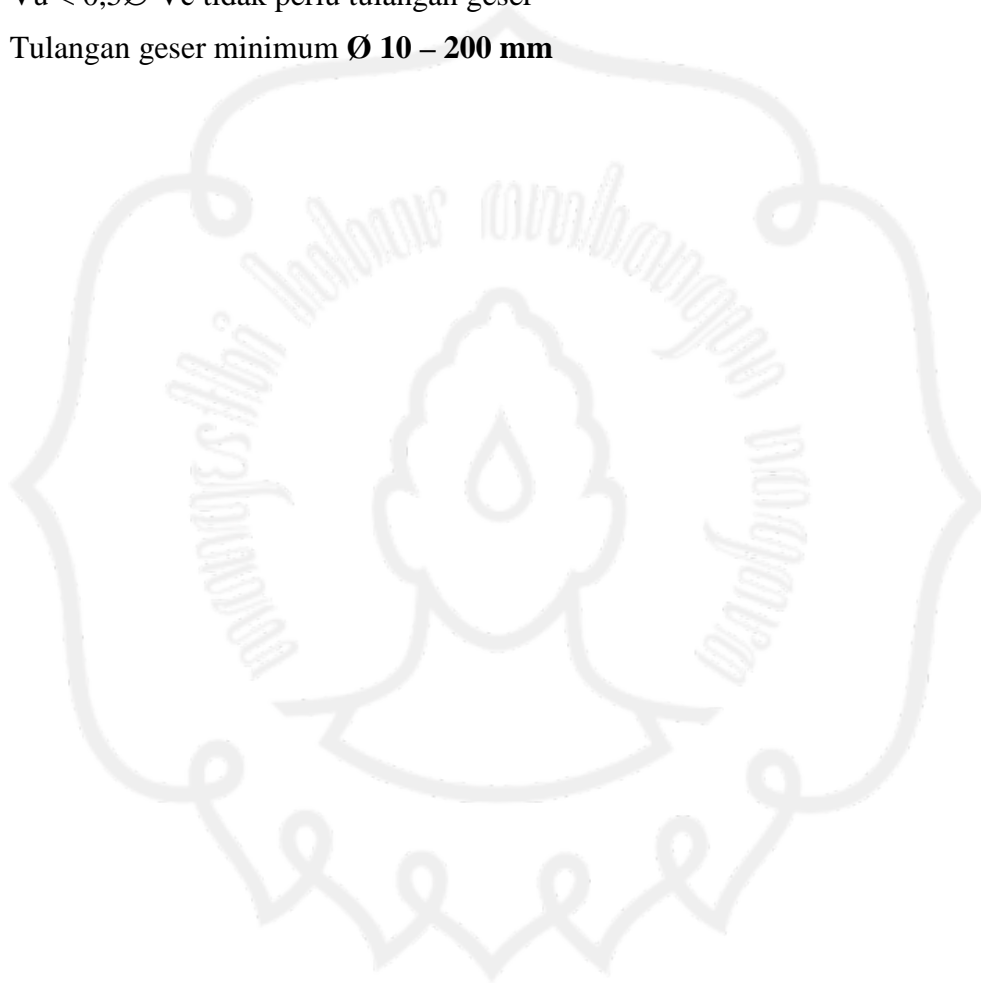
$$= 395000 \text{ N}$$

$$\frac{1}{2} \emptyset V_c = \frac{1}{2} \cdot 395000$$

$$= 198000 \text{ N}$$

$V_u < 0,5 \emptyset V_c$ tidak perlu tulangan geser

Tulangan geser minimum $\emptyset 10 - 200 \text{ mm}$





Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai clxxxiii

RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB / DAFTAR KUANTITAS D

PROGRAM : PROGRAM TUGAS AKHIR
 KEGIATAN : PEMBANGUNAN GEDUNG KULIAH
 LOKASI : Pedak, Karangwaru, Kec. Plupuh, Kab. Sragen
 TH. ANG. : 2010

