perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

PERENCANAAN STRUKTUR DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA GEDUNG KULIAH 2 LANTAI

Agus Supriyanto
I.8507033

D3 TEKNIK SIPIL GEDUNG
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET

2011

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN STRUKTUR DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA GEDUNG KULIAH 2 LANTAI

TUGAS AKHIR

Dikerjakan Oleh:
AGUS SUPRIYANTO
NIM : I 8507033

Diperiksa dan disetujui :
Dosen Pembimbing

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

Dipertahankan didepan tim penguji:

1. Ir. BAMBANG SANTOSA, MT ....
   NIP. 19590823 198601 1 001
2. AGUS SETYA BUDI, ST.,MT ....
   NIP. 19700909 199802 1 001
3. EDY PURWANTO, ST.,MT ....
   NIP. 19680912 199702 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS

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

Disahkan,
Ketua Program D3 Teknik
Jurusan Teknik Sipil FT UNS

ACHMAD BASUKI, ST, MT
NIP. 19710901 199702 1 001

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

KUSNO ADI SAMBOWO, ST.,MT, PhD
NIP. 19691026 199503 1 002

iii

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

MOTTO

"Demi masa, sesungguhnya manusia dalam kerugian...."

Selama dunia masih dalam genggaman, semua bisa diatur.

"Jadilah elang yang senantiasa memantau segala perkara dari atas, dan jangan mau hinggap kecuali pada puncak kejayaan"

Tiada kebahagiaan dalam memiliki atau mendapatkan sesuatu. Hanya dalam memberi, kebahagiaan itu ada. Henry Drummond (1851 – 1860)

Dunia dipenuhi dengan hiasan, semua akan kembali pada-Nya.

"sesengguhnya tidaklah beriman seorang muslim, sebelum ia menyayangi saudaranya sebagaimana ia menyayangi dirinya sendiri"

Luwes, tegas dan keras...
Tegas dalam bersikap, namun elastic dalam penerapan...
Teguh dalam pendirian, namun penuh pertimbangan dalam pelaksanaan.....

*Kita tidak akan dapat meraih keberhasilan selama kita belum bisa mencintai apa yang kita lakukan. (**Anonim**)*

"Sesungguhnya kamu tidak akan memberi petunjuk kepada orang yanng kamu kasihi, tetapi Allah memberi petunjuk kepada orang yang dikehendaki-Nya, dan Allah lebih mengetahui orang – orang yang mau menerima petunjuk."
Q.S.Al Qoshos (28): 56

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

*" Bersahabatlah dangan siapa saja, sekalipun dengan srigala,
yang penting kapakmu selalu siap."*

*"Berbuatlah yang terbaik bagi sesama, karena sesungguhnya
bermanfaat bagi orang lain itu sangat membanggakan..."*

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

PERSEMBAHAN

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

" Serangkai Budi Penghargaan"
Dibalik tabir pembuatan episode Tugas Akhir

- **Ribuan terima kasih untuk Bapak dan Ibu yang tak henti-hentinya mendoakan, mendidikku tak pernah jemu dan selalu menaburkan pengorbanan dengan kasih sayang. Tanpa maaf dan restumu hidupku tak tentu arah...**
  AYAH, IBU, tiada kata dan perbuatan yang mampu membalas kasih sayangmu kepadaku....
- Kakak2ku, semoga keluarga kalian jadi keluarga yang sakinah, mawadhah, & warakhmah..
- & adik2ku, aku sayang kalian....jadilah anak2 yang sholeh & solekhah serta berbakti pada ayah – ibu...
- **Rekan-rekan Sipil Gedung khususnya angkatan 2007**
  Lukman "mc kpt", Somuch "somat imutch", Nurul, Hariyono "p'wek's", Budi, Damar "gendul", Cumi, Robetz, Iwan "kcl", Topo "lurahe" Pujek "hwakakak", Andi, June Joko, Yayan, Yulek, Yuni, Pandu, Tewe, Badrun, V-three, Arum, Dede, Hissyam, Darmo, Binar, Aris, Igag bin udin, Dwi, Mametz, Rangga, Sigit.

Terimakasih sodara2ku, kalian kan selalu ada dihatiku.....

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

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menghadapi masa depan yang semakin modern, kehadiran seorang Ahli Madya Teknik Sipil siap pakai yang menguasai dibidangnya sangat diperlukan. Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta sebagai lembaga pendidikan, bertujuan untuk menghasilkan Ahli Madya Teknik Sipil yang berkualitas, bertanggung jawab, dan kreatif dalam menghadapi tantangan masa depan dan ikut serta menyukseskan pembangunan nasional.

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

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

1.2 Maksud Dan Tujuan

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

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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

Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Program D3 Jurusan Teknik Sipil memberikan Tugas Akhir dengan maksud dan tujuan :

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

1.3 Kriteria Perencanaan

1. Spesifikasi Bangunan

a. Fungsi Bangunan	:	Gedung Kuliah
b. Luas Bangunan	:	1752 m^2
c. Jumlah Lantai	:	2 lantai
d. Tinggi Tiap Lantai	:	4,25 m
e. Konstruksi Atap	:	Rangka kuda-kuda baja
f. Penutup Atap	:	Genteng tanah liat
g. Pondasi	:	Foot Plate

2. Spesifikasi Bahan

a. Mutu Baja Profil	:	BJ 37
b. Mutu Beton (f'c)	:	30 MPa
c. Mutu Baja Tulangan (fy)	:	Polos: 240 Mpa Ulir : 360 Mpa.

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

1.4 Peraturan-Peraturan Yang Berlaku

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

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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 **SNI 03-1727-1989**, 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 :
   - 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

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3. Penutup lantai dari tegel, keramik dan beton (tanpa adukan)
   per cm tebal 24 kg/m2
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 **SNI 03-1727-1989**. 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 dengan suatu koefisien reduksi yang nilainya tergantung pada penggunaan gedung yang ditinjau, seperti diperlihatkan pada tabel :

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Tabel 2.1 Koefisien reduksi beban hidup

Penggunaan gedung	Koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan balok Induk dan portal
• PERUMAHAN / HUNIAN : Rumah tinggal, rumah sakit, dan hotel	0,75
• PENDIDIKAN : Sekolah dan ruang kuliah	0,90
• PENYIMPANAN : Gudang, perpustakaan dan ruang arsip	0,90
• 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 **SNI 03-1727-1989.**

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

2. Atap segitiga dengan sudut kemiringan α

a) Di pihak angin : $\alpha < 65°$.. 0,02 α - 0,4

$65° < \alpha < 90°$.. + 0,9

b) Di belakang angin, untuk semua α.. - 0,4

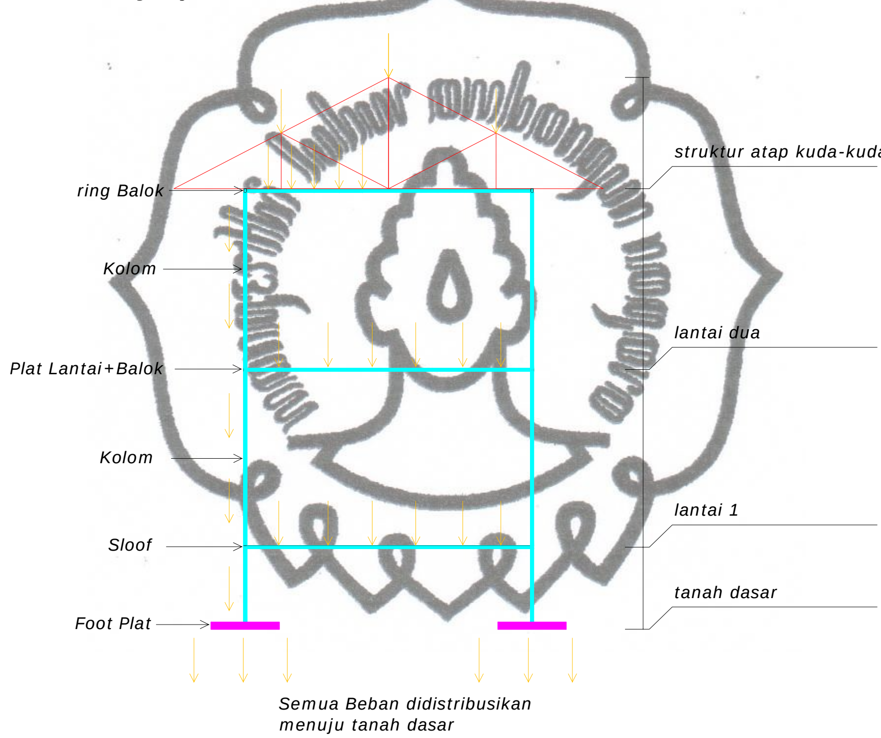
commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

4. Beban Gempa (E)

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

2.1.2. Sistem Kerjanya Beban



Gambar 2.1 Arah Pembebanan pada Struktur

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 :

<u>*Beban atap akan diterima oleh ringbalk, kemudian diteruskan kepada kolom. Beban pelat lantai akan didistribusikan kepada balok anak dan balok portal, kemudian*</u>

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

dilanjutkan ke kolom, dan didistribusikan menuju sloof, yang selanjutnya akan diteruskan ke tanah dasar melalui pondasi telapak.

2.1.3. Provisi Keamanan

Dalam **SNI 03-1727-1989**, 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 (∅), yaitu untuk memperhitungkan kurangnya mutu bahan di lapangan. Pelampauan beban dapat terjadi akibat perubahan dari penggunaan untuk apa struktur direncanakan dan penafsiran yang kurang tepat dalam memperhitungkan pembebanan. Sedang kekurangan kekuatan dapat diakibatkan oleh variasi yang merugikan dari kekuatan bahan, pengerjaan, dimensi, pengendalian dan tingkat pengawasan.

Tabel 2.2 Faktor Pembebanan U

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

Keterangan :

A = Beban Atap

D = Beban mati

L = Beban hidup

Lr = Beban hidup tereduksi

R = Beban air hujan

W = Beban angin

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Tabel 2.3 Faktor Reduksi Kekuatan ∅

No	GAYA	∅
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 1983 adalah sebagai berikut :

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

b. Jika tulangan sejajar tersebut diletakkan dalam dua lapis atau lebih, tulangan pada lapisan atas harus diletakkan tepat diatas tulangan di bawahnya dengan jarak bersih tidak boleh kurang dari 25 mm

Tebal selimut beton minimum untuk beton yang dicor setempat adalah:

a. Untuk pelat dan dinding = 20 mm

b. Untuk balok dan kolom = 40 mm

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

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

2.2. Perencanaan Atap

1. Pembebanan

   Pada perencanaan atap, beban yang bekerja adalah :

   a. Beban mati

   b. Beban hidup

   c. Beban air

2. Asumsi Perletakan

   a. Tumpuan sebelah kiri adalah Sendi.

   b. Tumpuan sebelah kanan adalah Rol..

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

   a. Batang tarik

$$Fn = \frac{\rho mak}{\sigma ijin}$$

$$\sigma ijin = \frac{2}{3} \times \left(\sigma l = 2400 kg / cm^2 \right) = 1600 kg / cm^2$$

Fbruto = 1,15 x Fn ……(< F Profil)

Dengan syarat σ terjadi ≤ 0,75 σ ijin

$$\sigma \text{ terjadi} = \frac{\rho mak}{0.85.Fprofil}$$

   b. Batang tekan

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

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

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

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Apabila $= \lambda s \leq 0{,}25 \longrightarrow \omega = 1$

$0{,}25 < \lambda s < 1{,}2 \longrightarrow \omega = \dfrac{1{,}43}{1{,}6 - 0{,}67.\lambda_s}$

$\lambda s \geq 1{,}2 \longrightarrow \omega = 1{,}25.\lambda_s{}^2$

kontrol tegangan :

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

c. Sambungan

- Tebal plat sambung (δ)= 0,625 × d
- Tegangan geser yang diijinkan

  Teg. Geser = 0,6 × σ_{ijin}
- Tegangan tumpuan yang diijinkan

  Teg. Tumpuan = 1,5 × σ_{ijin}

- Kekuatan baut

  $P_{geser} = 2 \cdot ¼ \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \tau_{geser}$

  $P_{desak} = \delta \cdot d \cdot \tau_{tumpuan}$
- Jumlah mur-baut → $n = \dfrac{P_{maks}}{P_{geser}}$
- Jarak antar baut

  Jika $1{,}5\ d \leq S_1 \leq 3\ d \longrightarrow S_1 = 2{,}5\ d$

  Jika $2{,}5\ d \leq S_2 \leq 7\ d \longrightarrow S_2 = 5\ d$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

2.3. Perencanaan Tangga

Untuk perhitungan penulangan tangga dipakai kombinasi pembebanan akibat beban mati dan beban hidup yang disesuaikan dengan Standar Nasional Indonesia (**SNI 03-1727-1989**) dan **SNI 03-2847-2002** dan analisa struktur mengunakan perhitungan **SAP 2000.**

sedangkan untuk tumpuan diasumsikan sebagai berikut :

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

Perhitungan untuk penulangan tangga

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

dimana, $\phi = 0{,}80$

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

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

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

$$\rho b = \frac{0{,}85.fc}{fy}.\beta.\left(\frac{600}{600 + fy}\right)$$

ρ_{max} = 0,75 . ρb

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

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

As = ρ_{ada} . b . d

Luas tampang tulangan

As = $\rho x b x d$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

2.4. Perencanaan Plat Lantai

1. Pembebanan :
   - Beban mati
   - Beban hidup : 250 kg/m^2
2. Asumsi Perletakan : jepit penuh
3. Analisa struktur menggunakan tabel 13.3.2 **SNI 03-1727-1989.**
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, $\phi = 0{,}80$

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

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

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

$$\rho b = \frac{0{,}85.fc}{fy}.\beta.\left(\frac{600}{600 + fy}\right)$$

$$\rho_{max} = 0{,}75 \;.\; \rho b$$

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

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

$$As = \rho_{ada} \;.\; b \;.\; d$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Luas tampang tulangan

As $= \rho x b x d$

2.5. Perencanaan Balok Anak

1. Pembebanan
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, $\phi = 0{,}80$

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

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

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

$$\rho b = \frac{0{,}85.fc}{fy}.\beta.\left(\frac{600}{600 + fy}\right)$$

$$\rho_{max} = 0{,}75\ .\ \rho b$$

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

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

Perhitungan tulangan geser :

$\phi = 0{,}60$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$V_c = \frac{1}{6} x \sqrt{f'c} xbxd$

ϕ Vc = 0,6 x Vc

Φ.Vc $\leq$ Vu $\leq$ 3 Φ Vc

(perlu tulangan geser)

Vu < $\varnothing$ Vc < 3 Ø Vc

(tidak perlu tulangan geser)

Vs perlu = Vu – Vc

(pilih tulangan terpasang)

Vs ada = $\frac{(Av.fy.d)}{s}$

(pakai Vs 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 $= \frac{f_y}{0{,}85xf'_c}$

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

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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

$$\rho b = \frac{0{,}85.fc}{fy}.\beta.\left(\frac{600}{600 + fy}\right)$$

ρ_{max} = 0,75 . ρb

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

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

Perhitungan tulangan geser :

$\phi = 0{,}60$

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

ϕ Vc = 0,6 x Vc

Φ.Vc $\leq$ Vu $\leq$ 3 Φ Vc

(perlu tulangan geser)

Vu < $\varnothing$ Vc < 3 Ø Vc

(tidak perlu tulangan geser)

Vs perlu = Vu – Vc

(pilih tulangan terpasang)

Vs ada = $\dfrac{(Av.fy.d)}{s}$

(pakai Vs perlu)

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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 :

$$\sigma_{\text{yang terjadi}} = \frac{\text{Vtot}}{\text{A}} + \frac{\text{Mtot}}{\frac{1}{6}.\text{b.L}^2}$$

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

Sedangkan pada perhitungan tulangan lentur

$$\text{Mu} = \tfrac{1}{2}\ .\ \text{qu}\ .\ \text{t}^2$$

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

$$\text{Rn} = \frac{M_n}{bxd^2}$$

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

$$\rho\text{b} = \frac{0{,}85.\text{fc}}{\text{fy}}.\beta.\left(\frac{600}{600 + \text{fy}}\right)$$

$$\rho_{\text{max}} = 0{,}75\ .\ \rho\text{b}$$

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

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

$$\text{As} = \rho_{ada}\ .\ \text{b}\ .\ \text{d}$$

Luas tampang tulangan

$\text{As} = \rho x b x d$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Perhitungan tulangan geser :

Vu $= \sigma$ x A $_{efektif}$

$\phi = 0{,}60$

$V_c = \frac{1}{6} x \sqrt{f'c} xbxd$

ϕ Vc = 0,6 x Vc

Φ.Vc $\leq$ Vu $\leq 3\ \Phi$ Vc

(perlu tulangan geser)

Vu < $\varnothing$ Vc < 3 Ø Vc

(tidak perlu tulangan geser)

Vs perlu = Vu – Vc

(pilih tulangan terpasang)

Vs ada = $\frac{(Av.fy.d)}{s}$

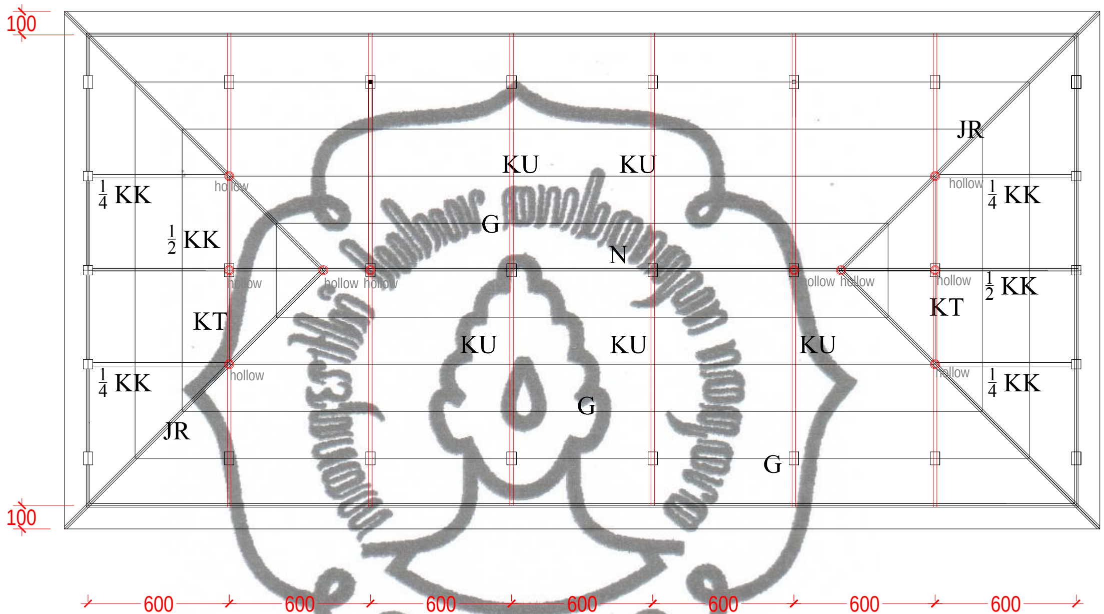
(pakai Vs perlu)

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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 utama	JR	= Jurai

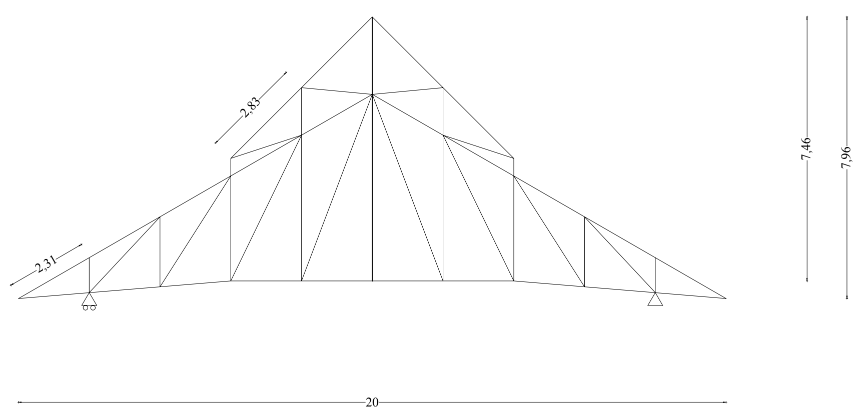
commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.2 Dasar Perencanaan

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

a. Bentuk rangka kuda-kuda : seperti tergambar.
b. Jarak antar kuda-kuda : 6 m
c. Kemiringan atap (α) : 1). Atap jenis 1 = 30^o
2). Atap jenis 2 = 45^o
d. Bahan gording : baja profil *lip channels in front to front arrangement* ( ][ )
e. Bahan rangka kuda-kuda : baja profil *double* siku sama kaki (⊥⊥).
f. Bahan penutup atap : genteng.
g. Alat sambung : baut-mur.
h. Jarak antar gording : 1). Atap jenis 1 = 2,31 m
2). Atap jenis 2 = 2,83 m
i. Bentuk atap : limasan.
j. Mutu baja profil : Bj-37
σ_{ijin} = 1600 kg/cm^2
σ_{leleh} = 2400 kg/cm^2 **(SNI 03–1729-2002)**



commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.3 Perencanaan Gording

3.3.1. Perencanaan Pembebanan

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

a. Berat penutup atap = 50 kg/m^2.

b. Beban angin = 25 kg/m^2.

c. Berat hidup (pekerja) = 100 kg.

d. Berat penggantung dan plafond = 18 kg/m^2

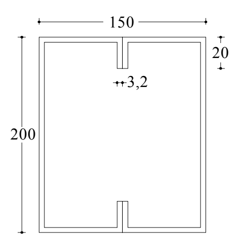
3.3.2. Perhitungan Pembebanan

a. Atap jenis 1

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

Dicoba menggunakan gording dengan dimensi baja profil tipe *lip channels in front to front arrangement* ( ) 200 × 150 × 20 × 3,2 pada perencanaan kuda-kuda dengan data sebagai berikut :

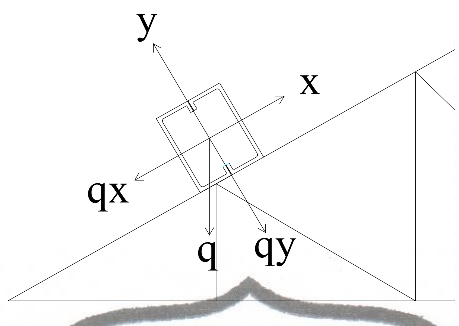
a. Berat gording	= 18,5 kg/m	f. ts	= 3,2 mm
b. Ix	= 1432 cm^4	g. tb	= 3,2 mm
c. Iy	= 834 cm^4	h. Zx	= 143cm^3
d. h	= 200 mm	i. Zy	=111cm^3
e. b	= 150 mm		



commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

1) Beban Mati (titik)



Berat gording			=	18,50 kg/m
Berat Plafond	=	(2,3 × 18)	=	41,40 kg/m
Berat penutup atap	=	(2,31× 50)	=	115,50 kg/m +
		q	=	175,40 kg/m

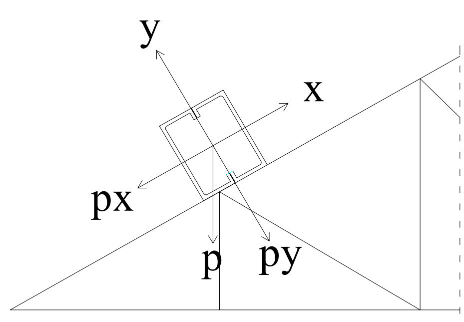
q_x = q sin α = 175,40 × sin 30° = 87,70 kg/m.

q_y = q cos α = 175,40 × cos 30° = 151,90 kg/m.

M_{x1} = $^1/_8 . q_y . L^2$ = $^1/_8 \times 151{,}90 \times (6)^2$ = 683,55 kgm.

M_{y1} = $^1/_8 . q_x . L^2$ = $^1/_8 \times 87{,}70 \times (6)^2$ = 394,65 kgm.

2) Beban hidup



P diambil sebesar 100 kg.

P_x = P sin α = 100 × sin 30° = 50,00 kg.

P_y = P cos α = 100 × cos 30° = 86,60 kg.

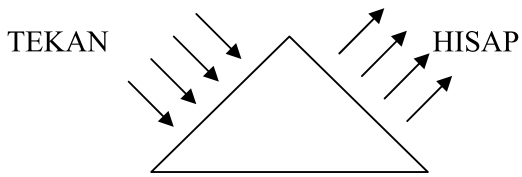
M_{x2} = $^1/_4 . P_y . L$ = $^1/_4 \times 86{,}603 \times 6$ = 129,90 kgm.

M_{y2} = $^1/_4 . P_x . L$ = $^1/_4 \times 50 \times 6$ = 75,00 kgm.

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3) Beban angin



Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m^2.

Koefisien kemiringan atap (α) = 30°.

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

Beban angin :

1) Angin tekan (W_1) = koef. Angin tekan × beban angin × ½ × (s_1+s_2)
   = 0,2 × 25 × ½ × (2,31 + 2,31) = 11,55 kg/m.
2) Angin hisap (W_2) = koef. Angin hisap × beban angin × ½ × (s_1+s_2)
   = – 0,4 × 25 × ½ × (2,31 + 2,31) = -23,10 kg/m.

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

1) $M_{x\,(tekan)}$ = $^1/_8 \cdot W_1 \cdot L^2 = {}^1/_8 \times 11{,}55 \times (6)^2$ = 51,975 kgm.
2) $M_{x\,(hisap)}$ = $^1/_8 \cdot W_2 \cdot L^2 = {}^1/_8 \times -23{,}10 \times (6)^2$ = -103,5 kgm.

Kombinasi = 1,2D + 1,6L ± 0,8w

1) M_x

$M_{x\,(max)}$ = 1,2D + 1,6L + 0,8W
= 1,2(683,55) + 1,6(129,90) + 0,8(51,975) = 1069,62 kgm

$M_{x\,(min)}$ = 1,2D + 1,6L - 0,8W
= 1,2(683,55) + 1,6(129,90) - 0,8(103,5) = 945,30 kgm

2) M_y

$M_{x\,(max)}$ = $M_{x\,(min)}$
= 1,2(394,65) + 1,6(75,00) = 593,58 kgm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Tabel 3.1. Kombinasi Gaya Dalam pada Gording Atap Jenis 1

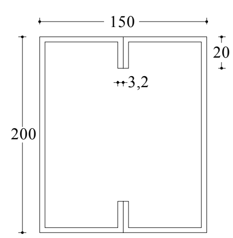
Momen	Beban Mati	Beban Hidup	Beban Angin		Kombinasi	
			Tekan	Hisap	Minimum	Maksimum
M_x	683,55	129,90	51,975	-103,5	945,30	1069,62
M_y	394,65	75,00	-	-	593,58	593,58

b. Atap jenis 2

- Kemiringan atap (α) = 45°.
- Jarak antar gording (s) = 2,83 m.
- Jarak antar kuda-kuda utama = 6,00 m.

Dicoba menggunakan gording dengan dimensi baja profil tipe *lip channels in front to front arrangement* ( ) 200 × 150 × 20 × 3,2 pada perencanaan kuda-kuda dengan data sebagai berikut :

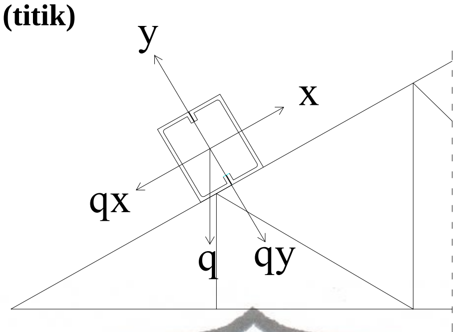
a. Berat gording = 18,5 kg/m
b. Ix = 1432 cm^4
c. Iy = 834 cm^4
d. h = 200 mm
e. b = 150 mm
f. ts = 3,2 mm
g. tb = 3,2 mm
h. Zx = 143cm^3
i. Zy =111cm^3



commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

1) Beban Mati (titik)



Berat gording		=	18,50	kg/m
Berat Plafond	= (2,3 × 18)	=	41,40	kg/m
Berat penutup atap	= (2,83 × 50)	=	141,50	kg/m +
	q	=	201,40	kg/m

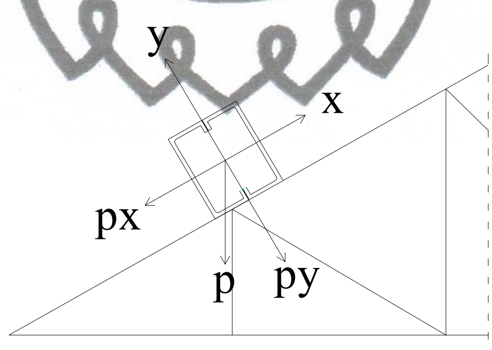
q_x = q sin α = 201,40 × sin 45° = 142,41 kg/m.

q_y = q cos α = 201,40 × cos 45° = 142,41 kg/m.

M_{x1} = $^1/_8 \cdot q_y \cdot L^2$ = $^1/_8 \times 142{,}41 \times (6)^2$ = 639,45 kgm.

M_{y1} = $^1/_8 \cdot q_x \cdot L^2$ = $^1/_8 \times 142{,}41 \times (6)^2$ = 639,45 kgm.

2) Beban hidup



P diambil sebesar 100 kg.

P_x = P sin α = 100 × sin 45° = 70,71 kg.

P_y = P cos α = 100 × cos 45° = 70,71 kg.

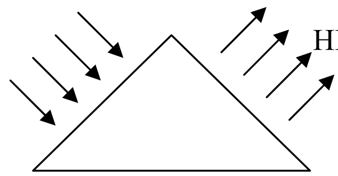
M_{x2} = $^1/_4 \cdot P_y \cdot L$ = $^1/_4 \times 70{,}71 \times 6$ = 106,07 kgm.

M_{y2} = $^1/_4 \cdot P_x \cdot L$ = $^1/_4 \times 70{,}71 \times 6$ = 106,07 kgm.

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3) Beban angin



Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m^2.

Koefisien kemiringan atap (α) = 45°.

1) Koefisien angin tekan = (0,02α – 0,4) = 0,5

2) Koefisien angin hisap = – 0,4

Beban angin :

1) Angin tekan (W_1) = koef. Angin tekan × beban angin × ½ × (s_1+s_2)
= 0,5 × 25 × ½ × (2,83 + 2,83) = 35,375 kg/m.

2) Angin hisap (W_2) = koef. Angin hisap × beban angin × ½ × (s_1+s_2)
= – 0,4 × 25 × ½ × (2,83 + 2,83) = -28,30 kg/m.

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

1) $M_{x\,(tekan)}$ = $^1/_8$. W_1 . L^2 = $^1/_8$ × 35,375 × $(6)^2$ = 159,187 kgm.

2) $M_{x\,(hisap)}$ = $^1/_8$. W_2 . L^2 = $^1/_8$ × -28,3 × $(6)^2$ = -127,35 kgm.

Kombinasi = 1,2D + 1,6L ± 0,8w

1) M_x

$M_{x\,(max)}$ = 1,2D + 1,6L + 0,8W
= 1,2(639,42) + 1,6(106,07) + 0,8(159,187) = 1064,36 kgm

$M_{x\,(min)}$ = 1,2D + 1,6L - 0,8W
= 1,2(639,42) + 1,6(106,07) - 0,8(127,35) = 835,14 kgm

2) M_y

$M_{x\,(max)}$ = $M_{x\,(min)}$
= 1,2(639,42) + 1,6(106,07) = 937,016 kgm

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Tabel 3.2. Kombinasi Gaya Dalam pada Gording Atap Jenis 2

Momen	Beban Mati	Beban Hidup	Beban Angin		Kombinasi	
			Tekan	Hisap	Minimum	Maksimum
M_x	639,41	106,07	159,187	-127,35	835,14	1064,36
M_y	639,41	106,07	-	-	937,016	937,016

3.3.3. Kontrol Terhadap Tegangan

a. Atap jenis 1

➢ Kontrol terhadap tegangan Minimum

M_x = 945,30 kgm = 94530 kgcm.

M_y = 593,58 kgm = 59358 kgcm.

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{M_X}{Zy}\right)^2 + \left(\frac{M_Y}{Zx}\right)^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{94530}{111}\right)^2 + \left(\frac{59358}{143}\right)^2}$$

$= 947{,}396\ \text{kg/cm}^2 < \sigma_{ijin} = 1600\ \text{kg/cm}^2$

➢ Kontrol terhadap tegangan Maksimum

M_x = 1069,62 kgm = 106962 kgcm.

M_y = 593,58 kgm = 59358 kgcm.

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{M_X}{Zy}\right)^2 + \left(\frac{M_Y}{Zx}\right)^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{106962}{111}\right)^2 + \left(\frac{59358}{143}\right)^2}$$

$= 1049{,}222\ \text{kg/cm}^2 < \sigma_{ijin} = 1600\ \text{kg/cm}^2$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

b. Atap jenis 2

- Kontrol terhadap tegangan Minimum

M_x = 835,14 kgm = 83514 kgcm.

M_y = 937,016kgm = 93701,6 kgcm.

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{M_X}{Z_y}\right)^2 + \left(\frac{M_Y}{Zx}\right)^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{83514}{111}\right)^2 + \left(\frac{93701,6}{143}\right)^2}$$

$= 997,714 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2$

- Kontrol terhadap tegangan Maksimum

M_x = 1064,36 kgm = 106436 kgcm.

M_y = 937,016kgm = 93701,6 kgcm.

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{M_X}{Z_y}\right)^2 + \left(\frac{M_Y}{Zx}\right)^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{106436}{111}\right)^2 + \left(\frac{93701,6}{143}\right)^2}$$

$= 1164.385 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.3.4. Kontrol Terhadap Lendutan

a. Atap jenis 1

Di coba profil : 200 × 150 × 20 × 3,2 q_x = 0,870 kg/cm

E = $2{,}1 \times 10^6$ kg/cm^2 q_y = 1,519 kg/cm

I_x = 1432 cm^4 P_x = 50 kg

I_y = 834 cm^4 P_y = 86,60 kg

$$Z_{ijin} = \frac{1}{240} \times 600 = 2{,}50 \text{ cm}$$

$$Z_x = \frac{5.q_x.L^4}{384.E.I_y} + \frac{P_x.L^3}{48.E.I_y}$$

$$= \frac{5 \times 0{,}870 \times (600)^4}{384 \times 2{,}1.10^6 \times 834} + \frac{50 \times (600)^3}{48 \times 2{,}1.10^6 \times 834}$$

$$= 0{,}967 \text{ cm}$$

$$Z_y = \frac{5.q_y.l^4}{384.E.I_x} + \frac{P_y.L^3}{48.E.I_x}$$

$$= \frac{5 \times 1{,}519 \times (600)^4}{384 \times 2{,}1.10^6 \times 1432} + \frac{86{,}60 \times (600)^3}{48 \times 2{,}1.10^6 \times 1432}$$

$$= 0{,}982 \text{ cm}$$

$$Z = \sqrt{Z_x^{\,2} + Z_y^{\,2}}$$

$$= \sqrt{(0{,}967)^2 + (0{,}982)^2} = 1{,}378 \text{ cm}$$

$Z \leq Z_{ijin}$

1,378 cm ≤ 2,50 cm …………… aman ! ☺!!!

Jadi, baja profil ***lip channels in front to front arrangement*** ( ) dengan dimensi **200 × 150 × 20 × 3,2** aman dan mampu menerima beban apabila digunakan untuk gording.

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

b. Atap jenis 2

Di coba profil : 200 × 150 × 20 × 3,2 — q_x = 1,4241 kg/cm

E = $2,1 \times 10^6$ kg/cm² — q_y = 1,4241 kg/cm

I_x = 1432 cm⁴ — P_x = 70,71 kg

I_y = 834 cm⁴ — P_y = 70,71 kg

$$Z_{ijin} = \frac{1}{240} \times 600 = 2,50 \text{ cm}$$

$$Z_x = \frac{5.q_x.L^4}{384.E.I_y} + \frac{P_x.L^3}{48.E.I_y}$$

$$= \frac{5 \times 1,4241 \times (600)^4}{384 \times 2,1.10^6 \times 834} + \frac{70,71 \times (600)^3}{48 \times 2,1.10^6 \times 834}$$

$$= 1,554 \text{ cm}$$

$$Z_y = \frac{5.q_y.L^4}{384.E.I_x} + \frac{P_y.L^3}{48.E.I_x}$$

$$= \frac{5 \times 1,4241 \times (600)^4}{384 \times 2,1.10^6 \times 1432} + \frac{70,71 \times (600)^3}{48 \times 2,1.10^6 \times 1432}$$

$$= 0,9048 \text{ cm}$$

$$Z = \sqrt{Z_x{}^2 + Z_y{}^2}$$

$$= \sqrt{(1,554)^2 + (0,9048)^2} = 1,798 \text{ cm}$$

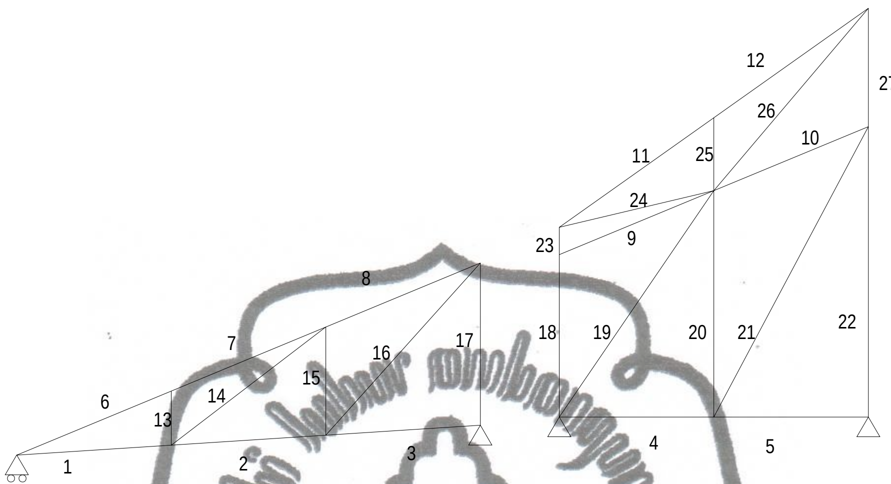
$Z \leq Z_{ijin}$

1,798 cm ≤ 2,50 cm …………… aman ! ☺!!!

Jadi, baja profil ***lip channels in front to front arrangement*** ( ) dengan dimensi **200 × 150 × 20 × 3,2** aman dan mampu menerima beban apabila digunakan untuk gording.