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	
1	2	3	4	
I	PEKERJAAN PERSIAPAN			
1	Pembersihan lokasi	704,00	M2	30
2	Pengukuran dan Bouwplank	266,00	M	141
3	Air kerja dan listrik kerja	1,00	Ls	2.000
4	Alat bantu kerja dan andang kerja	1,00	Ls	2.000
5	Administrasi / Dokumentasi	1,00	Ls	500
6	Pagar dari seng setinggi 2m	152,00	M	468
7	Gudang sementara	9,00	M2	5.130
8	Kantor sementara	8,00	M2	4.190
9	Papan Nama	1,00	Ls	400
				Sub Total
II	PEKERJAAN TANAH			
1	Galian tanah pondasi	29,75	M3	
2	Galian tanah pondasi Footplat	312,44	M3	
3	Urugan tanah kembali	566,2	M3	
4	Urugan pasir bawah pondasi	18,87	M3	
				Sub Total
III	PEKERJAAN BETON			
1	Beton footplat 180/180 K225			
	a. Beton K-225	64,21	M3	
	b. Besi Tulangan	10.273,28	Kg	
	c. Begesting	192,62	M2	
2	Balok Sloof 20/40, K-225			
	a. Beton K-225	19,93	M3	
	b. Besi Tulangan	3.687,05	Kg	
	c. Begesting	39,86	M2	
3	Beton Kolom 40/30, camp K-225			
	a. Beton K-225	48,38	M3	
	b. Besi Tulangan	7.983,36	Kg	
	c. Begesting	508,03	M2	



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clxxxiv

4	Beton Kolom 25/25, K-225			
	a. Beton K-225	6,18	M3	
	b. Besi Tulangan	1.019,70	Kg	
	c. Begesting	74,16	M2	
5	Beton Kolom Tangga 25/25, K-225			
	a. Beton K-225	0,35	M3	
	b. Besi Tulangan	57,75	Kg	
	c. Begesting	2,31	M2	
6	Balok Lantai 25/60, K-225			
	a. Beton K-225	25,2	M3	
	b. Besi Tulangan	3.654,00	Kg	
	c. Begesting	243,6	M2	
7	Balok Lantai 25/40, K-225			
	a. Beton K-225	114,15	M3	
	b. Besi Tulangan	17.122,50	Kg	
	c. Begesting	1.426,88	M2	
8	Beton Plat Lantai K-225			
	a. Beton K-225	70,56	M3	
	b. Besi Tulangan	7.056,00	Kg	
	c. Begesting	846,72	M2	
9	Beton Lantai Kerja, camp. 1:3:5			
	a. Beton	15,69	M3	
10	Beton Plat tangga, K-225			
	a. Beton K-225	2,77	M3	
	b. Besi Tulangan	332,64	Kg	
	c. Begesting	27,72	M2	
11	Beton Stek Kolom atas, camp. 1:3:5			
	a. Beton	0,81	M3	
	b. Besi Tulangan	121,5	Kg	
	c. Begesting	9,72	M2	
				Sub Total
IV	PEKERJAAN PASANGAN			
1	Pasangan pondasi batu Kali	15,4	M2	
2	Pasang dinding batu bata 1:5	888	M2	
3	Plesteran dinding 1:5	1.776,00	M2	
4	Plesteran sponengan	893	M1	
5	Pasang lantai keramik 30/30 putih	980	M2	
6	Pasang tegel dinding 20 x 25 cm	128	M1	
				Sub Total



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clxxxv

V	PEKERJAAN KAYU			
1	Pasangan kusen	1,31	m3	
2	Pasangan Daun Pintu	40	M2	
3	Pasangan daun jendela	246,4	M2	
				Sub Total
VI	PEKJ. PENGUNCI DAN KACA			
1	Pasang slot pintu 2x slag, sekwa. Yalle	38	BH	
2	Pasang engsel pintu 140 mm	76	BH	
3	Pasang engsel jendela 110 mm	428	BH	
4	Pasang grendel pintu	76	BH	
5	Pasang grendel jendela	428	BH	
6	Pasang hak angin jendela	428	BH	
7	Pasang handel jendela	214	BH	
8	Kaca bening 5 mm	161	M2	
				Sub Total
VII	PEKERJAAN LISTRIK			
1	Pasang instalasi titik lampu	118	BH	
2	Pasang instalasi titik stop kontak	24	BH	
3	Pasang lampu PLCE 14 Watt + feting	118	BH	
4	Pasang Stop kontak Broco	24	BH	
5	Pasang saklar ganda	20	BH	
				Sub Total
VIII	PEKERJAAN CAT-CATAN			
1	Cat tembok sekwa. Decolith	2.951,24	M2	
2	Cat Dak Bag. Bawah sekwa. Decolith	285	M2	
3	Cat kayu sekwa. Avian	701,92	M2	
				Sub Total
IX	PEKERJAAN ATAP			
1	Pasang usuk 5/7 Jati, reng 2/3 jati	999	M2	
3	Pasang papan lisplank 2/20 Jati	364	M	
4	Pasang Plafond Hardfleks, rangka Kayu Lama	1.176,00	M2	
5	Pasang lis tepi plafond di cat	656	M	
6	Pasang genteng pres lokal	999	M2	
7	Pasang Kerpas genteng sejenis	72	M	
8	Pasang Talang Miring BJLS 30	40	M	
9	Pasang kuku bimo ujung genteng	6	BH	
10	Pasang Ornamen Puncak genteng	1	BH	
11	Pasangan asbes	1.176,00	M2	
12	Pasangan kuda-kuda baja	16961,56	Kg	
				Sub Total
XI	PEKERJAAN LAIN-LAIN	1,00	Rs	100.000