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.4 Perencanaan Jurai



Gambar 3.2. Rangka Batang Jurai

3.4.1 Perhitungan Panjang Batang Jurai

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 3.3. Panjang Batang pada Jurai

Nomer Batang	Panjang Batang (m)
1	2,83
2	2,83
3	2,83
4	2,83
5	2,83
6	3,06
7	3,06
8	3,06
9	3,06
10	3,06
11	3,46
12	3,46

commit to user

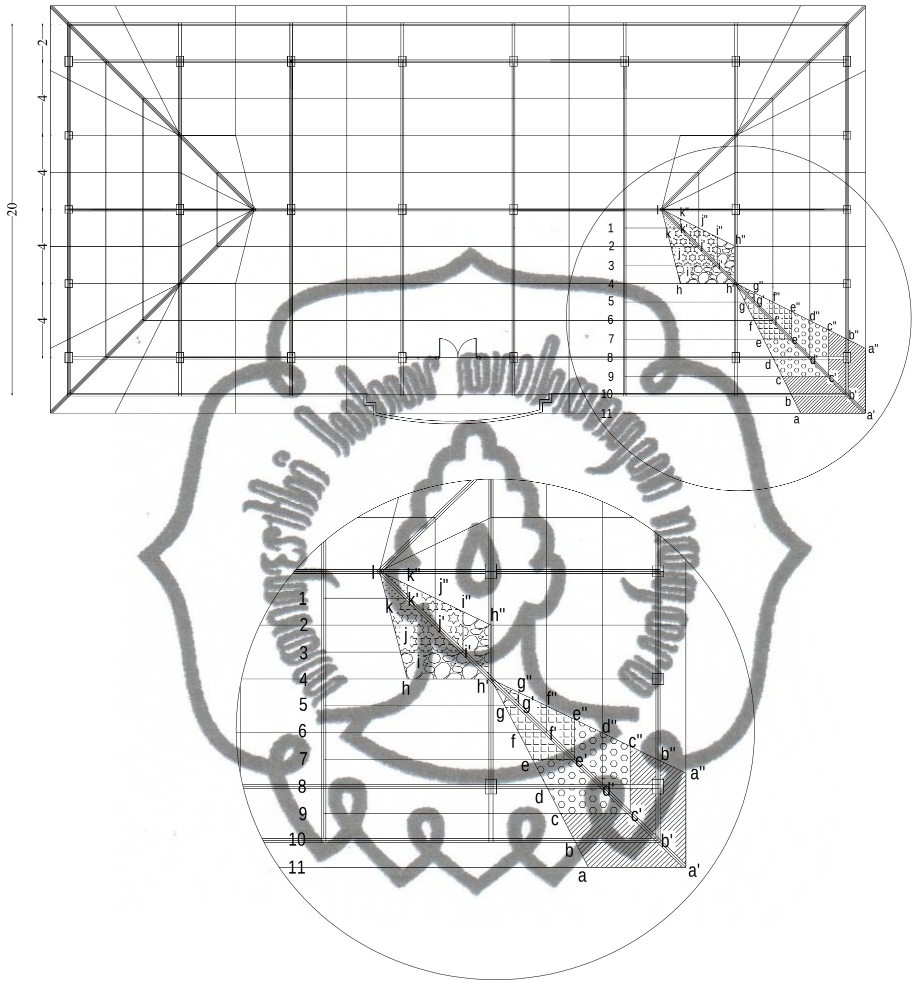
perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

13	0,99
14	3,56
15	1,98
16	4,23
17	2,96
18	2,96
19	5,01
20	4,13
21	6,01
22	5,30
23	0,50
24	2,91
25	1,33
26	4,73
27	2,16

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.4.2 Perhitungan Luasan Jurai



Gambar 3.3. Luasan Atap Jurai

Panjang l1 = ½ x 2,82 =1,41 m

Panjang l1 = 1,410 m

Panjang 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 7-8 = 8-9 = 9-10 = 10 - 11 = 1,41 m

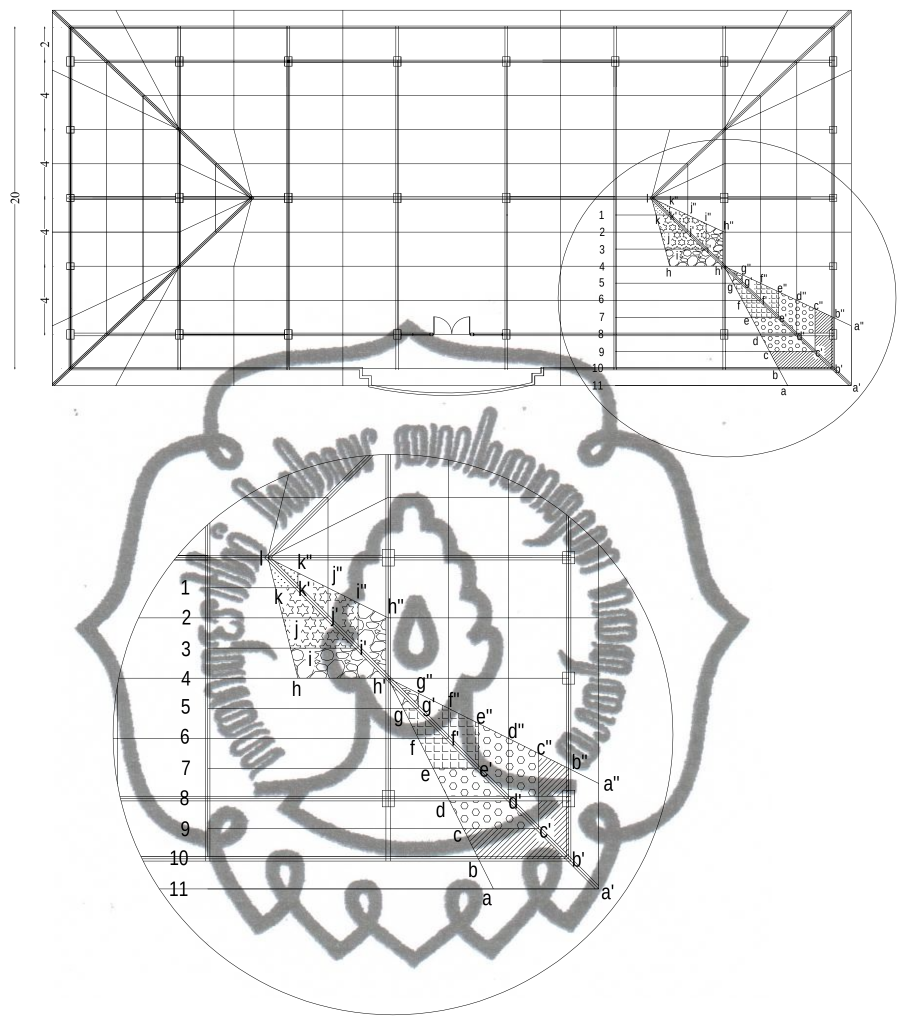
Panjang aa' = 3,50 m	Panjang a'a" = 3,50 m
Panjang cc' = 2,50 m	Panjang c'c" = 2,50 m
Panjang ee' = 1,50 m	Panjang e'e" = 1,50 m
Panjang gg' = 0,50 m	Panjang g'g" = 0,50 m
Panjang ii' = 2,25 m	Panjang i'i" = 1,50 m
Panjang kk' = 0,75 m	Panjang k'k" = 0,50 m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

- **Luas aa'a"c"c'c** = (½ (aa' + cc') 9-11) + (½ (a'a" + c'c") 9-11)
  = (½ (3,50 + 2,50) 2,82) + (½ (3,50 + 2,50) 2,82)
  = 16,92 m^2
- **Luas cc'c"e"e'e** = (½ (cc' + ee') 7-9) + (½ (c'c" + e'e") 7-9)
  = (½ (2,50 + 1,50) 2,82) + (½ (2,50 + 1,50) 2,82)
  = 11,28 m^2
- **Luas ee'e"g"g'g** = (½ (ee' + gg') 5-7) + (½ (e'e" + g'g") 5-7)
  = (½ (1,50 + 0,50) 2,82) + (½ (3,50 + 0,50) 2,82)
  = 8,46 m^2
- **Luas gg'g"i"i'ihh'**= (½ . 4-5. gg') + (½ (g'g" + i'i") 3-5) + (½ (ii' + hh') 3-5)
  = (½ × 1,410× 0,5) + (½ (0,50 + 1,50) 2,82) +
  (½ (1,50 + 2,00) 2,82)
  = 8 ,1075m^2
- **Luas ii'i"k"k'k** = (½ (ii' + kk') 1-3) + (½ (i'i" + k'k") 1-3)
  = (½ (2,25 + 0,75) 2,82) + (½ (1,50+ 0,50) 2,82)
  = 7,05 m^2
- **Luas lkk'k"** = (½ × kk' × 11) x 2
  = (½ ×0,75 × 1,410) x 2
  = 1,0575 m^2

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id



Gambar 3.4. Luasan Plafon Jurai

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Panjang l1 = ½ x 2 = 1 m

Panjang n1 = 1-2 = 2-3 = 3-4 = 4-5 = 5-6 = 6-7 =7-8 = 8-9 = 9-10 = 10-11 = 1 m

Panjang bb’	= 3,0 m	Panjang b’b”	= 3,0 m
Panjang cc’	= 2,5 m	Panjang c’c”	= 2,5 m
Panjang ee’	= 1,5 m	Panjang e’e”	= 1,5 m
Panjang gg’	= 0,5 m	Panjang g’g”	= 0,5 m
Panjang ii’	= 2,25 m	Panjang i’i”	= 1,5 m
Panjang kk’	= 0,75 m	Panjang k’k”	= 0,5 m

- **Luas bb’b”c”c’c** = (½ (bb’ + cc’) 9-11) + (½ (b’b” + c’c”) 9-11)
  = (½ (3,0 + 2,5) 2,00) + (½ (3,0 + 2,50) 2,00)
  = **11,00** m²
- **Luas cc’c”e”e’e** = (½ (cc’ + ee’) 7-9) + (½ (c’c” + e’e”) 7-9)
  = (½ (2,50 + 1,50) 2) + (½ (2,50 + 1,50) 2)
  = **8,00** m²
- **Luas ee’e”g”g’g** = (½ (ee’ + gg’) 5-7) + (½ (e’e” + g’g”) 5-7)
  = (½ (1,50 + 0,50) 2) + (½ (1,50 + 0,50) 2)
  = **4,00** m²
- **Luas gg’g”i”i’ihh’**= (½ . 3-5. gg’) + (½ (g’g” + i’i”) 3-5) + (½ (ii’ + hh’) 3-5)
  = (½ × 2 × 0,50) + (½ (0,50 + 1,50) 2) +
  (½ (2,25+2,0) 2)
  = **6,75** m²
- **Luas ii’i”k”k’k** = (½ (ii’ + kk’) 1-3) + (½ (i’i” + k’k”) 1-3)
  = (½ (2,25 +0,75) 2) + (½ (1,50+ 0,50) 2)
  = **5,00** m²
- **Luas lkk’k”** = (½ × kk’ × l1) x 2
  = (½ × 0,5 × 1) x 2
  = **0,75** m²

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.4.3 Perhitungan Pembebanan Jurai

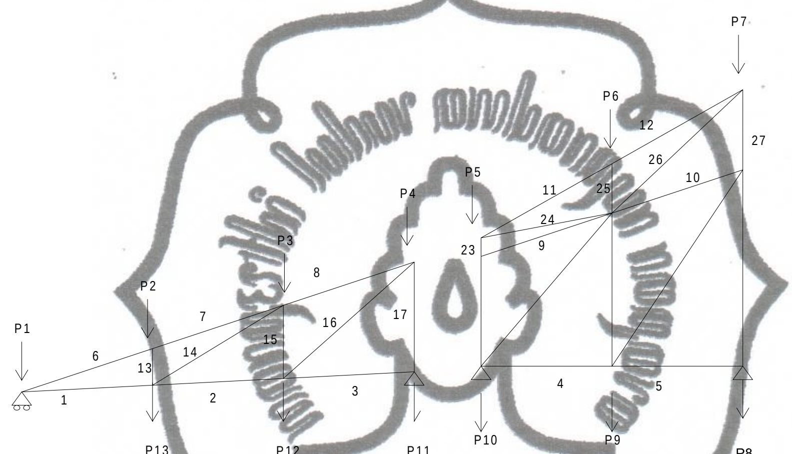
Data-data pembebanan :

Berat gording = 18,50 kg/m

Berat penutup atap = 50 kg/m^2

Berat plafon dan penggantung = 18 kg/m^2

Berat profil kuda-kuda = 25 kg/m



Gambar 3.5. Pembebanan jurai akibat beban mati

a. Beban Mati

1) Beban P1

a) Beban Gording = berat profil gording × panjang gording bb'b"
= 18,5× (3,00+5,00) = 148,00 kg

b) Beban Atap = luasan aa'a"c"c'c × berat atap
= 16,92 × 50 = 846,00 kg

c) Beban Plafon = luasan cc'c"e"e'e' × berat plafon
= 11,28 × 18 = 203,04 kg

d) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (1 + 6) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,83+ 3,06) × 25
= 108,25 kg

e) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 108,25 = 32,475 kg

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

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

= 10 % × 108,25 = 10,825 kg

2) Beban P2

a) Beban Gording = berat profil gording × panjang gording dd'd"
= 18,5 × (2,00+4,00) = 111 kg

b) Beban Atap = luasan cc'c"e"e'e × berat atap
= 11,28 × 50 = 564,00 kg

c) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (6 + 13 + 14 + 7) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,83 + 0,99 + 3,56 + 3,06) × 25
= 130,5 kg

d) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 130,5 = 39,15 kg

e) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 130,5 = 13,05 kg

3) Beban P3

a) Beban Gording = berat profil gording × panjang gording ff'f"
= 18,5 × (1+3) = 74,00 kg

b) Beban Atap = luasan ee'e"g"g'g × berat atap
= 8,46 × 50 = 423 kg

c) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (7 + 15 + 16 + 8) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (3,06 + 1,98 + 4,23 + 3,06) × 25
= 154,125 kg

d) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 154,125 = 46,327 kg

e) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 154,125 = 15,4125 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

4) Beban P4

a) Beban gording = Berat profil gording x panjang gording hh'h"
= 18,5 × (1,96+2) = 73,26 kg

b) Beban Atap = luasan gg'g"i"i'ihh' x berat atap
= 8,1075× 50 = 596,4 kg

c) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (8 + 17) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (3,06 + 2,98) × 25
= 75,5 kg

d) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 75,5 = 22,65 kg

e) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 75,5 = 7,55 kg

5) Beban P5

a) Beban Gording = berat profil gording × panjang gording hh'h"
= 18,5 × (1,96+2) = 73,26 kg

b) Beban Atap = luasan ii'i"k"k'k x berat atap
= 5,64× 50 = 282 kg

c) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (23 + 24 + 11) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (0,5 + 2,91 + 3,46) × 25 = 85,875 kg

d) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 85,875 = 25,763 kg

e) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 85,875 = 8,5875 kg

6) Beban P6

a) Beban Gording = berat profil gording × panjang gording jj'j"
= 18,5 × (0,98+1,00) = 36,63 kg

b) Beban Atap = luasan kk'k"l × berat atap
= 0,705 × 50 = 35,25 kg

c) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (11+ 25 + 12) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (3,46 + 1,33 + 3,46) × 25

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

= 103,125 kg

d) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 103,125 = 30,937 kg

e) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 103,125 = 10,3125 kg

7) Beban P7

a) Beban Atap = luasan lkk'k" × berat atap
= 0,75 × 50 = 37,50 kg

b) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (12 + 26 + 27) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (3,46 + 4,73 + 2,16) × 25
= 129,375 kg

c) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 129,375 = 38,812 kg

d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 129,375 = 12,9375 kg

8) Beban P8

a) Beban Plafon = luasan ii'i"k"k'k × berat plafon
= 5,00 × 18 = 90,00 kg

b) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (5 + 21 + 22) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,83 + 6,01 + 5,30) × 25 = 176,75 kg

c) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 176,75 = 53,025 kg

d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 176,75 = 17,675 kg

9) Beban P9

a) Beban Plafon = luasan gg'g"i"ihh'× berat plafon
= 6,75× 18 = 121,50 kg

b) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (4 + 5 + 19 + 20) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,83 + 2,83 + 5,01 + 4,13) × 25
= 185,00 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

c) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 185,00 = 55,50 kg

d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 185,00 = 18,50 kg

10) Beban P10

a) Beban Plafon = luasan gg'g"i"ihh'× berat plafon
= 6,75× 18 = 121,50 kg

b) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (18 + 4) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,98 + 2,83) × 25
= 72,625 kg

c) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 72,625 = 21,787 kg

d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 72,625 = 7,2625 kg

11) Beban P11

a) Beban Plafon = luasan ee'e"g"g'g× berat plafon
= 4,00 × 18 = 72 kg

b) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (3 + 16 + 17) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,83 + 4,23 + 2,98) × 25
= 125,125 kg

c) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 125,125 = 37,537 kg

d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 125,125 = 12,5125 kg

12) Beban P12

a) Beban Plafon = luasan cc'c"e"e'e × berat plafon
= 8,00 × 18 = 144,00 kg

b) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (2 + 3 + 14 + 15) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,83 + 2,83 + 3,56 + 1,98) × 25
= 140,00 kg

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

c) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 140,00 = 42,00 kg

d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 140,00 = 14,00 kg

13) Beban P13

a) Beban Plafon = luasan bb'b"c"c'c × berat plafon
= 11,00 × 18 = 198 kg

b) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (1 + 2 + 13) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,83 + 2,83 + 0,99) × 25
= 83,125 kg

c) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 83,125 = 24,937 kg

d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 83,125 = 8,3125 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Tabel 3.4. 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	846,00	148,00	108,25	10,825	32,475	203,04	1337,77	1350
P2	564,00	111	130,5	13,05	39,15	-	857,70	860
P3	423	74,00	154,125	15,4125	46,327	-	712,86	713
P4	596,4	73,26	75,5	7,55	22,65	-	775,36	776
P5	282	73,26	85,875	8,5875	25,763	-	475,48	476
P6	35,25	36,63	103,125	10,3125	30,937	-	216,25	216
P7	37,5	-	129,375	12,9375	38,812	-	218,24	218
P8	-	-	185,00	18,50	55,50	90,00	349	349
P9	-	-	138,75	13,875	41,625	121,50	315,75	316
P10	-	-	56,75	5,675	17,025	121,50	200,95	201
P11	-	-	89,875	8,9875	26,963	72,00	197,83	198
P12	-	-	101	10,1	30,3	144,00	285,4	286
P13	-	-	61,5	6,15	18,45	198,0	284,1	284

b. Beban Hidup

1) Beban Hidup

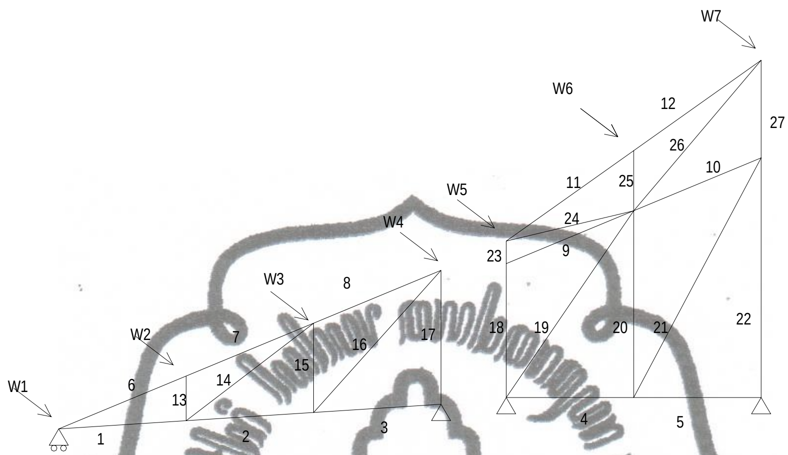
Beban hidup yang bekerja pada P_1, P_2, P_3 = 100 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

2) Beban Angin

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.6 Pembebanan Jurai Akibat Beban Angin

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m^2. **(PPIUG 1983)**

- *Koefisien angin tekan untuk atap jenis 1* $= 0{,}02\alpha - 0{,}40$
  $= (0{,}02 \times 30) - 0{,}40 = 0{,}2$
  (untuk W1, W2, W3, W4)
- *Koefisien angin tekan untuk atap jenis 2* $= 0{,}02\alpha - 0{,}40$
  $= (0{,}02 \times 45) - 0{,}40 = 0{,}5$
  (untuk W5, W6, W7)

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

a. Atap jenis 1 :

1) W1 = luasan atap aa'a"c"c'c × koef. angin tekan × beban angin
= 16,92 × 0,2 × 25 = 84,60 kg

2) W2 = luasan atap cc'c"e"e'e × koef. angin tekan × beban angin
= 11,28× 0,2 × 25 = 56,40 kg

3) W3 = luasan atap ee'e"g"g'g× koef. angin tekan × beban angin
= 8,46 × 0,2 × 25 = 42,30 kg

4) W4 = luasan atap gg'g" h"h'h× koef. angin tekan × beban angin
= 8,1075 × 0,2 × 25 = 40,54 kg

b. Atap jenis 2 :

1) W5 = luasan atap gg'g" h"h'h × koef. angin tekan × beban angin
= 8,1075 × 0,5 × 25 = 101,54 kg

2) W6 = luasan atap ii'i'k"k'k× koef. angin tekan × beban angin
= 7,05 × 0,5 × 25 = 88,125 kg

3) W7 = luasan atap kk'k"l × koef. angin tekan × beban angin
= 1,0575 × 0,5 × 25 = 13,21875 kg

Tabel 3.5. Perhitungan Beban Angin Jurai

Beban Angin	Beban (kg)	Wx $W.Cos\ \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)	Wy $W.Sin\ \alpha$ (kg)	(Untuk Input SAP2000)
W1	84,60	81,93	82	42,3	43
W2	56,40	48,84	49	28,2	28
W3	42,30	36,63	37	21,15	21
W4	40,54	35,10	35	20,27	20
W5	101,54	71,79	72	71,79	72
W6	88,125	62,31	62	62,31	62
W7	13,218	9,35	10	9,35	10

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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

Tabel 3.6. Rekapitulasi Gaya Batang Jurai

Batang	**Kombinasi**	
	Tarik (+) (kg)	**Tekan (-) (kg)**
1	-	**4652,97**
2	-	2560,68
3	-	1587,06
4	218,57	-
5	-	213,05
6	**5120,31**	-
7	4515,24	-
8	1471,33	-
9	478,18	-
10	-	417,72
11	-	307,01
12	-	295,32
13	-	1970,08
14	-	3617,16
15	125,05	-
16	-	471,93
17	69,82	-
18	69,82	-
19	-	916,69
20	-	233,81
21	1053,89	-
22	-	438,70
23	-	1017,66
24	262,16	-
25	-	603,78
26	756,08	-
27	822,34	-

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.4.4 Perencanaan Profil Jurai

a. Perhitungan profil batang tarik

$P_{maks.}$ = 5120,31 kg

σ_{ijin} = 1600 kg/cm^2

$$F_{netto} = \frac{P_{maks.}}{\sigma_{ijin}} = \frac{5120,31}{1600} = 3,2 \text{ cm}^2$$

F_{bruto} = 1,15 . F_{netto} = 1,15 . 3,2 cm^2 = 3,68 cm^2

Dicoba, menggunakan baja profil **⊥60. 60. 6**

F = 2 . 6,91 cm^2 = 13,82 cm^2.

F = penampang profil dari tabel profil baja

Kontrol tegangan yang terjadi :

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

$$= \frac{5120,31}{0,85 . 13,82}$$

$$= 435,882 \text{ kg/cm}^2$$

435,882 cm^2 $\leq$ 1200 kg/cm^2 ...... aman !!

Jadi, baja profil ***double siku-siku sama kaki*** (⊥) dengan dimensi **60 × 60 × 6** aman dan mampu menerima beban apabila digunakan untuk jurai batang tarik.

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

b. Perhitungan profil batang tekan

$P_{maks.}$ = 4652,97kg

lk = 2,83 m = 283 cm

Dicoba, menggunakan baja profil ⊥ **60. 60. 6**

i_x = 1,82 cm

F = 2 . 6,91 cm^2 = 13,82 cm^2.

$$\lambda = \frac{lk}{i_x} = \frac{283}{1,82} = 155,49 \text{ cm}$$

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

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

$$\lambda_s = \frac{\lambda}{\lambda_g} = \frac{155,49}{111,02}$$

$$= 1,40$$

Karena λ_s > 1,2 maka :

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

$$= 1,25 \, (1,40)^2$$

$$= 2,45$$

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

$$= \frac{4652,97 \times 2,45}{13,82}$$

$$= 824,875 \text{ kg/cm}^2$$

$\sigma \le \sigma_{ijin}$

824,875 kg/cm^2 ≤ 1600 kg/cm^2 ...... aman !!

Jadi, baja profil ***double siku-siku sama kaki*** (⊥) dengan dimensi **60. 60. 6** aman dan mampu menerima beban apabila digunakan untuk jurai batang tekan.

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.4.5 Perhitungan Alat Sambung

a. Batang Tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (∅) = 12,7 mm (½ inches)

Diameter lubang = 13,7 mm.

Tebal pelat sambung (δ) = 0,625 . d

= 0,625 . 12,7 = 7,94 mm.

Menggunakan tebal plat 8 mm

- Tegangan geser yang diijinkan

  Teg. Geser = 0,6 . σ ijin

  = 0,6 . 1600 = 960 kg/cm^2

- Tegangan tumpuan yang diijinkan

  Teg. tumpuan = 1,5 . σ ijin

  = 1,5 . 1600 = 2400 kg/cm^2

- Kekuatan baut :

  a) P_{geser} = 2 . ¼ . π . d^2 . τ geser

  = 2 . ¼ . π . (1,27)^2 . 960 = 2430,96 kg

  b) P_{desak} = δ . d . τ tumpuan

  = 0,8 . 1,27 . 2400 = 2438,40 kg

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

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{5120,31}{2430,96} = 2,106 \sim 3 \text{ buah baut}$$

Digunakan :3 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

a) 1,5 d ≤ S_1 ≤ 3 d

Diambil, S_1 = 2,5 d = 2,5 . 1,27

= 3,175 = 4 cm

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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

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

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

b. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (∅) = 12,7 mm (½ inches)

Diameter lubang = 13,7 mm.

Tebal pelat sambung (δ) = 0,625 . d

= 0,625 x 12,7 = 7,94 mm.

Menggunakan tebal plat 8 mm

c. Tegangan geser yang diijinkan

Teg. Geser = 0,6 . σ ijin = 0,6 . 1600

=960 kg/cm^2

d. Tegangan tumpuan yang diijinkan

Teg. tumpuan = 1,5 . σ ijin = 1,5 . 1600

= 2400 kg/cm^2

c. Kekuatan baut :

a) $P_{geser} = 2\ .\ ¼\ .\ \pi\ .\ d^2\ .\ \tau$ geser

$= 2\ .\ ¼\ .\ \pi\ .\ (1{,}27)^2\ .\ 960$

= 2430,96 kg

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

= 0,8 . 1,27. 2400

= 2438,40 kg

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

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{4652{,}97}{2430{,}96} = 1{,}91 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Perhitungan jarak antar baut :

a. $1{,}5\ d \le S_1 \le 3\ d$

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

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

b. $2{,}5\ d \le S_2 \le 7\ d$

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

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

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

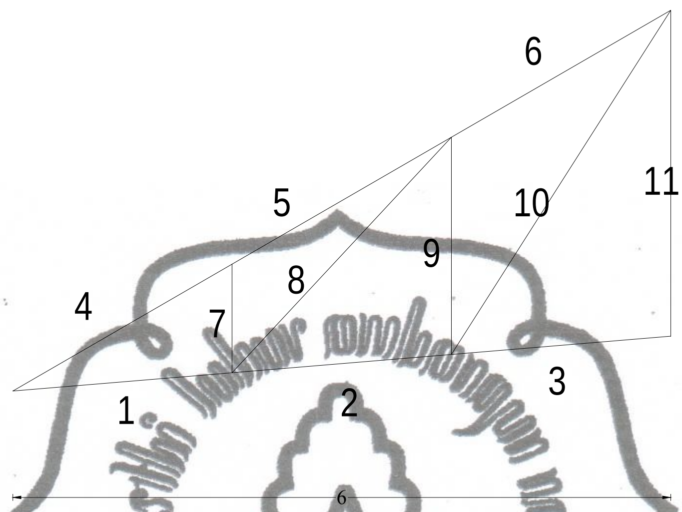
Tabel 3.7. Rekapitulasi Perencanaan Profil Jurai

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)	Tebal Pelat Sambung (mm)
1	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
2	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
3	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
4	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
5	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
6	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
7	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
8	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
9	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
10	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
11	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
12	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
13	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
14	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
15	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
16	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
17	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
18	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
19	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
20	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
21	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
22	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
23	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
24	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
25	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
26	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
27	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.5 Perencanaan Seperempat Kuda-kuda



Gambar 3.7. Rangka Batang Seperempat Kuda-kuda

3.5.1 Perhitungan Panjang Batang Seperempat Kuda-kuda

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

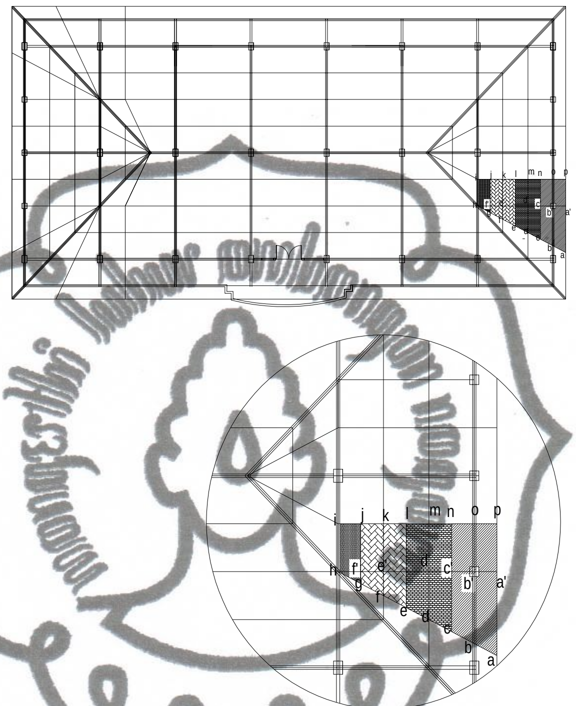
Tabel 3.8. Perhitungan Panjang Batang pada Seperempat Kuda-kuda

Nomor batang	Panjang (m)
1	2,01
2	2,01
3	2,01
4	2,31
5	2,31
6	2,31
7	0,99
8	2,93
9	1,98
10	3,72
11	2,96

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.5.2 Perhitungan Luasan Seperempat Kuda-kuda



Gambar 3.8. Luasan Atap Seperempat Kuda-kuda

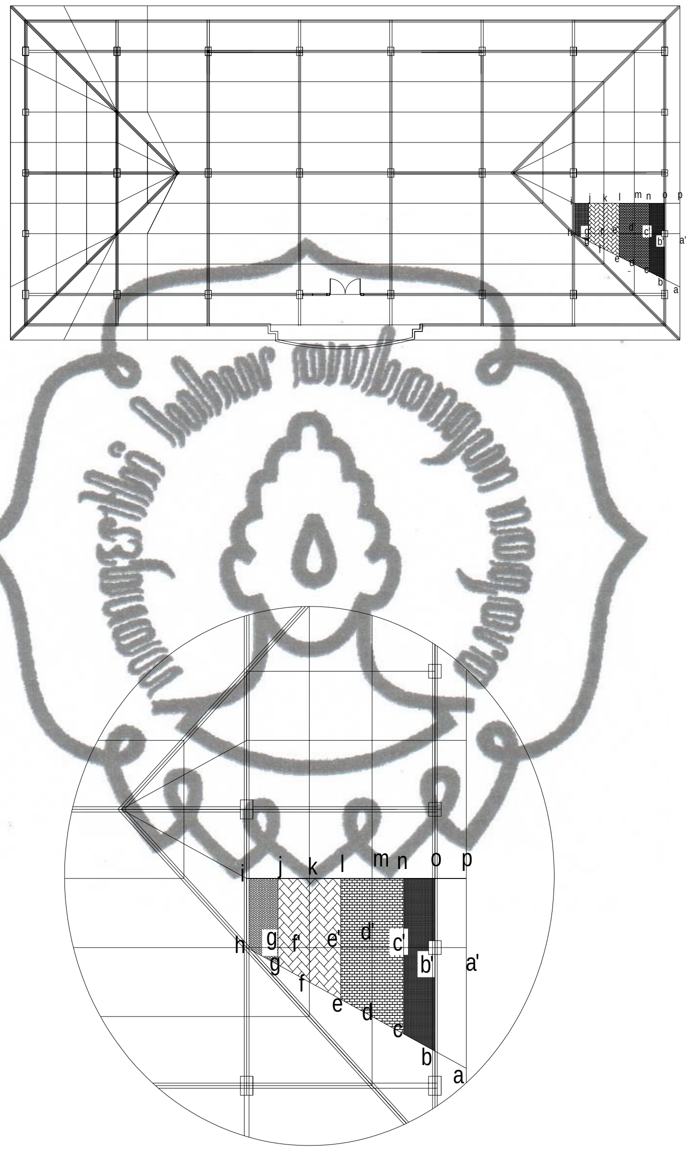
Panjang a-p	=	5,5 m
Panjang b-o	=	5,0 m
Panjang c-n	=	4,5 m
Panjang d-m	=	4,0 m
Panjang e-l	=	3,5 m
Panjang f-k	=	3,0 m
Panjang gj	=	2,5 m
Panjang h-i	=	2,0 m
Panjang a'c'	=	c'e'= e'g' = 2,24 m
Panjang g'h	=	½ × 2,24 = 1,14 m

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

- **Luas acpn** = ½ × (ap + cn) × a'c'
  = ½ × (5,5 + 4,5) × 2,24
  = 11,20 m^2
- **Luas celn** = ½ × (cn + el × c'e'
  = ½ × (4,5+ 3,5) × 2,24
  = 10,08 m^2
- **Luas egjl** = ½ × (el + gj) × e'g'
  = ½ × (3,5 + 2,5) × 2,24
  = 4,48 m^2
- **Luas ghij** = ½ × (gj + hi× g'h
  = ½ × (2,5 + 2) × 1,12
  = 2,52 m^2

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id



Gambar 3.9. Luasan Plafon

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Panjang a-p = 5,5 m

Panjang b-o = 5,0 m

Panjang c-n = 4,5 m

Panjang d-m = 4,0 m

Panjang e-l = 3,5 m

Panjang f-k = 3,0 m

Panjang gj = 2,5 m

Panjang h-i = 2,0 m

Panjang a'c' = c'e'= e'g' = 2,24 m

Panjang b'c' = g' h = ½ × 2,0 = 1,0 m

Panjang c'e' = e' g' = 2,0 m

- **Luas bcon** = ½ × (bo + cn) ×b'c'
  = ½ × (5,0 + 4,5) × 1,0
  = 4,75 m^2
- **Luas celn** = ½ × (cn + el × c'e'
  = ½ × (4,5+ 3,5) × 2,0
  = 8,00 m^2
- **Luas egjl** = ½ × (el + gj) × e'g'
  = ½ × (3,5 + 2,5) × 2,0
  = 6,00 m^2
- **Luas ghij** = ½ × (gj + hi× g'h
  = ½ × (2,5 + 2) × 1,0
  = 2,25 m^2

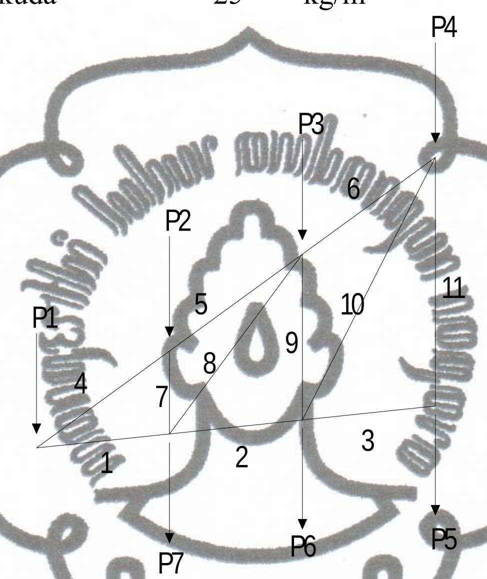
commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.5.3 Perhitungan Pembebanan Seperempat Kuda-kuda

Data-data pembebanan :

Berat gording	=	18,5	kg/m
Berat penutup atap	=	50	kg/m^2
Berat plafon dan penggantung	=	18	kg/m^2
Berat profil kuda-kuda	=	25	kg/m



Gambar 3.10. Pembebanan Seperempat Kuda-kuda akibat Beban Mati

a. Beban Mati

1) Beban P1

a) Beban Gording = berat profil gording × panjang gording **bo**

= 18,5 × 5 = 92,50 kg

b) Beban Atap = luasan **acpn**× berat atap

= 11,2× 50 = 560 kg

c) Beban Plafon = luasan **bcon** × berat plafon

= 4,75 × 18 = 85,5 kg

d) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (1 + 4) × berat profil kuda-kuda

= ½ × (2,01 + 2,31) × 25

= 54 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

e) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 54 = 16,2 kg

f) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 54 = 5,4 kg

2) Beban P2

a) Beban Gording = berat profil gording × panjang gording **dm**
= 18,5 × 4,0 = 74,00 kg

b) Beban Atap = luasan **celn** × berat atap
= 10,8 × 50 = 540 kg

c) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (4 + 7 + 5) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,31+0,99 +2,31)× 25
= 70,125 kg

d) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 70,125 = 21,0375 kg

e) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 70,125 = 7,0125 kg

3) Beban P3

a) Beban Gording = berat profil gording × panjang gording **fk**
=18,5 × 3 = 55,5 kg

b) Beban Atap = luasan **egjl** × berat atap
= 4,48 × 50 = 224 kg

c) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (8 + 5 + 9 + 6) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,93 + 2,31 + 1,98 + 2,31) × 25
= 119,125 kg

d) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 119,125 = 35,737 kg

e) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 119,125 = 11,9125 kg

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

4) Beban P4

a) Beban Atap = luasan ghij× berat atap
= 2,52 × 50 = 126 kg

b) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (6 + 10 + 11) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,31 + 3,72 + 2,96) × 25
= 112,375 kg

c) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 112,375 = 33,7125 kg

d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 112,375 = 11,2375 kg

5) Beban P5

a) Beban Gording = berat profil gording × panjang gording **kf**
= 18,5 × 3 = 55,5 kg

b) Beban Atap = luasan **egjl** × berat atap
= 6,00× 50 = 300 kg

c) Beban Kuda-kuda = (½ × btg (3 + 11 + 10) × berat profil kuda-kuda
= (½ × (2,01+2,96+3,72) × 25
= 108,625 kg

d) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 108,625 = 32,5875 kg

e) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 108,625 = 10,8625 kg

6) Beban P6

a) Beban Gording = berat profil gording × panjang gording **md**
= 18,5 × 4 = 74 kg

b) Beban Atap = luasan **celn** × berat atap
= 8,0 × 50 = 400 kg

c) Beban Kuda-kuda = (½ × btg (2 + 3 + 9 + 10) × berat profil kuda-kuda
=(½×(2,01 + 2,01 + 1,98 + 3,72)× 25
= 121,5 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

d) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 121,5 = 36,45 kg

e) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 121,5 = 12,15 kg

7) Beban P7

a) Beban Atap = luasan **bcno** × berat atap
= 4,75 × 50 = 237,5 kg

b) Beban Kuda-kuda = (½ × btg (1 + 2 + 7 + 8) × berat profil kuda-kuda
=(½×(2,01 + 2,01 + 0,99+ 2,93)× 25
= 99,25 kg

c) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 99,25 = 29,775 kg

d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 99,25 = 9,925 kg

Tabel 3.9. Rekapitulasi Pembebanan Seperempat 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	560,00	92,50	54,00	5,40	16,20	85,5	808,20	808
P2	593,95	74,00	70,125	7,0125	21,0375	-	766,12	766
P3	224,00	55,5	119,125	11,913	35,737	-	466,27	466
P4	126,00	-	112,375	11,237	33,7125	-	283,32	283
P5	300,00	55,50	108,625	10,863	32,5875	-	507,58	508
P6	400,00	74,00	121,50	12,15	36,45	-	644,10	644
P7	237,5	-	99,25	9,925	29,775	-	376,45	376

commit to user

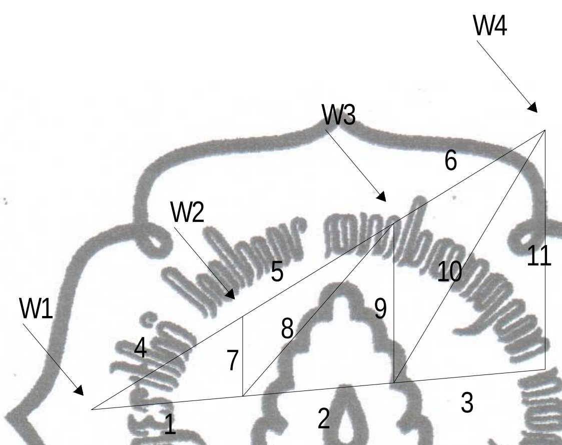
perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

a. Beban Hidup

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

b. Beban Angin

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.11. Pembebanan Seperempat Kuda-kuda akibat Beban Angin

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m^2.

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

  = (0,02 × 30) – 0,40 = 0,2 .... (untuk α= 30^0)

  = (0,02 × 45) – 0,40 = 0,5 .... (untuk α= 45^0)

1) W1 = luasan **acpn** x koef. angin tekan × beban angin

   = 11,2 × 0,2 × 25 = 70 kg

2) W2 = luasan **celn** × koef. angin tekan × beban angin

   = 10,8 × 0,2 × 25 = 54 kg

3) W3 = luasan **egjl** × koef. angin tekan × beban angin

   = 4,48 × 0,2 × 25 = 22,4 kg

4) W4 = luasan **ghij** × koef. angin tekan × beban angin

   = 2,52 × 0,2 × 25 = 12,6 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Tabel 3.10. Perhitungan Beban Angin Seperempat Kuda-kuda

Beban Angin	Beban (kg)	Wx *W.Cos α* (kg)	Untuk Input SAP2000	Wy *W.Sin α* (kg)	Untuk Input SAP2000
W1	70	60,62	61	35	35
W2	54	46,76	47	27	27
W3	22,4	19,39	20	11,2	11
W4	12,6	10,91	11	6,3	7

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

Tabel 3.11. Rekapitulasi Gaya Batang Seperempat Kuda-kuda

Batang	Kombinasi	
	Tarik (+) (kg)	Tekan (-) (kg)
1	1041,92	-
2	-	489,32
3	-	*2444,71*
4	-	1333,20
5	-	952,22
6	890,84	-
7	-	866,17
8	1993,68	-
9	-	1462,26
10	*3329,40*	-
11	69,35	0

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.5.4 Perencanaan Profil Seperempat Kuda- kuda

a. Perhitungan profil batang tarik

$P_{maks.}$ = 3329,40 kg

σ_{ijin} = 1600 kg/cm^2

$$F_{netto} = \frac{P_{maks.}}{\sigma_{ijin}} = \frac{3329{,}40}{1600} = 2{,}08 \text{ cm}^2$$

F_{bruto} = 1,15 . F_{netto} = 1,15 . 2,08 cm^2 = 2,392 cm^2

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

F = 2 .4,8 cm^2 = 9,6 cm^2.

F = penampang profil dari tabel profil baja

Kontrol tegangan yang terjadi :

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

$$= \frac{3329{,}40}{0{,}85 . 9{,}6}$$

$$= 408{,}01 \text{ kg/cm}^2$$

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

408,01 kg/cm^2 ≤ 1200 kg/cm^2 ...... aman !! ☺

Digunakan profil ⊥ **50. 50. 5** dengan pertimbangan penggunaan baut ukuran ½ inches = 12,7 mm.

b. Perhitungan profil batang tekan

$P_{maks.}$ = 2444,71kg

lk = 2,01 m = 201 cm

Dicoba, menggunakan baja profil ⊥ **50.50.5**

i_x = 1,51 cm

F = 2 .1,51 cm^2 = 3,02 cm^2.

$$\lambda = \frac{lk}{i_x} = \frac{201}{1{,}51} = 131{,}112 \text{ cm}$$

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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

$$= 111 \text{ cm}$$

$$\lambda_s = \frac{\lambda}{\lambda_g} = \frac{131,112}{111} = 1,181$$

Karena $\lambda_s < 1,2$ maka :

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67.\lambda_s}$$

$$= \frac{1,43}{1,6 - 0,67.1,181}$$

$$= 1,768$$

Kontrol tegangan yang terjadi :

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

$$= \frac{3329,40 \times 1,768}{9,6}$$

$$= 613,164 \text{ kg/cm}^2$$

$\sigma \le \sigma_{ijin}$

$613,164 \text{ kg/cm}^2 \le 1600 \text{ kg/cm}^2$ …… aman !! ☺

Digunakan profil ⊥ **50. 50. 5** dengan pertimbangan penggunaan baut ukuran ½ inches = 12,7 mm.

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.5.5 Perhitungan Alat Sambung

a. Batang Tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (∅) = 12,7 mm (½ inches)

Diameter lubang = 13,7 mm.

Tebal pelat sambung (δ) = 0,625 . d

= 0,625 . 12,7 = 7,94 mm

Menggunakan tebal plat 8 mm

1) Tegangan geser yang diijinkan

Teg. Geser = 0,6 . σ ijin

= 0,6 . 1600 = 960 kg/cm^2

2) Tegangan tumpuan yang diijinkan

Teg. tumpuan = 1,5 . σ ijin

= 1,5 . 1600 = 2400 kg/cm^2

3) Kekuatan baut :

a. P_{geser} = 2 . ¼ . π . d^2 . τ geser

= 2 . ¼ . π . (1,27)^2 . 960 = 2430,96 kg

b. P_{desak} = δ . d . τ tumpuan

= 0,9 . 1,27 . 2400 = 2743,20 kg

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

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{3329{,}40}{2430{,}96} = 1{,}369 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Perhitungan jarak antar baut :

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

Diambil, S_1 = 2,25 . 1,27

= 2,86 cm = 3 cm

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

Diambil, S_2 = 5 d = 5 . 1,27

= 6,35 = 6 cm

b. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (∅) = 12,7 mm (½ inches)

Diameter lubang = 13,7 mm.

Tebal pelat sambung (δ) = 0,625 . d

= 0,625 x 12,7 = 7,94 mm.

Menggunakan tebal plat 8 mm

1) Tegangan geser yang diijinkan

Teg. Geser = 0,6 . σ ijin = 0,6 . 1600

=960 kg/cm^2

2) Tegangan tumpuan yang diijinkan

Teg. tumpuan = 1,5 . σ ijin = 1,5 . 1600

= 2400 kg/cm^2

3) Kekuatan baut :

a) P_{geser} = 2 . ¼ . π . d^2 . τ geser

= 2 . ¼ . π . (1,27)^2 . 960

= 2430,96 kg

b) P_{desak} = δ . d . τ tumpuan

= 0,8 . 1,27. 2400

= 2438,40 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{2444,71}{2430,96} = 1,0056 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

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

Diambil, S_1 = 2,5 d = 2,5 . 1,27

= 3,175 cm = 3 cm

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

Diambil, S_2 = 5 d = 5 . 1,27

= 6,35 cm = 6 cm

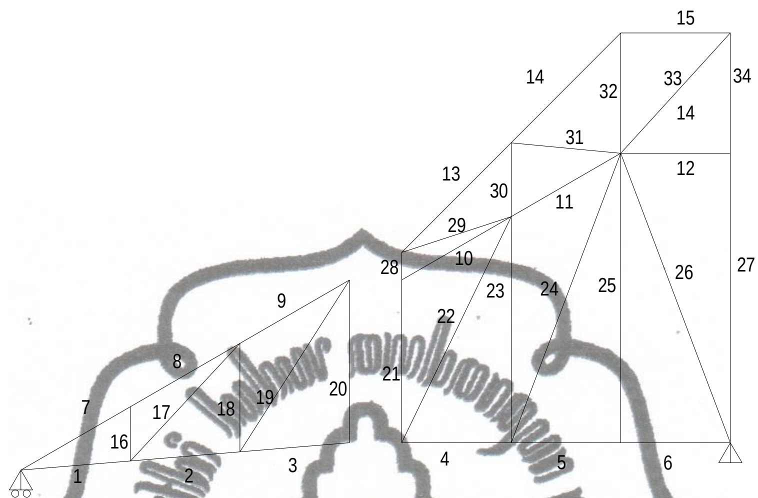
Tabel 3.12. Rekapitulasi Perencanaan Profil Seperempat Kuda-kuda

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)	Tebal Pelat Sambung (mm)
1	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
2	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
3	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
4	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
5	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
6	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
7	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
8	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
9	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
10	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
11	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.6 Perencanaan Setengah Kuda-kuda



Gambar 3.12. Rangka Batang Setengah Kuda-kuda

3.6.1 Perhitungan Panjang Batang Setengah Kuda-kuda

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 3.13. Perhitungan Panjang Batang pada Setengah Kuda-kuda

Nomer Batang	Panjang Batang
1	2,01
2	2,01
3	2,01
4	2,01
5	2,01
6	2,31
7	2,31
8	2,31
9	2,31
10	2,31
11	2,31
12	2

commit to user

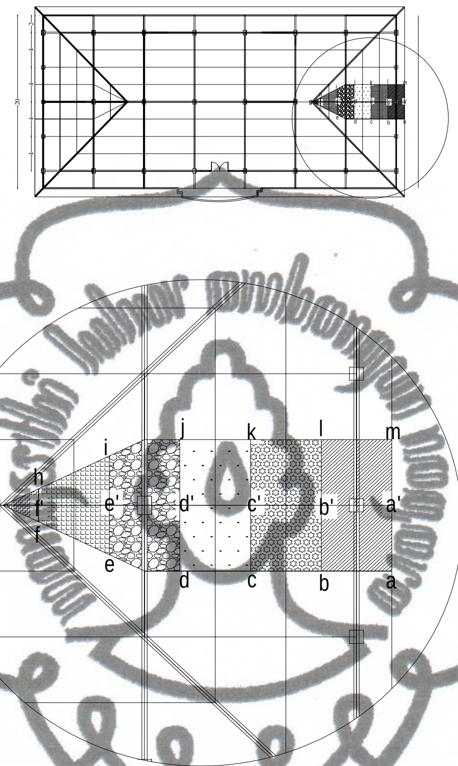
perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

13	2,83
14	2,83
15	2
16	0,99
17	2,93
18	1,98
19	3,72
20	2,96
21	2,96
22	4,58
23	4,12
24	5,64
25	5,27
26	5,64
27	5,28
28	0,5
29	2,1
30	1,35
31	2,01
32	2,19
33	2,97
34	2,19

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.6.2 Perhitungan luasan Setengah Kuda-kuda



Gambar 3.13. Luasan Atap Setengah Kuda-kuda

Panjang am = 9 m

Panjang bl = 7 m

Panjang ck = 5 m

Panjang dj = ei = 3 m

Panjang fh = 3 m

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

Panjang f’g = ½ × 2,83 = 1,415 m

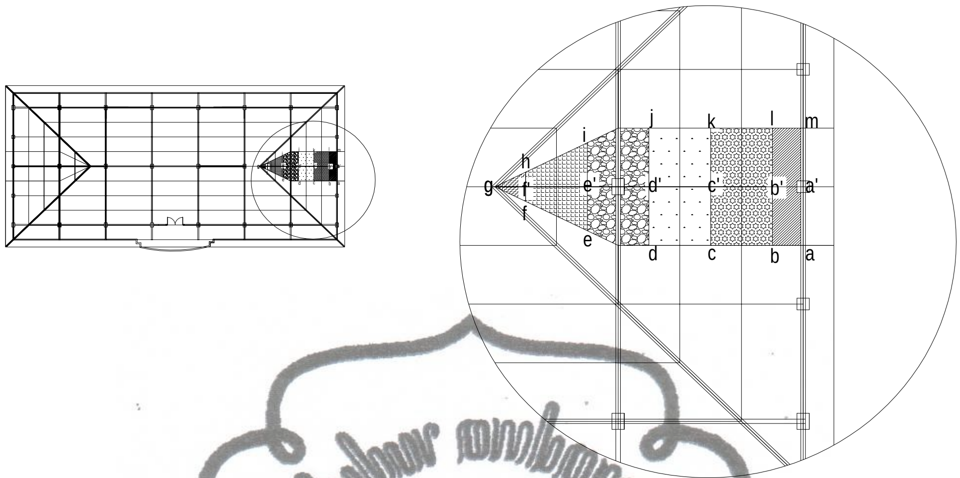
commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

- **Luas ablm** = (ab x am)
  = 2,31 x 4,00
  = 9,24 m^2
- **Luas bckl** = (bc x bl)
  = 2,31 x 4,00
  = 9,24 m^2
- **Luas cdkj** = (cd x ck)
  = 2,31 x 4,00
  = 9,24 m^2
- **Luas deij** = (dx x dj)+((½ (xx"+ei))x'e')
  = (1,415 x 4,00)+((½ (4,00+3,00)),1,415)
  = 5,66+4,9525
  =10,6125 m^2
- **Luas deij** = (½(ei+fh)) × e'f'
  = (½(3,00+1,00)) × 2,00
  = 4,00 m^2
- **Luas fgh** = ½ × fh × f'g
  = ½ × 1,00 × 1,415
  =0,7075 m^2

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id



Gambar 3.14. Luasan Plafon

Panjang am = 4,00 m

Panjang bl = 4,00 m

Panjang ck = 4,00 m

Panjang dj = 4,00 m

Panjang ei = 3,00 m

Panjang fh = 1,00 m

Panjang a'b' = 1,00 m

Panjang e'f' = b'c' = c'd' = d'e' = 2 m = 2,00 m

Panjang f'g = 1,00 m

- **Luas ablm** = ab× am
  = 1,00 × 4,00
  = 4,00 m^2
- **Luas bckl** = bc × bl
  = 2,00 ×4,00
  = 8,00 m^2

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

- **Luas cdjk** = cd × ck
  = 2,00 × 4,00
  = 8 m^2
- **Luas deij** = (dx x dj)+((½ (xx"+ei))x'e')
  = (1,00 x 4,00)+((½ (4,00+3,00))1)
  = 4,00+3,50=7,50 m^2
- **Luas deij** **= (**½(ei+fh)) × e'f'
  = (½(3,00+1,00)) × 2,00
  = 4,00 m^2
- **Luas fgh** = ½ × fh × f'g
  = ½ × 1,00 × 1,00
  =0,50 m^2

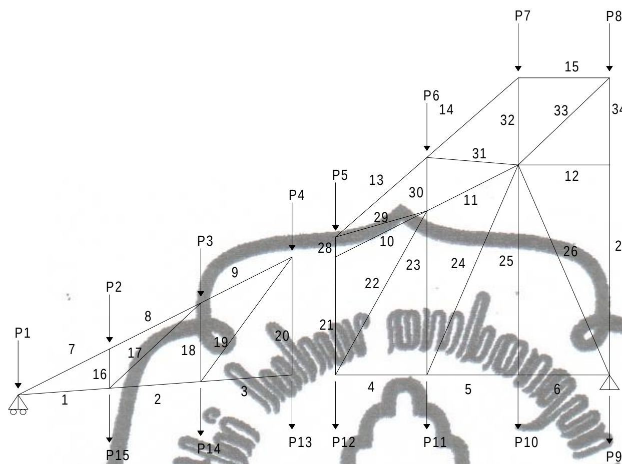
3.6.3 Perhitungan Pembebanan Setengah Kuda-kuda

Data-data pembebanan :

Berat gording	=	18,50 kg/m
Berat penutup atap	=	50 kg/m^2
Berat profil	=	25 kg/m
Berat Plafon	=	18 kg/m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id



Gambar 3.15. Pembebanan Setengah Kuda-kuda akibat Beban Mati

a. Beban Mati

1) Beban P1

a) Beban Gording = berat profil gording × panjang gording

= 18,5 × 4,00 = 74,00 kg

b) Beban Atap = luasan ablm × berat atap

= 9,24× 50 = 462 kg

c) Beban Plafon = luasan ablm × berat plafon

= 4,00 × 18 = 72 kg

d) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (1 + 7) × berat profil kuda-kuda

= ½ × (2,01 + 2,31) × 25

= 53,875 kg

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

= 30 % × 53,875 = 16,1625 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

f) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 53,875 = 5,3875 kg

2) Beban P2

a) Beban Gording = berat profil gording × panjang gording
= 18,5 × 6 = 111 kg

b) Beban Atap = luasan bckl × berat atap
= 9,24× 50 = 462 kg

c) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (7 + 8 + 16) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,31+2,31+0,99) × 25
= 70,125 kg

d) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 70,125 = 21,0375 kg

e) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 70,125 = 7,0125 kg

3) Beban P3

a) Beban Gording = berat profil gording × panjang gording
= 18,5 × 4,00 = 74,00 kg

b) Beban Atap = luasan cdjk × berat atap
= 9,24× 50 = 462 kg

c) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (8 + 9+ 17+ 18) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,31 + 2,31+ 2,93 + 1,98) × 25
= 119,125 kg

d) Beban Plat Sambung= 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 119,125 = 35,7375 kg

e) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 119,125 = 11,9125 kg

4) Beban P4

a) Beban Gording = berat profil gording × panjang gording
= 18,5 × 4 = 74,00 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

b) Beban Atap = luasan deij × berat atap
= 10,6125 × 50 = 530,625 kg

c) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (9 + 19 + 20) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,31 + 3,72 + 2,96) × 25
= 112,375 kg

d) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 112,375
= 33,7125 kg

e) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 112,375 = 11,2375 kg

5) Beban P5

a) Beban Gording = berat profil gording × panjang gording
= 18,5 × 4 = 74,00 kg

b) Beban Atap = luasan deij × berat atap
= 10,6125 × 50 = 530,625 kg

c) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (28 + 29 + 13) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (0,5+2,1+2,83) × 25
= 67,875 kg

d) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 67,875 = 20,3625 kg

e) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 67,875 = 6,7875 kg

6) Beban P6

a) Beban Gording = berat profil gording × panjang gording
= 18,5 × 2 = 37,00 kg

b) Beban Atap = luasan efhi × berat atap
= 4,00 × 50 = 100 kg

c) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (13 + 30 + 31 + 14) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,83 + 1,35 +2,01 + 2,83) × 25
= 122,75 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

d) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 122,75 = 20,3625 kg

e) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 122,75 = 12,275 kg

7) Beban P7

a) Beban Atap = luasan fgh × berat atap
= 0,7075 × 50 = 35,375 kg

b) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (11 + 32 + 33 + 15) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,31 + 2,19+ 2,97+ 2) × 25
= 118,375 kg

c) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 118,375 = 35,5125 kg

d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 118,375 = 11,8375 kg

8) Beban P8

a) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (15+ 33 + 12 + 34) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2 + 4,21+ 2,97 + 2,19) × 25
= 142,125 kg

b) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 142,125 = 42,6375 kg

c) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 142,125 = 14,2125 kg

9) Beban P9

a) Beban Plafon = luasan ablm × berat plafon
= 4,00 × 18 = 72 kg

b) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (6 + 26 + 27) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,31 + 5,64 + 5,28) × 25
= 165,375 kg

c) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 165,375 = 49,6125 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 165,375 = 16,5375 kg

10) Beban P10

a) Beban Plafon = luasan bckl × berat plafon
= 8,00 × 18 = 144 kg

b) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (5 + 6 + 25) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,01 + 2,31 + 5,27) × 25
= 119,75 kg

c) Beban Plat Sambung= 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 119,75 = 35,925 kg

d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 119,75 = 11,975 kg

11) Beban P11

a) Beban Plafon = luasan cdjk × berat plafon
= 8 × 18 = 144 kg

b) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (4 + 5 + 23 + 24) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,01 + 2,01 + 4,12 + 5,64) × 25
= 172,00 kg

c) Beban Plat Sambung= 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 172,00 = 51,60 kg

d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 172,00 = 17,20 kg

12) Beban P12

a) Beban Plafon = luasan deij × berat plafon
= 7,50 × 18 = 135 kg

b) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (4 + 21 + 22) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,01 + 2,96 + 4,58) × 25
= 119,25 kg

c) Beban Plat Sambung= 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 119,25 = 35,3775 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 119,25 = 11,925 kg

13) Beban P13

a) Beban Plafon = luasan deij × berat plafon
= 7,50 × 18
= 135 kg

b) Beban Kuda-kuda = ½ × btg (3 + 20) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,01 + 2,96) × 25
= 62,00 kg

c) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 62,00 = 35,3775 kg

d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 62,00 = 11,925 kg

14) Beban P14

a) Beban Plafon = luasan efhi × berat plafon
= 4,00 × 18 = 72,00 kg

b) Beban Kuda-kuda kuda-kuda = ½ × btg (2 + 3 + 18 + 19) × berat profil
= ½ × (2,01 + 2,01 + 1,98 + 3,72) × 15
= 72,75 kg

c) Beban Plat Sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 72,75 = 21,825 kg

d) Beban Bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10 % × 72,75 = 7,275 kg

15) Beban P15

a) Beban Plafon = luasan fgh × berat plafon
= 0,50 × 18 = 9 kg

b) Beban Kuda-kuda kuda-kuda = ½ × btg (1 + 16 + 17 + 2) × berat profil
= ½ × (2,01 + 0,99 + 2,93 + 2,01) × 25
= 99,00 kg

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

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

= 30 % × 99,00 = 29,70 kg

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

= 10 % × 99,00 = 9,90 kg

Tabel 3.14. 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	462,0	74,00	53,875	5,3875	16,1625	72	683,425	685
P2	462,0	111,00	70,125	7,0125	21,0375	-	671,175	672
P3	462,0	74,00	119,125	11,9125	35,7375	-	702,775	703
P4	530,63	74,00	112,375	11,2375	33,7125	-	761,955	762
P5	530,63	74,00	67,875	6,7875	20,3625	-	699,655	700
P6	100,00	37,00	122,75	12,275	20,3625	-	292,388	293
P7	35,375	-	118,375	11,8375	35,5125	-	201,100	201
P8	-	-	142,125	14,2125	42,6375	-	198,975	200
P9	-	-	165,375	16,5375	49,6125	72,00	303,525	304
P10	-	-	119,75	11,975	35,925	144,00	311,650	312
P11	-	-	172,00	17,20	51,60	144,00	384,800	385
P12			119,25	11,925	35,3775	135,00	301,552	302
P13			62,00	11,925	35,3775	135,00	244,302	244
P14			72,75	7,275	21,825	72,00	173,850	174
P15			99,00	9,90	29,70	9,00	147,600	148

b. Beban Hidup

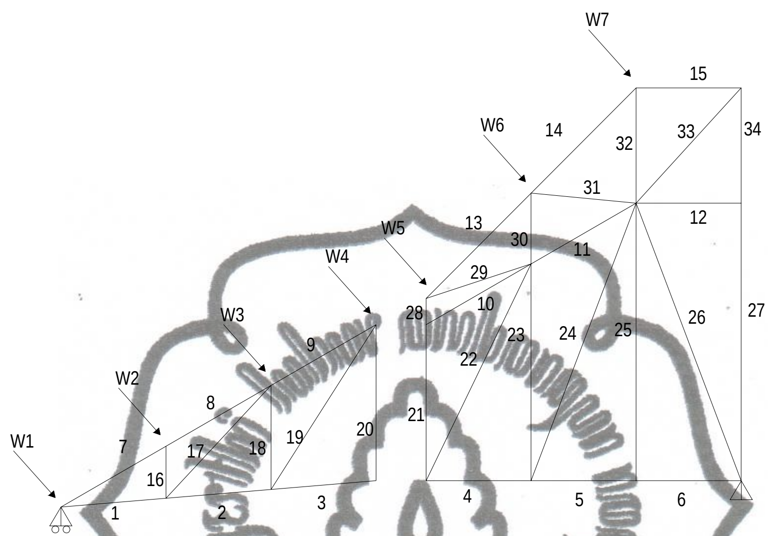
Beban hidup yang bekerja pada P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6, P_7, P_8 = 100 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

c. Beban Angin

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.11. Pembebanan Setengah Kuda-kuda akibat Beban Angin

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m^2. **(PPIUG 1983)**

- *Koefisien angin tekan untuk atap jenis 1* $= 0{,}02\alpha - 0{,}40$
  $= (0{,}02 \times 30) - 0{,}40 = 0{,}2$
  (untuk W1, W2, W3, W4)
- *Koefisien angin tekan untuk atap jenis 2* $= 0{,}02\alpha - 0{,}40$
  $= (0{,}02 \times 45) - 0{,}40 = 0{,}5$
  (untuk W5, W6, W7, W8)

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

a) Jenis Atap 1:

1) W1 = luasan **ablm** × koef. angin tekan × beban angin
= 9,24 × 0,2 × 25 = 46,20 kg

2) W2 = luasan **bckl** × koef. angin tekan × beban angin
= 9,24 × 0,2 × 25 = 46,20 kg

3) W3 = luasan **cdkj** × koef. angin tekan × beban angin
= 9,24 × 0,2 × 25 = 46,20 kg

4) W4 = luasan **deij** × koef. angin tekan × beban angin
= 10,6125 × 0,2 × 25 = 53,0625 kg

b) Jenis Atap 2:

1) W5 = luasan **deij** × koef. angin tekan × beban angin
= 10,6125 × 0,5 × 25 = 132,65 kg

2) W6 = luasan **efhi** × koef. angin tekan × beban angin
= 4,00 × 0,5 × 25 = 50,00 kg

3) W7 = luasan **fgh** × koef. angin tekan × beban angin
= 0,7075 × 0,5 × 25 = 8,843 kg

Tabel 3.15. Perhitungan Beban Angin Setengah Kuda-kuda

Beban Angin	Beban (kg)	Wx W.Cos α (kg)	Untuk Input SAP2000	Wy W.Sin α (kg)	Untuk Input SAP2000
W1	46,20	40,01	40	23,10	23
W2	46,20	40,01	40	23,10	23
W3	46,20	40,01	40	23,10	23
W4	53,0625	45,93	46	26,53	27
W5	132,65	93,77	94	93,77	94
W6	50,00	35,35	36	35,35	36
W6	8,843	6,25	7	6,25	7

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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

Tabel 3.16. Rekapitulasi Gaya Batang Setengah Kuda-kuda

Batang	Kombinasi	
	Tarik (+) (kg)	Tekan (-) (kg)
1	642,30	-
2	-	316,36
3	-	***1548,68***
4	76,15	-
5	-	34,32
6	-	41,83
7	-	814,64
8	-	564,66
9	547,58	-
10	57,61	-
11	63,38	-
12	-	3,26
13	-	490,97
14	-	283,32
15	-	748,79
16	-	1184,57
17	1184,57	-
18	-	1334,23
19	***1987,45***	
20	0	0
21	0	0
22	-	530,13
23	202,97	-
24	330,56	-
25	382,86	-

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

26	-	642,78
27	-	8,27
28	-	1357,06
29	258,49	-
30	-	335,31
31	-	196,42
32	-	164,67
33	310,23	-
34	19,91	-

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.6.4 Perencanaan Profil Setengah Kuda- kuda

a. Perhitungan profil batang tarik

$P_{maks.}$ = 1987,45 kg

σ_{ijin} = 1600 kg/cm^2

$$F_{netto} = \frac{P_{maks.}}{\sigma_{ijin}} = \frac{1987,45}{1600} = 1,242 \text{ cm}^2$$

F_{bruto} = 1,15 . F_{netto} = 1,15 . 1,242 cm^2 = 1,428 cm^2

Dicoba, menggunakan baja profil ⊥ **50.50.50**

F = 2 . 4,8 cm^2 = 9,6 cm^2.

F = penampang profil dari tabel profil baja

Kontrol tegangan yang terjadi :

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

$$= \frac{1987,45}{0,85 . 9,6}$$

$$= 243,560 \text{ kg/cm}^2$$

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

243,560 kg/cm^2 $\leq$ 1200 kg/cm^2 ...... aman !! ☺

Digunakan profil ⊥ **50. 50. 5** dengn pertimbangan penggunaan baut ukuran d= 12,7 mm.

b. Perhitungan profil batang tekan

$P_{maks.}$ = 1548,68 kg

lk = 2,01 m = 201cm

Dicoba, menggunakan baja profil ⊥ **50.50.5**

i_x = 1,51 cm

F = 2 . 4,8 = 9,6 cm^2

$$\lambda = \frac{lk}{i_x} = \frac{201}{1,51} = 133,112 \text{ cm}$$

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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

$$= 111 \text{ cm}$$

$$\lambda_s = \frac{\lambda}{\lambda_g} = \frac{113,112}{111} = 1,019$$

Karena $\lambda_s < 1,2$ maka :

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 . \lambda_s}$$

$$= \frac{1,43}{1,6 - 0,67 . 1,019}$$

$$= 1,56$$

Kontrol tegangan yang terjadi :

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

$$= \frac{1548,68 \times 1,56}{9,6}$$

$$= 251,660 \text{ kg/cm}^2$$

$\sigma \leq \sigma_{ijin}$

$251,660 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2$ …… aman !! ☺

3.6.5 Perhitungan Alat Sambung

a. Batang Tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (∅) = 12,7 mm (½ inches)

Diameter lubang = 13,7 mm.

Tebal pelat sambung (δ) = 0,625 . d

= 0,625 . 12,7 = 7,94 mm.

Menggunakan tebal plat 8 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

1) Tegangan geser yang diijinkan

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

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

2) Tegangan tumpuan yang diijinkan

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

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

3) Kekuatan baut :

a. P_{geser} $= 2 \cdot ¼ \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \tau$ geser

$= 2 \cdot ¼ \cdot \pi \cdot (1,27)^2 \cdot 960 = 2430,96$ kg

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

$= 0,9 \cdot 1,27 \cdot 2400 = 2743,20$ kg

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

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{1987,45}{2430,96} = 0,817 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

c) $1,5\ d \le S_1 \le 3\ d$

Diambil, $S_1 = 1,73\ d = 2,25 \cdot 1,27$

$= 2,197$ cm $= 2$ cm

d) $2,5\ d \le S_2 \le 7\ d$

Diambil, $S_2 = 5\ d = 5 \cdot 1,27$

$= 6,35$ cm $= 6$ cm

b. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (∅) = 12,7 mm (½ inches)

Diameter lubang = 13,7 mm.

Tebal pelat sambung (δ) $= 0,625 \cdot d$

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

Menggunakan tebal plat 8 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

1) Tegangan geser yang diijinkan

   Teg. Geser = 0,6 . σ ijin = 0,6 . 1600

   =960 kg/cm^2

2) Tegangan tumpuan yang diijinkan

   Teg. tumpuan = 1,5 . σ ijin = 1,5 . 1600

   = 2400 kg/cm^2

3) Kekuatan baut :

   a) P_{geser} = 2 . ¼ . π . d^2 . τ geser

      = 2 . ¼ . π . (1,27)^2 . 960

      = 2430,96 kg

   b) P_{desak} = δ . d . τ tumpuan

      = 0,9 . 1,27. 2400

      = 2473,2 kg

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

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{1548,68}{2430,96} = 0,637 \sim 2 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 2 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

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

Diambil, S_1 = 2,5 d = 2,5 . 1,27

= 3,175 cm = 3 cm

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

Diambil, S_2 = 5 d = 5 . 1,27

= 6,35 cm = 6 cm

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Tabel 3.17. Rekapitulasi Perencanaan Profil Setengah Kuda-kuda

No. Batang	Profil	Baut	Tebal Pelat Sambung (mm)
1	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
2	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
3	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
4	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
5	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
6	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
7	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
8	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
9	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
10	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
11	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
12	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
13	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
14	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
15	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
16	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
17	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
18	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
19	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
20	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
21	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
22	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
23	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
24	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
25	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13

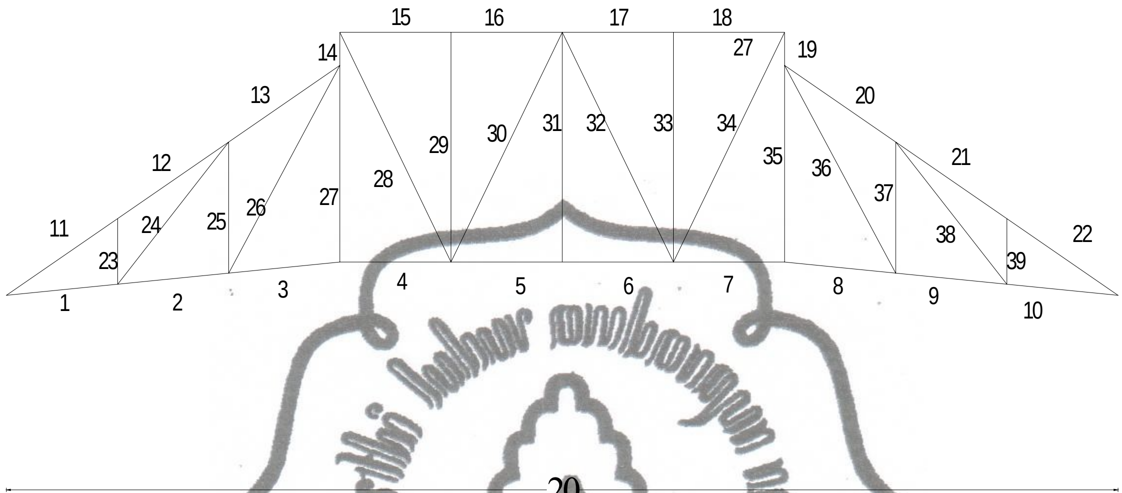
commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

26	**⊥ 50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
27	**⊥ 50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
28	**⊥ 50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
29	**⊥ 50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
30	**⊥ 50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
31	**⊥ 50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
32	**⊥ 50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
33	**⊥ 50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
34	**⊥ 50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.7 Perencanaan Kuda-kuda Trapesium



Gambar 3.16. Rangka Batang Kuda-kuda Trapesium

3.7.1 Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda Trapesium

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 3.18. Perhitungan Panjang Batang pada Kuda-kuda Trapesium

Nomer Batang	Panjang Batang (m)
1	2,01
2	2,01
3	2,01
4	2,00
5	2,00
6	2,00
7	2,00
8	2,01
9	2,01
10	2,01

commit to user

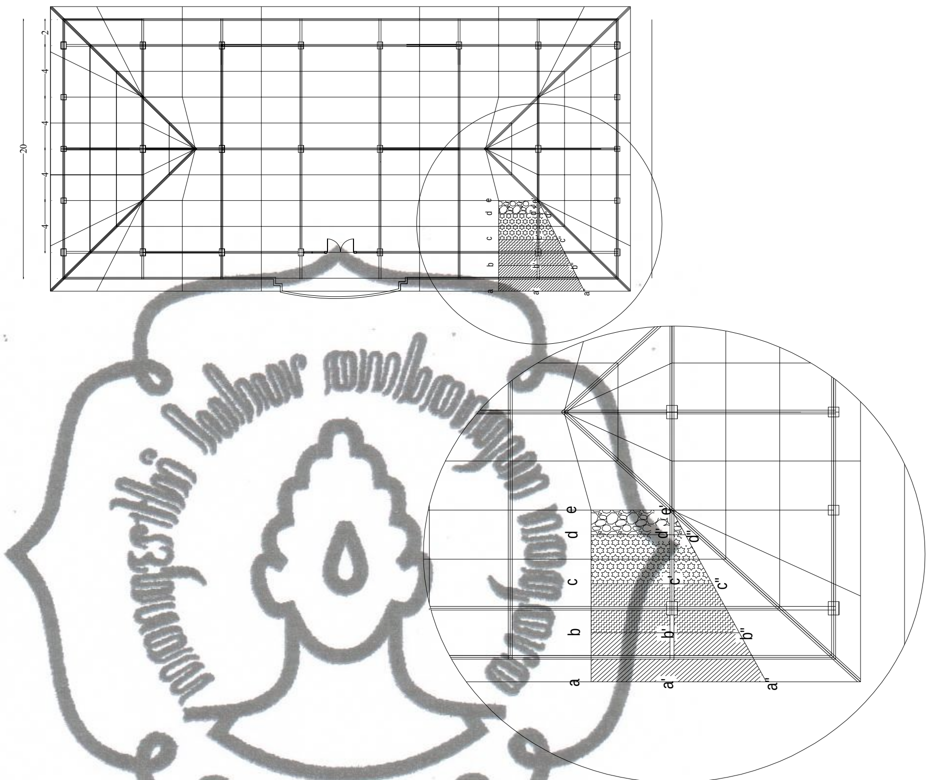
perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

11	2,31
12	2,31
13	2,31
14	0,50
15	2,00
16	2,00
17	2,00
18	2,00
19	0,50
20	2,31
21	2,31
22	2,31
23	0,99
24	2,93
25	1,98
26	3,72
27	2,96
28	4,00
29	3,46
30	4,00
31	3,46
32	4,00
33	3,46
34	4,00
35	2,96
36	3,72
37	1,98
38	2,93
39	0,99

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.7.2 Perhitungan luasan kuda-kuda trapesium



Gambar 3.17. Luasan Atap Kuda-kuda Trapesium

Panjang aa” = 6,5 m

Panjang bb” = 5,5 m

Panjang cc” = 4,5 m

Panjang dd’’ = 3,5 m

Panjang ee” = 3,0 m

Panjang dd’ = cc’ = bb’ = aa’ = 3,0 m

Panjang a’a” = 3,5 m

Panjang b’b” = 2,5 m

Panjang c’c” = 2,5 m

Panjang d’d” = 0,5 m

Panjang a’b’ = b’c’ = c’d’ = 2,24 m

Panjang de = ½ x 2,24 = 1,12 m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

- **Luas aa”bb”** = ½ × (aa” + bb”) × a’b’
  = ½ × (6,5 + 5,5) × 2,24
  = 13,44 m^2

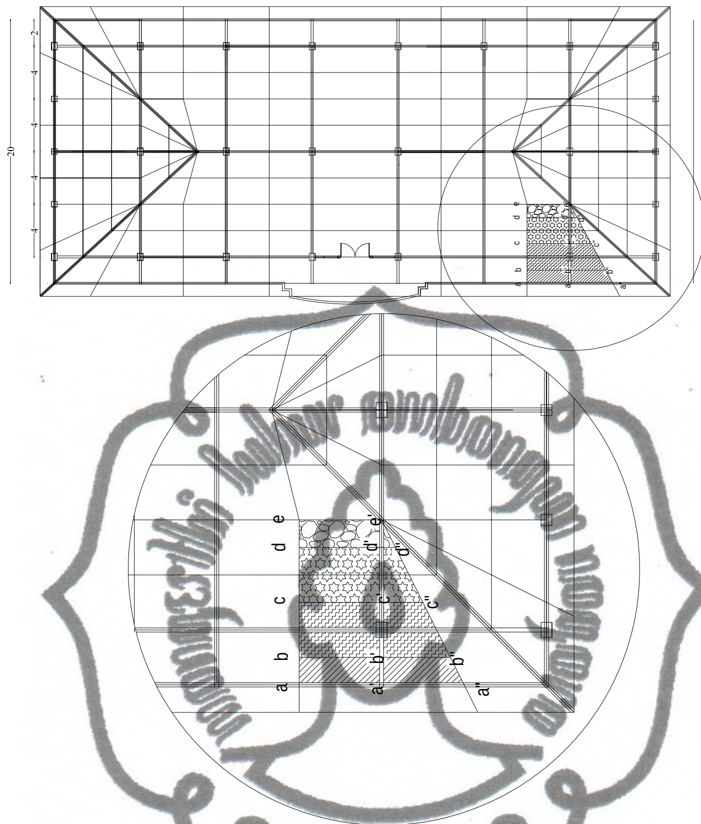
- **Luas bb”cc”** = ½ × (bb” + cc”) × b’c’
  = ½ × (5,5 + 4,5) × 2,24
  = 11,2 m^2

- **Luas cc”dd”** = ½ × (cc” + dd”) × c’d’
  = ½ × (4,5 + 3,5) × 2,24
  = 8,96 m^2

- **Luas dd”ee’** = ½ × (dd” + ee”) × d’e
  = ½ × (3,5 + 3,0) × 1,12
  = 3,64 m^2

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id



Gambar 3.18. Luasan Plafon Kuda-kuda Trapesium

Panjang aa” = 6,0 m

Panjang bb” = 5,5 m

Panjang cc” = 4,5 m

Panjang dd’’ = 3,5 m

Panjang ee” = 3,0 m

Panjang dd’ = cc’ = bb’ = aa’ = 3,0 m

Panjang a’a” = 3,0 m

Panjang b’b” = 1,5 m

Panjang c’c” = 2,5 m

Panjang d’d” = 0,5 m

Panjang a’b’ = 1,0 m

Panjang b’c’ = c’d’ = 2,00 m

Panjang de = ½ x 2,00 = 1,00 m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

- **Luas aa"bb"** = ½ × (aa" + bb") × a'b'
  = ½ × (6,0 + 5,5) × 1,00
  = **5,75** m^2

- **Luas bb"cc"** = ½ × (bb" + cc") × b'c'
  = ½ × (5,5 + 4,5) × 2,00
  = **10,00** m^2

- **Luas cc"dd"** = ½ × (cc" + dd") × c'd'
  = ½ × (4,5 + 3,5) × 2,00
  = **6,00** m^2

- **Luas dd"ee"** = ½ × (dd" + ee") × d'e'
  = ½ × (3,5 + 3,0) × 1,00
  = **6,5** m^2

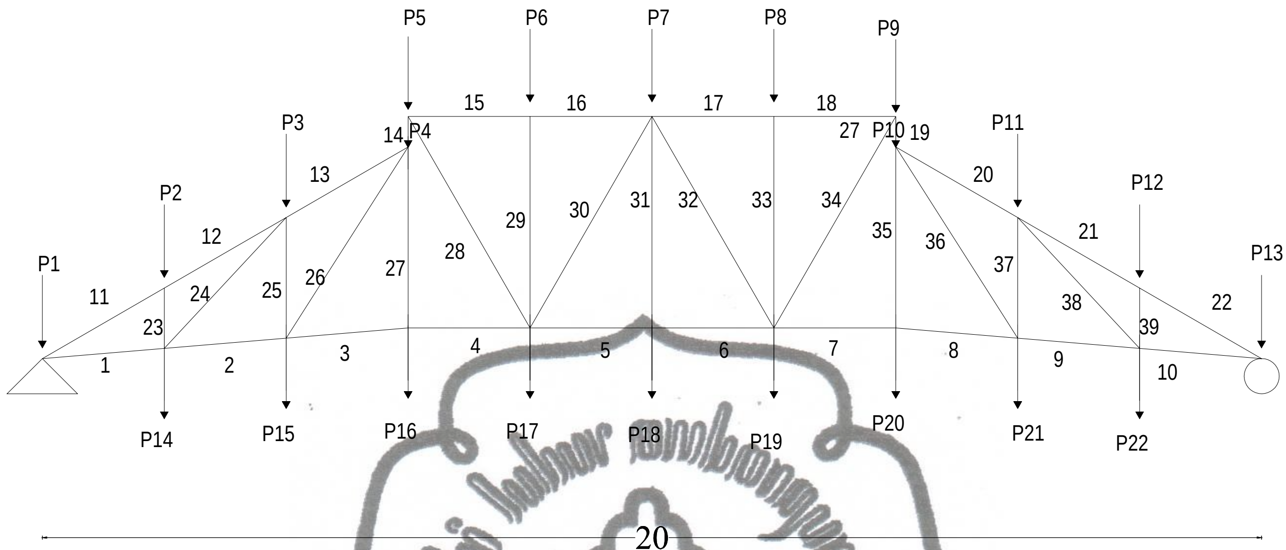
3.7.3 Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Trapesium

Data-data pembebanan :

Berat gording	=	18,50	kg/m
Berat penutup atap	=	50	kg/m^2
Berat plafon dan penggantung	=	18	kg/m^2
Berat profil kuda-kuda	=	25	kg/m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id



Gambar 3.19. Pembebanan Kuda-kuda Trapesium akibat Beban Mati

a. Beban Mati

1) Beban P1 = P13

a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording
= 18,5 × 5,0 = 92,5 kg

b) Beban atap = Luasan **aa"bb"** × Berat atap
= 13,44 × 50 = 672 kg

c) Beban plafon = Luasan **aa"bb"** × berat plafon
= 5,75 × 18 = 103,5 kg

d) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (1 + 11) × berat profil kuda kuda
= ½ × (2,01+ 2,31) × 25
= 54,0 kg

e) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 54,0 = 16,2 kg

f) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
= 10 % × 54,0 = 5,40 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

2) Beban P2 = P12

a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording
= 18,5 × 4,0 = 74,0 kg

b) Beban atap = Luasan **bb”cc”** × Berat atap
= 11,2 × 50 = 560,00 kg

c) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (11+12+23+24) × berat profil kuda kuda
= ½ × (2,31 + 2,31 + 0,99+2,93) × 25
= 106,75 kg

d) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 106,75 = 32,025 kg

e) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
= 10 % × 106,75 = 10,675 kg

3) Beban P3 = P11

a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording
= 18,5 × 3,0 = 55,5 kg

b) Beban atap = Luasan **cc”dd”** × Berat atap
= 8,96 × 50 = 448, 00 kg

c) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (12+13+25+26) × berat profil kuda kuda
= ½ × (2,31 + 2,31 + 1,98+ 3,72) × 25
= 129,0 kg

d) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 129= 38,7 kg

e) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
= 10 % × 129= 12,90 kg

4) Beban P4 = P10

a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording
= 18,5 × 2,0 = 37 kg

b) Beban atap = Luasan **dd”ee’’** × Berat atap
= 2,52 × 50 = 126,00 kg

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

c) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (13+14+27) × berat profil kuda kuda
= ½ × (2,31 + 0,5 + 2,96) × 25
= 72,125 kg

d) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 72,125 = 21,6375 kg

e) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
= 10 % × 72,125 = 7,2125 kg

f) Beban reaksi = reaksi jurai + ¼ kuda - kuda
= (1634,63 + 575,67) + 2556,76) kg
= 4767,06 kg

5) Beban P5=P9

a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording
= 18,5 × 2 = 37,00 kg

b) Beban atap = Luasan **aa"bb"** × Berat atap
= 5,75× 50 = 287,5 kg

c) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (14+15+28) × berat profil kuda kuda
= ½ × (0,5 + 2 + 4) × 25
= 81,25 kg

d) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 81,25 = 24,375 kg

e) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
= 10 % × 81,25 = 8,125 kg

6) Beban P6 = P8

a) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (15 + 16 + 29) × berat profil kuda kuda
= ½ × (2 + 2+ 3,46) × 25
= 93,25 kg

b) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 93,25 = 27,975 kg

c) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
= 10 % × 93,25 = 9,325 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

7) Beban P7

a) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (16+17+30+31+32) × berat profil kuda kuda
= ½ × (2 + 2 + 4 + 3,46 +4) × 25
= 193,25 kg

b) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 193,25 = 46,463 kg

c) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
= 10 % × 193,25 = 19,325 kg

d) Beban reaksi = reaksi setengah kuda-kuda
= 1565,340 + 103,73 kg
= 269,07 kg

8) Beban P14 = P22

a) Beban plafon = Luasan plafon **bb"cc"** × berat plafon
= 10 × 18 = 180 kg

b) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (1+2+23) × berat profil kuda kuda
= ½ × (2,01+ 2,01 + 0,99) × 25
= 62,625 kg

b) Beban plat sambung = 30% × beban kuda-kuda
= 30% × 62,625 = 18,7875 kg

c) Beban bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10% × 62,625 = 6,2625 kg

9) Beban P15 = P21

a) Beban plafon = Luasan plafon **cc"dd"** × berat plafon
= 8 × 18 = 144 kg

b) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (2+3+24+25) × berat profil kuda kuda
= ½ × (2,01 + 2,01 + 2,93+ 1,98) × 25
= 111,625 kg

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

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

= 30 % × 111,625 = 33,487 kg

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

= 10 % × 111,625 = 11,1625 kg

10) Beban P16 = P20

a) Beban plafon = Luasan plafon **dd"ee"**× berat plafon

= 2,25 × 18 = 40,5 kg

b) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (3+4+26+27) × berat profil kuda kuda

= ½ × (2,01 + 2 + 3,72 + 2,96) × 25

= 133,625 kg

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

= 30 % × 133,625 = 29,063 kg

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

= 10 % × 133,625 = 40,09 kg

e) Beban reaksi = reaksi jurai + ¼ kuda - kuda

= (351,88 + 1223,33) + 779,28) = 2354,49 kg

11) Beban P17 = P19

a) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (4+5+28+29+30) × berat profil kuda kuda

= ½ × (2 + 2 + 4 +3,46 +4) × 25

= 193,25 kg

b) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda

= 30 % × 193,25 = 57,975 kg

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

= 10 % × 193,25 = 19,325 kg

12) Beban P18

a) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (5+6+31) × berat profil kuda kuda

= ½ × (2+ 2+ 3,46) × 25

= 93,25 kg

b) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda

= 30 % × 93,25 = 27,975 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

c) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
= 10 % × 93,25 = 9,325 kg

d) Beban reaksi = reaksi setengah kuda-kuda
= 310,88 + 908,58 = 1219,46 kg

Tabel 3.19. 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=P13	560	92,5	54,0	5,40	16,2	103,5	-	943,6	945
P2=P12	448,00	74,0	106,75	10,675	32,025	-	-	895,45	896
P3=P11	336, 00	55,5	86,625	12,90	38,7	-	-	563,725	564
P4=P10	126,00	37,00	72,125	7,2125	21,6375	-	4767,06	5087,03	5087
P5=P9	112,50	37,00	81,25	8,125	24,375	-	-	438,25	438
P6=P8	-	-	93,25	9,325	27,975	-	-	130,55	131
P7	-	-	193,25	19,325	46,463	-	209,67	468,708	469
P14=P22	-	-	62,625	6,2625	18,7875	180,00	-	267,67	268
P15=P21	-	-	111,625	11,1625	33,487	144	-	300,27	300
P16=P20	-	-	133,625	40,09	29,063	177	2354,49	2674,24	2674
P17=P19	-	-	193,25	19,325	57,975	-	-	270,55	271
P18	-	-	93,25	9,325	27,975	-	1219,46	1350,18	1350

b. Beban Hidup

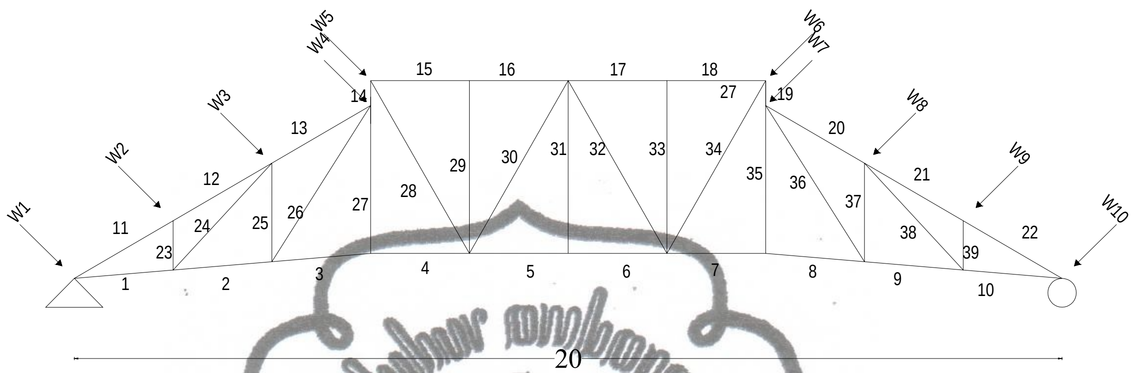
Beban hidup yang bekerja pada P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13 = 100 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

c. Beban Angin

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.20. Pembebanan Kuda-kuda Trapesium akibat Beban Angin

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m^2.

1) Koefisien angin tekan = 0,02α – 0,40

= (0,02 × 30) – 0,40 = 0,2…. (untuk α=30^0)

= (0,02 × 45) – 0,40 = 0,5…..(untuk α=45^0)

a) W1 = luasan **aa”bb”**× koef. angin tekan × beban angin

= 13,44 × 0,2 × 25 = 67,20 kg

b) W2 = luasan **bb”cc”** × koef. angin tekan × beban angin

= 11,2 × 0,2 × 25 = 56,00 kg

c) W3 = luasan **cc”dd”**× koef. angin tekan × beban angin

= 8,96 × 0,2 × 25 = 44,8 kg

d) W4 = luasan **dd”ee”** × koef. angin tekan × beban angin

= 3,64 ×0,2 × 25 = 18,2 kg

e) W5 = luasan dd**ee”** × koef. angin tekan × beban angin

= 6,5 × 0,5 × 25 = 81,25 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

2) Koefisien angin hisap = - 0,40

a) W6 = luasan **ddee”** × koef. angin hisap × beban angin
= 6,5 × -0,4 × 25 = -65 kg

b) W7 = luasan **dd”ee”** × koef. angin hisap × beban angin
= 3,64 × -0,4 × 25 = -36,4 kg

c) W8 = luasan **cc”dd”** × koef. angin t hisap × beban angin
= 8,96× -0,4 × 25 = -89,6 kg

d) W9 = luasan **bb”cc”** × koef. angin hisap × beban angin
= 11,2 × -0,4 × 25 = -112 kg

e) W10 = luasan **aa”bb”**× koef. angin hisap × beban angin
= 13,44 × -0,4 × 25 = -134,4 kg

Tabel 3.20. Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Trapesium

Beban Angin	Beban (kg)	W_x *W.Cos* α (kg)	(Untuk Input SAP2000)	W_y *W.Sin* α (kg)	(Untuk Input SAP2000)
W_1	67,2	58,19	58	33,6	34
W_2	56	48,49	48	28	28
W_3	44,8	38,79	39	22,4	22
W_4	18,2	15,76	16	9,1	9
W_5	81,25	57,45	57	57,45	58
W_6	-65	-45,96	-46	-45,96	-46
W_7	-36,4	-31,47	-31	-18,60	-19
W_8	-89,6	-77,59	-78	-44,8	-45
W_9	-112	-96,99	-97	-56	-56
W_{10}	-134,4	-116,39	-116	-67,2	-67

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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

Tabel 3.21. Rekapitulasi Gaya Batang Kuda-kuda Trapesium

Batang	Kombinasi	
	Tarik (+) (kg)	Tekan (-) (kg)
1	--	1480,99
2	12179,53	--
3	16632,48	--
4	15860,83	--
5	***16951,57***	--
6	16951,57	--
7	15860,83	--
8	16632,48	--
9	12179,53	--
10		1409,79
11	1744,48	--
12	--	1228,35
13	--	16074,39
14	--	3228,86
15	--	16130,38
16	--	16260,39
17	--	16260,39
18	--	16130,38
19	--	3228,86
20	--	16074,39
21	--	1228,35
22	1712,96	--
23	--	3642,86
24	--	***17267,53***
25	4490,07	--

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

26	--	6464,24
27	3598,83	--
28	1338,94	--
29	1169,56	--
30	--	1376,13
31	1540,52	--
32	--	1376,13
33	1169,56	--
34	1377,74	--
35	4187,35	--
36		6464,24
37	4490,07	--
38	--	17267,53
39	--	3624,86

3.7.4 Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium

a. Perhitungan Profil Batang Tarik

$P_{maks.}$ = 16951,57 kg

σ_{ijin} = 1600 kg/cm^2

$$F_{netto} = \frac{P_{maks.}}{\sigma_{ijin}} = \frac{16951,57}{1600} = 10,59 \text{ cm}^2$$

F_{bruto} = 1,15 . F_{netto} = 1,15 . 10,59 cm^2 = 12,18 cm^2

Dicoba, menggunakan baja profil ⊥ **80. 80.8**

F = 2 . 12,3 cm^2 = 24,6 cm^2.