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai clxxxvi

	JUMLAH A
--	---------------------------

St
CV. TR
Ko
F

H. TR





Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clxxxvii

BAB 10

REKAPITULASI

10.1 Konstruksi kuda-kuda

a. Setengah kuda-kuda

Nomor Batang	Panjang Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	1,75	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
2	1,75	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
3	1,75	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
4	1,75	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
5	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
6	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
7	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
8	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
9	1,01	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
10	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
11	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
12	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
13	2,67	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
14	3,03	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
15	3,5	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
16	4,04	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clxxxviii

b. Jurai

Nomor Batang	Panjang Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	2,14	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
2	2,14	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
3	2,14	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
4	2,14	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
5	2,48	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
6	2,48	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
7	2,48	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
8	2,48	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
9	1,24	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
10	2,48	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
11	2,48	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
12	2,48	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
13	3,27	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
14	3,71	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
15	4,29	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
16	4,95	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7

b. Kuda-kuda trapesium

Nomor Batang	Panjang batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	1,75	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
2	1,75	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
3	1,75	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
4	1,75	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
5	1,75	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
6	1,75	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

clxxxix

7	1,75	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
8	1,75	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
9	2,02	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
10	2,02	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
11	1,75	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
12	1,75	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
13	1,75	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
14	1,75	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
15	2,02	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
16	2,02	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
17	1,01	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
18	2,02	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
19	2,02	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
20	2,67	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
21	2,02	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
22	2,67	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
23	2,02	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
24	2,67	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
25	2,02	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
26	2,67	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
27	2,02	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
28	2,02	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
29	1,01	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7

c. Kuda-kuda utama

Nomor Batang	Panjang batang	Dimensi Profil	Baut (mm)
1	1,75	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
2	1,75	JL 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai cxc

3	1,75	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
4	1,75	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
5	1,75	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
6	1,75	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
7	1,75	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
8	1,75	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
9	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
10	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
11	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
12	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
13	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
14	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
15	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
16	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
17	1,01	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
18	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
19	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
20	2,67	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
21	3,03	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
22	3,5	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
23	4,04	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
24	3,5	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
25	3,03	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
26	2,67	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
27	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
28	2,02	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7
29	1,01	┘┘ 70 . 70 . 7	4 Ø 12,7



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxci

10.2 Tulangan beton

No	Elemen	Dimensi	Tul. Tumpuan	Tul. Lapangan	Tul. Geser	Ket
1	Pondasi portal	1,8x1,8x0,35	-	Ø12-120 mm	Ø10-200	Pondasi j
2	Pondasi tangga	1,0x1,4x0,25	-	Ø12-140 mm	Ø8-200	Pondasi t
3	Sloof	20/40	6D16 mm	6D16 mm	Ø8-120 mm	Lanta arah x d
4	Kolom	30/40	4D16 mm	4D16 mm	Ø8-170 mm	Lanta 1 dan
5	Plat tangga	t = 0,12	Ø12-120 mm	Ø12-240 mm	Ø12-240 mm	-
6	Balok bordes	15/30	4Ø16 mm	4Ø12 mm	Ø8-120 mm	-
7	Balok portal memanjang	25/40	6D16 mm	2D16 mm	Ø8-140 mm	Lantai 2 :
8	Balok portal melintang	25/60	6D22 mm	6D22 mm	Ø8-240 mm	Lantai 2 :
9	Balok anak	25/33	6D16 mm	6D16 mm	Ø8-70 mm	Lantai 2 :
10	Balok anak	20/25	3D16 mm	3D16 mm	Ø8-90 mm	Lantai 2 :
11	Plat lantai Arah X	t = 0,12	Ø10-120 mm	Ø10-240 mm	-	Lantai 2 :
12	Plat lantai Arah Y	t = 0,12	Ø10-120 mm	Ø10-240 mm	-	Lantai 2 :
13	Rink balk	20/40	2D16 mm	2D16 mm	Ø8-170 mm	Balok :