F = penampang profil dari tabel profil baja

Kontrol tegangan yang terjadi :

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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

$$= \frac{16591{,}57}{0{,}85 \,.\, 24{,}6}$$

$$= 1038{,}27 \text{ kg/cm}^2$$

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

$793{,}47$ kg/cm^2 $\leq$ 1200 kg/cm^2 ...... aman !! ☺

b. Perhitungan profil batang tekan

$P_{maks.}$ = 17267,53 kg

lk = 2,93 m = 293 cm

$$I_{min} = \frac{n.lk^2.P_{max}}{\pi^2 E}$$

$$= \frac{4.(293)^2.17267{,}53}{(3{,}14)^2.(2{,}1.10^6)}$$

$$= 283{,}38 \text{cm}^4$$

Dicoba, menggunakan baja profil ⊥ **80.80.8**

i_x = 2,42 cm

F = 2 . 12,3 = 24,6 cm^2

$$\lambda = \frac{lk}{i_x} = \frac{293}{2{,}42} = 121{,}07 \text{ cm}$$

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

$$= 111 \text{cm}$$

$$\lambda c = \frac{\lambda}{\lambda_g} = \frac{121{,}07}{111} = 1{,}09$$

Karena $0{,}25 < \lambda s < 1{,}2$ maka :

$$\omega = \frac{1{,}43}{1{,}6 - 0{,}67 \lambda c}$$

$$= \frac{1{,}43}{1{,}6 - 0{,}67.1{,}09}$$

$$= 1{,}64$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Kontrol tegangan yang terjadi :

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

$$= \frac{17267{,}53 \times 1{,}64}{24{,}6}$$

$$= 1151{,}17 \text{ kg/cm}^2$$

$\sigma \leq \sigma_{ijin}$

1151,17 kg/cm^2 $\leq$ 1600 kg/cm^2 …… aman !! ☺

3.7.5 Perhitungan Alat Sambung

a. Batang Tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (∅) = 19,05 mm (¾ inches)

Diameter lubang = 20,05 mm.

Tebal pelat sambung (δ) = 0,625 . d

= 0,625 . 20,05 = 12,531 mm.

Menggunakan tebal plat 13 mm

1) Tegangan geser yang diijinkan

Teg. Geser = 0,6 . σ_{ijin}

= 0,6 . 1600 = 960 kg/cm^2

2) Tegangan tumpuan yang diijinkan

Teg. tumpuan = 1,5 . σ_{ijin}

= 1,5 . 1600 = 2400 kg/cm^2

3) Kekuatan baut :

a. P_{geser} = 2 . ¼ . π . d^2 . τ geser

= 2 . ¼ . π . (1,905)^2 . 960 = 5469,67 kg

b. P_{desak} = δ . d . τ tumpuan

= 0,9 . 1,905 . 2400 = 4114,80 kg

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{16951,57}{5469,67} = 3,03 \sim 4 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 4 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

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

Diambil, S_1 = 1,73 d = 2. 1,91

= 4,39 cm = 5 cm

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

Diambil, S_2 = 5 d = 5 . 1,9

= 9,5 cm = 10 cm

b. Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (∅) = 19,05 mm (¾ inches)

Diameter lubang = 20,05 mm.

Tebal pelat sambung (δ) = 0,625 . d

= 0,625 . 20,05 = 12,531 mm.

Menggunakan tebal plat 13 mm

1) Tegangan geser yang diijinkan

Teg. Geser = 0,6 . σ_{ijin}

= 0,6 . 1600 = 960 kg/cm^2

2) Tegangan tumpuan yang diijinkan

Teg. tumpuan = 1,5 . σ_{ijin}

= 1,5 . 1600 = 2400 kg/cm^2

3) Kekuatan baut :

a. P_{geser} = 2 . ¼ . π . d^2 . τ geser

= 2 . ¼ . π . (1,905)^2 . 960 = 5469,67 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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

$= 0{,}9 \cdot 1{,}905 \cdot 2400 = 4114{,}80$ kg

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

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{17267{,}53}{5469{,}67} = 3{,}16 \sim 4 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 4 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

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

Diambil, $S_1 = 2{,}5\ d = 2{,}5 \cdot 1{,}905$

$= 4{,}763$ cm = 4 cm

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

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

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

Tabel 3.22. Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Trapesium

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)	Tebal Pelat Sambung (mm)
1	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
2	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
3	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
4	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
5	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
6	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
7	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
8	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
9	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
10	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
11	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
12	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
13	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
14	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
15	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13

commit to user

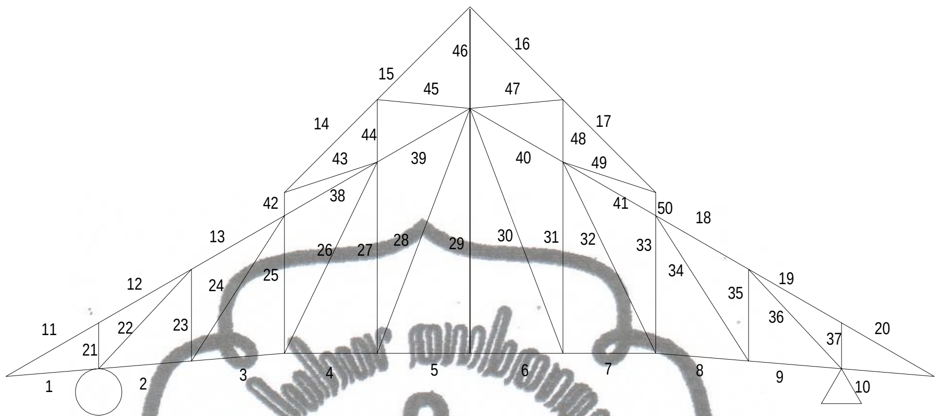
perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

16	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
17	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
18	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
19	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
20	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
21	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
22	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
23	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
24	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
25	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
26	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
27	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
28	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
29	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
30	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
31	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
32	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
33	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
34	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
35	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
36	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
37	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
38	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**
39	**⊥ 80. 80. 8**	**4 ∅ 19,05**	**13**

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.8 Perencanaan Kuda-kuda Utama



Gambar 3.21. Rangka Batang Kuda-kuda Utama

3.8.1 Perhitungan Panjang Batang Kuda-kuda

Perhitungan panjang batang selanjutnya disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 3.23. Perhitungan Panjang Batang pada Kuda-kuda Utama

No batang	Panjang batang
1	2,01
2	2,01
3	2,01
4	2,00
5	2,00
6	2,00
7	2,00
8	2,01
9	2,01
10	2,01
11	2,31
12	2,31
13	2,31
14	2,83
15	2,83
16	2,83
17	2,83
18	2,31
19	2,31
20	2,31
21	0,99
22	2,93
23	1,98
24	3,72
25	2,96
26	4,58
27	4,11
28	5,64
29	5,27
30	5,64
31	4,11
32	4,58
33	2,96

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

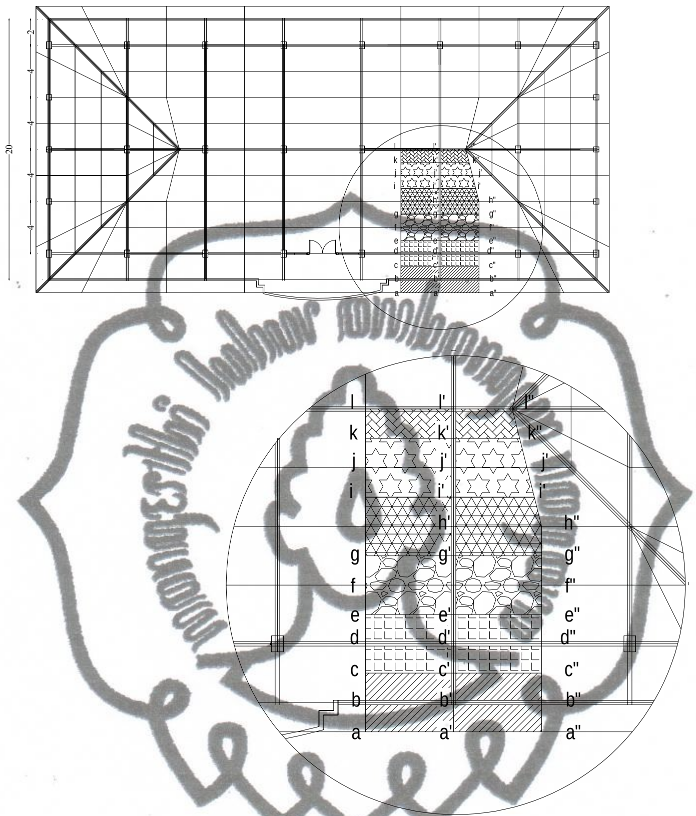
34	3,72
35	1,98
36	2,93
37	0,99
38	2,31
40	2,31
41	2,31
42	2,31

43	2,1
44	1,35
45	2,01
46	2,19
47	2,01
48	1,35
49	2,1
50	0,5

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.8.2 Perhitungan Luasan Kuda-Kuda Utama



Gambar 3.22. Luasan Atap Kuda-kuda Utama

Panjang aa" = cc" = ee" = gg" = hh"= 6,00 m

Panjang jj" = 5,50 m

Panjang kk" = 5,25 m

Panjang ll" = 5,00 m

Panjang ii" = 5,75 m

Panjang ab = 1,005 m

Panjang ac = 2,31 m

Panjang bc = cd = de = ef = gh = ½ . 2,31 = 1,155 m

Panjang i"k" = j"l" = 2,83 m

Panjang k" l" = ½. j"l" = ½.2,83 =1,415 m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

- **Luas aa”c”c** = aa” × ac

  $= 6 \times (\ 2{,}31\ ) = 13{,}86\ m^2$
- **Luas cc”e”e** = cc” × ce

  $= 6 \times (\ 2{,}31\ ) = 13{,}86\ m^2$
- **Luas ee”g”g** = ee” × eg

  $= 6 \times (\ 2{,}31\ ) = 13{,}86\ m^2$
- **Luas gg” i”i** = Luas gg”hh” + Luas hh”ii”

  $= (gg" \times gh) + (\frac{(hh"+ii")}{2} \times g'h')$

  $= (6 \times 1{,}415) + (\frac{(6+5{,}75)}{2} \times 1{,}415)$

  $= 8{,}49 + 8{,}313 = 16{,}80\ m^2$
- **Luas ii”k”k** $= \left(\frac{ii"+kk"}{2}\right) \times ki$

  $= \left(\frac{5{,}75+5{,}25}{2}\right) \times 2{,}83$

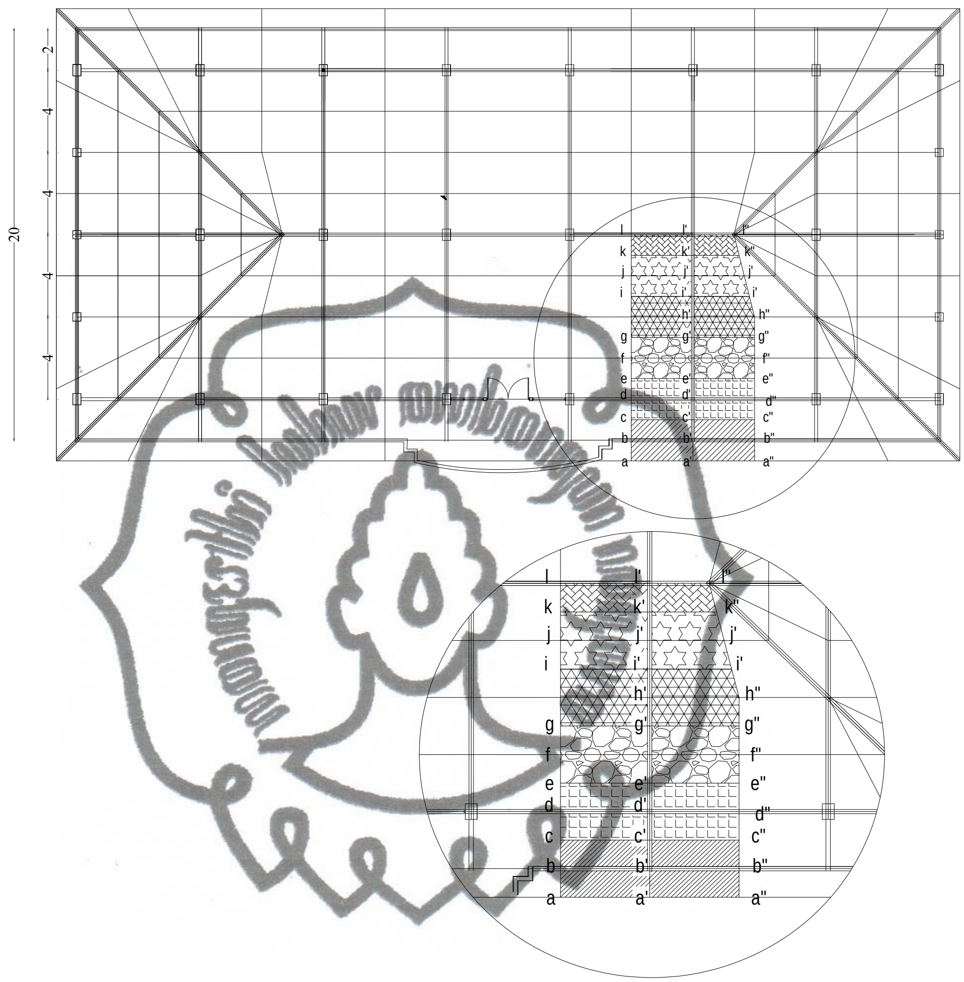
  $= 15{,}565\ m^2$
- **Luas kk”l”l** $= \left(\frac{kk"+ll"}{2}\right) \times kl$

  $= \left(\frac{5{,}25+5{,}0}{2}\right) \times 1{,}415$

  $= 7{,}252\ m^2$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id



Gambar 3.23. Luasan Plafon Kuda-kuda Utama

Panjang aa” = cc” = ee” = gg” = hh”= 6,00 m

Panjang ii” = 5,75 m

Panjang jj” = 5,50 m

Panjang kk” = 5,25 m

Panjang ll” = 5,00 m

Panjang ab = 1,0 m

Panjang bc = cd = de = ef = gh = ½ . 2,0 = 1,0 m

Panjang i”k” = 2,00 m

Panjang k” l” = ½.i”k”= ½.2,0 = 1,0 m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

- **Luas aa”c”c** = aa” × ac
  = 6 × (2,0) = 12 m^2
- **Luas cc”e”e** = cc” × ce
  = 6 × (2,0) = 12 m^2
- **Luas ee”g”g** = ee” × eg
  = 6 × (2,0) = 12 m^2
- **Luas gg”i”i** = Luas gg”hh” + Luas hh”ii”
  $= (gg'' \times gh) + (\frac{(hh''+ii'')}{2} \times g'h')$
  $= (6 \times 1{,}00) + (\frac{(6+5{,}75)}{2} \times 1{,}00)$
  = 6,0 × 5,875 = 11,875 m^2
- **Luas ii”k”k** $= \left(\frac{ii''+kk''}{2}\right) \times ki$
  $= \left(\frac{5{,}75+5{,}25}{2}\right) \times 2{,}00$
  = 11,0 m^2
- **Luas kk”l”l** $= \left(\frac{kk''+ll''}{2}\right) \times kl$
  $= \left(\frac{5{,}25+5{,}0}{2}\right) \times 1{,}00$
  = 5,125 m^2

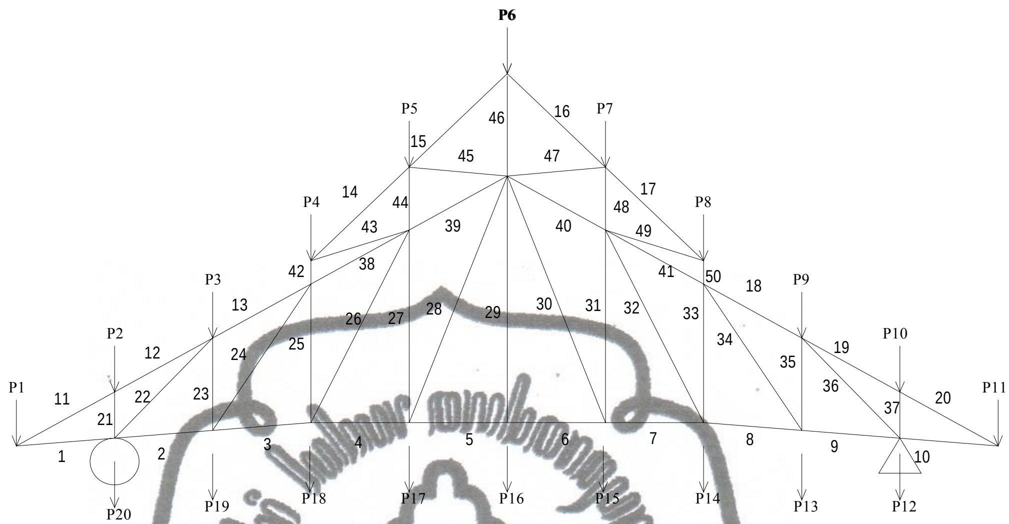
3.8.3 Perhitungan Pembebanan Kuda-kuda Utama

Data-data pembebanan :

Berat gording	=	18,50 kg/m
Jarak antar kuda-kuda utama	=	6,00 m
Berat penutup atap	=	50 kg/m^2
Berat profil	=	25 kg/m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id



Gambar 3.24. Pembebanan Kuda- kuda Utama akibat Beban Mati

a. Beban Mati

1) Beban P1 = P11

a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording

= 18,5 × 6,0 = 111 kg

b) Beban atap = Luasan atap aa”c”c × Berat atap

= 13,86 × 50 = 693 kg

c) Beban plafon = Luasan plafon aa”c”c × berat plafon

= 12 × 18 = 216 kg

d) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (1 + 11) × berat profil kuda kuda

= ½ × (2,01 + 2,31) × 25

= 54 kg

e) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda

= 30 % × 54= 16,2 kg

f) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda

= 10 % × 54= 5,4 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

2) Beban P2 = P10

a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording
= 18,5 × 6,0 = 111 kg

b) Beban atap = Luasan cc”e”e × Berat atap
= 13,86 × 50 = 693 kg

c) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (11+12+21+22) × berat profil kuda kuda
= ½ × (2,31 + 2,31 + 0,99 + 2,93) × 25
= 106,75 kg

d) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 106,75 = 32,025 kg

e) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
= 10 % × 106,75 = 10,675 kg

3) Beban P3 = P9

a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording
= 18,5 × 6,0 = 111 kg

b) Beban atap = Luasan ee”g”g × Berat atap
= 13,86 × 50 = 693 kg

c) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (12+13+23+24) × berat profil kuda kuda
= ½ × (2,31 + 2,31 + 1,98 + 3,72) × 25
= 129 kg

d) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 129 = 38,7 kg

e) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
= 10 % × 129 = 12,9 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

4) Beban P4 = P8

a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording

= 18,5× 6,0 = 129,5 kg

b) Beban atap = Luasan gg"i"i× Berat atap

= 16,80× 50 = 840 kg

c) Beban kuda-kuda = ½×Btg(13+25+26+38+42)×berat profil kuda kuda

= ½ × (2,31 + 2,96 + 4,58 + 5,64 + 2,31) × 25

= 222,5 kg

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

= 30 % × 222,5 = 66,75 kg

e) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda

= 10 % × 222,5 = 22,25 kg

5) Beban P5 = P7

a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording

= 18,5 × 5,5 = 101,75 kg

b) Beban atap = Luasan ii"k"k× Berat atap

= 15,565 × 50 = 778,25 kg

c) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (14+44+45+15) × berat profil kuda kuda

= ½ × (2,83 + 1,35 + 2,01 + 2,83) × 25

= 112,75 kg

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

= 30 % × 112,75 = 33,825 kg

e) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda

= 10 % × 112,75 = 11,275 kg

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

6) Beban P6

a) Beban gording = Berat profil gording × Panjang Gording
= 18,5 × 5,0 = 92,5 kg

b) Beban atap = (2 × Luasan kk"l"l) × Berat atap
= (2 × 7,252) × 50 = 725,2 kg

c) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (15+46+16) × berat profil kuda kuda
= ½ × (2,83 + 2,19 + 2,83) × 25
= 98,125 kg

d) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 98,125 = 29,437 kg

e) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
= 10 % × 98,125 = 9,8125 kg

f) Beban reaksi = 2 x jurai + reaksi ½ kuda-kuda
= 2 (408,55 + 68,96) kg
= 955,02

7) Beban P12 = P20

a) Beban plafon = Luasan plafon cc"e"e × berat plafon
= 12× 18 = 216 kg

b) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (9 + 10 + 37) × berat profil kuda kuda
= ½ × (2,01 + 2,01 + 0,99) × 25
= 62,625 kg

c) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 62,625 = 18,787 kg

d) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
= 10 % × 62,625 = 6,2625 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

8) Beban P13 = P19

a) Beban plafon = Luasan plafon ee”g”g × berat plafon
= 12× 18 = 216 kg

b) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (9+36+35+8) × berat profil kuda kuda
= ½ × (2,01 + 2,93+ 1,98 + 2,01) × 25
= 111,625 kg

c) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % ×111,625 = 33,4875 kg

d) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
= 10 % × 111,625 = 11,1625 kg

9) Beban P14 = P18

a) Beban plafon = Luasan gg’i”i × berat plafon
= 11,875 × 18 = 213,75 kg

b) Beban kuda-kuda = ½ × Btg (8+34+33+7) × berat profil kuda kuda
= ½ × (2,01 + 3,72 + 4,58 + 2,0) × 25
= 153,875 kg

c) Beban plat sambung = 30% × beban kuda-kuda
= 30% × 153,875 = 46,1625 kg

d) Beban bracing = 10% × beban kuda-kuda
= 10% × 153,875 = 15,3875 kg

10) Beban P15 = P17

a) Beban plafon = Luasan ii”k”k × berat plafon
= 11 × 18 = 198 kg

b) Beban kuda-kuda = ½ × Btg(7+32+31+30+6) × berat profil kuda kuda
= ½ × (2,0 + 4,58 + 4,11 + 5,64 + 2,0) × 25
= 229,125 kg

c) Beban plat sambung = 30% × beban kuda-kuda
= 30% × 229,125 = 68,737 kg

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

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

= 10% × 229,125 = 22,9125 kg

11) Beban P16

a) Beban plafon = (2 × Luasan kk"l"l) × berat plafon
= (2 × 5,125)× 18 = 184,5 kg

b) Beban kuda-kuda =½ × Btg (6 + 29 + 5) × berat profil kuda-kuda
= ½ × (2,0 + 5,27 + 2,0) × 25
= 115,875 kg

c) Beban plat sambung = 30 % × beban kuda-kuda
= 30 % × 115,875 = 34,762 kg

d) Beban bracing = 10 % × beban kuda-kuda
= 10 % × 115,875 = 11,5875 kg

a) Beban reaksi = 2 x jurai + reaksi ½ kuda-kuda
= (2 x 1029,16) + (1039,18) kg
= 3097,5 kg

Tabel 3.24. Rekapitulasi Beban Mati Kuda-kuda Utama

Beban	Beban Atap (kg)	Beban gording (kg)	Beban Kuda - kuda (kg)	Beban Bracing (kg)	Beban Plat Penyambung (kg)	Beban Plafon (kg)	Beban Reaksi (kg)	Jumlah Beban (kg)	Input SAP (kg)
P1=P11	693	111	54	5,4	16,2	216	-	1095,6	1096
P2=P10	693	111	106,75	10,675	32,025	-	-	953,45	953
P3=P9	693	111	129	12,9	38,7	-	-	984,6	985
P4=P8	840	111	222,5	22,25	66,75	-	-	1262,5	1263
P5=P7	778,25	101,75	112,75	11,275	33,825	-	-	1037,85	1038
P6	588	92,5	98,12	9,8125	-	-	955,02	1654,45	1655
P12=P20	-	-	62,625	6,2625	18,787	216	-	303,675	304
P13=P19	-	-	111,625	11,1625	33,4875	216	-	372,275	373
P14=P18	-	-	153,875	15,3875	46,1625	213,75	-	429,175	429
P15=P17	-	-	229,125	22,9125	68,737	198	-	518,77	519
P16	-	-	115,875	11,5875	34,762	184,5	3097,5	3444,22	3444

commit to user

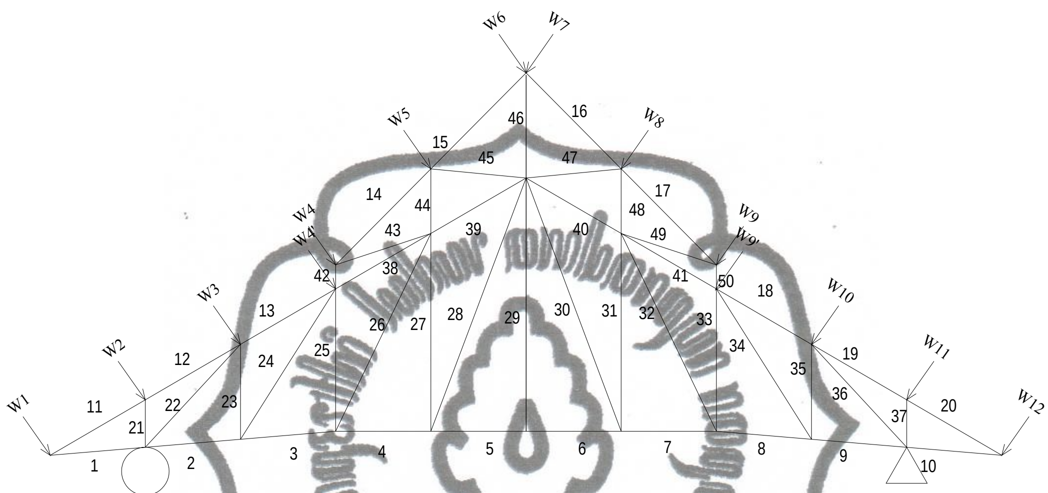
perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

b. Beban Hidup

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

c. Beban Angin

Perhitungan beban angin :



Gambar 3.25. Pembebanan Kuda-kuda Utama akibat Beban Angin

Beban angin kondisi normal, minimum = 25 kg/m^2.

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

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

(Untuk W1, W2, W3, W4')

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

= $(0,02 \times 45) - 0,40 = 0,5$

(Untuk W4", W5, W6)

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

a. W1 = luasan aa”c”c × koef. angin tekan × beban angin
= 13,86 × 0,2 × 25 = 69,3 kg

b. W2 = luasan cc”e”e × koef. angin tekan × beban angin
= 13,86 × 0,2 × 25 = 69,3 kg

c. W3 = luasan ee”g”g × koef. angin tekan × beban angin
= 13,86 × 0,2 × 25 = 69,3 kg

d. W4’ = luasan gg” h”h × koef. angin tekan × beban angin
= 12 × 0,2 × 25 = 60 kg

e. W4 = luasan h”hii” × koef. angin tekan × beban angin
= 5,875 × 0,5 × 25 = 73,437 kg

f. W5 = luasan ii’k”k × koef. angin tekan × beban angin
= 15,565 × 0,5 × 25 = 194,563 kg

g. W6 = luasan kk”l”l × koef. angin tekan × beban angin
= 7,252 × 0,5 × 25 = 90,65 kg

3) Koefisien angin hisap = - 0,40

a. W7 = luasan kk”l”l × koef. angin tekan × beban angin
= 7,252 × -0,4 × 25 = -72,52 kg

b. W8 = luasan ii’k”k × koef. angin tekan × beban angin
= 15,565 × -0,4 × 25 = -155,65 kg

c. W9 = luasan h”hii” × koef. angin tekan × beban angin
= 5,875 × -0,4 × 25 = -58,75 kg

d. W9’ = luasan gg” h”h × koef. angin tekan × beban angin
= 12× -0,4 × 25 = -120 kg

e. W10 = luasan ee”g”g × koef. angin tekan × beban angin
= 13,86 × -0,4 × 25 = -138,6 kg

f. W11 = luasan cc”e”e × koef. angin tekan × beban angin
= 13,86 × -0,4 × 25 = -138,6 kg

g. W12 = luasan aa”c”c × koef. angin tekan × beban angin
= 13,86 × -0,4 × 25 = -138,6 kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Tabel 3.25. Perhitungan Beban Angin Kuda-kuda Utama

Beban Angin	Beban (kg)	Wx *W.Cos* α (kg)	(Untuk Input SAP2000)	Wy *W.Sin* α (kg)	(Untuk Input SAP2000)
W_1	69,3	60,01	60	34,65	35
W_2	69,3	60,01	60	34,65	35
W_3	69,3	60,01	60	34,65	35
$W_{4'}$	60	51,96	52	25,98	26
W_4	73,437	51,93	52	51,93	52
W_5	194,563	137,58	138	137,58	138
W_6	90,65	64,09	64	64,09	64
W_7	72,52	-51,28	-51	-51,28	-51
W_8	-155,65	-110,06	-110	-110,06	-110
W_9	-58,75	-41,54	-42	-41,54	-42
$W_{9'}$	-120	-103,92	-104	-60	-60
W_{10}	-138,6	-120,03	-120	-69,3	-69
W_{11}	-138,6	-120,03	-120	-69,3	-69
W_{12}	-138,6	-120,03	-120	-69,3	-69

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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

Tabel 3.26. Rekapitulasi Gaya Batang Kuda-kuda Utama

Batang	Kombinasi		Batang	Kombinasi	
	Tarik (+) kg	Tekan(-) kg		Tarik (+) kg	Tekan(-) kg
1		2037,03	26	2147,11	
2	6880,03		27	213,83	
3	***10822,49***		28	1328,83	
4	9683,88		29	4317,29	
5	9254,19		30	1124,41	
6	9254,19		31	595,37	
7	9683,88		32	2112,34	
8	10822,49		33		745,71
9	7624,23		34		4546,82
10		1960,31	35	3119,95	
11	2373,18		36		12240,79
12	342,91		37		3158,55
13		9818,21	38		7818,30
14		4815,77	39		6682,25
15		1802.50	40		6682,25
16		1802,50	41		7818,30
17		4815,77	42		5771,65
18		9818,21	43		670,33
19	320,86		44	913,18	
20	2763,38		45		2552,91
21		2373,18	46	241,32	
22		***12240,79***	47		2533,22
23	3119,95		48	913,18	
24		4546,82	49		670,33
25		973,60	50		5771,65

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.8.4 Perencanaan Profil Kuda- Kuda untuk Batang Utama

a. Perhitungan Profil Batang Tarik

$P_{maks.}$ = 10822,49 kg

σ_{ijin} = 1600 kg/cm^2

$$F_{netto} = \frac{P_{maks.}}{\sigma_{ijin}} = \frac{10822,49}{1600} = 6,76\ cm^2$$

F_{bruto} = 1,15 . F_{netto} = 1,15 . 6,76 cm^2 = 7,77 cm^2

Dicoba, menggunakan baja profil **⊥⊥ 80. 80. 8**

F = 2 . 12,3cm^2 = 24,6 cm^2.

F = penampang profil dari tabel profil baja

Kontrol tegangan yang terjadi :

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

$$= \frac{10822,49}{0,85 . 24,6}$$

$$= 517,77 kg/cm^2$$

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

517,77 kg/cm^2 $\leq$ 1200 kg/cm^2 ...... aman !! ☺

b. Perhitungan profil batang tekan

$P_{maks.}$ = 12240,79kg

lk = 2,93 m = 293 cm

$$I_{min} = \frac{n.lk^2.P_{max}}{\pi^2 E}$$

$$= \frac{3.(293)^2.12240,79}{(3,14)^2.(2,1.10^6)}$$

$$= 152,260 cm^4$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Dicoba, menggunakan baja profil $\perp\!\perp$ **80.80.8**

i_x = 2,42 cm

F = 2 . 12,3= 24,6 cm^2

$$\lambda = \frac{lk}{i_x} = \frac{293}{2,42} = 121,074 \text{ cm}$$

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

$$= 111 \text{cm}$$

$$\lambda c = \frac{\lambda}{\lambda_g} = \frac{121,074}{111} = 1,09$$

Karena 0,25 < λs < 1,2 maka :

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\,\lambda c}$$

$$= \frac{1,43}{1,6 - 0,67.1,09}$$

$$= 1,644$$

Kontrol tegangan yang terjadi :

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

$$= \frac{12240,79 \times 1,644}{24,6}$$

$$= 818,043 \text{ kg/cm}^2$$

$\sigma \leq \sigma_{ijin}$

818,043 kg/cm^2 ≤ 1600 kg/cm^2 …… aman !! ☺

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3.8.5 Perhitungan Alat Sambung

a. Batang Tarik

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (∅) = 19,05 mm (¾ inches)

Diameter lubang = 20,05 mm.

Tebal pelat sambung (δ) = 0,625 . d

= 0,625 . 20,05 = 12,531 mm.

Menggunakan tebal plat 13 mm

1) Tegangan geser yang diijinkan

Teg. Geser = 0,6 . σ_{ijin}

= 0,6 . 1600 = 960 kg/cm^2

2) Tegangan tumpuan yang diijinkan

Teg. tumpuan = 1,5 . σ_{ijin}

= 1,5 . 1600 = 2400 kg/cm^2

3) Kekuatan baut :

a. P_{geser} = 2 . ¼ . π . d^2 . τ geser

= 2 . ¼ . π . (1,905)^2 . 960 = 5469,67 kg

b. P_{desak} = δ . d . τ tumpuan

= 0,9 . 1,905 . 2400 = 4114,80 kg

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

Perhitungan jumlah baut-mur,

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{10822{,}49}{5469{,}67} = 1{,}97 \sim 3 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 3 buah baut

Perhitungan jarak antar baut :

a. 1,5 d ≤ S_1 ≤ 3 d

Diambil, S_1 = 1,73 d = 2. 1,91

= 4,39 cm = 5 cm

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

b. $2{,}5\ d \le S_2 \le 7\ d$

Diambil, $S_2 = 5\ d = 5 \cdot 1{,}9$

$= 9{,}5$ cm = 10 cm

b.Batang Tekan

Digunakan alat sambung baut-mur.

Diameter baut (∅) = 19,05 mm (¾ inches)

Diameter lubang = 20,05 mm.

Tebal pelat sambung (δ) = 0,625 . d

= 0,625 . 20,05 = 12,531 mm.

Menggunakan tebal plat 13 mm

1) Tegangan geser yang diijinkan

Teg. Geser = 0,6 . σ_{ijin}

= 0,6 . 1600 = 960 kg/cm^2

2) Tegangan tumpuan yang diijinkan

Teg. tumpuan = 1,5 . σ_{ijin}

= 1,5 . 1600 = 2400 kg/cm^2

3) Kekuatan baut :

a. P_{geser} = 2 . ¼ . π . d^2 . τ geser

= 2 . ¼ . π . $(1{,}905)^2$. 960 = 5469,67 kg

b. P_{desak} = δ . d . τ tumpuan

= 0,9 . 1,905 . 2400 = 4114,80 kg

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

Perhitungan jumlah baut-mur,

Perhitungan jumlah baut-mur,

$$n = \frac{P_{maks.}}{P_{geser}} = \frac{12240{,}79}{5469{,}67} = 2{,}23 \sim 3 \text{ buah baut}$$

Digunakan : 3 buah baut

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Perhitungan jarak antar baut :

b) 1,5 d ≤ S_1 ≤ 3 d

Diambil, S_1 = 2,5 d = 2,5 . 1,905

= 4,763 cm = 4 cm

c) 2,5 d ≤ S_2 ≤ 7 d

Diambil, S_2 = 5 d = 5 . 1,905

= 9,525 cm = 9 cm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Tabel 3.27. Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-kuda Utama

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)	Tebal Pelat Sambung (mm)
1	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
2	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
3	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
4	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
5	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
6	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
7	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
8	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
9	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
10	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
11	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
12	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
13	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
14	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
15	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
16	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
17	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
18	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
19	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
20	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
21	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
22	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
23	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
24	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
25	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

26	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
27	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
28	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
29	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
30	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
31	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
32	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
33	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
34	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
35	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
36	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
37	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
38	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
39	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
40	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
41	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
42	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
43	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
44	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
45	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
46	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
47	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
48	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
49	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
50	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

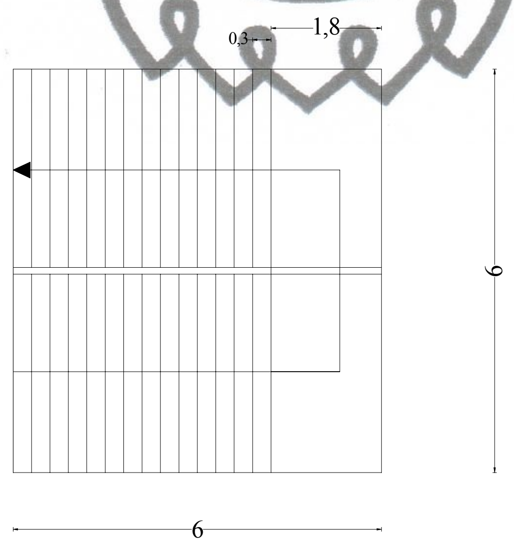
BAB 4
PERENCANAAN TANGGA

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 dioperasionalkan.

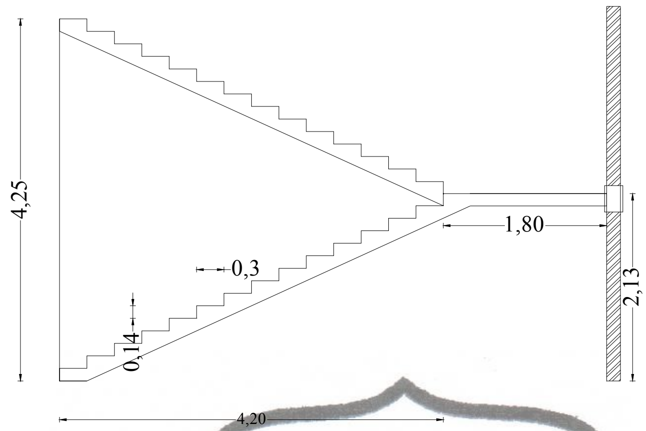
Pada bangunan umum, penempatan tangga harus mudah diketahui dan strategis untuk menjangkau ruang satu dengan yang lainya, penempatan tangga harus disesuaikan dengan fungsi bangunan untuk mendukung kelancaran hubungan yang serasi antara pemakai bangunan tersebut.

4.2. Data Perencanaan Tangga



commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id



Gambar 4.1. Detail tangga

Data – data tangga :

Tinggi tangga = 425 cm

Lebar tangga = 300 cm

Lebar datar = 420 cm

Tebal plat tangga = 15 cm

Tebal plat bordes tangga = 15 cm

Dimensi bordes = 180 x 600 cm

lebar antrade = 30 cm

Tinggi optrade = 14 cm

Jumlah antrede = 450 / 30

= 15 buah

Jumlah optrade = 15 + 1

= 16 buah

α = Arc.tg (213/420) = $26,89^{0}$

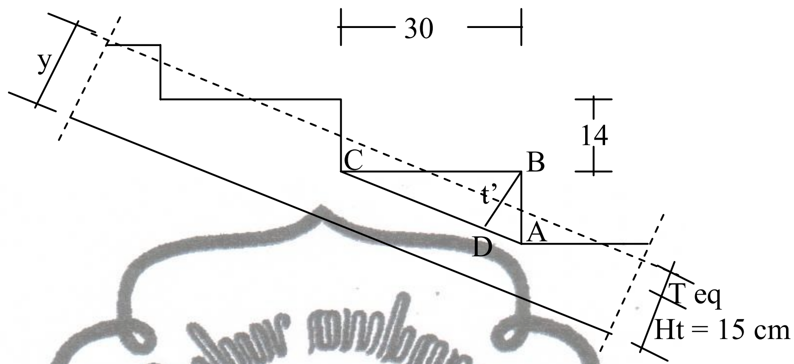
= $27^{0} < 35^{0}$…… OK ☺

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

4.3. Perhitungan Tebal Plat Equivalen dan Pembebanan

4.3.1. Perhitungan Tebal Plat Equivalen



Gambar 4.2. Tebal equivalen

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

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

$$= \frac{14 \times 30}{\sqrt{(14)^2 + (30)^2}}$$

= 12,69 cm

T eq = 2/3 x BD

= 2/3 x 12,69

= 8,48 cm

Jadi total equivalent plat tangga

Y = t eq + ht

= 8,48 + 15

= 23,48 cm

= 0,235 m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

4.3.2. Perhitungan Beban

a. Pembebanan Tangga (**SNI 03-2847-2002**)

1. Akibat beban mati (qD)

Berat tegel keramik (1 cm)	= 0,01 x 1,0 x 2400	= 24	kg/m
Berat spesi (2 cm)	= 0,02 x 1,0 x 2100	= 42	kg/m
Berat plat tangga	= 0,235 x 1,0 x 2400	= 564	kg/m +
	qD	= 630	kg/m

Beban mati plat lantai tangga : $\dfrac{630}{\cos 27^{\circ}} = 707{,}065$ kg/m

2. Akibat beban hidup (qL)

Faktor reduksi untuk tangga (PPIUG '89) : 0,75

qL= 0,75.(1,0 x 300)

= 225 kg/m

Beban hidup plat lantai tangga : $\dfrac{225}{\cos 27^{\circ}} = 252{,}52$ N/mm

3. Beban Ultimate :

qU = 1,2 qD + 1,6 qL

= 1,2 (707,065) + 1,6 (252,52)

= 1252,51

b. Pembebanan pada Bordes (**SNI 03-2847-2002**)

1. Akibat beban mati (qD)

Berat tegel keramik (1 cm)	= 0,01 x 1 x 2400	= 24	kg/m
Berat spesi (2 cm)	= 0,02 x 1 x 2100	= 42	kg/m
Berat plat bordes	= 0,15 x 1 x 2400	= 360	kg/m +
	qD	= 426	kg/m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

2. Akibat beban hidup (qL)

   Faktor reduksi untuk tangga (PPIUG '89) : 0,75

   qL = 0,75.(1 x 300) kg/m

   = 225 kg/m

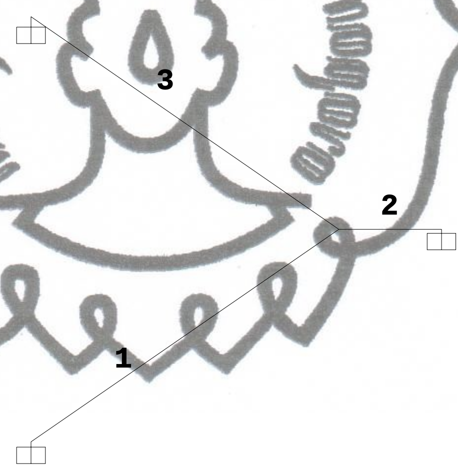
3. Beban Ultimate :

   qU = 1,2 qD + 1,6 qL

   = 1,2 (426) + 1,6 (225)

   = 871,2 kg/m

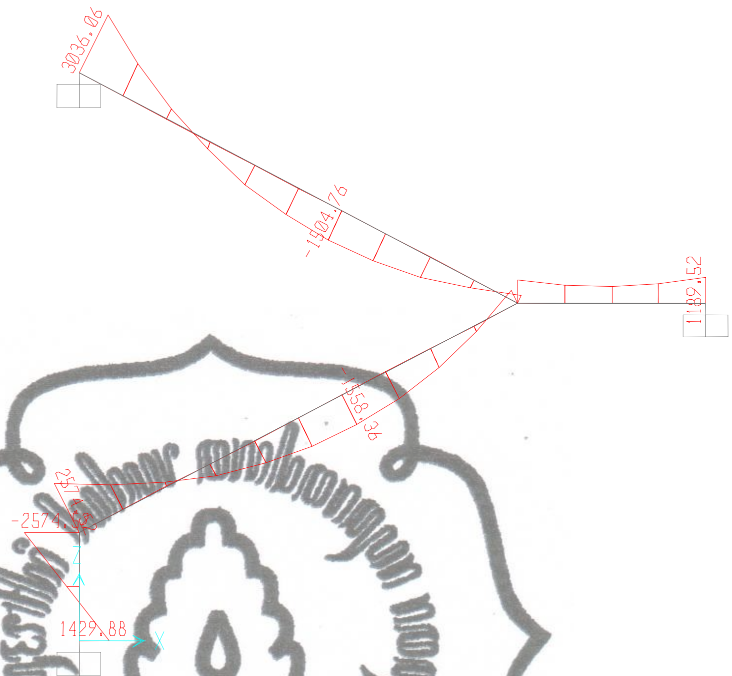
Perhitungan analisa struktur tangga menggunakan Program SAP 2000 tumpuan di asumsikan jepit, sendi, sendi seperti pada Gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 4.3 Rencana tumpuan Tangga

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id



Gambar 4.4 Bidang momen Tangga

4.4. Perhitungan Tulangan Tangga dan Bordes

4.4.1. Perhitungan Tulangan Tumpuan

Dicoba menggunakan tulangan ∅ 12 mm

h = 150 mm

d' = p + 1/2 ∅ tul

= 20 + 6

= 26 mm

d = h – d'

= 150 – 26

= 124 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada batang nomor **4**:

M_u = 3036,063 kgm = $3{,}036.10^7$ Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{3{,}036.10^7}{0{,}8} = 3{,}795.10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.fc} = \frac{240}{0{,}85.30} = 9{,}412$$

$$\rho b = \frac{0{,}85.fc}{fy}.\beta.\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$= \frac{0{,}85.30}{240}.0{,}85.\left(\frac{600}{600+240}\right)$$

$$= 0{,}0645$$

ρ_{max} = 0,75 . ρb

= 0,048375

ρ_{min} = 0,0025

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{3{,}6640125.10^7}{1000.(124)^2} = 2{,}46 \text{ N/mm}$$

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.Rn}{fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{9{,}412}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2.9{,}412.2{,}46}{240}}\right)$$

$$= 0{,}010$$

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

$> \rho_{min}$

di pakai ρ_{ada} = 0,010

As = ρ_{min} . b . d

= 0,010x 1000 x 124

= 1240 mm^2

Dipakai tulangan ∅ 12 mm = ¼ . π . 12^2

= 113,04 mm^2

Jumlah tulangan (per m) $= \frac{1240}{113{,}04} = 10{,}97 \approx$ 12 buah

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Jarak tulangan $= \frac{1500}{12} = 125$ mm

Jarak maksimum tulangan $= 2 \times h$

$= 2 \times 150 = 300$ mm

Dipakai tulangan ∅ **12 mm – 100 mm**

As yang timbul $= 12 . ¼ .\pi. d^2$

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

$= 1356{,}48\ mm^2 > 1240{,}00$

=As ada > As perlu …….. OK

4.4.2. Perhitungan Tulangan Lapangan

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

$M_u = 1558{,}358$ kgm $= 1{,}558.10^7$ Nmm

$$Mn = \frac{1{,}558.10^7}{0{,}8} = 1{,}9475.10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.fc} = \frac{240}{0{,}85.30} = 9{,}412$$

$$\rho b = \frac{0{,}85.\text{fc}}{\text{fy}}.\beta.\left(\frac{600}{600+\text{fy}}\right)$$

$$= \frac{0{,}85.30}{240}.0{,}85.\left(\frac{600}{600+240}\right)$$

$$= 0{,}0645$$

$\rho_{max} = 0{,}75\ .\ \rho b$

$= 0{,}04837$

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

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{1{,}9475.10^7}{1000.(124)^2} = 1{,}27 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\ ada} = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.m.Rn}{fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{9{,}412}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2.9{,}412.1{,}27}{240}}\right)$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$= 0{,}0054$

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

$> \rho_{min}$

di pakai $\rho_{ada} = 0{,}0054$

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

$= 0{,}0054 \times 1000 \times 124$

$= 669{,}6 \text{ mm}^2$

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

$= \frac{1}{4} \cdot 3{,}14 \times 12^2$

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

Jumlah tulangan dalam 1 m $= \dfrac{669{,}6}{113{,}04} = 5{,}92 \approx 6$ tulangan

Jarak tulangan $= \dfrac{1500}{6} = 250$ mm

Jarak maksimum tulangan $= 2 \times h$

$= 2 \times 120 = 240$

Dipakai tulangan $\varnothing$ **12 mm – 150 mm**

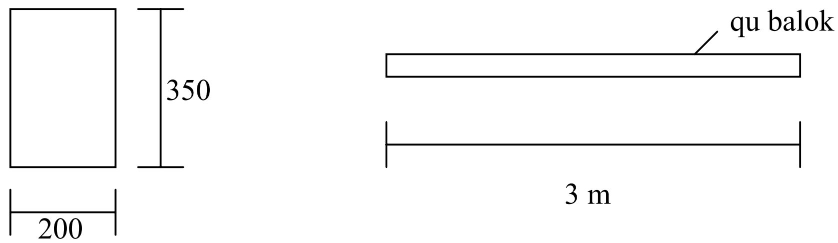
As ada $= 6 \cdot \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 678{,}24 \text{ mm}^2 > 624{,}96 \text{ mm}^2$

= As ada > As perlu..... OK

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

4.5 Perencanaan Balok Bordes



Data – data perencanaan balok bordes :

h = 350 mm

b = 200 mm

ϕtul = 12 mm

ϕsk = 8 mm

d’ = p + ϕsk + ½ ϕtul

= 40 + 8 + 6

= 54 mm

d = h – d`

= 350 – 54

= 296 mm

4.5.1. Pembebanan Balok Bordes

1. Beban mati (qD)

Berat sendiri	= 0,20 x 0,35 x 2400	= 168	kg/m
Berat dinding	= 0,15 x 2,13 x 1700	= 543,15	kg/m
		qD = 711,15 kg/m	

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

3. Beban ultimate (qU)

qU = 1,2 . qD + 1,6.qL

= 1,2 . 711,15 + 1,6 .300

= 1333,38 Kg/m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

4. Beban Reaksi Bordes = 1189.516 kg/m

4.5.2. Perhitungan Tulangan Lentur

M_u $= 2074{,}315 \text{ kgm} = 2{,}0743.10^7$ Nmm (Perhitungan SAP)

$$M_n = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{2{,}0743.10^7}{0{,}8} = 2{,}593.10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.fc} = \frac{240}{0{,}85.30} = 9{,}412$$

$$\rho b = \frac{0{,}85.fc}{fy}\beta\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$= \frac{0{,}85.30}{240}0{,}85\left(\frac{600}{600+240}\right)$$

$$= 0{,}065$$

$$\rho_{max} = 0{,}75\ .\ \rho b$$

$$= 0{,}75\ .\ 0{,}065$$

$$= 0{,}04875$$

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

$$R_n = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{2{,}593.10^7}{200.\ (296)^2} = 1{,}48 \text{ N/mm}$$

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

$$= \frac{1}{9{,}412}\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times 9{,}412\times 1{,}48}{240}}\right)$$

$$= 0{,}00635$$

$\rho < \rho_{max}$

$> \rho_{min}$

di pakai $\rho = 0{,}0063$

$$As = \rho\ .\ b\ .\ d$$

$$= 0{,}0063\ .\ 200\ .\ 296$$

$$= 372{,}96 \text{ mm}^2$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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

Jumlah tulangan $= \dfrac{372{,}96}{113{,}04} = 3{,}29 \approx 4$ buah

As yang timbul $= 4 .\ \frac{1}{4} . \pi .\ d^2$

$= 452{,}16\ mm^2 > As(372{,}96)$ ..... Aman !

Dipakai tulangan **4 D 12 mm**

4.4.5. Perhitungan Tulangan Geser Balok Bordes

Vu = **7021,25** kg = 70212,5 N (dari perhitungan SAP)

Vc $= 1/6 . b.d.\sqrt{f'c}$.

$= 1/6 . 200 . 296 . \sqrt{30}$.

= 54041,96 N

∅ Vc = 0,75 . Vc

= 40531,47 N

3 ∅ Vc = 121594,41 N

Vu > ∅ Vc ≈ 70212,5 N > 40531,47 N

Jadi di perlukan tulangan geser

Ø Vs = Vu - Ø Vc

= 70212,5 – 40531,47 = 29681,03 N

Vs perlu $= \dfrac{\phi Vs}{0{,}75} = \dfrac{29681{,}03}{0{,}75} = 39574{,}71$ N

Av $= 2 .\ \frac{1}{4}\ \pi\ (8)^2$

$= 2 .\ \frac{1}{4} .\ 3{,}14 .\ 64 = 100{,}48\ mm^2$

s $= \dfrac{Av . fy . d}{Vs\ perlu} = \dfrac{100{,}48 \times 240 \times 296}{39574{,}71} = 180{,}370$ mm

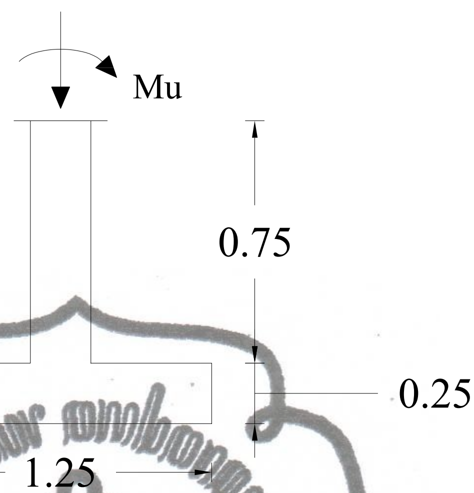
S max = d/2 = $\dfrac{296}{2}$ = 148 mm

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan **Ø 8 – 100 mm**

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

4.5. Perhitungan Pondasi Tangga



Gambar 4.5. Pondasi Tangga

Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 1,25 m dan panjang 1,50 m

- Tebal = 250 mm
- Ukuran alas = 1500 x 1250 mm
- γ tanah = 1,7 t/m^3 = 1700 kg/m^3
- σ tanah = 5 kg/cm^2 = 50000 kg/m^2
- Pu = 13119,53 kg
- h = 250 mm
- d = h - p - 1/2 $Ø_t$ - $Ø_s$
  = 250 – 40 – ½ .12 – 8 = 206 mm

4.5.1. Perhitungan kapasitas dukung pondasi

➢ Pembebanan pondasi

Berat telapak pondasi	= 1,5 x 1,25 x 0,25 x 2400	= 1125	kg
Berat tanah	= 2 (0,5 x 0,75) x 1 x 1700	= 1275	kg
Berat kolom	= (0,25 x 1,5 x 0,75) x 2400	= 675	kg
Pu		= 13119,53	kg
	V tot	= 16194,53	kg

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$$\sigma_{\text{yang terjadi}} = \frac{\text{Vtot}}{\text{A}} + \frac{\text{Mtot}}{\frac{1}{6}.\text{b.L}^2}$$

$$\sigma_{tan\,ah1} = \frac{16194{,}53}{1{,}5.1{,}25} + \frac{3036{,}063}{1/6.1{,}5.(1{,}25)^2} = 14463{,}540 \text{ kg/m}^2$$

$$= 14463{,}540 \text{ kg/m}^2 < 17000 \text{ kg/m}^2$$

$$= \sigma_{\text{yang terjadi}} < \sigma \text{ ijin tanah}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\text{Ok!}$$

4.5.2. Perhitungan Tulangan Lentur

Mu $= ½ \cdot qu \cdot t^2$

$= ½\ 14463{,}540.\ (0{,}5)^2$

$= 1819{,}41$ kg/m $= 1{,}807.10^7$ Nmm

$$\text{Mn} = \frac{1{,}819.10^7}{0{,}8} = 2{,}25 \times 10^{\ 7} \text{ Nmm}$$

$$\text{m} = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{240}{0{,}85.30} = 9{,}412$$

$$\rho b = \frac{0{,}85\,.\,\text{f'c}}{\text{fy}}\beta\left(\frac{600}{600+\text{fy}}\right)$$

$$= \frac{0{,}85.30}{240}.0{,}85.\left(\frac{600}{600+240}\right)$$

$$= 0{,}0645$$

$$\text{Rn} = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{2{,}25.10^7}{1500.(206)^2} = 0{,}355$$

$\rho_{\,max}$ $= 0{,}75\ .\ \rho b$

$= 0{,}048375$

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

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$$\rho_{ada} = \frac{1}{m}\left(1-\sqrt{1-\frac{2m.Rn}{fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{9,412}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2.9,412.0,355}{240}}\right)$$

$$= 0,00149$$

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

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

- Untuk Arah Sumbu Panjang

  As_{ada} = ρ_{min}. b . d
  = 0,0058. 1500. 206
  = 1792,2 mm^2

  digunakan tul ∅ 12 = ¼ . π . d^2
  = ¼ . 3,14 . (12)^2
  = 113,04 mm^2

  Jumlah tulangan (n) = $\frac{1792,2}{113,04}$ =15,85 ~ 16 buah

  Jarak tulangan = $\frac{1500}{16}$ = 93,75 mm = 90 mm

  Sehingga dipakai tulangan **∅ 12 - 90 mm**

  As yang timbul = 16 x 113,04
  = 1808,64 > As(1792,2)………..OK!

- Untuk Arah Sumbu Pendek

  As perlu =ρ_{min} b . d
  = 0,0058 . 1250 . 206
  = 1493,5 mm^2

  Digunakan tulangan ∅ 12 = ¼ . π . d^2
  = ¼ . 3,14 . (12)^2
  = 113,04 mm^2

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Jumlah tulangan (n) $= \dfrac{1493,5}{113,04} = 13,21 \quad \sim\ 14$ buah

Jarak tulangan $= \dfrac{1250}{14} = 89,29$ mm = 90 mm

Sehingga dipakai tulangan **∅12 – 90 mm**

As yang timbul = 14 x 113,04

= 1582,56 > As (1493,5)…………OK!

4.6.3. Perhitungan Tulangan Geser

Vu $= \sigma \times A_{efektif}$

= 14463,540 x (0,5 x 3)

= 21698,31 N

Vc $= 1/6 . \sqrt{f'c} . b . d$

$= 1/6 . \sqrt{30} . 1250 . 206$

= 235064,26 N

∅ Vc = 0,6 . Vc

= 0,6. 235064,26 N

= 141038,56 N

3∅ Vc = 3 . ∅ Vc

= 3. 141038,56 N

= 423115,68 N

Vu < ∅ Vc < 3 Ø Vc = 21698,26 < 141038,56 < 423115,68

tidak perlu tulangan geser

Dipakai tulangan geser minimum ∅ **8 – 200 mm**

commit to user

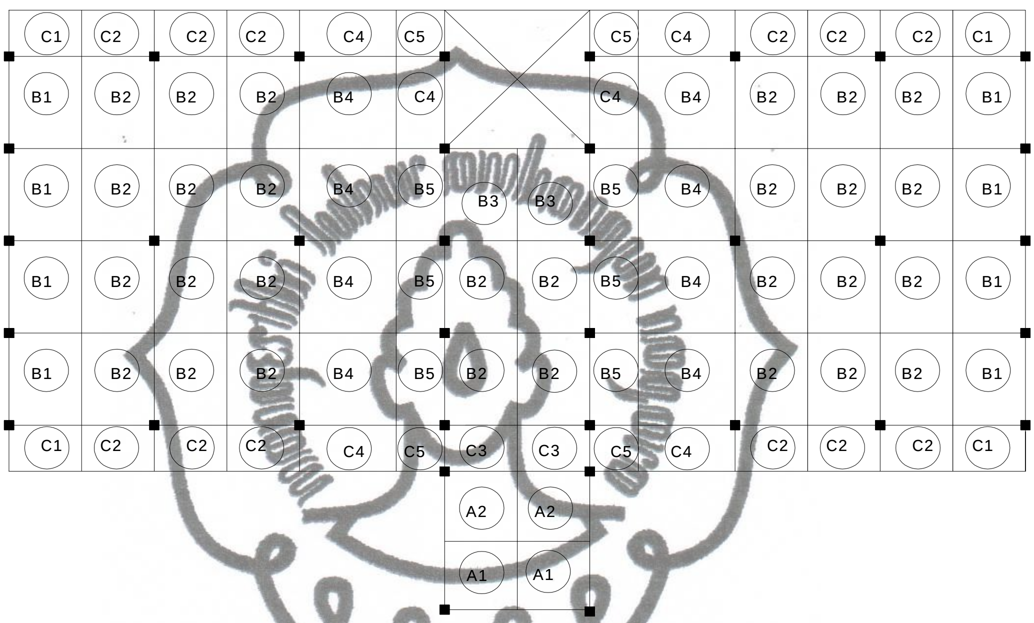
perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

BAB 5
PERENCANAAN PLAT LANTAI

5.1. Perencanaan Plat Lantai



Gambar 5.1 Denah Plat lantai

5.2. Perhitungan Pembebanan Plat Lantai

a. Beban Hidup (qL)

Berdasarkan PPIUG 1989 yaitu :

Beban hidup fungsi gedung kuliah = 250 kg/m^2

b. Beban Mati (qD)

Berat keramik (1 cm)	= 0,01 x 2400 x 1	= 24	kg/m^2
Berat Spesi (2 cm)	= 0,02 x 2100 x 1	= 42	kg/m^2
Berat Pasir (2 cm)	= 0,02 x 1600 x 1	= 32	kg/m^2
Berat plat sendiri	= 0,12 x 2400 x 1	= 288	kg/m^2
Berat plafond + instalasi listrik		= 25	kg/m^2 +
	qD	= 411	kg/m^2

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Beban Ultimate (qU)

Untuk tinjauan lebar 1 m plat maka :

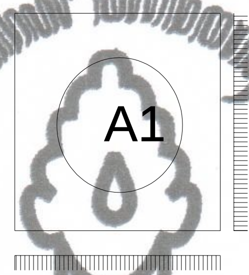
qU = 1,2 qD + 1,6 qL

= 1,2 . 411 + 1,6 . 250

= 893,20 kg/m^2

5.3. Perhitungan Momen

a.Tipe pelat A_1 (kanopi)



Gambar 5.2 Plat tipe A1

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{3,0}{3,0} = 1,0$$

Mlx = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20. (3,0)^2 .28 = 225,08 kg m

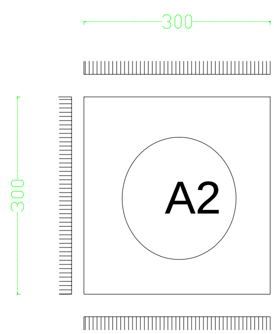
Mly = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20. (3,0)^2 . 28 = 225,08 kg m

Mtx = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20. (3,0)^2 .68 = - 546,64 kg m

Mty = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20. (3,0)^2 .68 = - 546,64 kg m

b. Tipe pelat A_2 (kanopi)

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{3,0}{3,0} = 1,0$$



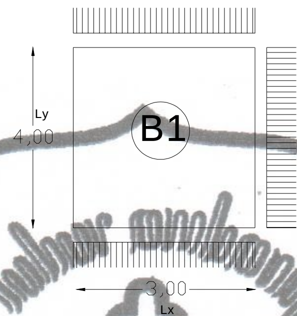
Gambar 5.3 Plat tipe A2

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Mlx = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20. $(3,0)^2$ .26 = 209,00 kg m
Mly = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20. $(3,0)^2$. 21 = 168,81 kg m
Mtx = - 0,001.qu . Lx^2. x = - 0.001 . 893,20. $(3,0)^2$ .50 = - 442,134 kg m
Mty = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20. $(3,0)^2$ .55 = - 401,94 kg m

c. Tipe pelat B1



Gambar 5.4 Plat tipe B1

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{4,0}{3,0} = 1,3$$

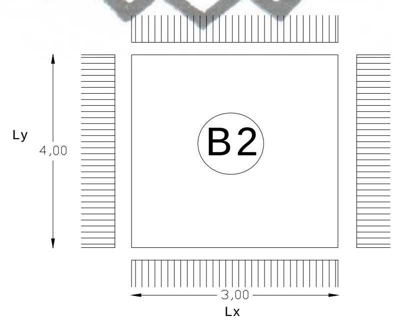
Mlx = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20. $(3,0)^2$ .36 = 289,39 kgm

Mly = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20. $(3,0)^2$ .20 = 160,78 kgm

Mtx = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20. $(3,0)^2$ .82 = - 659,18 kg m

Mty = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20. $(3,0)^2$ .72 = - 578,79 kg m

d.Tipe pelat B2



Gambar 5.5 Plat tipe B2

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{4,0}{3,0} = 1,3$$

Mlx = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20. $(3,0)^2$ .31 = 249,20 kg m

Mly = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20. $(3,0)^2$ .16 = 152,74 kg m

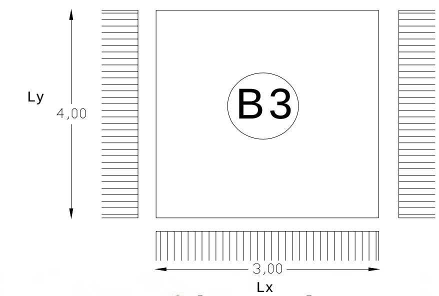
Mtx = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20. $(3,0)^2$ .69 = -554,68 kg m

Mty = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20. $(3,0)^2$ .57 = - 458,21 kgm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

e.Tipe pelat B3



Gambar 5.6 Plat tipe B3

$\frac{Ly}{Lx} = \frac{4,0}{3,0} = 1,3$

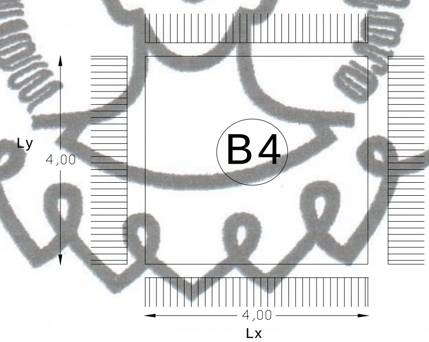
Mlx = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20. (3,0)^2 .35 = 345,67 kgm

Mly = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20. (3,0)^2 .18 = 144,70 kgm

Mtx = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20. (3,0)^2 .74 = - 594,87 kgm

Mty = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20. (3,0)^2 .57 = - 458,21 kgm

f.Tipe pelat B4



Gambar 5.7 Plat tipe B4

$\frac{Ly}{Lx} = \frac{4,0}{4,0} = 1,0$

Mlx = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20. (4,0)^2 .21 = 300,11 kgm

Mly = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20. (4,0)^2 .21 = 300,11 kgm

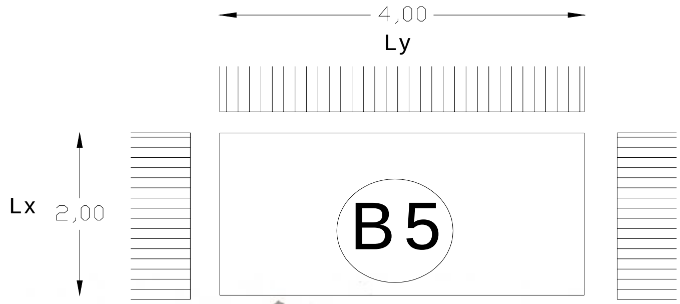
Mtx = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20. (4,0)^2 .52 = - 743,14 kgm

Mty = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20. (4,0)^2 .52 = - 743,14 kgm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

g.Tipe pelat B5



Gambar 5.8 Plat tipe B5

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{4,0}{2,0} = 2,0$$

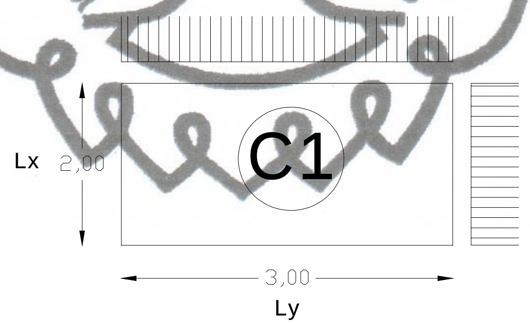
Mlx = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20. $(2,0)^2$ .41 = 146,48 kgm

Mly = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20. $(2,0)^2$ .12 = 42,87 kgm

Mtx = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20. $(2,0)^2$ .83 = - 296,54 kgm

Mty = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20. $(2,0)^2$ .57 = - 203,65 kgm

h.Tipe pelat C1



Gambar 5.9 Plat tipe C1

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{6,0}{2,0} = 3,0$$

Mlx = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20. $(2,0)^2$ .63 = 153,63 kg m

Mly = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20 $(2,0)^2$ .13 = 89,32 kg m

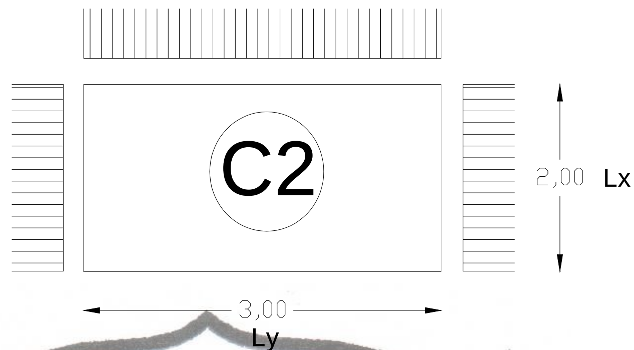
Mtx = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 .893,20 . $(2,0)^2$ .125 = - 367,99 kg m

Mty = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20 . $(2,0)^2$ .79 = - 267,92 kgm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

i.Tipe pelat C2



Gambar 5.10 Plat tipe B3

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{3,0}{2,0} = 1,5$$

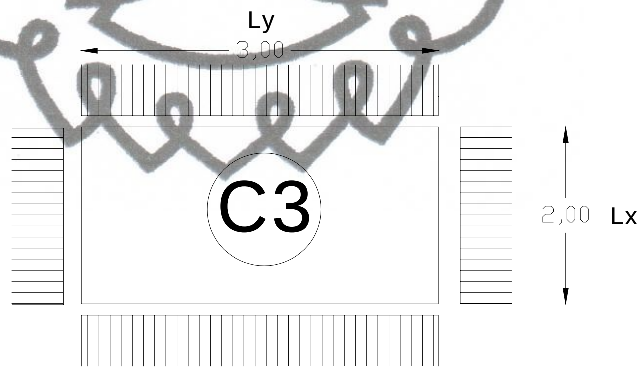
Mlx = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20 . $(2,0)^2$ .43 = 153,63 kg m

Mly = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20 . $(2,0)^2$ .26 = 92,89 kg m

Mtx = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 .893,20 . $(2,0)^2$ .94 = - 335,84 kg m

Mty = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20 . $(2,0)^2$ .76 = - 271,53 kgm

j.Tipe pelat C3



Gambar 5.11 Plat tipe C3

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{3,0}{2,0} = 1,5$$

Mlx = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20. $(2,0)^2$ .36 = 128,62 kgm

Mly = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20 . $(2,0)^2$ .17 = 60,74 kgm

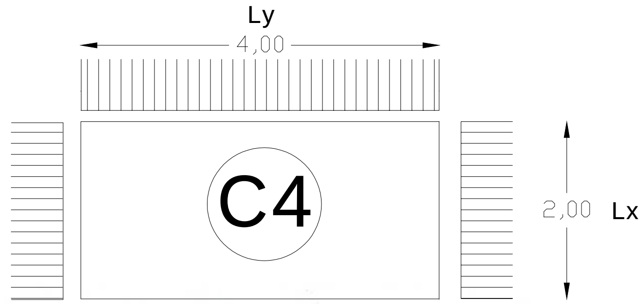
Mtx = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20 . $(2,0)^2$ .76 = - 271,53 kgm

Mty = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20 $(2,0)^2$ .57 = - 203,65 kgm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

k.Tipe pelat C4



Gambar 5.12 Plat tipe C3

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{4,0}{2,0} = 2,0$$

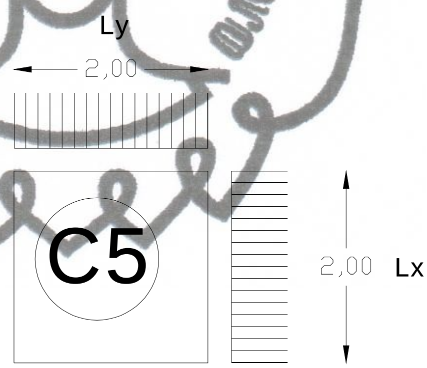
Mlx = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20. (2,0)^2 .55 = 196,50 kgm

Mly = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20 . (2,0)^2 .21 = 75,03 kgm

Mtx = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20 . (2,0)^2 .114 = - 407,23 kgm

Mty = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20 (2,0)^2 .78 = - 278,68 kgm

l.Tipe pelat C5



Gambar 5.13 Plat tipe C5

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{2,0}{2,0} = 1,0$$

Mlx = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20. (2,0)^2 .21 = 75,03 kgm

Mly = 0,001.qu . Lx^2 . x = 0.001. 893,20 . (2,0)^2 .21 = 75,03 kgm

Mtx = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20 . (2,0)^2 .52 = -185,78 kgm

Mty = - 0,001.qu . Lx^2 . x = - 0.001 . 893,20 (2,0)^2 .52 = -185,78 kgm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

5.4. Penulangan Plat Lantai

Tabel 5.1. Perhitungan Plat Lantai

Tipe Plat	Ly/Lx (m)	Mlx (kgm)	Mly (kgm)	Mtx (kgm)	Mty (kgm)
A1	3,0/3,0 = 1,0	225,08	225,08	-546,64	-546,64
A2	3,0/3,0 = 1,0	***442,13***	***401,94***	-168,81	-209,00
B1	4,0/3,0 = 1,3	289,39	160,78	-659,18	-578,79
B2	4,0/3,0 = 1,3	249,20	152,74	-554,68	-458,21
B3	4,0/3,0 = 1,3	345,67	144,70	-594,87	-458,21
B4	4,0/4,0 = 1,0	300,11	300,11	***-743,14***	***-743,14***
B5	4,0/2,0 = 2,0	146,48	42,87	296,54	203,65
C1	3,0/2,0= 1,5	153,63	89,32	-367,99	- 267,96
C2	3,0/2,0=1,5	153,63	92,89	- 335,84	- 271,53
C3	3,0/2,0= 1,5	128,62	60,74	- 271,53	- 203,65
C4	4,0/2,0 = 2,0	146,50	75,03	-407,23	-278,68
C5	2,0/2,0 = 1,0	75,03	75,03	-185,78	-185,78

Dari perhitungan momen diambil momen terbesar yaitu:

Mlx = *442,13* kgm

Mly = *401,94* kgm

Mtx = *- 743,14* kgm

Mty = *- 743,14* kgm

Data – data plat :

Tebal plat (h) = 12 cm

= 120 mm

Diameter tulangan (∅) = 10 mm

fy = 240 MPa

f'c = 30 MPa

b = 1000 mm

p = 20 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Tebal penutup (d') = p + ½∅ tul

= 20 + 5

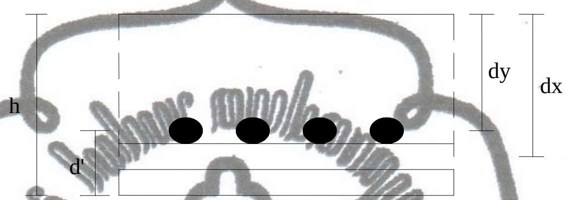
= 25 mm

Tinggi Efektif (d) = h - d'

= 120 – 25

= 95 mm

Tingi efektif



Gambar 5.8 Perencanaan Tinggi Efektif

dx = h – p - ½Ø

= 120 – 20 – ½ . 10 = 95 mm

dy = h – d' – Ø - ½ Ø

= 120 – 20 - 10 - ½ . 10 = 85 mm

$$\rho b = \frac{0{,}85.fc}{fy}.\beta.\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$= \frac{0{,}85.30}{240}.0{,}85.\left(\frac{600}{600+240}\right)$$

= 0,0645

ρ_{max} = 0,75 . ρb

= 0,75 . 0,0645

= 0,048375

ρ_{min} = 0,0025

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

5.5. Penulangan tumpuan arah x

Mu = 743,14 kgm = $7,43.10^6$ Nmm

Mn $= \dfrac{Mu}{\phi} = \dfrac{7,43.10^6}{0,8} = 9,287.10^6$ Nmm

Rn $= \dfrac{Mn}{b.dx^2} = \dfrac{9,287.10^6}{1000.(95)^2} = 1,03$ N/mm^2

m $= \dfrac{fy}{0,85.f'c} = \dfrac{240}{0,85.30} = 9,412$

$\rho_{perlu} = \dfrac{1}{m}.\left(1-\sqrt{1-\dfrac{2m.Rn}{fy}}\right)$

$= \dfrac{1}{9,412}.\left(1-\sqrt{1-\dfrac{2.9,412.1,03}{240}}\right)$

= 0,0044

ρ < ρ_{max}

ρ > ρ_{min}, di pakai ρ_{perlu} = 0,0044

As_{perlu} = ρ_{perlu} . b . dx

= 0,0044. 1000 . 95

= 418 mm^2

Digunakan tulangan ∅ 10

As = ¼ . π . (10)^2

= 78,5 mm^2

Jumlah tulangan, n = $\dfrac{Asperlu}{As\ ada} = \dfrac{418}{78,5} = 5,3 = 6$

Jarak tulangan, S $= \dfrac{b}{n} = \dfrac{1000}{6}$

= 166,67 mm

As ada = 6. ¼ . π . (10)^2

= AS_{ada} > As_{perlu}

= 471 mm^2> 418…..…OK ☺

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Dipakai tulangan ∅ **10 – 150 mm**

Cek kapasitas lentur :

$$a = \frac{As_{ada}.fy}{0{,}85.f'c.b} = \frac{471.240}{0{,}85.30.1000}$$

$$= 4{,}43 \text{ mm}$$

$M_n = As_{ada}.fy.(d\text{-}a/2)$

$= 471.240\ (95\text{-}4{,}43/2)$

$= 10{,}488.10^6$ Nmm

Mn ada > Mn

$10{,}488.10^6$ Nmm $> 9{,}287.10^6$ Nmm → OK ☺

5.6. Penulangan tumpuan arah y

Mu $= 743{,}14$ kgm $= 7{,}43.10^6$ Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{7{,}43.10^6}{0{,}8} = 9{,}287.10^6 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.dx^2} = \frac{9{,}287.10^6}{1000.(95)^2} = 1{,}03 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{240}{0{,}85.30} = 9{,}412$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2m.Rn}{fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{9{,}412}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2.9{,}412.1{,}03}{240}}\right)$$

$= 0{,}0044$

$\rho < \rho_{max}$

$\rho > \rho_{min}$, di pakai $\rho_{perlu} = 0{,}0044$

$As_{perlu} = \rho_{perlu} . b . dx$

$= 0{,}0044 . 1000 . 95$

$= 418 \text{ mm}^2$

Digunakan tulangan ∅ 10

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

As = ¼ . π . $(10)^2$

= 78,5 mm^2

Jumlah tulangan, n $= \dfrac{\text{Asperlu}}{Astul}$

$= \dfrac{418}{78{,}5}$

= 5,3 ~ 6

Jarak tulangan, S $= \dfrac{b}{n} = \dfrac{1000}{6}$

= 166,67 mm

As ada = 6. ¼ . π . $(10)^2$

$= As_{ada} > As_{perlu}$

= 471 mm^2 > 418 mm^2……. OK ☺

Dipakai tulangan ∅ **10 – 150 mm**

Cek kapasitas lentur :

$$a = \frac{As_{ada}.fy}{0{,}85.f'c.b} = \frac{471.240}{0{,}85.30.1000}$$

= 4,43 mm

$M_n = As_{ada}.fy.(d-a/2)$

= 471 . 240 (95-4,43/2)

= $10{,}488.10^6$ Nmm

$Mn_{ada} > Mn$

$\rightarrow$ $10{,}488.10^6$ > $9{,}287.10^6$ Nmm $\rightarrow$ OK ☺

5.7. Penulangan lapangan arah x

Mu = 442,13 kgm = $4{,}42.10^6$ Nmm

$$Mn = \frac{\text{Mu}}{\phi} = \frac{4{,}42.10^6}{0{,}8} = 5{,}525.10^6 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.dx^2} = \frac{5{,}525.10^6}{1000.(95)^2} = 0{,}61 \text{ N/mm}^2$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

m $= \dfrac{fy}{0{,}85.f'c} = \dfrac{240}{0{,}85.30} = 9{,}412$

$\rho_{perlu} = \dfrac{1}{m}.\left(1-\sqrt{1-\dfrac{2m.Rn}{fy}}\right)$

$= \dfrac{1}{9{,}412}.\left(1-\sqrt{1-\dfrac{2.9{,}412.0{,}61}{240}}\right)$

$= 0{,}0026$

$\rho < \rho_{max}$

$\rho > \rho_{min}$, di pakai $\rho_{perlu} = 0{,}0026$

As $_{perlu}$ = ρ_{perlu} . b . dx

= 0,0026. 1000 . 95

= 247 mm^2

Digunakan tulangan ∅ 10

As = ¼ . π . (10)^2

= 78,5 mm^2

Jumlah tulangan , n $= \dfrac{As\ perlu}{As}$

$= \dfrac{247}{78{,}5} = 3{,}15 \sim 4$

Jarak tulangan, S $= \dfrac{b}{n} = \dfrac{1000}{4}$

= 200 mm

Jarak maksimum = 2 x h

= 2 x 120

= 240 mm

As ada = 4. ¼ . π . (10)^2

= 314 mm^2 > As (247 mm^2)…...............OK ☺

Dipakai tulangan ∅ **10 – 200 mm**

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Cek kapasitas lentur :

$$a = \frac{As_{ada}.fy}{0{,}85.f'c.b} = \frac{314.240}{0{,}85.30.1000}$$

$= 2{,}96 mm$

$M_n = As_{ada}.fy.(d-a/2)$

$= 314.240\ (95-2{,}96/2)$

$= 7{,}048.10^6$ Nmm

Mn ada > Mn = $7{,}048.10^6 > 5{,}525.10^6 \rightarrow$ OK ☺

5.8. Penulangan lapangan arah y

Mu = 401,94 kgm = $4{,}0194.10^6$ Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{10{,}5884.10^6}{0{,}8} = 5{,}024.10^6 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.dx^2} = \frac{5{,}024.10^6}{1000.(95)^2} = 0{,}56 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{240}{0{,}85.30} = 9{,}412$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2m.Rn}{fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{9{,}412}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2.9{,}412.0{,}56}{240}}\right)$$

$= 0{,}00236$

$\rho < \rho_{max}$

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

$As_{perlu} = \rho_{min}\ .\ b\ .\ dx$

$= 0{,}0025.\ 1000\ .\ 95$

$= 237{,}5\ mm^2$

Digunakan tulangan ∅ 10

As $= ¼\ .\ \pi\ .\ (10)^2$

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

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Jmlah tulangan, n $= \dfrac{\text{As perlu}}{As}$

$= \dfrac{237{,}5}{78{,}5} = 3{,}025 \sim 4$

Jarak tulangan, S $= \dfrac{b}{n}$

$= \dfrac{1000}{4}$

= 250 mm

Jarak maksimum = 2 x h

= 2 x 120

= 240 mm

As ada $= 4 . \frac{1}{4} . \pi . (10)^2$

$= 314\ mm^2 > As\ (237{,}5\ mm^2)$……................... OK ☺

Dipakai tulangan ∅ **10 – 200 mm**

Cek kapasitas lentur :

$a = \dfrac{As_{ada} . fy}{0{,}85 . f'c.b} = \dfrac{314.240}{0{,}85.30.1000}$

= 2,96 mm

$M_n = As_{ada}.fy.(d\text{-}a/2)$

= 314.240.(95-2,96/2)

$= 7{,}0476.10^6$ Nmm

Mn ada > Mn

$7{,}0476.10^6$ Nmm > $5{,}024.10^6$ Nmm → OK ☺

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

5.9. Rekapitulasi Tulangan

Dari perhitungan diatas diperoleh :

Tulangan tumpuan arah x **∅ 10 – 150 mm**

Tulangan tumpuan arah y **∅ 10 – 150 mm**

Tulangan lapangan arah x **∅ 10 – 200 mm**

Tulangan lapangan arah y **∅ 10 – 200 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	225,08	225,08	-546,64	-546,64	∅ 10– 150	∅ 10– 150	∅ 10 – 200	∅ 10 – 200
A2	***442,13***	***401,94***	-168,81	-209,00	∅ 10– 150	∅ 10– 150	∅ 10 – 200	∅ 10 – 200
B1	289,39	160,78	-659,18	-578,79	∅ 10– 150	∅ 10– 150	∅ 10 – 200	∅ 10 – 200
B2	249,20	152,74	-554,68	-458,21	∅ 10– 150	∅ 10– 150	∅ 10 – 200	∅ 10 – 200
B3	345,67	144,70	-594,87	-458,21	∅ 10– 150	∅ 10– 150	∅ 10 – 200	∅ 10 – 200
B4	300,11	300,11	***-743,14***	***-743,14***	∅ 10– 150	∅ 10– 150	∅ 10 – 200	∅ 10 – 200
B5	146,48	42,87	296,54	203,65	∅ 10– 150	∅ 10– 150	∅ 10 – 200	∅ 10 – 200
C1	153,63	89,32	-367,99	- 267,96	∅ 10– 150	∅ 10– 150	∅ 10 – 200	∅ 10 – 200
C2	153,63	92,89	- 335,84	- 271,53	∅ 10– 150	∅ 10– 150	∅ 10 – 200	∅ 10 – 200
C3	128,62	60,74	- 271,53	- 203,65	∅ 10– 150	∅ 10– 150	∅ 10 – 200	∅ 10 – 200
C4	146,50	75,03	-407,23	-278,68	∅ 10– 150	∅ 10– 150	∅ 10 – 200	∅ 10 – 200
C5	75,03	75,03	-185,78	-185,78	∅ 10– 150	∅ 10– 150	∅ 10 – 200	∅ 10 – 200

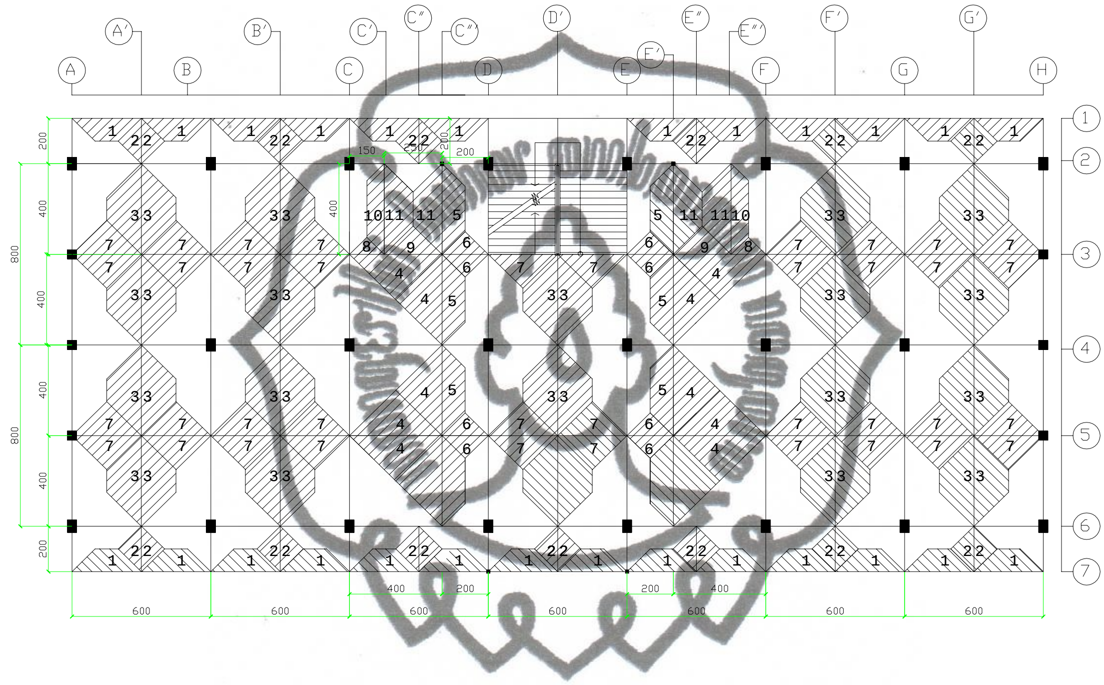
commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

BAB 6

PERENCANAAN BALOK ANAK

6.1. Perencanaan Balok Anak



Gambar 6.1. Area Pembebanan Balok Anak

Keterangan:

Balok Arah Melintang

Balok anak : as A’ (1–7)

Balok anak : as B’ (1–7)

Balok anak : as C’ (2– 3)

Balok anak : as C”’ (2– 6)

Balok anak : as D” (3 - 7)

Balok anak : as E’ (2– 6)

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Balok anak : as E’’’ (2– 3)

Balok anak : as F’ (1 - 7)

Balok anak : as G’ (1 - 7)

Balok Arah Memanjang

Balok anak : as 1 (A–H)

Balok anak : as 3 (A–H)

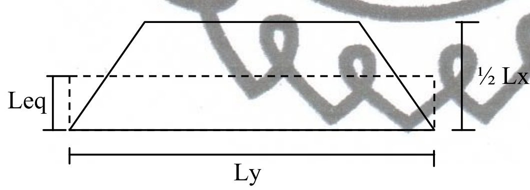
Balok anak : as 5 (A– H)

Balok anak : as 7 (A - H)

6.1.1. Perhitungan Lebar Equivalen

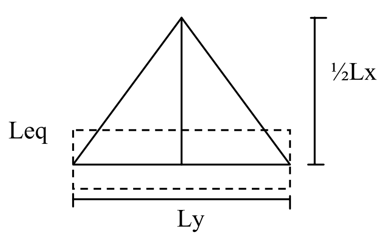
Untuk mengubah beban segitiga dan beban trapesium dari plat menjadi beban merata pada bagian balok, maka beban plat harus diubah menjadi beban equivalent yang besarnya dapat ditentukan sebagai berikut :

a Lebar Equivalen Tipe I



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

b Lebar Equivalen Tipe II



$$Leq = 1/3\ Lx$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

6.1.2. Lebar Equivalen Balok Anak

Tabel 6.1. Hitungan Lebar Equivalen

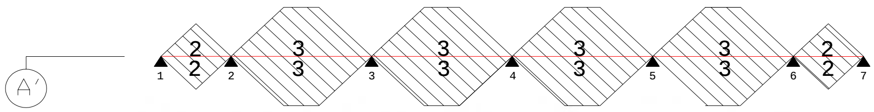
Type	Ukuran Plat (m^2)	Lx (m)	Ly (m)	Leq (segitiga)	Leq (trapesium)
1.	2,0 x 3,0	2,0	3,0	-	0,59
2.	2,0 x 3,0	2,0	3,0	0,67	-
3.	3,0 x 4,0	3,0	4,0	-	1,22
4.	4,0 x 4,0	4,0	4,0	1,33	-
5.	2,0 x 4,0	2,0	4,0	-	0,92
6.	2,0 x 4,0	2,0	4,0	0,67	-
7	3,0 x 4,0	3,0	4,0	1,00	-
8.	1,5 x 4,0	1,5	4,0	0,5	-
9.	2,5 x 4,0	2,5	4,0	0,83	-
10.	1,5 x 4,0	1,5	4,0	-	0,72
11.	2,5 x 4,0	2,5	4,0	-	1,02

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

6.2. Pembebanan Balok Anak as A' (1 – 7) = B' (1 – 7) = F' (1 – 7) = G' (1 – 7)

6.2.1. Pembebanan



Gambar 6.2. Lebar Equivalen Balok Anak as A' (1 – 7)= B' (1 – 7) = F' (1 – 7) = G' (1 – 7)

Perencanaan Dimensi Balok :

h = 1/10 . Ly
= 1/10 . 4000
= 400 mm

b = 2/3 . h
= 2/3 . 400
= 266,67 mm ~ 300 mm (h dipakai = 400 mm, b = 300 mm)

1. Beban Mati (q_D)

Pembebanan balok as A' (1 – 2) = A' (6 – 7)

Berat sendiri	= 0,30 x (0,40 – 0,12) x 2400 kg/m^3	= 201,60 kg/m
Beban Plat	= (2 x Leq2) x 411 kg/m^2	
	(2 x 0,67) x 411 kg/m^2	= 550,74 kg/m
	qD_1	= 752,34 kg/m

Pembebanan balok as A' (2 – 6)

Berat sendiri	= 0,30 x (0,40 – 0,12) x 2400 kg/m^3	= 201,60 kg/m
Beban Plat	= (2 x Leq3) x 411 kg/m^2	
	(2 x 1,22) x 411 kg/m^2	=1002,84 kg/m
	qD_2	= 1204,44 kg/m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

qL_1 = (2 x Leq2) x 250 kg/m^2
= (2 x 0,67) x 250 kg/m^2
= 335 kg/m

qL_2 = (2 x Leq3) x 250 kg/m^2
= (2 x 1,22) x 250 kg/m^2
= 610 kg/m

3. Beban berfaktor (q_U)

qU_1 = 1,2. q_D + 1,6. q_L
= (1,2 x 752,34) + (1,6 x 335)
= 1438,81 kg/m

qU_2 = 1,2. q_D + 1,6. q_L
= (1,2 x 1140,84) + (1,6 x 610)
= 2501,72 kg/m

6.2.2. Perhitungan Tulangan

Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan :

h	= 400 mm	$Ø_t$	= 16 mm
b	= 300 mm	$Ø_s$	= 10 mm
p	= 40 mm	d	= h - p - 1/2 $Ø_t$ - $Ø_s$
fy	= 360 MPa		= 400 – 40 - 1/2.16 - 10
f'c	= 30 MPa		= 342 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

➢ **Tulangan Lentur Daerah Lapangan**

$$\rho b = \frac{0,85.f'c.\beta}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$= \frac{0,85.30}{360}0,85\left(\frac{600}{600+360}\right)$$

$$= 0,038$$

$$\rho_{max} = 0,75 . \rho b$$

$$= 0,75 . 0,038$$

$$= 0,0285$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{360} = 0,00389$$

➢ **Daerah Tumpuan**

(Ditinjau As A' (1-7) dengan momen tumpuan terbesar)

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu $= 3489,55$ kgm $= 3,48955 . 10^7$ Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{3,489.10^7}{0,8} = 4,36125.10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{4,36125.10^7}{300\times(342)^2} = 1,24 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{fy}{0,85.f'c} = \frac{360}{0,85.30} = 14,12$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2m.Rn}{fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{14,12}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times14,12\times1,24}{360}}\right)$$

$$= 0,00353$$

commit to user

$\rho < \rho_{max}$

$\rho > \rho_{min}$, di pakai ρ_{min} = 0,00389

As $= \rho . b . d$

$= 0{,}00389 . 300 . 342$

$= 399{,}114 \ mm^2$

Digunakan tulangan D 16 $= ¼ . \pi . (16)^2 = 200{,}96 \ mm^2$

Jumlah tulangan (n) $= \dfrac{399{,}114}{200{,}96} = 1{,}98 \sim 2$ buah.