BAB 11

KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan dan perhitungan struktur bangunan yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan struktur bangunan di Indonesia mengacu pada peraturan dan pedoman perencanaan yang berlaku di Indonesia.
2. Dalam merencanakan struktur bangunan, kualitas dari bahan yang digunakan sangat mempengaruhi kualitas struktur yang dihasilkan.
3. Perhitungan pembebanan digunakan batasan – batasan dengan analisa statis equivalent.
4. Dari perhitungan diatas diperoleh hasil sebagai berikut :

➤ **Perencanaan atap**

Kuda – kuda utama dipakai dimensi profil JL siku 70.70.7 diameter baut 12,7 mm jumlah baut 4

Kuda – kuda trapesium dipakai dimensi profil JL siku 70.70.7 diameter baut 12,7 mm jumlah baut 4

Setengah kuda – kuda dipakai dimensi profil JL siku 70.70.7 diameter baut 12,7 mm jumlah baut 4

Jurai dipakai dimensi profil JL siku 70.70.7 diameter baut 12,7 mm jumlah baut 4

➤ **Perencanaan Tangga**

Tulangan tumpuan yang digunakan \varnothing 12– 120 mm

Tulangan lapangan yang digunakan \varnothing 12– 240 mm

Tulangan geser yang digunakan \varnothing 12 – 240 mm

Tulangan arah sumbu panjang yang digunakan pada pondasi \varnothing 12 – 140 mm

Tulangan arah sumbu pendek yang digunakan pada pondasi \varnothing 12 – 140 mm



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai

cxci

Tulangan geser yang digunakan pada pondasi $\varnothing 8 - 200$ mm

➤ Perencanaan plat lantai

Tulangan arah X

Tulangan lapangan yang digunakan $\varnothing 10 - 240$ mm

Tulangan tumpuan yang digunakan $\varnothing 10 - 120$ mm

Tulangan arah Y

Tulangan lapangan yang digunakan $\varnothing 10 - 240$ mm

Tulangan tumpuan yang digunakan $\varnothing 10 - 120$ mm

➤ Perencanaan balok anak

Balok anak A

Tulangan tumpuan yang digunakan 3D16 mm

Tulangan lapanganyang digunakan 3D16 mm

Tulangan geser yang digunakan $\varnothing 8 - 90$ mm

Balok anak B

Tulangan tumpuan yang digunakan 6D16 mm

Tulangan lapanganyang digunakan 6D16 mm

Tulangan geser yang digunakan $\varnothing 8 - 70$ mm

➤ Perencanaan portal

Perencanaan tulangan balok portal Arah Memanjang

Tulangan tumpuan yang digunakan 6 D 16 mm

Tulangan lapangan yang digunakan 2 D 16 mm

Tulangan geser yang digunakan $\varnothing 8 - 140$ mm

Perencanaan tulangan balok portal Arah Melintang

Tulangan tumpuan yang digunakan 6 D 22 mm

Tulangan lapangan yang digunakan 6 D 22 mm

Tulangan geser yang digunakan $\varnothing 8 - 250$ mm

**Tugas Akhir****Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai** cxciv

➤ Perencanaan Tulangan Kolom

Tulangan tumpuan yang digunakan 4 D 16 mm

Tulangan lapangan yang digunakan 4 D 16 mm

Tulangan geser yang digunakan \emptyset 8 – 120 mm

➤ Perencanaan Tulangan Ring Balk

Tulangan tumpuan yang digunakan 4 D 16 mm

Tulangan lapangan yang digunakan 4 D 16 mm

Tulangan geser yang digunakan \emptyset 8 – 170 mm

➤ Perencanaan Tulangan Sloof

Tulangan tumpuan yang digunakan 6 D 16 mm

Tulangan lapangan yang digunakan 6 D 16 mm

Tulangan geser yang digunakan 8 – 120 mm

➤ Perencanaan pondasi portal

Tulangan lentur yang digunakan \emptyset 12-120 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.



Tugas Akhir

Perencanaan Struktur dan Rencana Anggaran Biaya Gedung Kuliah 2 Lantai CXCv

- 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 (PBTI), 1971, N.1-2 Cetakan ke-7, Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.