Kontrol :

As ada $= 2 . ¼ . \pi . 16^2$

$= 401{,}92 \ mm^2$

= As ada > As

$= 401{,}92 \ mm^2 > 399{,}114 \ mm^2$……… aman !

$$a = \frac{As\ ada \times fy}{0{,}85 \times f'c \times b} = \frac{401{,}92 \times 360}{0{,}85 \times 30 \times 300} = 18{,}91$$

Mn ada $= As\ ada \times fy\ (d - a/2)$

$= 401{,}92 \times 360\ (342 - \dfrac{18{,}91}{2})$

$= 6{,}6754 . 10^7$ Nmm

Mn ada > Mn

$4{,}8116 . 10^7$ Nmm > $4{,}36125.10^7$ Nmm .... aman !

Jadi dipakai tulangan 2 D 16 mm

Kontrol spasi tulangan :

$$s \leq \frac{b - 2\,p - 2\phi s - \phi t}{(n - 1)}$$

$$25 \leq \frac{300 - 2.40 - 2.10 - 2.16}{(2 - 1)}$$

$25 \leq 168$ mm ,

(sehingga digunakan tulangan tulangan 2 D 16)

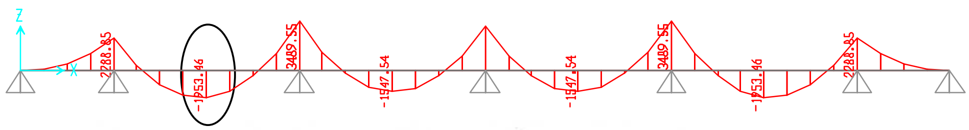
commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

- **Daerah Lapangan**

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu $= 1953{,}46\ \text{kgm} = 1{,}953.\ 10^7\ \text{Nmm}$



Mn $= \dfrac{Mu}{\phi} = \dfrac{1{,}953.10^7}{0{,}8} = 2{,}44.10^7\ \text{Nmm}$

Rn $= \dfrac{Mn}{b.d^2} = \dfrac{2{,}44.10^7}{300\times(342)^2} = 0{,}69\ \text{N/mm}^2$

m $= \dfrac{fy}{0{,}85.f'c} = \dfrac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$

$\rho_{perlu} = \dfrac{1}{m}.\left(1-\sqrt{1-\dfrac{2m.Rn}{fy}}\right)$

$= \dfrac{1}{14{,}12}.\left(1-\sqrt{1-\dfrac{2\times 14{,}12\times 0{,}69}{360}}\right)$

$= 0{,}00194$

$\rho \le \rho_{max}$

$\rho < \rho_{min} \rightarrow$ **di pakai** $\rho_{min} = 0{,}00389$

As $= \rho.\ b\ .\ d$

$= 0{,}00389.\ 300\ .\ 342$

$= 399{,}114\ \text{mm}^2$

Digunakan tulangan D 16 $= ¼\ .\ \pi\ .\ (16)^2 = 200{,}96\ \text{mm}^2$

Jumlah tulangan (n) $= \dfrac{399{,}114}{200{,}96} = 1{,}98 \sim 2$ buah.

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

<u>Kontrol</u> :

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

$= 401{,}92 \text{ mm}^2 > \text{As}$ ……… aman !

$$a = \frac{\text{As ada} \times \text{fy}}{0{,}85 \times f'c \times b} = \frac{401{,}92 \times 360}{0{,}85 \times 30 \times 300} = 18{,}91$$

Mn ada $= \text{As ada} \times \text{fy} \,(d - a/2)$

$$= 401{,}92 \times 360\,(342 - \frac{18{,}91}{2})$$

$= 4{,}8116 \cdot 10^7$ Nmm

Mn ada > Mn

$4{,}8116 \cdot 10^7$ Nmm $> 2{,}44 \cdot 10^7$ Nmm……… aman !

Jadi dipakai tulangan 2 D 16 mm

<u>Kontrol spasi tulangan</u> :

$$S \le \frac{b - 2p - 2\phi s - \phi t}{(n-1)}$$

$$25 \le \frac{300 - 2.40 - 2.10 - 2.16}{(2-1)}$$

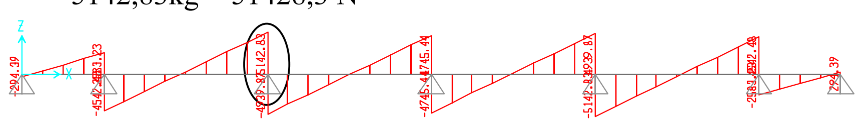
$25 \le 168$ mm ,

(sehingga digunakan tulangan tulangan 2 D 16)

- **Tulangan Geser**

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh :

Vu $= 5142{,}83$kg $= 51428{,}3$ N



f'c $= 30$ MPa

fy $= 360$ MPa

d $= 342$mm

Vc $= 1/6 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$

$= 1/6 \cdot \sqrt{30} \cdot 300 \cdot 342$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

= 93660,56 N

Ø Vc = 0,75 . 93660,56 N

= 70245,42 N

3 Ø Vc = 3 . 70245,42 N

= 210736,254 N

Ø Vc > Vu < 3 Ø Vc

70245,42 N > 51428,3 N < 210736,254 N

Syarat tulangan geser : Ø Vc > Vu < 3 Ø Vc

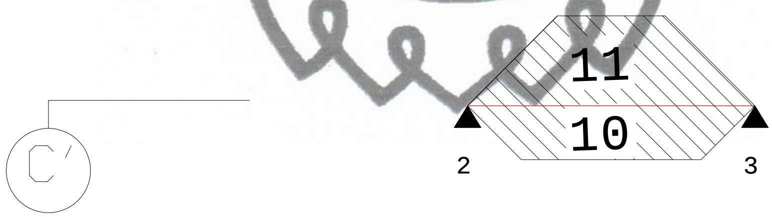
Jadi tidak diperlukan tulangan geser.

Digunakan Smax = d/2 = 340,5/2 = 170,25 mm

Jadi, dipakai sengkang ∅ 10 – 150 mm

6.3. Pembebanan Balok Anak as C' (2 – 3) = E"'(2 - 3)

6.3.1. Pembebanan



Gambar 6.3. Lebar Equivalen Balok Anak as C'(2 – 3)= E''' (2 – 3)

Perencanaan Dimensi Balok

h = 1/12 . Ly

= 1/12 . 4000

= 333,33 mm ~ 350 mm

b = 2/3 . h

= 2/3 . 350

= 233,33 mm ~ 250 mm (h dipakai = 350 mm, b = 250 mm)

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

1. Beban Mati (q_D)

Pembebanan balok as C' (2 – 3)

Berat sendiri	= 0,25x(0,35–0,12) x 2400 kg/m^3	= 138 kg/m
Beban plat	= (Leq 10+Leq 11) x 411 kg/m^3	
	= (0,72 + 1,02) x 411 kg/m^2	= 715,14 kg/m
Berat dinding	= 0,15 x (4,25 - 0,30) x 1700	=1007,25 kg/m +
	qD	= 1860,39 kg/m

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

qL = (Leq 10+Leq 11) x 250

= (0,72 + 1,02) x 250 kg/m^2

= 435 kg/m

3. Beban berfaktor (q_U)

qU_1 = 1,2. qD + 1,6. qL

= 1,2 . 1860,39 + 1,6.435

= 2928,468 kg/m

6.4.2. Perhitungan Tulangan

Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan :

h = 350 mm	$Ø_t$ = 16 mm
b = 250 mm	$Ø_s$ = 8 mm
p = 40 mm	d = h - p - 1/2 $Ø_t$ - $Ø_s$
fy = 360 Mpa	= 350 – 40 - 1/2.16 - 8
f'c = 30 MPa	= 294 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

➢ **Tulangan Lentur**

$$\rho b = \frac{0{,}85.f'c.\beta}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$= \frac{0{,}85.30}{360}0{,}85\left(\frac{600}{600+360}\right)$$

$$= 0{,}038$$

$$\rho_{\ max} = 0{,}75\ .\ \rho b$$

$$= 0{,}75\ .\ 0{,}038$$

$$= 0{,}0285$$

$$\rho_{\ min} = \frac{1{,}4}{fy} = \frac{1{,}4}{360} = 0{,}00389$$

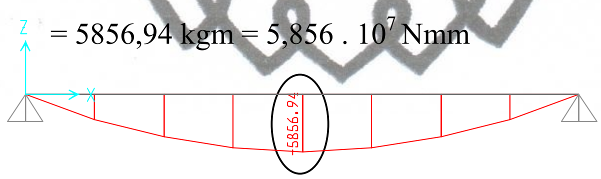
➢ **Daerah Tumpuan**

Dipakai tulangan 2 D16 (sebagai tulangan pembentuk)

➢ **Daerah Lapangan**

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu $= 5856{,}94$ kgm $= 5{,}856\ .\ 10^7$ Nmm



$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{5{,}856.10^7}{0{,}8} = 7{,}321.10^7\,\text{Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{7{,}321.10^7}{250\times(294)^2} = 3{,}39\ \text{N/mm}^2$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2m.Rn}{fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{14{,}12}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times 14{,}12\times 3{,}39}{360}}\right)$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

= 0,010

$\rho < \rho_{max}$

$\rho > \rho_{min}$, di pakai ρ_{perlu} = 0,010

As = ρ. b . d

= 0,010 . 250 . 294

= 735 mm^2

Digunakan tulangan D 16 = ¼ . π . $(16)^2$ = 200,96 mm^2

Jumlah tulangan = $\frac{735}{200,96}$ = 3,66 ~ 4 buah.

Kontrol :

As ada = 4 . ¼ . π . 16^2

= 803,84 mm^2 > As ……… aman !

$$a = \frac{\text{As ada} \times fy}{0,85 \times f'c \times b} = \frac{803,84 \times 360}{0,85 \times 30 \times 250} = 45,93$$

Mn ada = As ada × fy (d – a/2)

= 803,84 × 360 (294 – 45,93/2)

= 7,8433 . 10^7 Nmm

Mn ada > Mn

7,8433 . 10^7 Nmm > 7,321.10^7 Nmm .... aman !

Jadi dipakai tulangan 4 D 16 mm

Kontrol spasi tulangan :

$$s \le \frac{b - 2\,p - 2\phi s - \phi t}{(n-1)}$$

$$25 \le \frac{250 - 2.40 - 2.10 - 2.16}{(4-1)}$$

$25 \le 39,3$ mm ,

(sehingga digunakan tulangan tulangan 4 D 16)

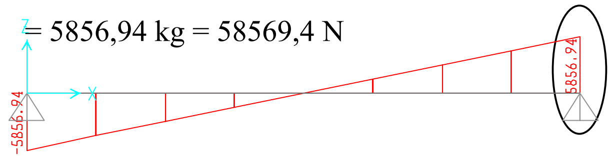
commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

- **Tulangan Geser**

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh :

Vu = 5856,94 kg = 58569,4 N



f'c = 30 Mpa

fy = 360 Mpa

d = 294 mm

Vc $= 1/6 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$

$= 1/6 \cdot \sqrt{30} \cdot 250 \cdot 294$

= 67096,01 N

Ø Vc = 0,75 . 67096,01 N

= 50322,01 N

3 Ø Vc = 3 . 50322,01

= 150966,02 N

ØVc < Vu < 3Ø Vc $\longrightarrow$ **perlu tulangan geser**

Ø Vs = Vu - Ø Vc

= 58569,4 – 50322,01 = 8247,39 N

Vs perlu $= \dfrac{\phi Vs}{0,6} = \dfrac{8247,39}{0,6} = 13745,65$ N

Av $= 2 \cdot ¼\, \pi\, (8)^2$

$= 2 \cdot ¼ \cdot 3,14 \cdot 64 = 100,48\ mm^2$

$S = \dfrac{Av.fy.d}{Vsperlu} = \dfrac{100,48 \times 240 \times 294}{13745,65} = 515,79$ mm

Smax = d/2 = 294/2 = 147 mm

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan **Ø 8 – 140 mm**

Vs ada $= \dfrac{Av.fy.d}{S} = \dfrac{100,48 \times 240 \times 294}{140} = 50641,92$ N

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

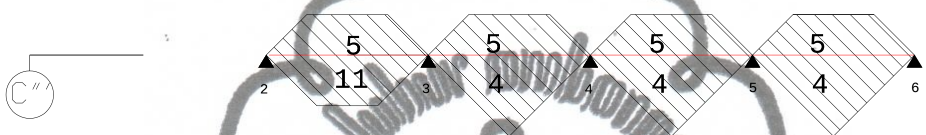
Vs ada > Vs perlu

50641,92 > 13745,65 N........(Aman)

Jadi, dipakai sengkang ∅ 8 – 140 mm

6.4. Pembebanan Balok Anak as C''' (2– 6) = E' (2– 6)

6.4.1. Pembebanan



Gambar 6.4. Lebar Equivalen Balok Anak Balok anak : as C''' (2– 6) = E' (2– 6)

Perencanaan Dimensi Balok :

h = 1/12 . Ly

= 1/12 . 4000

= 333,33 mm ~ 350 mm

b = 2/3 . h

= 2/3 . 350

= 233,33 mm ~ 250 mm (h dipakai = 350 mm, b = 250 mm)

1. Beban Mati (q_D)

Pembebanan balok as C''' (2 – 3)

Berat sendiri	= 0,2 x (0,3 – 0,12) x 2400 kg/m^3	= 86,4 kg/m
Beban Plat	= (Leq5 + Leq11) x 411 kg/m^3	
	= (0,92 + 1,02) x 411 kg/m^2	= 797,34 kg/m
Berat dinding	= 0,15 x (4,25 - 0,30) x 1700	=1007,25kg/m +
	qD_1	= 1890,99 kg/m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Pembebanan balok as C''' (3 – 4 = 4 – 5 = 5 - 6)

Berat sendiri = 0,2 x (0,3 – 0,12) x 2400 kg/m^3 = 86,4 kg/m

Beban Plat = (Leq4 + Leq5) x 411 kg/m^3

= (1,33 + 0,92) x 411 kg/m^2 = 924,75 kg/m

Berat dinding = 0,15 x (4,25 - 0,30) x 1700 = 1007,25kg/m +

qD_2 = 2018,4 kg/m

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

qL_1 = (Leq5 + Leq11) x 250 kg/m^2

= (0,92+ 1,02) x 250 kg/m^2 = 485 kg/m^2

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

qL_2 = (Leq4 + Leq5) x 250 kg/m^2

= (1,33 + 0,92) x 250 kg/m^2 = 924,75 kg/m^2

3. Beban berfaktor (q_U)

qU_1 = 1,2. qD_1 + 1,6. qL_1

= (1,2 x 1890,99) + (1,6 x 485)

= 3045,188 kg/m

qU_2 = 1,2. qD_2 + 1,6. qL_2

= (1,2 x 2018.4) + (1,6 x 924,75)

= 3901.68 kg/m

6.4.2. Perhitungan Tulangan

Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan :

h	= 350 mm	$Ø_t$	= 16 mm
b	= 250 mm	$Ø_s$	= 10 mm
p	= 40 mm	d	= h - p - 1/2 $Ø_t$ - $Ø_s$
fy	= 360 MPa		= 350 – 40 - 1/2.16 - 10
f'c	= 30 MPa		= 292 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

➢ **Tulangan Lentur**

$$\rho b = \frac{0{,}85.f'c.\beta}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$= \frac{0{,}85.30}{360}0{,}85\left(\frac{600}{600+360}\right)$$

$$= 0{,}038$$

$$\rho_{\text{ max}} = 0{,}75 \;.\; \rho b$$

$$= 0{,}75 \;.\; 0{,}038$$

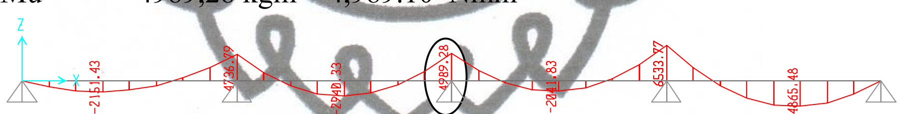
$$= 0{,}0285$$

$$\rho_{\text{ min}} = \frac{1{,}4}{fy} = \frac{1{,}4}{360} = 0{,}00389$$

➢ **Daerah Tumpuan**
(Ditinjau As C''' (2-6) dengan momen tumpuan terbesar)

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

$$Mu = 4989{,}28 \text{ kgm} = 4{,}989.10^7 \text{ Nmm}$$



$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{4{,}989.10^7}{0{,}8} = 6{,}24.10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{6{,}24.10^7}{250\times(292)^2} = 2{,}92 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2m.Rn}{fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{14{,}12}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times 14{,}12\times 2{,}92}{360}}\right)$$

$$= 0{,}0086$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$\rho < \rho_{max}$

$\rho > \rho_{min}$, di pakai $\rho_{perlu} = 0{,}0086$

As $= \rho .\ b\ .\ d$

$= 0{,}0086.\ 250\ .\ 292$

$= 627{,}8\ \ mm^2$

Digunakan tulangan D 16 $= \frac{1}{4}\ .\ \pi\ .\ (16)^2 = 200{,}96\ mm^2$

Jumlah tulangan (n) $= \dfrac{627{,}8}{200{,}96} = 3{,}12 \sim 4$ buah

<u>Kontrol</u> :

As ada $= 4\ .\ \frac{1}{4}\ .\ \pi\ .\ 16^2$

$= 803{,}84\ mm^2$

$=$ As ada $>$ As

$= 803{,}84 mm^2 > 627{,}8\ \ mm^2$ ……… aman !

$$a = \frac{\text{As ada} \times fy}{0{,}85 \times f'c \times b} = \frac{803{,}84 \times 360}{0{,}85 \times 30 \times 250} = 45{,}39$$

Mn ada $=$ As ada $\times$ fy (d - $a/2$)

$= 803{,}84 \times 360\ (292 - \dfrac{45{,}39}{2})$

$= 7{,}793\ .\ 10^7$ Nmm

Mn ada $>$ Mn

$7{,}793.\ 10^7$ Nmm $>$ $6{,}24\ .\ 10^7$ Nmm .... aman !

Jadi dipakai tulangan 4 D 16 mm

<u>Kontrol spasi tulangan</u> :

$$s \le \frac{b - 2\,p - 2\phi s - \phi t}{(n - 1)}$$

$$25 \le \frac{250 - 2.40 - 2.10 - 2.16}{(4 - 1)}$$

$25 \le 39{,}33$ mm ,

(sehingga digunakan tulangan tulangan 4D 16)

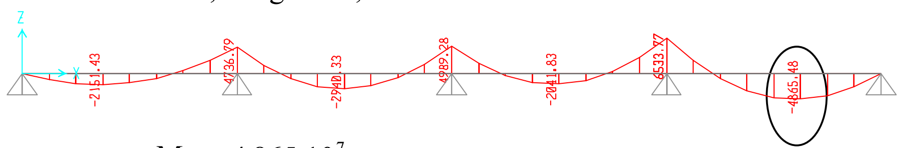
commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

- **Daerah Lapangan**

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu $= 4865{,}48 \text{ kgm} = 4{,}865.10^7 \text{ Nmm}$



Mn $= \dfrac{Mu}{\phi} = \dfrac{4{,}865.10^7}{0{,}8} = 6{,}08.10^7 \text{ Nmm}$

Rn $= \dfrac{Mn}{b.d^2} = \dfrac{6{,}24.10^7}{250 \times (294)^2} = 2{,}92 \text{ N/mm}^2$

m $= \dfrac{fy}{0{,}85.f'c} = \dfrac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$

ρ_{perlu} $= \dfrac{1}{m}.\left(1 - \sqrt{1 - \dfrac{2m.Rn}{fy}}\right)$

$= \dfrac{1}{14{,}12}.\left(1 - \sqrt{1 - \dfrac{2 \times 14{,}12 \times 2{,}92}{360}}\right)$

$= 0{,}0086$

$\rho < \rho_{max}$

$\rho > \rho_{min}$, di pakai $\rho_{perlu} = 0{,}0086$

As $= \rho.\ b\ .\ d$

$= 0{,}0086.\ 250\ .\ 292$

$= 627{,}8 \text{ mm}^2$

Digunakan tulangan D 16 $= \frac{1}{4}\ .\ \pi\ .\ (16)^2 = 200{,}96 \text{ mm}^2$

Jumlah tulangan $= \dfrac{627{,}8}{200{,}96} = 3{,}12 \sim 4$ buah.

Kontrol :

As ada $= 4\ .\ \frac{1}{4}\ .\ \pi\ .\ 16^2$

$= 803{,}84 \text{ mm}^2$

= As ada > As $\approx 803{,}84 \text{ mm}^2 > 627{,}8 \text{ mm}^2$……… aman !

a $= \dfrac{\text{As ada} \times fy}{0{,}85 \times f'c \times b} = \dfrac{803{,}84 \times 360}{0{,}85 \times 30 \times 250} = 45{,}39$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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

$= 803,84 \times 360 \left(292 - \frac{45,39}{2}\right)$

$= 7,793 \ . \ 10^7$ Nmm

Mn ada $>$ Mn

$7,793. \ 10^7$ Nmm $>$ $6,24.10^7$ Nmm......... aman !

Jadi dipakai tulangan 4 D 16 mm

<u>Kontrol spasi tulangan</u> :

$$s \leq \frac{b - 2\,p - 2\phi s - \phi t}{(n - 1)}$$

$$25 \leq \frac{250 - 2.40 - 2.10 - 2.16}{(4 - 1)}$$

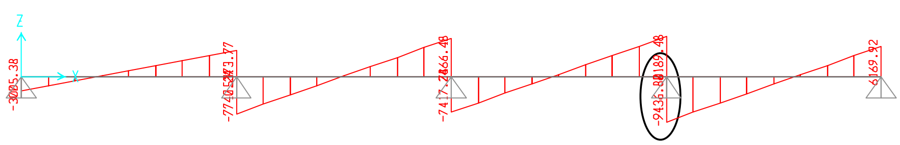
$25 \leq 39,33$ mm ,

(sehingga digunakan tulangan tulangan 4D 16)

- **Tulangan Geser**

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh :

Vu = 9436,80 kg = 94368,0 N



f'c = 30 MPa

fy = 360 MPa

d = 292,5 mm

Vc $= 1/6 \ . \ \sqrt{f'c} \ .b \ .d$

$= 1/6 \ . \sqrt{30} \ . \ 250 \ . \ 292$

= 66639,578 N

Ø Vc = 0,75 . 66639,578 N

= 49979,68 N

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3 Ø Vc = 3 . 49979,68 N

= 149939,050 N

Syarat tulangan geser : Ø Vc < Vu < 3 Ø Vc

≈ 49979,68 N <94368,0 N < 149939,050 N

~ **Jadi diperlukan tulangan geser**

Ø Vs = Vu - Ø Vc

= 94368,0 N – 49979,68 N = 44388,32 N

Vs perlu $= \dfrac{\phi Vs}{0,6} = \dfrac{44388,32}{0,6} = 73980,53$ N

Av = 2 . ¼ π (10)^2

= 2 . ¼ . 3,14 . 100 = 157 mm^2

$S = \dfrac{Av.fy.d}{Vsperlu} = \dfrac{157 \times 240 \times 292}{73980,53} = 148,72$ mm

Smax = d/2 = 292/2 = 146 mm

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan **Ø 10 – 140 mm**

Dipakai tulangan **Ø 10 – 140 mm:**

Vs ada $= \dfrac{Av.fy.d}{S} = \dfrac{157 \times 240 \times 292}{140} = 78589,71$ N

Vs ada > Vs perlu

78589,71 N > 73980,53 N........(Aman)

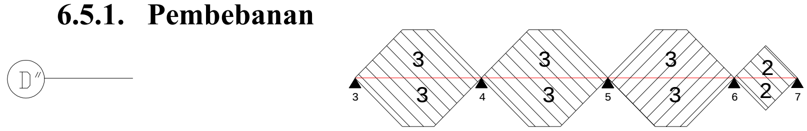
Jadi, dipakai sengkang $\varnothing$ 10 – 140 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

6.5. Pembebanan Balok Anak as D'(2-7)

6.5.1. Pembebanan



Gambar 6.5. Lebar Equivalen Balok Anak Balok anak : as D'' (2– 7)

Perencanaan Dimensi Balok :

h = 1/12 . Ly
= 1/12 . 4000
= 333,33 mm ~ 350 mm

b = 2/3 . h
= 2/3 . 350
= 233,33 mm ~ 250 mm (h dipakai = 350 mm, b = 250 mm)

1. Beban Mati (q_D)

Pembebanan balok as D' (3 – 4 = 4 – 5 = 5 – 6)

Berat sendiri = 0,2 x (0,3 – 0,12) x 2400 kg/m^2 = 86,4 kg/m

Beban Plat = (Leq3 + Leq3) x 411 kg/m^2

= (1,22 + 1,22) x 411 kg/m^2 = 1002,84kg/m+

Qd_1 = 1089,24 kg/m

Pembebanan balok as D' (6 – 7)

Berat sendiri = 0,2 x (0,3 – 0,12) x 2400 kg/m^2 = 86,4kg/m

Beban Plat = (Leq2 + Leq2) x 411 kg/m^2

= (0,67 + 0,67) x 411 kg/m^2 = 550,74kg/m +

qD_2 = 637,14 kg/m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

qL_1 = (Leq3 + Leq3) x 411 kg/m^2

= (1,22 + 1,22) x 250 kg/m^2 = 610 kg/m^2

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

qL_2 = (Leq2 + Leq2) x 411 kg/m^2

= (0,67 + 0,67) x 250 kg/m^2 = 335 kg/m^2

3. Beban berfaktor (q_U)

qU_1 = 1,2. qD_1 + 1,6. qL_1

= (1,2 x 1089,24) + (1,6 x 610)

= 2283,09 kg/m

qU_2 = 1,2. qD_2 + 1,6. qL_2

= (1,2 x 1890,99) + (1,6 x 335)

= 2805,19 kg/m

6.5.2. Perhitungan Tulangan

Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan :

h = 350 mm	$Ø_t$ = 16 mm
b = 250 mm	$Ø_s$ = 10 mm
p = 40 mm	d = h - p - 1/2 $Ø_t$ - $Ø_s$
fy = 360 MPa	= 350 – 40 - 1/2.16 - 10
f'c = 30 MPa	= 292mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Tulangan Lentur Daerah Lapangan

$$\rho b = \frac{0{,}85.f'c.\beta}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$= \frac{0{,}85.30}{360}0{,}85\left(\frac{600}{600+360}\right)$$

$$= 0{,}038$$

$$\rho_{\ max} = 0{,}75\ .\ \rho b$$

$$= 0{,}75\ .\ 0{,}038$$

$$= 0{,}0285$$

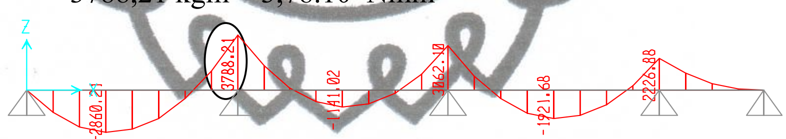
$$\rho_{\ min} = \frac{1{,}4}{fy} = \frac{1{,}4}{360} = 0{,}00389$$

- **Daerah Tumpuan**

(Ditinjau As D''' (2-7) dengan momen tumpuan terbesar)

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

$$Mu = 3788{,}21 \text{ kgm} = 3{,}78.10^7 \text{ Nmm}$$



$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{4{,}989.10^7}{0{,}8} = 4{,}725.10^7 \text{Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{4{,}725.10^7}{250\times(292)^2} = 2{,}21 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2m.Rn}{fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{14{,}12}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times14{,}12\times2{,}21}{360}}\right)$$

$$= 0{,}0064$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$\rho < \rho_{max}$

$\rho > \rho_{min}$, di pakai ρ_{perlu} = 0,0064

As = ρ. b . d

= 0,0064. 250 . 292

= 467,2 mm^2

Digunakan tulangan D 16 = ¼ . π . (16)^2 = 200,96 mm^2

Jumlah tulangan (n) = $\frac{467,2}{200,96}$ = 2,32 ~ 3 buah.

Kontrol :

As ada = 3 . ¼ . π . 16^2

= 566,77 mm^2

= As ada > As

= 602,88 mm^2 > 467,2 mm^2 ……… aman !

$$a = \frac{\text{As ada} \times fy}{0,85 \times f'c \times b} = \frac{602,88 \times 360}{0,85 \times 30 \times 250} = 34,04$$

Mn ada = As ada × fy (d - $a/2$)

$= 602,88 \times 360\ (292 - \frac{34,04}{2})$

= 5,698 . 10^7 Nmm

Mn ada > Mn

5,698 . 10^7 Nmm > 4,725 . 10^7 Nmm .... aman !

Jadi dipakai tulangan 3 D 16 mm

Kontrol spasi tulangan :

$$s \le \frac{b - 2\,p - 2\phi s - \phi t}{(n - 1)}$$

$$25 \le \frac{250 - 2.40 - 2.10 - 2.16}{(3 - 1)}$$

25≤49 mm ,

(sehingga digunakan tulangan tulangan 3D16)

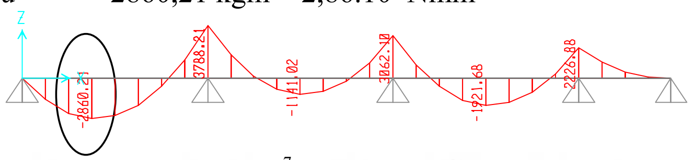
commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

- **Daerah Lapangan**

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu $= 2860{,}21 \text{ kgm} = 2{,}86.10^7 \text{ Nmm}$



$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{2{,}86.10^7}{0{,}8} = 3{,}58.10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{3{,}58.10^7}{250 \times (292)^2} = 1{,}68 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m}.\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m.Rn}{fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{14{,}12}.\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 14{,}12 \times 1{,}67}{360}}\right)$$

$$= 0{,}0048$$

$\rho < \rho_{max}$

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

As $= \rho . b . d$

$= 0{,}0048 . 250 . 292$

$= 350{,}4 \text{ mm}^2$

Digunakan tulangan D 16 $= \frac{1}{4} . \pi . (16)^2 = 200{,}96 \text{ mm}^2$

Jumlah tulangan (n) $= \dfrac{350{,}4}{200{,}96} = 1{,}74 \sim 2$ buah.

<u>Kontrol :</u>

As ada $= 2 . \frac{1}{4} . \pi . 16^2$

$= 401{,}92 \text{ mm}^2$

= As ada > As $\approx 401{,}92 \text{ mm}^2 > 350{,}4 \text{ mm}^2$……… aman !

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$$a = \frac{\text{As ada} \times \text{fy}}{0{,}85 \times \text{f'c} \times \text{b}} = \frac{401{,}92 \times 360}{0{,}85 \times 30 \times 250} = 22{,}69$$

Mn ada $= \text{As ada} \times \text{fy} \, (d - a/2)$

$= 401{,}92 \times 360 \, (292 - \frac{22{,}69}{2})$

$= 4{,}060 \,.\, 10^7$ Nmm

Mn ada $>$ Mn

$4{,}060 \,.\, 10^7$ Nmm $>$ $3{,}58 \,.\, 10^7$ Nmm......... aman !

Jadi dipakai tulangan 2 D 16 mm

<u>Kontrol spasi tulangan</u> :

$$s \leq \frac{b - 2p - 2\phi s - \phi t}{(n-1)}$$

$$25 \leq \frac{250 - 2.40 - 2.10 - 2.16}{(2-1)}$$

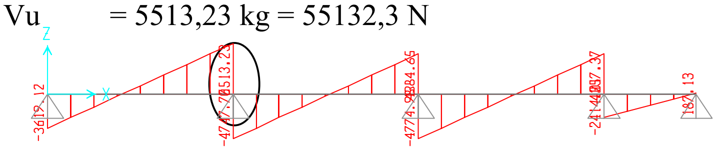
$25 \leq 118$ mm ,

(sehingga digunakan tulangan tulangan 2D 16)

➢ **Tulangan Geser**

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh :

Vu = 5513,23 kg = 55132,3 N



f'c = 30 MPa

fy = 360 MPa

d = 292,5 mm

Vc $= 1/6 \,.\, \sqrt{\text{f'c}} \,.\text{b} \,.\text{d}$

$= 1/6 \,.\, \sqrt{30} \,.\, 250 \,.\, 292$

= 66639,58 N

Ø Vc = 0,75 . 66639,58 N

= 49979,68 N

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3 Ø Vc = 3 . 49979,68 N

= 149939,050 N

Syarat tulangan geser : Ø Vc < Vu < 3 Ø Vc

= 49979,68 N < 55132,3 N < 149939,050 N

~ **Jadi diperlukan tulangan geser**

Ø Vs = Vu - Ø Vc

= 55132,3 – 49979,68 N = 5152,62 N

Vs perlu $= \dfrac{\phi Vs}{0,6} = \dfrac{5152,62}{0,6} = 8587,7$ N

Av = 2 . ¼ π $(10)^2$

= 2 . ¼ . 3,14 . 100 = 157 mm^2

$S = \dfrac{Av.fy.d}{Vsperlu} = \dfrac{157 \times 240 \times 292}{8587,7} = 128,199$ mm

Smax = d/2 = 292/2 = 146mm

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan **Ø 10 – 140 mm**

Dipakai tulangan **Ø 10 – 140 mm:**

Vs ada $= \dfrac{Av.fy.d}{S} = \dfrac{157 \times 240 \times 292}{140} = 78579,71$ N

Vs ada > Vs perlu

78579,71 N > 8587,7 N........(Aman)

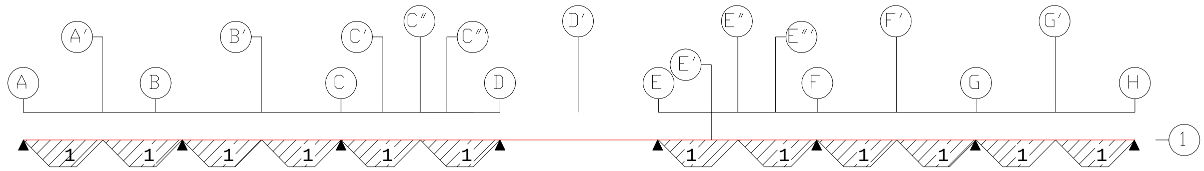
Jadi, dipakai sengkang ∅ 10 – 140 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

6.6 Balok anak as 1 (A– H)

6.6.1 Pembebanan



Gambar 6.6. Lebar Equivalen Balok Anak as 1 (A– H)

Perencanaan Dimensi Balok :

$h = \frac{1}{12} . Ly$

$= \frac{1}{12} . 6000 = 600$ mm (h dipakai = 400 mm)

b = 2/3 . h

= 2/3 . 400

= 300 mm (h dipakai = 400 mm, b = 300 mm)

1. Beban Mati (q_D)

Pembebanan Balok Anak as 1 = 7 (A– H)

Berat sendiri = 0,30 x (0,40 – 0,12) x 2400 kg/m^3 = 201,6 kg/m

Beban Plat = (2 x Leq1) x 411 kg/m^2

= (2 x 0,59) x 411 kg/m^2 = 484,89 kg/m

Berat dinding = 0,15 x 1 x 1700 = 255 kg/m +

q_{D1} = 941,49 kg/m

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

q_{L1} = (2 x Leq1) x 250 kg/m^2

= (2 x 0,59) x 250 kg/m^2 = 295 kg/m

3. Beban berfaktor (q_U)

$q_{U1} = 1,2.\ q_D + 1,6.\ q_L$

= (1,2 x 826,29) + (1,6 x 295)

= 1463,548 kg/m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

6.6.2. Perhitungan Tulangan

Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan :

h	= 400 mm	$Ø_t$	= 16 mm
b	= 300 mm	$Ø_s$	= 10 mm
p	= 40 mm	d	= h - p - 1/2 $Ø_t$ - $Ø_s$
fy	= 360 MPa		= 400 – 40 - 1/2.16 - 10
f'c	= 30 MPa		= 342 mm

Tulangan Lentur Daerah Lapangan

$$\rho b = \frac{0,85.f'c.\beta}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$= \frac{0,85.30}{360}0,85\left(\frac{600}{600+360}\right)$$

$$= 0,038$$

$$\rho_{max} = 0,75 \,.\, \rho b$$

$$= 0,75 \,.\, 0,038$$

$$= 0,0285$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{360} = 0,00389$$

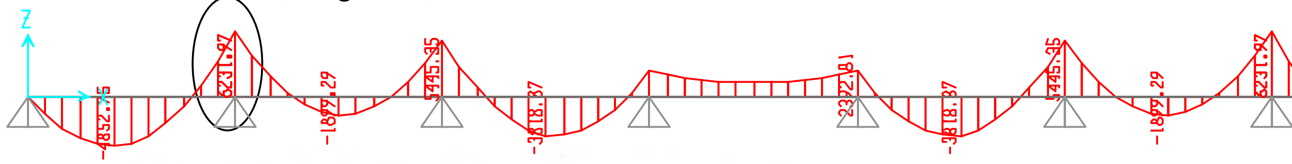
commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

- **Daerah Tumpuan**

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu $= 6321{,}97 \text{ kgm} = 6{,}321 \;.\; 10^7 \text{ Nmm}$



$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{6{,}321.10^7}{0{,}8} = 7{,}90.10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{7{,}90.10^7}{300 \times (342)^2} = 2{,}25 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m}.\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m.Rn}{fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{14{,}12}.\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 14{,}12 \times 2{,}25}{360}}\right)$$

$$= 0{,}0065$$

$\rho < \rho_{max}$

$\rho < \rho_{min}$, di pakai $\rho_{min} = 0{,}0065$

As $= \rho.\ b\ .\ d$

$= 0{,}0065.\ 300\ .\ 342$

$= 672{,}357 \text{ mm}^2$

Digunakan tulangan D 16 $= \frac{1}{4} . \pi . (16)^2 = 200{,}96 \text{ mm}^2$

Jumlah tulangan $= \dfrac{672{,}357}{200{,}96} = 3{,}34 \sim 4$ buah.

<u>Kontrol</u> :

As ada $= 4 . \frac{1}{4} . \pi . 16^2$

$= 803{,}84 \text{ mm}^2 > \text{As}$ ……… aman !

$$a = \frac{\text{As ada} \times fy}{0{,}85 \times f'c \times b} = \frac{803{,}84 \times 360}{0{,}85 \times 30 \times 300} = 37{,}82$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Mn ada $= \text{As ada} \times \text{fy} (\text{d} - {}^{a}\!/_{2})$

$= 803{,}84 \times 360 \left(342 - \dfrac{37{,}82}{2}\right)$

$= 9{,}349 \cdot 10^7$ Nmm

Mn ada > Mn

$9{,}349 \cdot 10^7$ Nmm > $7{,}90 \cdot 10^7$ Nmm......... aman !

Jadi dipakai tulangan 3D16 mm

<u>Kontrol spasi tulangan</u> :

$$s \leq \frac{b - 2p - 2\phi s - n\phi t}{(n-1)}$$

$$25 \leq \frac{300 - 2.40 - 2.10 - 4.16}{(4-1)}$$

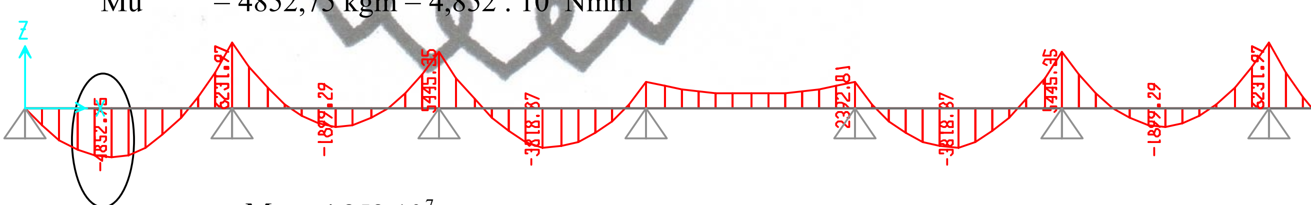
$25 \leq 45{,}33$ mm ,

(sehingga digunakan tulangan tulangan 4 D 16 / satu lapis)

➢ **Daerah Lapangan**

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu $= 4852{,}75$ kgm $= 4{,}852 \cdot 10^7$ Nmm



$$\text{Mn} = \frac{\text{Mu}}{\phi} = \frac{4{,}852.10^7}{0{,}8} = 6{,}06.10^7 \text{ Nmm}$$

$$\text{Rn} = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{6{,}06.10^7}{300 \times (342)^2} = 1{,}73 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{m} = \frac{\text{fy}}{0{,}85.\text{f'c}} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{\text{m}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\text{m.Rn}}{\text{fy}}}\right)$$

$$= \frac{1}{14{,}12} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 14{,}12 \times 1{,}73}{360}}\right)$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$= 0,00498$

$\rho < \rho_{max}$

$\rho > \rho_{min}$, di pakai $\rho_{perlu} = 0,00498$

As $= \rho . b . d$

$= 0,00498 . 300 . 342$

$= 511,02 \ mm^2$

Digunakan tulangan D 16 $= \frac{1}{4} . \pi . (16)^2 = 200,96 \ mm^2$

Jumlah tulangan $= \dfrac{511,02}{200,96} = 2,53 \sim 3$ buah.

<u>Kontrol</u> :

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

$= 602,88 \ mm^2 > $ As .... aman !

$$a = \frac{As\ ada \times fy}{0,85 \times f'c \times b} = \frac{602,88 \times 360}{0,85 \times 30 \times 300} = 28,37$$

Mn ada $= As\ ada \times fy\ (d - a/2)$

$= 602,88 \times 360\ (342 - \dfrac{28,37}{2})$

$= 7,114 . 10^7$ Nmm

Mn ada > Mn

$7,114 . 10^7$ Nmm > $6,06 . 10^7$ Nmm......... aman !

Jadi dipakai tulangan 3D16 mm

<u>Kontrol spasi tulangan</u> :

$$s \le \frac{b - 2p - 2\phi s - n\phi t}{(n-1)}$$

$$25 \le \frac{300 - 2.40 - 2.10 - 3.16}{(3-1)}$$

$25 \le 76$ mm ,

(sehingga digunakan tulangan tulangan 3D 16 / satu lapis)

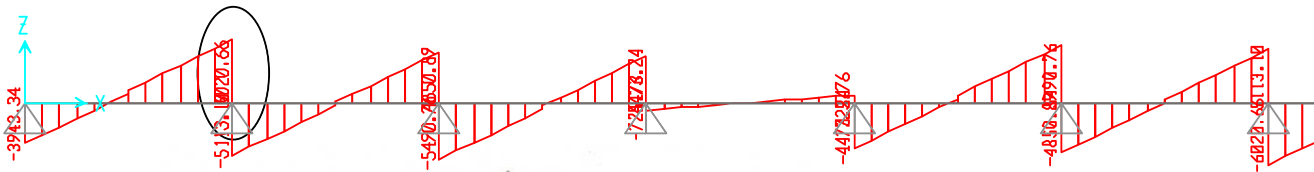
commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

➢ **Tulangan Geser**

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh :

Vu = 6020,66 kg = 60206,6 N



f'c = 30 Mpa

fy = 360 Mpa

d = 392 mm

Vc = 1/ 6 . $\sqrt{f'c}$ .b .d

= 1/ 6 . $\sqrt{30}$. 300 . 342

= 93660,56 N

Ø Vc = 0,75 . 93660,56 N

= 70245,42 N

3 Ø Vc = 3 . 70245,42 N

= 210736,25 N

Ø Vc > Vu < 3 Ø Vc

70245,42 N > 60206,6 N < 210736,25 N

Syarat tulangan geser : Ø Vc < Vu < 3 Ø Vc

→ Jadi tidak diperlukan tulangan geser

Smax = d/2 = 342/2 = 171 mm

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan **Ø 10 – 150 mm**

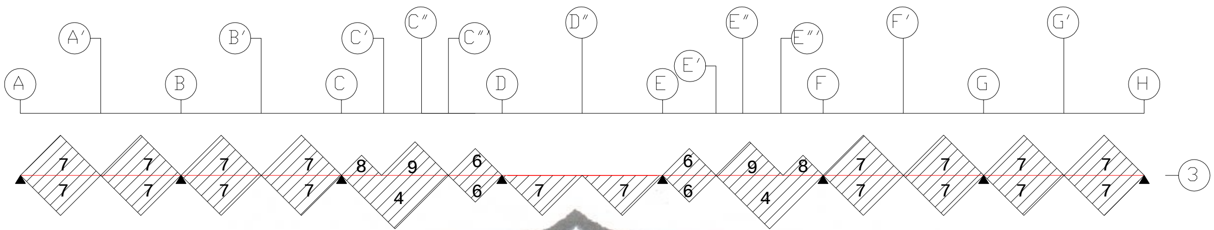
Jadi, dipakai sengkang ∅ 10 – 150 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

6.7 Pembebanan Balok Anak as 3 (A-H)

6.7.1 Pembebanan



Gambar 6.7. Lebar Equivalen Balok Anak as 3 (A – H)

Perencanaan Dimensi Balok :

h = 1/12. Ly

= 1/12. 6000 = 500 mm(h dipakai = 500 mm)

b = 2/3 . h

= 2/3 . 500

= 333,33 mm ≈ 350(h dipakai = 500 mm, b = 350 mm)

1. Beban Mati (q_D)

Pembebanan balok as 3 (A – B) = 3' (B – C) = 3' (F – G) = 3' (G – H)

Beban Reaksi = $R_{A'}$ = $R_{B'}$ = $R_{F'}$ = $R_{F'}$ = 10082,71 kg

Berat sendiri = 0,35 x (0,50 – 0,12) x 2400 kg/m^3 = 319,2 kg/m

Beban Plat = 2 (2 x Leq7) x 411 kg/m^2

= 2 (2 x 1) x 411 kg/m^2 = 1644 kg/m

qD_1 = 1963,2 kg/m

Pembebanan balok as 3 (C – D) = 3 (E – F)

Beban Reaksi $R_{C'}$ = $R_{E'''}$ = 5856,94 kg

$R_{C'''}$ = $R_{E'}$ = 15586,00 kg

Berat sendiri = 0,35 x (0,50 – 0,12) x 2400 kg/m^3 = 319,2 kg/m

Beban Plat = (Leq8+Leq9+ Leq4)+(2(2(Leq6))

= (0,5+0,83+1,33)+(2(2(0,67))x411 kg/m^2 = 2194,74 kg/m

qD_2 = 2513,94 kg/m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Pembebanan balok as 3 (D – E)

Beban Reaksi = $R_{D'}$ = 3619,12 kg

Beban Reaksi Tangga = 7106,53 kg

Berat sendiri = 0,35 x (0,50 – 0,12) x 2400 kg/m^3 = 319,2 kg/m

Beban Plat = (2 x Leq7)

= (2 x 1) x 411 kg/m^2 = 822 kg/m

qD_3 = 1141,2 kg/m

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

qL_1 = 2 (2 x Leq7) x 250 kg/m^2

= 2 (2 x 1) x 250 kg/m^2

= 1000 kg/m

qL_2 = (Leq8+Leq9+ Leq4)+(2(2(Leq6))

= (0,5+0,83+1,33)+(2(2(0,67))x250 kg/m^2

= 1335 kg/m

qL_3 = (2 x Leq7)

= (2 x 1) x 250 kg/m^2 = 500 kg/m

3. Beban berfaktor (q_U)

qU_1 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 1963,2) + (1,6 x 1000)

= 3955,84 kg/m

qU_2 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 2513,94) + (1,6 x 1335)

= 5152,73 kg/m

qU_3 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 1141,2) + (1,6 x 500)

= 2169,44 kg/m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

6.7.2. Perhitungan Tulangan

Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan :

h	= 500 mm	$Ø_t$	= 22 mm
b	= 350 mm	$Ø_s$	= 10 mm
p	= 40 mm	d	= h - p - 1/2 $Ø_t$ - $Ø_s$
fy	= 360 MPa		= 500 – 40 - 1/2.22 - 10
f'c	= 30 MPa		= 439 mm

Tulangan Lentur Daerah Lapangan

$$\rho b = \frac{0{,}85.f'c.\beta}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$= \frac{0{,}85.30}{360}0{,}85\left(\frac{600}{600+360}\right)$$

$$= 0{,}038$$

$$\rho_{max} = 0{,}75 \,.\, \rho b$$

$$= 0{,}75 \,.\, 0{,}038$$

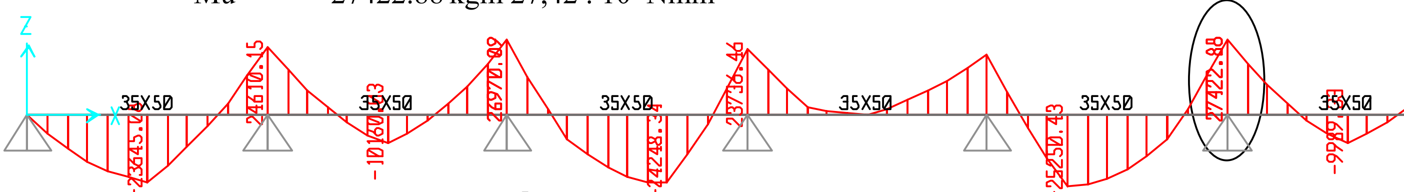
$$= 0{,}0285$$

$$\rho_{min} = \frac{1{,}4}{fy} = \frac{1{,}4}{360} = 0{,}00389$$

- **Daerah Tumpuan**

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu = 27422.88 kgm 27,42 . 10^7 Nmm



$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{27{,}42.10^7}{0{,}8} = 34{,}27.10^7 \text{ Nmm}$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Rn $= \dfrac{Mn}{b.d^2} = \dfrac{34{,}27.10^7}{350 \times (439)^2} = 5{,}08 \text{N/mm}^2$

m $= \dfrac{fy}{0{,}85.f'c} = \dfrac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$

$\rho_{perlu} = \dfrac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \dfrac{2m.Rn}{fy}}\right)$

$= \dfrac{1}{14{,}12}\left(1 - \sqrt{1 - \dfrac{2 \times 14{,}12 \times 5{,}08}{360}}\right)$

$= 0{,}0158$

$\rho < \rho_{max}$

$\rho > \rho_{min}$, di pakai $\rho_{perlu} = 0{,}0158$

As $= \rho .\ b\ .\ d$

$= 0{,}0158 .\ 350\ .\ 439$

$= 2427{,}67\ mm^2$

Digunakan tulangan D 22 $= ¼ .\ \pi\ .\ (22)^2 = 379{,}94\ mm^2$

Jumlah tulangan $= \dfrac{2427{,}67}{379{,}94} = 6{,}38 \sim 7$ buah.

<u>Kontrol:</u>

As ada $= 7 .\ ¼ .\ \pi\ .\ 22^2$

$= 2659{,}58\ mm^2$

As ada > As $\approx 2659{,}58\ mm^2 > 2427{,}67\ mm^2$……… aman !

a $= \dfrac{As\ ada \times fy}{0{,}85 \times f'c \times b} = \dfrac{2659{,}58 \times 360}{0{,}85 \times 30 \times 350} = 107{,}23$

Mn ada $= As\ ada \times fy\ (d - a/2)$

$= 2659{,}58 \times 360\ (439 - \dfrac{107{,}23}{2})$

$= 36{,}89 .\ 10^7$ Nmm

Mn ada > Mn

$36{,}89 .\ 10^7$ Nmm < $34{,}27 .\ 10^7$ Nmm .... aman !

Jadi dipakai tulangan 7 D 22 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Kontrol spasi tulangan :

$$\text{Cek jarak} = \frac{b - 2p - 2\phi s - n\phi t}{(n-1)}$$

$$= \frac{350 - 2.40 - 2.10 - 7.22}{(7-1)}$$

= 25 mm > 16 mm (dipakai tulangan 7 D22 / dua lapis)

Di pakai d

d1 = 439 mm

d2 = d1 – s – (2 x ½ Ø)

= 439 – 30 – (2 x ½.22)

= 398 mm

d' x 7 = (d1 x 4) + (d2 x 3)

$$d = \frac{(439 \text{ x } 4) + (398 \text{ x } 3)}{7}$$

= 421,428 mm

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

= 2659,58. 360 (421,428 – 107,23/2)

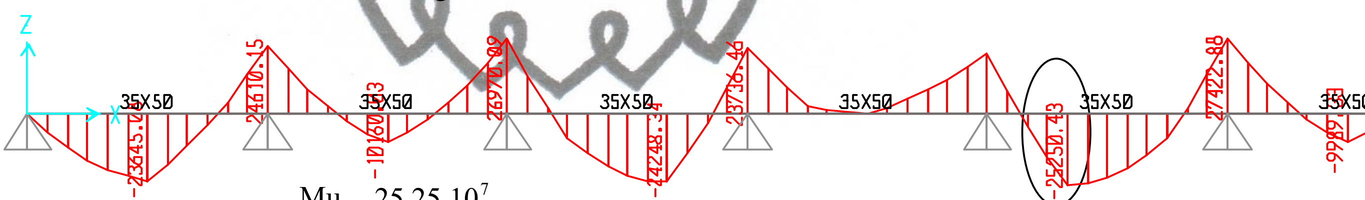
= $35,22.10^7$ Nmm

Mn ada > Mn ≈ $35,22.10^7$ Nmm > $34,27 . 10^7$ Nmm → Aman..!!

- **Daerah Lapangan**

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu = 25250.43 kgm = $25,25 . 10^7$ Nmm



$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{25,25.10^7}{0,8} = 31,56.10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{31,56.10^7}{350 \times (439)^2} = 4,67 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{fy}{0,85.f'c} = \frac{360}{0,85.30} = 14,12$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m}.\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m.Rn}{fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{14,12}.\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 14,12 \times 4,67}{360}}\right)$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

= 0,014

$\rho < \rho_{max}$

$\rho > \rho_{min}$, di pakai ρ_{max} = 0,0144

As = ρ. b . d

= 0,0144. 350 . 439

= 2212,56 mm^2

Digunakan tulangan D 22 = ¼ . π . (22)^2 = 379,94 mm^2

Jumlah tulangan = $\frac{2212,56}{379,94}$ = 5,8 ~ 7 buah.

<u>Kontrol:</u>

As ada = 7 . ¼ . π . 22^2

= 2659,58 mm^2

As ada > As ≈ 2659,58 mm^2 > 2212,56 mm^2……… aman !

$$a = \frac{\text{As ada} \times \text{fy}}{0,85 \times f'c \times b} = \frac{2659,58 \times 360}{0,85 \times 30 \times 350} = 107,28$$

Mn ada = As ada × fy (d - $^a\!/_2$)

$$= 2659,58 \times 360\ (439 - \frac{107,28}{2})$$

= 36,89. 10^7 Nmm

Mn ada > Mn

36,89. 10^7 Nmm < 31,56 . 10^7 Nmm .... aman !

Jadi dipakai tulangan 7 D 22 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

<u>Kontrol spasi tulangan</u> :

$$\text{Cek jarak} = \frac{b - 2\,p - 2\phi s - n\phi t}{(n - 1)}$$

$$= \frac{350 - 2.40 - 2.10 - 7.22}{(7 - 1)}$$

= 25 mm > 16 mm (dipakai tulangan 7 D22/ dua lapis)

Di pakai d

d1 = 439 mm

d2 = d1 – s – (2 x ½ Ø)

= 439 – 30 – (2 x ½.22)

= 398 mm

d' x 7 = (d1 x 4) + (d2 x 3)

$$d = \frac{(439 \times 4) + (398 \times 3)}{7}$$

= 421,43 mm

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

= 2659,58. 360 (421,43 – 107,28/2)

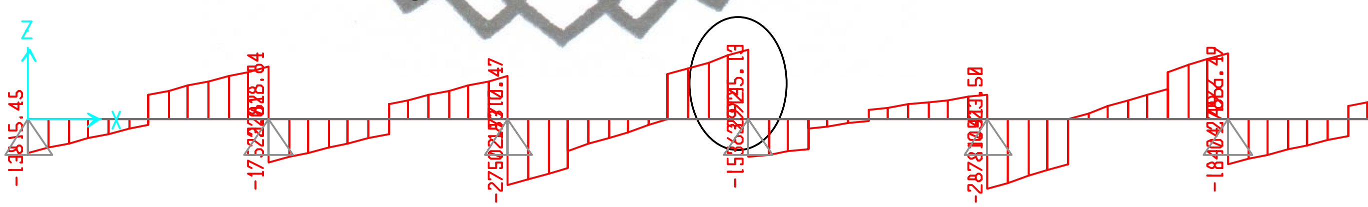
= $40{,}35.10^{7}$ Nmm

Mn ada > Mn ≈ $40{,}35.10^{7}$ Nmm > $31{,}56 \,.\, 10^{7}$ Nmm → Aman..!!

- **Tulangan Geser**

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh :

Vu = 29145.13 kg = 291451,3N



f'c = 30 Mpa

fy = 360 Mpa

d = 540,5 mm

Vc = $1/6 \,.\, \sqrt{f'c}\,.b\,.d$

= $1/6 \,.\, \sqrt{30} \,.\, 350 \,.\, 440{,}5$

= 140741,87 N

Ø Vc = 0,75 . 140741,87 N

= 105556,40 N

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3 Ø Vc = 3 . 105556,40 N

= 316669,22 N

Ø Vc > Vu < 3 Ø Vc

105556,40 N < 291451,3N < 316669,22 N

Syarat tulangan geser : Ø Vc > Vu < 3 Ø Vc

Jadi diperlukan tulangan geser

Ø Vs = Vu - Ø Vc

= 291451,3N – 105556,40 N = 185894,9 N

$$\text{Vs perlu} = \frac{\phi Vs}{0,6} = \frac{185894,9}{0,6} = 309824,83 \text{ N}$$

Digunakan sengkang ∅ 10

Av = 2 . ¼ π (10)^2

= 2 . ¼ . 3,14 . 100 = 157 mm^2

$$s = \frac{\text{Av . fy . d}}{\text{Vs perlu}} = \frac{157.240.440,5}{309824,83} = 53,57 \text{ mm} \sim 50 \text{ mm}$$

$$s_{max} = d/2 = \frac{440,5}{2} = 220,25 \text{ mm} \sim 220 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan Ø 10 – 50 mm

$$\text{Vs ada} = \frac{Av.fy.d}{S} = \frac{157 \times 240 \times 439}{50} = 330830,04 \text{ N}$$

Vs ada > Vs perlu

330830,04 N > 309824,83 N........(Aman)

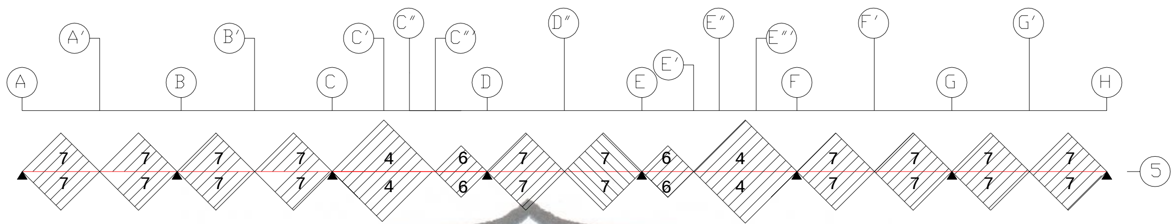
Jadi, dipakai sengkang ∅ 10 – 50 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

6.8. Pembebanan Balok Anak as 5 (A - H)

6.8.1. Pembebanan



Gambar 6.3. Lebar Equivalen Balok Anak as 5 (A – H)

Perencanaan Dimensi Balok :

h = 1/12 . Ly

= 1/10 . 6000

= 500 mm

b = 2/3 . h

= 2/3 . 600

= 333,33 mm ≈ 350 mm (h dipakai = 500 mm, b = 350 mm)

1. Beban Mati (q_D)

Pembebanan balok as 5 (A – H)

Pembebanan balok as 5 (A – B) = 5 (B – C) = 5 (D– E) = 5 (F – G) = 5 (G – H)

Beban reaksi $R_{A'}$ = $R_{B'}$ = $R_{F'}$ = $R_{g'}$ = 10082,71 kg

$R_{D'}$ = 9159,63 kg

Berat sendiri = 0,35 x (0,50 – 0,12) x 2400 kg/m^3 = 319,2 kg/m

Beban Plat = 2(2xLeq 7)x 411 kg/m^2

= 2(2x1,0)x 411 kg/m^2 = 1644 kg/m

qD1 = 1963,2 kg/m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Pembebanan balok as 5 (C – D) = 5 (E– F)

Beban reaksi R_C''' = 17724,89 kg

Berat sendiri	= 0,35 x (0,50 – 0,12) x 2400 kg/m^3	= 319,2	kg/m
Beban Plat	= (2 x Leq4)+(2x Leq6) x 411		
	= ((2x1,33)+(2x0,67))x411kg/m^2	=1644	kg/m
	qD2	= 1963,2	kg/m

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

qL1 = (2(2xLeq 7)) x 250

= (2(2x1,0)) x 250 kg/m^2

= 1000 kg/m

qL2 = (2 x Leq4)+(2x Leq6) x 250

= ((2x1,33)+(2x0,67))x250 kg/m^2 = 1000 kg/m

3. Beban berfaktor (q_U)

qU1 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 1963,2) + (1,6 x 1000)

= 3955,84 kg/m.

qU2 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 1963,2) + (1,6 x 1000)

= 3955,84 kg/m.

6.8.2. Perhitungan Tulangan

Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan :

h	= 500 mm	$Ø_t$	= 19 mm
b	= 350 mm	$Ø_s$	= 10 mm
p	= 40 mm	d	= h - p - 1/2 $Ø_t$ - $Ø_s$
fy	= 360 MPa		= 500 – 40 - 1/2.19 - 10
f'c	= 30 MPa		= 440,5

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Tulangan Lentur Daerah Lapangan

$$\rho b = \frac{0{,}85.f'c.\beta}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$= \frac{0{,}85.30}{360}0{,}85\left(\frac{600}{600+360}\right)$$

$$= 0{,}038$$

$$\rho_{\ max} = 0{,}75\ .\ \rho b$$

$$= 0{,}75\ .\ 0{,}038$$

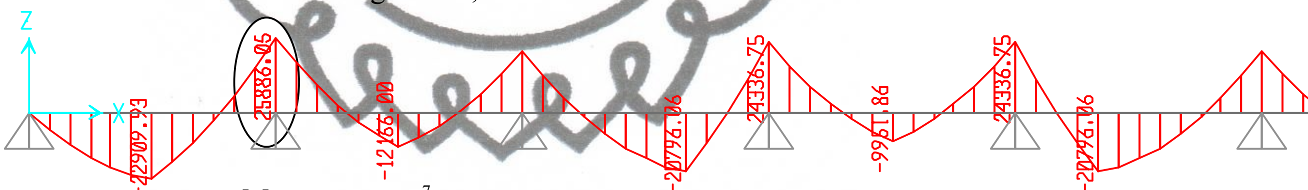
$$= 0{,}0285$$

$$\rho_{\ min} = \frac{1{,}4}{fy} = \frac{1{,}4}{360} = 0{,}00389$$

- **Daerah Tumpuan**

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

$$Mu = 25886.05 \text{ kgm} = 25{,}88\ .\ 10^7 \text{ Nmm}$$



$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{25{,}88.10^7}{0{,}8} = 32{,}35.10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{32{,}35.10^7}{350\times(439)^2} = 4{,}79 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2m.Rn}{fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{14{,}12}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times 14{,}12\times 4{,}79}{360}}\right)$$

$$= 0{,}0148$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$\rho > \rho_{max}$

$\rho > \rho_{min}$, di pakai $\rho_{perlu} = 0{,}0148$

As $= \rho . b . d$

$= 0{,}0148 . 350 . 439$

$= 2274{,}02 \text{ mm}^2$

Digunakan tulangan D 22 $= ¼ . \pi . (22)^2 = 379{,}94 \text{ mm}^2$

Jumlah tulangan $= \dfrac{2274{,}02}{379{,}94} = 5{,}9 \sim 7$ buah.

<u>Kontrol:</u>

As ada $= 7 . ¼ . \pi . 22^2$

$= 2659{,}58 \text{ mm}^2$

As ada > As $\approx 2659{,}58 \text{ mm}^2 > 2274{,}02 \text{ mm}^2$……… aman !

$$a = \frac{\text{As ada} \times fy}{0{,}85 \times f'c \times b} = \frac{2659{,}58 \times 360}{0{,}85 \times 30 \times 350} = 107{,}28$$

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

$= 2659{,}58 \times 360\ (439 - \dfrac{107{,}28}{2})$

$= 36{,}89 . 10^7$ Nmm

Mn ada > Mn

$36{,}89 . 10^7$ Nmm < $32{,}35 . 10^7$ Nmm .... aman !

Jadi dipakai tulangan 7 D 22 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Kontrol spasi tulangan :

$$\text{Cek jarak} = \frac{b - 2p - 2\phi s - n\phi t}{(n-1)}$$

$$= \frac{350 - 2.40 - 2.10 - 7.22}{(7-1)}$$

= 25 mm > 16 mm (dipakai tulangan 7 D22/ dua lapis)

Di pakai d

d1 = 439 mm

d2 = d1 – s – (2 x ½ Ø)

= 440,5 – 30 – (2 x ½.22)

= 398mm

d' x 7 = (d1 x 4) + (d2 x 3)

$$d = \frac{(439 \times 4) + (398 \times 3)}{7}$$

= 418,72 mm

Mn ada = As ada . fy (d – a/2),

= 2659,58. 360 (418,72 – 91,44/2)

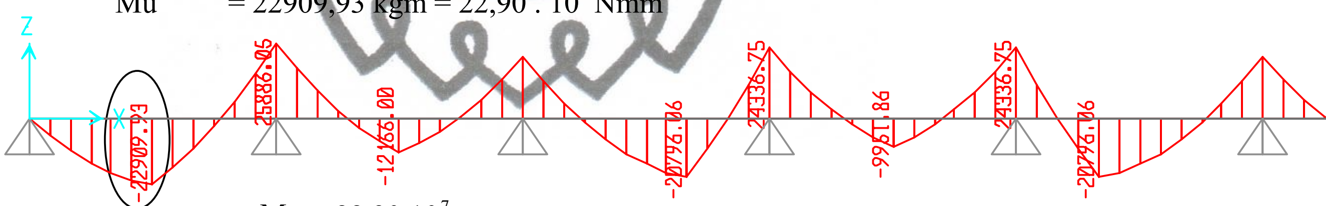
= 35,72.10^7 Nmm

Mn ada > Mn ≈ 35,72.10^7 Nmm > 32,35 . 10^7 Nmm → Aman..!!

➢ **Daerah Lapangan**

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu = 22909,93 kgm = 22,90 . 10^7 Nmm



$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{22{,}90.10^7}{0{,}8} = 28{,}625.10^7\ \text{Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{28{,}625.10^7}{350 \times (439)^2} = 4{,}2\ \text{N/mm}^2$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m}.\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m.Rn}{fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{14{,}12}.\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 14{,}12 \times 4{,}2}{360}}\right)$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

= 0,0128

$\rho < \rho_{max}$

$\rho > \rho_{min}$, di pakai ρ_{perlu} = 0,0128

As = ρ. b . d

= 0,0128. 350 . 439

= 1966,72 mm^2

Digunakan tulangan D 22 = ¼ . π . $(22)^2$ = 379,94 mm^2

Jumlah tulangan $= \dfrac{1966,72}{379,94} = 5,1 \sim 6$ buah.

Kontrol :

As ada = 6. ¼ . π . 22^2

= 2279,64 mm^2 > As (1966,72 mm^2)……… aman !

$$a = \frac{As\ ada \times fy}{0,85 \times f'c \times b} = \frac{2279,64 \times 360}{0,85 \times 30 \times 350} = 91,95$$

Mn ada = As ada × fy (d - $a/2$)

$$= 2279,64 \times 360 \,(439 - \frac{91,95}{2}) =$$

= 32,25.10^7 Nmm

Mn ada > Mn

32,25.10^7 Nmm > 28,625.10^7 Nmm......... aman !

Jadi dipakai tulangan 6 D 22 mm

Kontrol spasi tulangan :

$$\text{Cek jarak} = \frac{b - 2p - 2\phi s - n\phi t}{(n-1)}$$

$$= \frac{350 - 2.40 - 2.10 - 6.22}{(6-1)}$$

25 mm>23,6 mm (dipakai tulangan 8D19 / dua lapis)

Di pakai d

d1 = 439 mm

d2 = d1 – s – (2 x ½ Ø)

= 439 – 30 – (2 x ½.22)

= 398 mm

d' x 8 = (d1 x 4) + (d2 x 2)

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$$d = \frac{(439 \text{ x } 4) + (398 \text{ x } 2)}{6}$$

$= 425{,}33$ mm

Mn ada $= As$ ada . fy $(d - a/2)$

$= 2279{,}64 .\ 360\ (425{,}33 - 91{,}95/2)$

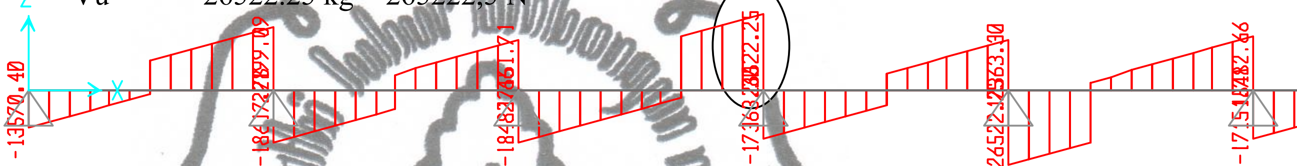
$= 31{,}13.10^{7}$ Nmm

Mn ada > Mn ≈ $31{,}13.10^{7}$ Nmm > $28{,}625 .\ 10^{7}$ Nmm → Aman..!!

- **Tulangan Geser**

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh :

Vu = 26522.25 kg = 265222,5 N



f'c = 30 Mpa

fy = 360 Mpa

d = 540,5 mm

Vc $= 1/6 .\ \sqrt{f'c} .b .d$

$= 1/6 .\ \sqrt{30} .\ 350 .\ 440{,}5$

$= 140741{,}87$ N

Ø Vc $= 0{,}75 .\ 140741{,}87$ N

$= 105556{,}406$ N

3 Ø Vc $= 3 .\ 148022{,}02$ N

$= 316669{,}22$ N

Ø Vc > Vu < 3 Ø Vc

105556,406 N < 265222,5 N < 316669,22 N

Syarat tulangan geser : Ø Vc > Vu < 3 Ø Vc

Jadi diperlukan tulangan geser

Ø Vs = Vu - Ø Vc

= 265222,5 N – 105556,406 N = 159666,09 N

$$\text{Vs perlu} = \frac{\phi Vs}{0{,}6} = \frac{159666{,}09}{0{,}6} = 266110{,}16 \text{ N}$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Digunakan sengkang ∅ 10

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

$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3{,}14 \cdot 100 = 157\ \text{mm}^2$

s $= \dfrac{Av \cdot fy \cdot d}{Vs\ perlu} = \dfrac{157.240.440{,}5}{266110{,}16} = 62{,}37\ \text{mm} \sim 50\ \text{mm}$

$s_{max} = d/2 = \dfrac{440{,}5}{2} = 220{,}25\ \text{mm} \sim 220\ \text{mm}$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan Ø 10 – 50 mm

Vs ada $= \dfrac{Av.fy.d}{S} = \dfrac{157 \times 240 \times 440{,}5}{50} = 331960{,}8\ \text{N}$

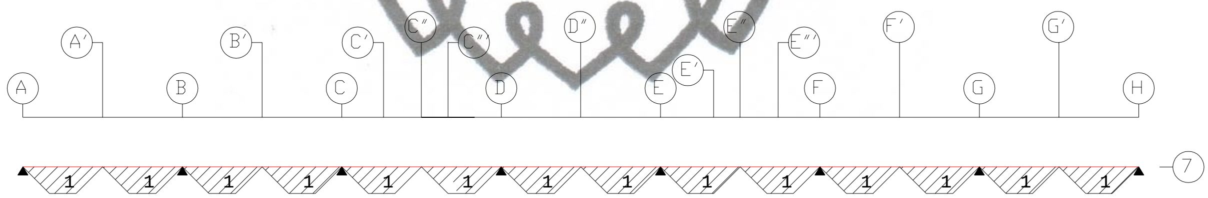
Vs ada > Vs perlu

331960,8 N > 266110,16 N........(Aman)

Jadi, dipakai sengkang ∅ 10 – 50 mm

6.9. Balok anak as 7 (A– H)

6.9.1. Pembebanan



Gambar 6.3. Lebar Equivalen Balok Anak as 1 = 7 (A– H)

Perencanaan Dimensi Balok :

h = 1/10 . Ly

= 1/12 . 6000

= 500 mm (h dipakai = 400 mm)

b = 2/3 . h

= 2/3 . 400

= 266,67 ≈ 300 mm (h dipakai = 400 mm, b = 300 mm)

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

1. Beban Mati (q_D)

Pembebanan Balok Anak as 1 (A– H) ~ 7 (A– H)

Beban reaksi $R_{A'} = R_{B'} = R_{F'} = R_{g'} =$ 294,39 kg

$R_{D'} =$ 187,13 kg

Pembebanan Balok Anak as 1 = 7 (A– H)

Berat sendiri	= 0,30 x (0,40 – 0,12) x 2400 kg/m^3	= 201,6 kg/m
Beban Plat	= (2 x Leq1) x 411 kg/m^2	
	= (2 x 0,59) x 411 kg/m^2	= 484,89 kg/m
Berat dinding	= 0,15 x 1 x 1700	= 255 kg/m +
	q_{D1}	= 941,49 kg/m

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

q_{L1} = (2 x Leq1) x 250 kg/m^2

= (2 x 0,59) x 250 kg/m^2 = 295 kg/m

3. Beban berfaktor (q_U)

q_{U1} = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 826,29) + (1,6 x 295)

= 1463,548 kg/m

6.9.2. Perhitungan Tulangan

Tulangan Lentur Balok Anak

Data Perencanaan :

h	= 400 mm	$Ø_t$	= 16 mm
b	= 300 mm	$Ø_s$	= 10 mm
p	= 40 mm	d	= h - p - 1/2 $Ø_t$ - $Ø_s$
fy	= 360 MPa		= 400 – 40 - 1/2.16 - 10
f'c	= 30 MPa		= 342 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Tulangan Lentur Daerah Lapangan

$$\rho b = \frac{0{,}85.f'c.\beta}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$= \frac{0{,}85.30}{360}0{,}85\left(\frac{600}{600+360}\right)$$

$$= 0{,}038$$

$$\rho_{\ max} = 0{,}75\ .\ \rho b$$

$$= 0{,}75\ .\ 0{,}038$$

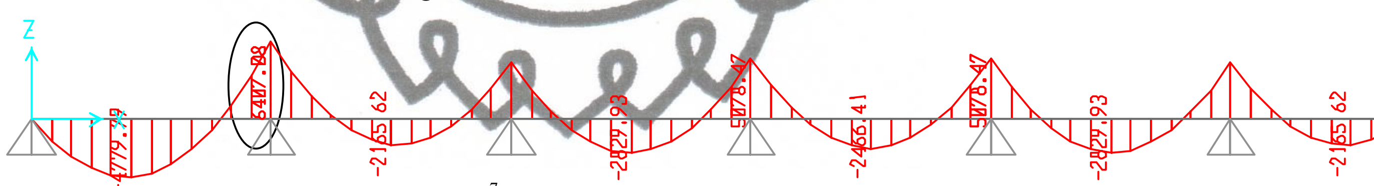
$$= 0{,}0285$$

$$\rho_{\ min} = \frac{1{,}4}{fy} = \frac{1{,}4}{360} = 0{,}00389$$

➢ **Daerah Tumpuan**

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu = 6407,08 kgm = 6,401 . 10^7 Nmm



$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{6{,}401.10^7}{0{,}8} = 8{,}0.10^7\ \text{Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{8{,}0.10^7}{300\times(342)^2} = 2{,}3\ \text{N/mm}^2$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2m.Rn}{fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{14{,}12}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2\times14{,}12\times2{,}3}{360}}\right)$$

$$= 0{,}0067$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$\rho < \rho_{max}$

$\rho < \rho_{min}$, di pakai $\rho_{perlu} = 0{,}0067$

As $= \rho .\ b\ .\ d$

$= 0{,}0067 .\ 300\ .\ 342$

$= 688{,}078 mm^2$

Digunakan tulangan D 16 $= ¼ .\ \pi .\ (16)^2 = 200{,}96\ mm^2$

Jumlah tulangan $= \dfrac{688{,}078}{200{,}96} = 3{,}42 \sim 4$ buah

Kontrol :

As ada $= 4 .\ ¼ .\ \pi .\ 16^2$

$= 803{,}84\ mm^2 >$ As ……… aman !

$$a = \frac{As\ ada \times fy}{0{,}85 \times f'c \times b} = \frac{803{,}84 \times 360}{0{,}85 \times 30 \times 350} = 32{,}42$$

Mn ada $= As\ ada \times fy\ (d - a/2)$

$= 803{,}84 \times 360\ (342 - \dfrac{32{,}42}{2})$

$= 9{,}43 .\ 10^7$ Nmm

Mn ada $>$ Mn

$9{,}43 .\ 10^7$ Nmm $>$ $8{,}0 .\ 10^7$ Nmm......... aman !

Jadi dipakai tulangan 4 D 16 mm

Kontrol spasi tulangan :

$$s \leq \frac{b - 2\,p - 2\phi s - n\phi t}{(n - 1)}$$

$$25 \leq \frac{350 - 2.40 - 2.10 - 4.16}{(4 - 1)}$$

$25 \leq 62$ mm ,

(sehingga digunakan tulangan tulangan 4D 16)

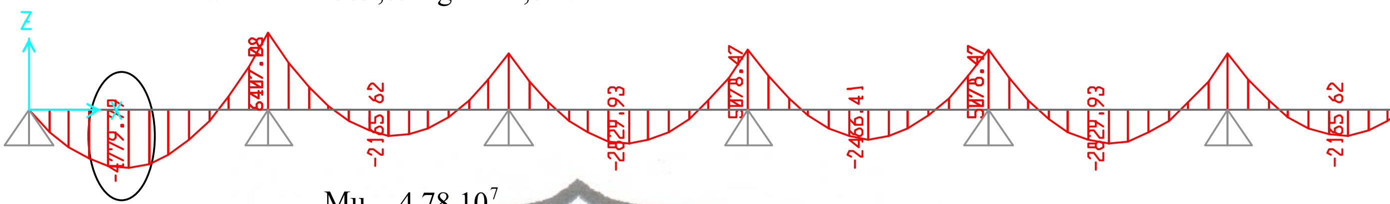
commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

- **Daerah Lapangan**

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu $= 4779{,}79$ kgm $= 4{,}78 \cdot 10^7$ Nmm



$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{4{,}78.10^7}{0{,}8} = 5{,}975.10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{5{,}975.10^7}{300 \times (342)^2} = 1{,}68 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m.Rn}{fy}}\right)$$

$$= \frac{1}{14{,}12}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 14{,}12 \times 1{,}68}{360}}\right)$$

$$= 0{,}00483$$

$\rho < \rho_{max}$

$\rho > \rho_{min}$, di pakai $\rho_{perlu} = 0{,}00483$

As $= \rho . b . d$

$= 0{,}00483 . 300 . 342$

$= 495{,}708$ mm^2

Digunakan tulangan D 16 $= \frac{1}{4} . \pi . (16)^2 = 200{,}96$ mm^2

Jumlah tulangan $= \dfrac{495{,}708}{200{,}96} = 2{,}47 \sim 3$ buah.

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

$= 602{,}88$ mm^2 $>$ As ……… aman !

$$a = \frac{\text{As ada} \times fy}{0{,}85 \times f'c \times b} = \frac{602{,}88 \times 360}{0{,}85 \times 30 \times 300} = 28{,}37$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Mn ada $= \text{As ada} \times \text{fy} \, (d - a/2)$

$= 602{,}88 \times 360 \, (342 - \frac{28{,}37}{2})$

$= 7{,}115 \, . \, 10^7$ Nmm

Mn ada > Mn

$7{,}115 \, . \, 10^7$ Nmm > $5{,}925 \, . \, 10^7$ Nmm......... aman !

Jadi dipakai tulangan 3 D 16 mm

<u>Kontrol spasi tulangan</u> :

$$s \leq \frac{b - 2p - 2\phi s - n\phi t}{(n-1)}$$

$$25 \leq \frac{300 - 2.40 - 2.10 - 3.16}{(3-1)}$$

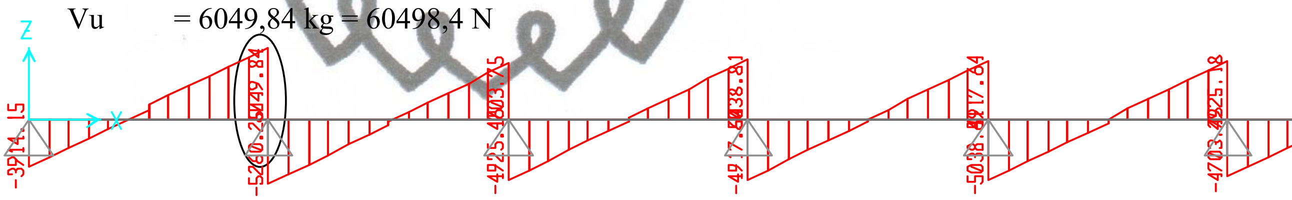
$25 \leq 76$ mm ,

(sehingga digunakan tulangan tulangan 3D 16 satu lapis)

- **Tulangan Geser**

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh :

Vu = 6049,84 kg = 60498,4 N



f'c = 30 Mpa

fy = 360 Mpa

d = 392 mm

Vc $= 1/6 \, . \, \sqrt{f'c} \, . b \, . d$

$= 1/6 \, . \sqrt{30} \, . \, 300 \, . \, 342$

= 93660,557 N

Ø Vc = 0,75 . 93660,557 N

= 70245,52 N

3 Ø Vc = 3 . 70245,52 N

= 210736,25 N

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Ø Vc < Vu < 3 Ø Vc

70245,52 N > 60498,4 N < 210736,25 N

Syarat tulangan geser : Ø Vc < Vu < 3 Ø Vc

Jadi tidak diperlukan tulangan geser

Smax = d/2 = 342/2 = 171 mm

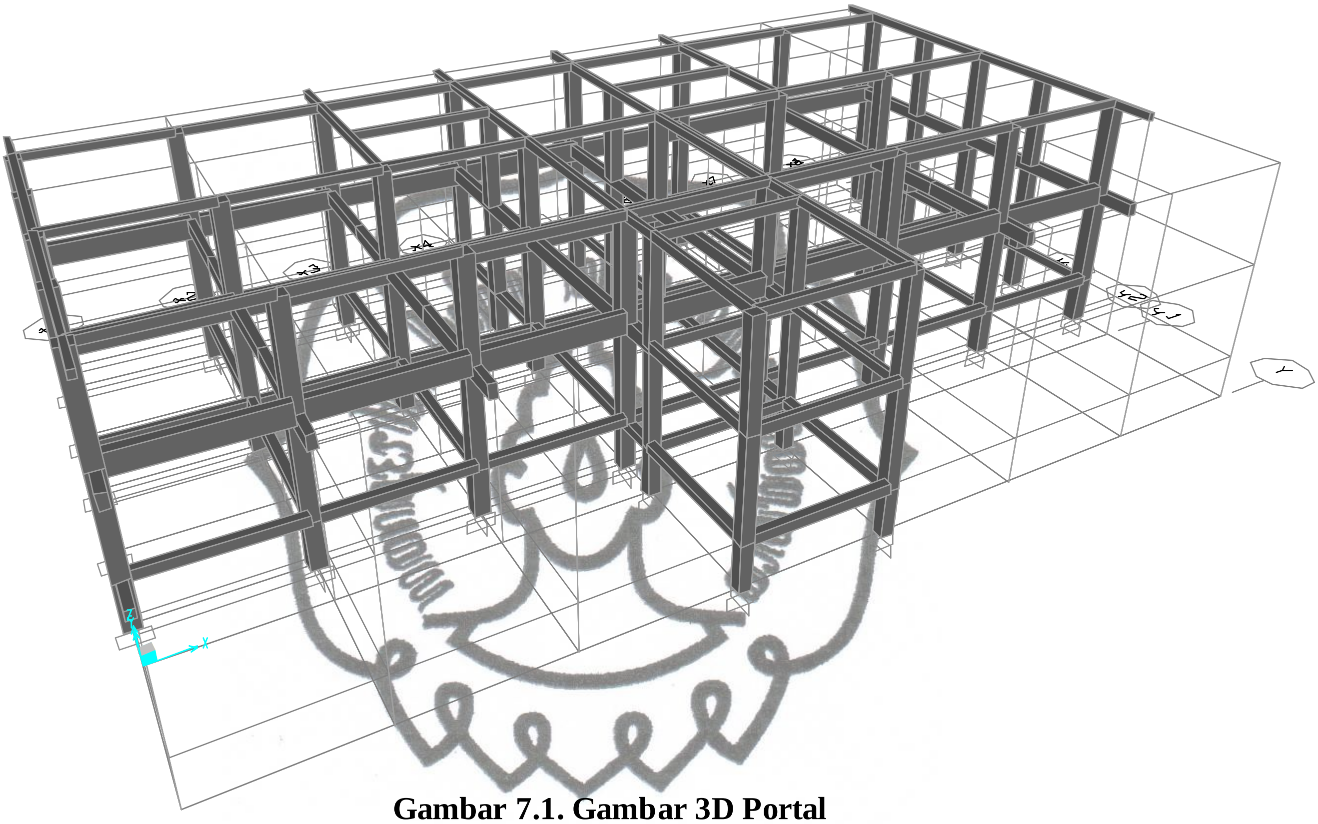
Jadi dipakai sengkang dengan tulangan **Ø 10 – 150 mm**

Jadi, dipakai sengkang ∅ 10 – 150 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

BAB 7
PERENCANAAN PORTAL



Gambar 7.1. Gambar 3D Portal

Keterangan:

BALOK PORTAL MELINTANG :

Balok Portal	: As A (1-7)	=	Balok Portal	: As H (1-7)
Balok Portal	: As B (1-7)	=	Balok Portal	: As G (1-7)
Balok Portal	: As C (1-7)	=	Balok Portal	: As F (1-7)
Balok Portal	: As D (1-7)	=	Balok Portal	: As E (1-7)

BALOK PORTAL MEMANJANG :

Balok Portal : As 1 (A-H)

Balok Portal : As 3 (A-H)

Balok Portal : As 5 (A-H)

commit to user

7.1. Perencanaan Portal

7.1.1. Dasar perencanaan

Secara umum data yang digunakan untuk perhitungan recana portal adalah sebagai berikut :

a. Bentuk denah portal : Seperti tergambar
b. Model perhitungan : SAP 2000 (3 D)
c. Perencanaan dimensi rangka : b (mm) x h (mm)
    Dimensi kolom 1 : 500mm x 500mm
    Dimensi kolom 2 : 600 mm × 600 mm
    Dimensi sloof : 350mm x 400mm
    Dimensi balok
        Balok memanjang : 400mm x 900mm
        Balok melintang : 400mm x 700mm
        Balok kanopi : 250mm x 400 mm
    Dimensi ring balk : 250mm x 350mm
d. Kedalaman pondasi : 2,0 m
e. Mutu beton : fc' = 30 MPa
f. Mutu baja tulangan : U36 (fy = 360 MPa)
g. Mutu baja sengkang : U24 (fy = 240 MPa)

7.1.2 Perencanaan pembebanan

Secara umum data pembebanan portal adalah sebagai berikut:

a. Beban Hidup (qL)
   Berdasarkan PPIUG 1983 yaitu :
   Beban hidup fungsi gedung sekolah/kuliah = 250 kg/m^2

b. Berat sendiri balok memanjang = 0,4 x (0,9-0,12) x 2400 = 748,8 kg/m
   balok melintang = 0,40 x (0,7-0,12) x 2400 = 556,8 kg/m

perpustakaan.uns.ac.id
digilib.uns.ac.id

c. Plat Lantai

Berat plat sendiri	= 0,12 x 2400 x1	= 288 kg/m
Berat keramik (1 cm)	= 0,01 x 2400 x1	= 24 kg/m
Berat Spesi (2 cm)	= 0,02 x 2100 x1	= 42 kg/m
Berat plafond + instalasi listrik		= 25 kg/m
Berat Pasir (2 cm)	= 0,02 x 1600 x1	= 32 kg/m
	qD	= 411 kg/m

d. Atap

Reaksi Kuda kuda Utama = 13313.30 kg (SAP 2000)

Reaksi Tumpuan Setengah Kuda-kuda = 1416,48kg (SAP 2000)

Reaksi Tumpuan Jurai = 5164.79 kg (SAP 2000)

Reaksi Kuda – Kuda Trapesium = 17476.90 kg (SAP 2000)

e. Beban rink balk

Beban Mati (qD)

Beban sendiri balok = 0,25 . 0,30 . 2400

= 180 kg/m

Beban berfaktor (qU) = 1,2 . qD + 1,6 . qL

= 1,2 . 180 + 1,6 . 250

= 616 kg/m

f. Beban Sloof

Beban Mati (qD)

Beban sendiri balok	= 0,35 . 0,40 . 2400	= 336 kg/m
Beban dinding	= 0,15 .(4,25-0,60) . 1700	= 930,75 kg/m +
	qD	= 1266,75 kg/m

Beban berfaktor (qU)

qU = 1,2 . qD + 1,6 . qL

= 1,2 . 1266,75 + 1,6 . 250

= 1920,10 kg/m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

g. Beban balok kanopi

Beban Mati (qD)

Beban sendiri balok = 0,25 . 0,40 . 2400 = 240 kg/m

Beban berfaktor (qU) = 1,2 . qD + 1,6 . qL

= 1,2 . 240 + 1,6 . 250

= 688 kg/m

7.1.3. Perhitungan Luas Equivalen untuk Plat Lantai

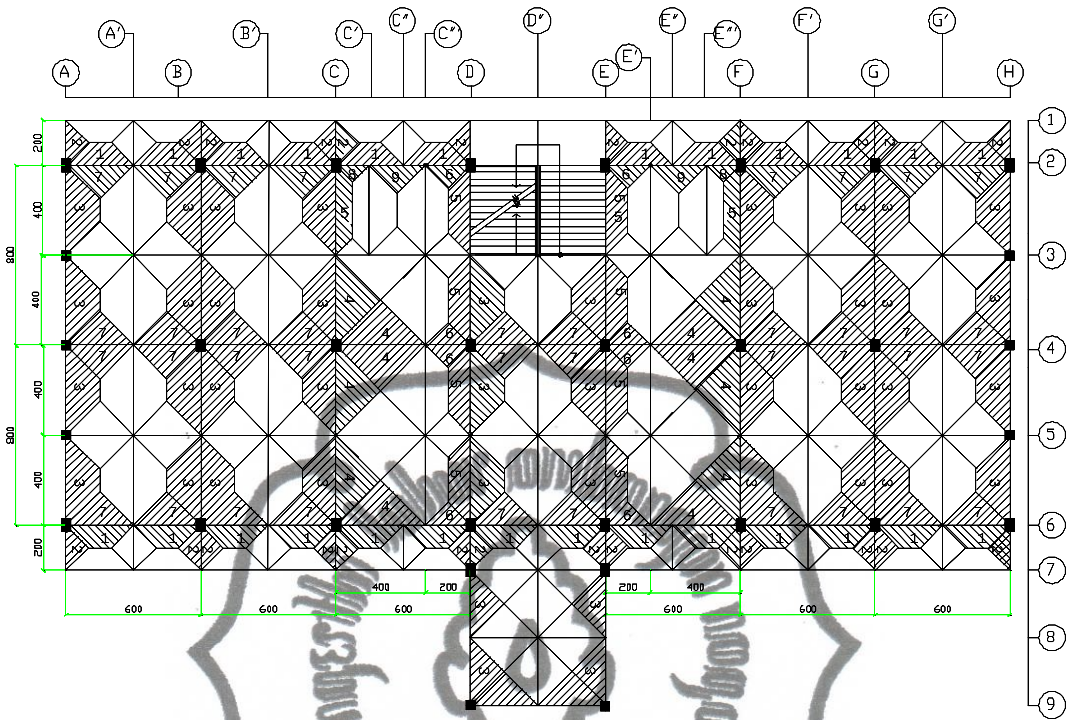
Luas equivalent segitiga : $\frac{1}{3}.lx$

Luas equivalent trapezium : $\frac{1}{6}.lx\left(3-4\left(\frac{lx}{2.ly}\right)^2\right)$

Tabel 7.1. Hitungan Lebar Equivalen

Type	Ukuran Plat (m^2)	Lx (m)	Ly (m)	Leq (segitiga)	Leq (trapesium)
1.	2,0 x 3,0	2,0	3,0	-	0,59
2.	2,0 x 3,0	2,0	3,0	0,67	-
3.	3,0 x 4,0	3,0	4,0	-	1,22
4.	4,0 x 4,0	4,0	4,0	1,33	-
5.	2,0 x 4,0	2,0	4,0	-	0,92
6.	2,0 x 4,0	2,0	4,0	0,67	-
7	3,0 x 4,0	3,0	4,0	1,00	-
8.	1,5 x 4,0	1,5	4,0	0,5	-
9.	2,5 x 4,0	2,5	4,0	0,83	-
10.	1,5 x 4,0	1,5	4,0	-	0,72
11.	2,5 x 4,0	2,5	4,0	-	1,02

commit to user

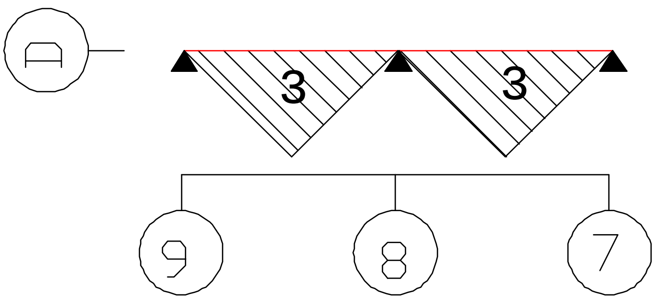


Gambar 7.2. Gambar Daerah Pembebanan

7.2. Perhitungan Pembebanan Balok

7.2.1. Perhitungan Pembebanan Portal Kanopi dan Teras

a. Pembebanan balok Kanopi As D Bentang 7-9



1. Pembebanan balok as A' (2 – 6)

Berat sendiri	= 0,25 . 0,40 . 2400	= 240kg/m
Beban Plat	= (Leq3) x 411 kg/m^2	
	(1,22) x 411 kg/m^2	=501,42 kg/m
	qD	= 705,42 kg/m

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

2. Beban hidup (q_L)

   qL = (Leq3) x 250 kg/m^2

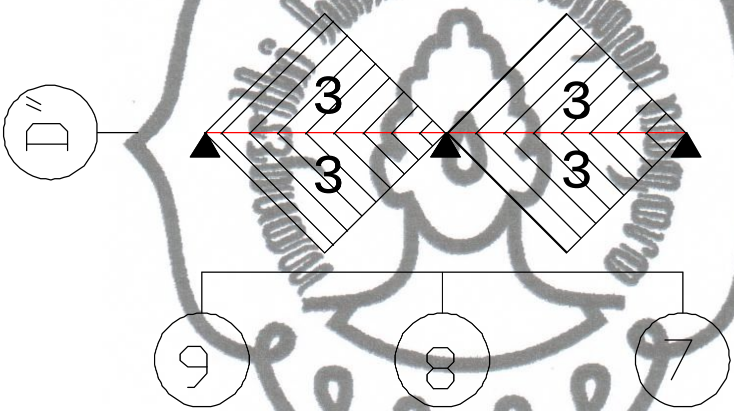
   = (1,22) x 250 kg/m^2 = 305 kg/m

3. Beban berfaktor (q_U)

   qU = 1,2. q_D + 1,6. q_L

   = (1,2 x 705,42) + (1,6 x 305) = 1334,50 kg/m

b. Pembebanan balok Kanopi As D” Bentang 7-9



1. Pembebanan balok as D” (7 – 9)

Berat sendiri	= 0,25 . 0,40 . 2400	= 240	kg/m
Beban Plat	= (2xLeq3) x 411 kg/m^2		
	(2x1,22) x 411 kg/m^2	=1083,26	kg/m
	qD	= 1333,26	kg/m

2. Beban hidup (q_L)

   qL = (2xLeq3) x 250 kg/m^2

   = (2x1,22) x 250 kg/m^2 = 610 kg/m

3. Beban berfaktor (q_U)

   qU = 1,2. q_D + 1,6. q_L

   = (1,2 x 1333,26) + (1,6 x 610) = 2575,91 kg/m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

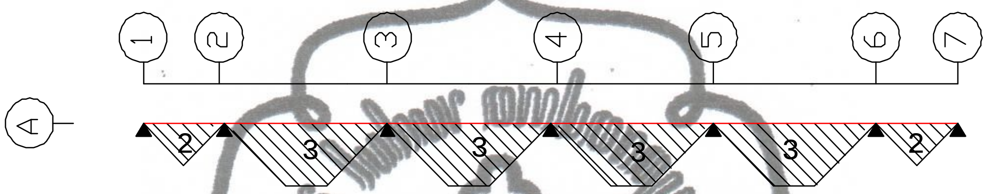
b. Bebanan Reaksi balok anak As 7 (A-H)

joint 4 = 9956, 46 kg/m

joint 5 = 9956, 46 kg/m

7.2.2. Perhitungan Pembebanan Balok Melintang

a. Pembebanan balok Portal As A (1-7) = As H (1-7)



1. Beban Mati (q_D)

Pembebanan balok as A' (1 – 2) = A' (6 – 7)

Berat sendiri	= 0,40 x (0,70-0,12) x 2400 kg/m^3	= 556,8 kg/m
Beban Plat	= (Leq2) x 411 kg/m^2	
	(0,67) x 411 kg/m^2	= 275,37 kg/m
Berat dinding	= 0,15 x (4,25 - 0,30) x 1700	= <u>1007,25 kg/m</u> +
	qD_1	= 1839,42 kg/m

Pembebanan balok as A' (2 – 6)

Berat sendiri	= 0,40 x (0,70-0,12) x 2400 kg/m^3	= 556,8 kg/m
Beban Plat	= (Leq3) x 411 kg/m^2	
	(1,22) x 411 kg/m^2	= 501,42 kg/m
Berat dinding	= 0,15 x (4,25 - 0,30) x 1700	= <u>1007,25 kg/</u>+
	qD_2	= 2065,47kg/m

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

qL_1 = (Leq2) x 250 kg/m^2

= (0,67) x 250 kg/m^2 = 167,5 kg/m

qL_2 = (Leq3) x 250 kg/m^2

= (1,22) x 250 kg/m^2 = 305 kg/m

commit to user

3. Beban berfaktor (q_U)

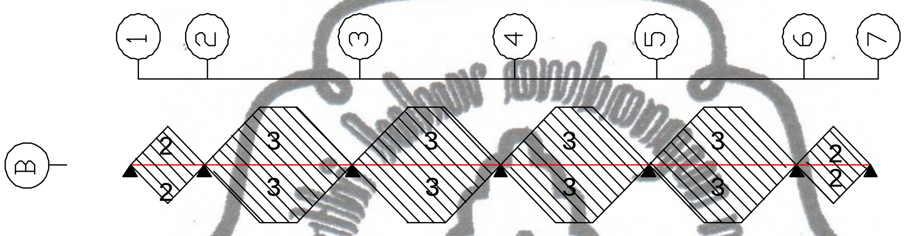
qU_1 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 1839,42) + (1,6 x 167,5) = 2475,30 kg/m

qU_2 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 2065,47) + (1,6 x 305) = 2966,56 kg/m

b. Pembebanan balok Portal As B Bentang 1-7



1. Beban Mati (q_D)

Pembebanan balok as B (1 – 2) = B (6 – 7)

Berat sendiri = 0,40 x (0,70-0,12) x 2400 kg/m^3 = 556,8 kg/m

Beban Plat = (2 x Leq2) x 411 kg/m^2

(2 x 0,67) x 411 kg/m^2 = 550,74 kg/m

qD_1 = 1107,54 kg/m

Pembebanan balok as B (2 – 6)

Berat sendiri = 0,40 x (0,70-0,12) x 2400 kg/m^3 = 556,8 kg/m

Beban Plat = (2 x Leq3) x 411 kg/m^2

(2 x 1,22) x 411 kg/m^2 =1002,84 kg/m

qD_2 = 1559,64 kg/m

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

qL_1 = (2 x Leq2) x 250 kg/m^2

= (2 x 0,67) x 250 kg/m^2 = 335 kg/m

qL_2 = (2 x Leq3) x 250 kg/m^2

= (2 x 1,22) x 250 kg/m^2 = 610 kg/m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3. Beban berfaktor (q_U)

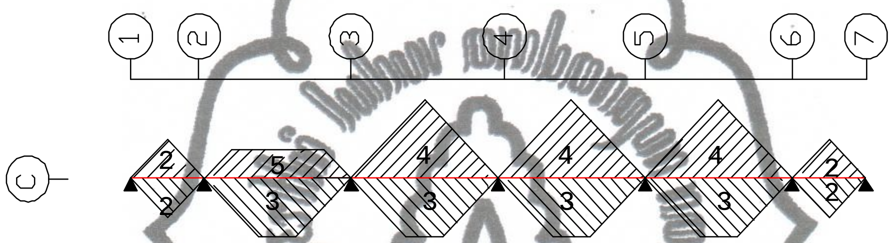
qU_1 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 1107,54) + (1,6 x 335) = 1865,05 kg/m

qU_2 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 1559,64) + (1,6 x 610) = 2847,57 kg/m

c. Pembebanan balok Portal As C Bentang 1-7



1. Beban Mati (q_D)

Pembebanan balok as C (1 – 2) = C (6 – 7)

Berat sendiri = 0,40 x (0,70-0,12) x 2400 kg/m^3 = 556,8 kg/m

Beban Plat = (2 x Leq2) x 411 kg/m^2

(2 x 0,67) x 411 kg/m^2 = 550,74 kg/m

qD_1 = 1107,54 kg/m

Pembebanan balok as C (2 – 3)

Berat sendiri = 0,40 x (0,70-0,12) x 2400 kg/m^3 = 556,8 kg/m

Beban Plat = (Leq3+ Leq5) x 411 kg/m^2

(1,22+ 0,92) x 411 kg/m^2 =879.54 kg/m

qD_2 = 1436,34 kg/m

Pembebanan balok as C (3 – 6)

Berat sendiri = 0,40 x (0,70-0,12) x 2400 kg/m^3 = 556,8 kg/m

Beban Plat = (Leq3+ Leq4) x 411 kg/m^2

(1,22+ 1.33) x 411 kg/m^2 =1048,05 kg/m

qD_3 = 1604,85 kg/m

commit to user

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

qL_1 = (2 x Leq2) x 250 kg/m^2

= (2 x 0,67) x 250 kg/m^2 = 335 kg/m

qL_2 = (Leq3+ Leq5) x 250 kg/m^2

= (1,22+ 0,92) x 250 kg/m^2 = 535 kg/m

qL_3 = (Leq3+ Leq4) x 250 kg/m^2

(1,22+ 1,33) x 250 kg/m^2 = 637,5 kg/m

3. Beban berfaktor (q_U)

qU_1 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 1107,54) + (1,6 x 335) = 1865,05 kg/m

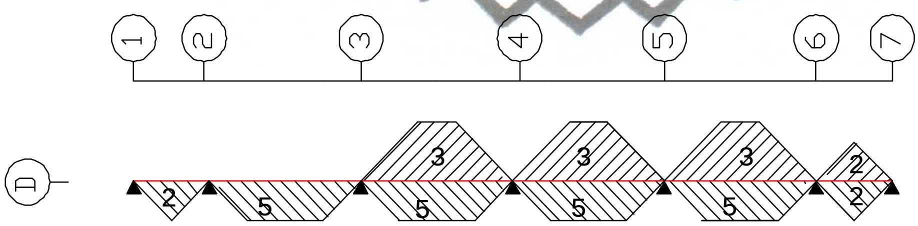
qU_2 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 1436,34) + (1,6 x 535) = 2579,60 kg/m

qU_3 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 1604,85) + (1,6 x 637,5) = 2945,82 kg/m

d. Pembebanan balok Portal As D Bentang 1-7 = As E Bentang 1-7



1. Beban Mati (q_D)

Pembebanan balok as D (1 – 2) = D (6 – 7)

Berat sendiri = 0,40 x (0,70-0,12) x 2400 kg/m^3 =556,8kg/m

Beban Plat = (2 x Leq2) x 411 kg/m^2

(2 x 0,67) x 411 kg/m^2 = 550,74 kg/m

qD_1 = 1107,54 kg/m

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Pembebanan balok as D (3 – 6)

Berat sendiri = 0,40 x (0,70-0,12) x 2400 kg/m^3 = 556,8 kg/m

Beban Plat = (Leq3+ Leq5) x 411 kg/m^2

(1,22+ 0,92) x 411 kg/m^2 =879.54 kg/m

qD_2 = 1436,34 kg/m

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

qL_1 = (2 x Leq2) x 250 kg/m^2

= (2 x 0,67) x 250 kg/m^2 = 335 kg/m

qL_2 = (Leq3+ Leq5) x 250 kg/m^2

= (1,22+ 0,92) x 250 kg/m^2 = 535 kg/m

3. Beban berfaktor (q_U)

qU_1 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

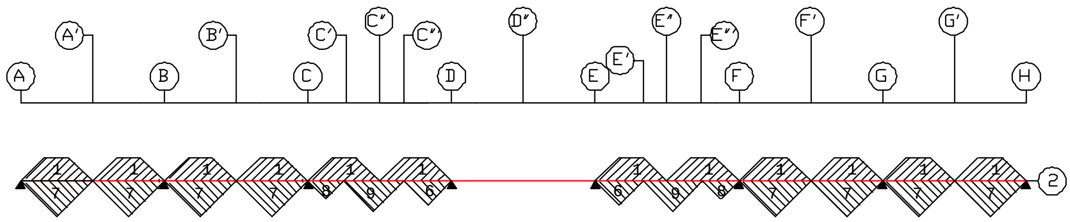
= (1,2 x 1107,54) + (1,6 x 335) = 1865,05 kg/m

qU_2 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 1436,34) + (1,6 x 535) = 2579,60 kg/m

7.2.3. Perhitungan Pembebanan Memajang

a. Pembebanan balok Portal As 2 (A-H)



1. Beban Mati (q_D)

Pembebanan balok as 2 (A – C) = 2 (F – H)

Berat sendiri = 0,40 x (0,90-0,12) x 2400 kg/m^3 = 748,8 kg/m

Beban Plat = ((2 x Leq1) + (2 x Leq7)) x 411 kg/m^2

((2 x 0,59) + (2 x 1)) x 411 =1306,98 kg/m

Berat dinding = 0,15 x (4,25 - 0,30) x 1700 = 1007,25 kg/m

qD_1 = 3063,03 kg/m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Pembebanan balok as 2 (C – D) = as 2 (E – F)

Berat sendiri = 0,40 x (0,90-0,12) x 2400 kg/m^3 = 748,8 kg/m

Beban Plat = (2xLeq1) + ((Leq8+Leq9+Leq6) x 411 kg/m^2

= (2x0,59) + ((0,5+0,83+0,67) x 411 =1306,98 kg/m

Berat dinding = 0,15 x (4,25 - 0,30) x 1700 = 1007,25 kg/m

qD_2 = 3063,03 kg/m

Pembebanan balok as 2 (D – E)

Berat sendiri = 0,40 x (0,90-0,12) x 2400 kg/m^3 = 748,8 kg/m

qD_3 = 748,8 kg/m

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

qL_1 = ((2 x Leq1) + (2 x Leq7)) x 250 kg/m^2

= ((2 x 0,59) + (2 x 1)) x 250 = 795 kg/m

qL_2 = (2xLeq1) + ((Leq8+Leq9+Leq6) x 250 kg/m^2

= (2x0,59) + ((0,5+0,83+0,67) x 250 =795 kg/m

qL_3 = 250 kg/m^2

3. Beban berfaktor (q_U)

qU_1 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 3063,03) + (1,6 x 795) = 4947,64 kg/m

qU_2 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 3063,03) + (1,6 x 795) = 4947,64 kg/m

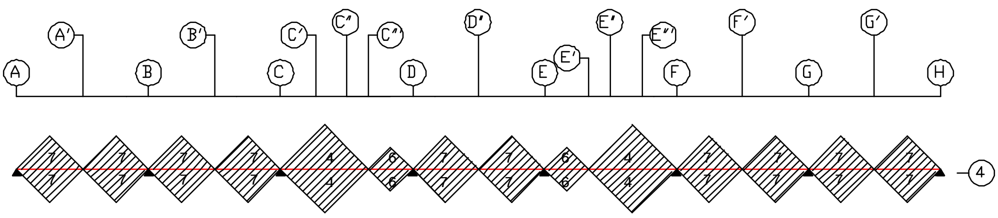
qU_3 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 748,8) + (1,6 x 250) = 1298,56 kg/m

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

b. Pembebanan balok Portal As 4 (A-H)



1. Beban Mati (q_D)

Pembebanan balok as 4 (A – C) = 4 (D – E) = 4 (F– H)

Berat sendiri	= 0,40 x (0,90-0,12) x 2400 kg/m^3	= 748,8 kg/m
Beban Plat	= 2(2xLeq 7)x 411 kg/m^2	
	= 2(2x1,0)x 411 kg/m^2	= 1644 kg/m
Berat dinding	= 0,15 x (4,25 - 0,30) x 1700	= <u>1007,25 kg/m</u>
	qD_1	= 3400,05 kg/m

Pembebanan balok as C (2 – 3)

Berat sendiri	= 0,40 x (0,90-0,12) x 2400 kg/m^3	= 748,8 kg/m
Beban Plat	= (2 x Leq4)+(2x Leq6) x 411	
	= ((2x1,33)+(2x0,67))x411kg/m^2	=1644 kg/m
Berat dinding	= 0,15 x (4,25 - 0,30) x 1700	= <u>1007,25 kg/m</u>
	qD_2	= 3400,05 kg/m

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

qL_1 = 2(2xLeq 7)x 250 kg/m^2

= 2(2x1,0)x 250 kg/m^2 = 1000 kg/m

qL_2 = (2 x Leq4)+(2x Leq6) x 250 kg/m^2

= ((2x1,33)+(2x0,67)) x250 kg/m^2 = 1000 kg/m

3. Beban berfaktor (q_U)

qU_1 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

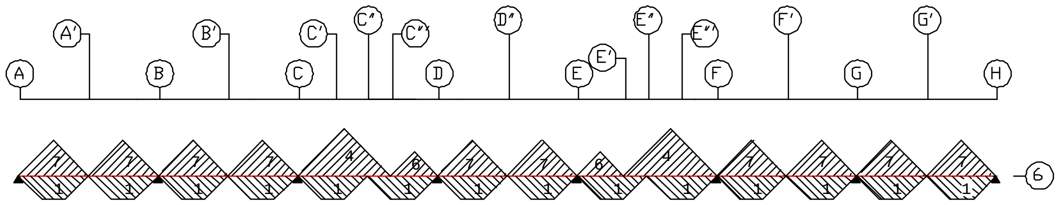
= (1,2 x 3400,05) + (1,6 x 1000) = 5680,06 kg/m

qU_2 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 3400,05) + (1,6 x 1000) = 5680,06 kg/m

commit to user

c. Pembebanan balok Portal As 6 (A-H)



1. Beban Mati (q_D)

Pembebanan balok as 4 (A – C) = 4 (D – E)= 4 (F – H)

Berat sendiri = 0,40 x (0,90-0,12) x 2400 kg/m^3 = 748,8 kg/m

Beban Plat = ((2 x Leq1) + (2 x Leq7)) x 411 kg/m^2

((2 x 0,59) + (2 x 1)) x 411 =1306,98 kg/m

Berat dinding = 0,15 x (4,25 - 0,30) x 1700 = <u>1007,25 kg/m</u>

qD_1 = 3063,03 kg/m

Pembebanan balok as 2 (C – D) = as 2 (E – F)

Berat sendiri = 0,40 x (0,90-0,12) x 2400 kg/m^3 = 748,8 kg/m

Beban Plat = (2xLeq1) + ((Leq4+Leq6) x 411 kg/m^2

= (2x0,59) + ((1,33+0,67) x 411 =1306,98 kg/m

Berat dinding = 0,15 x (4,25 - 0,30) x 1700 = <u>1007,25 kg/m</u>

qD_2 = 3063,03 kg/m

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

qL_1 = ((2 x Leq1) + (2 x Leq7)) x 250 kg/m^2

= ((2 x 0,59) + (2 x 1)) x 250 = 795 kg/m

qL_2 = (2xLeq1) + ((Leq4+Leq6) x 250 kg/m^2

= (2x0,59) + ((1,33+0,67) x250 = 795 kg/m

3. Beban berfaktor (q_U)

qU_1 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 3063,03) + (1,6 x 795) = 4947,64 kg/m

qU_2 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 3063,03) + (1,6 x 795) = 4947,64 kg/m

commit to user

7.3. Perhitungan Pembebanan Sloof

1. Beban Mati (q_D)

Berat sendiri = 0,40 x (0,90-0,12) x 2400 kg/m^3 = 748,8 kg/m

Berat dinding = 0,15 x (4,25 - 0,30) x 1700 = 1007,25 kg/m

qD = 1756,05 kg/m

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 0 kg/m^2

3. Beban berfaktor (q_U)

qU_1 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 1756,05) + (1,6 x 0) = 2107,26 kg/m.

7.4. Perhitungan Pembebanan Rink Balk

1. Beban Mati (q_D)

Berat sendiri = 0,25 x 0,35 x 2400 kg/m^3 = 210 kg/m

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 0 kg/m^2

3. Beban berfaktor (q_U)

qU_1 = 1,2. q_D + 1,6. q_L

= (1,2 x 210) + (1,6 x 0) = 252 kg/m.

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

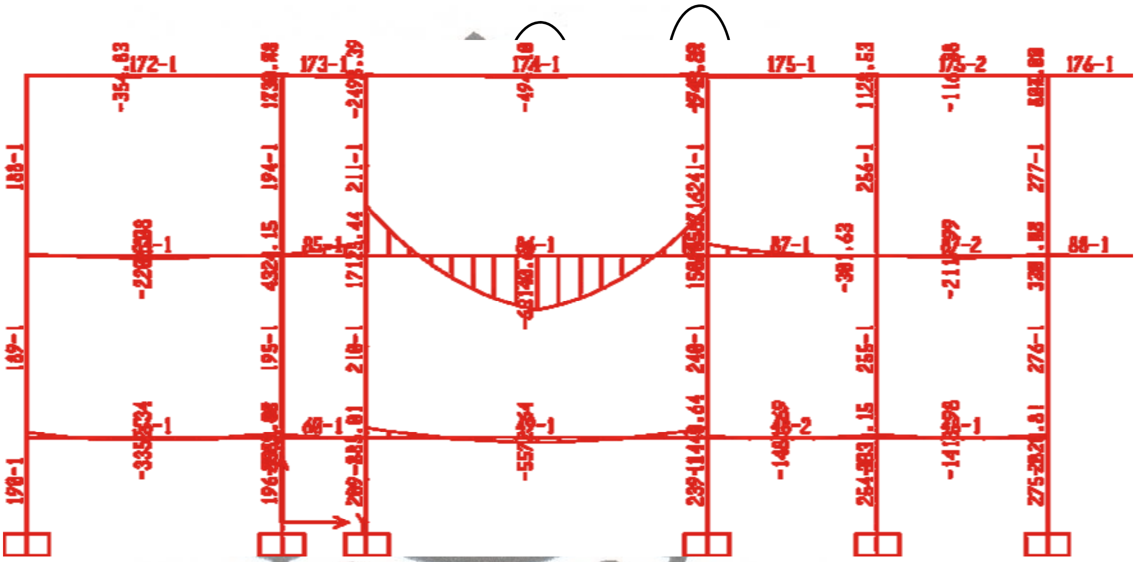
7.5. Penulangan Portal

7.5.1. Penulangan Portal Rink Balk

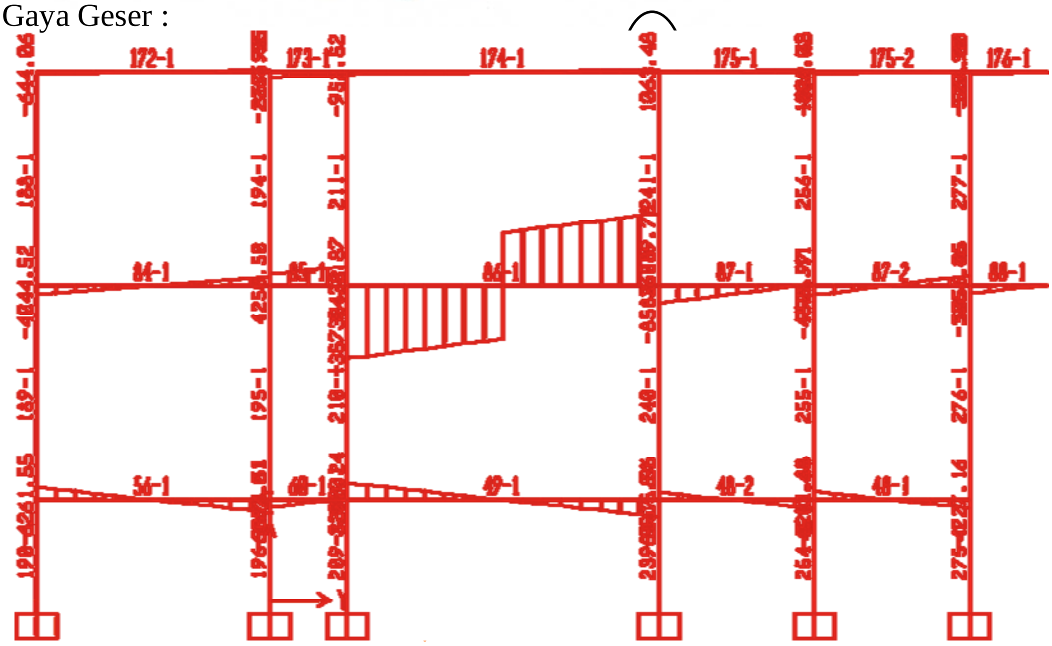
a. Penulangan balok portal ring (25/35)

Untuk pehitungan tulangan lentur dan tulangan geser rink balk, diambil momen terbesar dari perhitungan dengan SAP 2000 batang 174 / as E (3-5).

➢ Gaya Momen :



➢ Gaya Geser :



commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Data perencanaan :

h	= 350 mm	$Ø_t$	= 16 mm
b	= 250 mm	$Ø_s$	= 10 mm
p	= 40 mm	fy	= 360 MPa
f'c	= 30 MPa		

d $= h - p - ½ . Ø_t - Ø_s$

$= 350 – 40 - ½ . 16 - 10$

$= 292$ mm

$$\rho b = \frac{0{,}85.f'c.\beta}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$= \frac{0{,}85.30}{360}0{,}85\left(\frac{600}{600+360}\right)$$

$= 0{,}038$

$\rho_{max} = 0{,}75 . \rho b$

$= 0{,}75 . 0{,}038$

$= 0{,}0285$

$$\rho_{min} = \frac{1{,}4}{fy} = \frac{1{,}4}{360} = 0{,}00389$$

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu $= 494{,}10$ kgm $= 0{,}494. 10^7$ Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{0{,}494.10^7}{0{,}8} = 0{,}6175. 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{0{,}6175.10^7}{250.\ 292^2} = 0{,}289$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}11$$

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

commit to user

$$= \frac{1}{14,11}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.14,11.0,289}{360}}\right)$$

= 0,00080

$\rho > \rho_{min}$

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

Digunakan ρ = 0,00389

As perlu = ρ . b . d

= 0,00389. 250 .292

= 283,97 mm^2

Digunakan tulangan D16

$$n = \frac{As\ perlu}{\frac{1}{4}\pi.16^2} = \frac{293,97}{200,96} = 1,4 \approx 2 \text{ tulangan}$$

As' = 2 × 200,96 = 401,92 mm^2

As' > As…………………..aman!!

$$a = \frac{Asada.fy}{0,85, f'c.b} = \frac{401,92 \quad x360}{0,85x30x250} = 22,69$$

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

= 401,92. 360 (292 – 22,69/2)

= 4,060.10^7 Nmm

Mn ada > Mn $\approx$ 4,060.10^7 Nmm > 0,6175. 10^7 Nmm $\rightarrow$ Aman..!!

$$\text{Cek jarak} = \frac{b - 2p - 2\phi s - \phi t}{(n-1)}$$

$$= \frac{250 - 2.40 - 2.10 - 2.16}{(2-1)}$$

= 118 mm > 25 mm

Karena cek jarak menghasilkan > 25 mm, sehingga menggunakan tulangan satu lapis.

Jadi dipakai tulangan 2 D 16 mm

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu = 1743,81 kgm = 1,743 . 10^7 Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{1{,}743.10^7}{0{,}8} = 2{,}18 \;.\; 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \,.\, d^2} = \frac{2{,}18 \;.10^7}{250 \,.\, 292^2} = 1{,}02$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}11$$

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

$$= \frac{1}{14{,}11}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.14{,}11.1{,}0\,2}{360}}\right)$$

= 0,00289

$\rho > \rho_{min}$

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

Digunakan ρ = 0,00389

As perlu = ρ . b . d

= 0,00389. 250 . 292

= 283,97 mm^2

Digunakan tulangan D 16

$$n = \frac{As\ perlu}{\frac{1}{4}\pi.16^2} = \frac{283{,}97}{200{,}96} = 1{,}4 \approx 2 \text{ tulangan}$$

As' = 2 × 200,96= 401,92 mm^2

As' > As…………………aman (Ok !)

$$a = \frac{Asada.fy}{0{,}85,\ f'c.b} = \frac{401{,}92 \quad x360}{0{,}85x30x250} = 22{,}69$$

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

= 401,92. 360 (292 – 22,69/2)

= 4,060.10^7 Nmm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Mn ada > Mn $\approx$ 4,060.10^7 Nmm > 2,18 . 10^7 Nmm $\rightarrow$ Aman..!!

Cek jarak $= \dfrac{b - 2p - 2\phi s - \phi t}{(n-1)}$

$= \dfrac{250 - 2.40 - 2.10 - 2.16}{(2-1)}$

= 118 mm > 25mm …Ok!

Karena cek jarak menghasilkan > 25 mm, sehingga menggunakan tulangan satu lapis.

Jadi dipakai tulangan 2 D 16 mm

Perhitungan Tulangan Geser

Dari perhitungan **SAP 2000** Diperoleh :

Vu = 1063,48 kg = 10634,8 N

f'c = 30 Mpa

fy = 360 Mpa

d = h – p – ½ Ø

= 350 – 40 – ½ (10)

= 305 mm

Vc = 1/ 6 . $\sqrt{f'c}$ .b .d

= 1/ 6 . $\sqrt{30}$. 250 . 305

= 69606,40 N

Ø Vc = 0,6 . 69606,40 N

= 41763,84 N

3 Ø Vc = 3 . 41763,84 N

= 125291,535N

Vu < Ø Vc <3 Ø Vc

10634,8 N < 41763,84 N < 125291,535N

Syarat tulangan geser : Ø Vc < Vu < 3Ø Vc

commit to user

Jadi tidak diperlukan tulangan geser

Digunakan Smax = d/2 = 305/2 = 152,5 mm

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan Ø 10 – 150 mm

7.5.2. Penulangan Portal Kanopi

a. Penulangan Balok Portal Kanopi Melintang (25/40)

Untuk perhitungan tulangan lentur dan tulangan geser balok, diambil momen terbesar dari perhitungan dengan SAP 2000 batang 84 / As (7-9).

Data perencanaan :

h	= 400 mm	$Ø_t$	= 16 mm
b	= 250 mm	$Ø_s$	= 10 mm
p	= 40 mm	fy	= 360 MPa
f'c	= 30 MPa		

$$d = h - p - ½ . Ø_t - Ø_s$$
$$= 400 – 40 - ½ . 16 - 10$$
$$= 342 \text{ mm}$$

$$\rho b = \frac{0{,}85.f'c.\beta}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$
$$= \frac{0{,}85.30}{360}0{,}85\left(\frac{600}{600+360}\right)$$
$$= 0{,}038$$

$$\rho_{max} = 0{,}75 . \rho b$$
$$= 0{,}75 . 0{,}038$$
$$= 0{,}0285$$

$$\rho_{min} = \frac{1{,}4}{fy} = \frac{1{,}4}{360} = 0{,}00389$$

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu = 2206,08 kgm = 2,206. 10^7 Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{2,206.10^7}{0,8} = 2,76.\ 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{2,76.10^7}{250.342^2} = 0,98$$

$$m = \frac{fy}{0,85.f'c} = \frac{360}{0,85.30} = 14,11$$

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

$$= \frac{1}{14,11}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.14,11.0,98}{360}}\right)$$

$$= 0,0028$$

$\rho > \rho_{min}$

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

Digunakan ρ = 0,0028

As perlu = ρ . b . d

= 0,0028. 250 .342

= 239,4 mm^2

Digunakan tulangan D16

$$n = \frac{As\ perlu}{\frac{1}{4}\pi.16^2} = \frac{239,4}{200,96} = 1,19 \approx 2 \text{ tulangan}$$

As' = 2 × 200,96 = 401,92 mm^2

As' > As…………………aman!!

$$a = \frac{Asada.fy}{0,85, f'c.b} = \frac{401,92 \quad x360}{0,85x30x250} = 22,69$$

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

= 401,92. 360 (342 – 22,69/2)

commit to user

= 4,782.10^7 Nmm

Mn ada > Mn $\approx 4{,}782.10^7$ Nmm > 2,76. 10^7 Nmm $\rightarrow$ Aman..!!

Cek jarak $= \dfrac{b - 2p - 2\phi s - \phi t}{(n-1)}$

$= \dfrac{250 - 2.40 - 2.10 - 2.16}{(2-1)}$

= 118 mm > 25 mm

Karena cek jarak menghasilkan > 25 mm, sehingga menggunakan tulangan satu lapis.

Jadi dipakai tulangan 2 D 16 mm

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu = 4324,55 kgm = 4,325 . 10^7 Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{4{,}325.10^7}{0{,}8} = 5{,}4 \,.\, 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{5{,}4 \,.10^7}{250 \,.\, 342^2} = 1{,}86$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}11$$

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

$$= \frac{1}{14{,}11}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.14{,}11.1{,}86}{360}}\right)$$

= 0,0053

$\rho > \rho_{min}$

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

Digunakan ρ = 0,0053

As perlu = ρ . b . d

= 0,0053. 250 . 342

= 453,15 mm^2

Digunakan tulangan D 16

n $= \dfrac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4}\pi.16^2} = \dfrac{453{,}15}{200{,}96} = 2{,}25 \approx 3$ tulangan

As' = 3 × 200,96= 602,88 mm^2

As' > As…………………aman (Ok !)

a $= \dfrac{Asada.fy}{0{,}85, f'c.b} = \dfrac{602{,}88 \quad x360}{0{,}85x30x250} = 34{,}04$

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

= 602,88. 360 (342 – 34,04/2)

= 7,053.10^7 Nmm

Mn ada > Mn ≈ 7,053.10^7 Nmm > 5,4 . 10^7 Nmm → Aman..!!

Cek jarak $= \dfrac{\text{b - 2 p - 2}\phi\text{s - }\phi\text{t}}{\text{(n - 1)}}$

$= \dfrac{250 - 2.40 - 2.10 - 3.16}{(3 - 1)}$

= 51 mm > 25mm …Ok!

Karena cek jarak menghasilkan > 25 mm, sehingga menggunakan tulangan satu lapis.

Jadi dipakai tulangan 3 D 16 mm

Perhitungan Tulangan Geser

Dari perhitungan **SAP 2000** Diperoleh :

Vu = 4250,64 kg = 42506,4 N

f'c = 30 MPa

fy = 360 MPa

d = h – p – ½ Ø

= 400 – 40 – ½ (10)

= 355 mm

Vc = 1/ 6 . $\sqrt{f'c}$ .b .d

= 1/ 6 . $\sqrt{30}$. 250 . 355

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

= 81017,29 N

Ø Vc = 0,6 . 81017,29 N

= 48610,37 N

3 Ø Vc = 3 . 48610,37 N

= 145931,13 N

Vu < Ø Vc <3 Ø Vc

42506,4 N < 48610,37 N < 145931,13 N

Syarat tulangan geser : Ø Vc < Vu < 3Ø Vc

Jadi tidak diperlukan tulangan geser

Digunakan Smax = d/2 = 355/2 = 177,5mm

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan Ø 10 – 150 mm

b. Penulangan Balok Portal Struktur Melintang (40/70)

Untuk perhitungan tulangan lentur dan tulangan geser balok, diambil momen terbesar dari perhitungan dengan SAP 2000 batang 86/ As E (4-6).

Data perencanaan :

h	= 700 mm	$Ø_t$	= 25 mm
b	= 400 mm	$Ø_s$	= 10 mm
p	= 40 mm	fy	= 360 MPa
f’c	= 30 MPa	fys	= 240 MPa

d = h - p - ½ . $Ø_t$ - $Ø_s$

= 700 – 40 - ½ . 25 - 10

= 637,5 mm

commit to user

$$\rho b = \frac{0,85.f'c.\beta}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$= \frac{0,85.30}{360}0,85\left(\frac{600}{600+360}\right)$$

$$= 0,038$$

$$\rho_{max} = 0,75 \,.\, \rho b$$

$$= 0,75 \,.\, 0,038$$

$$= 0,0285$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{360} = 0,00389$$

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu = 63140,66 kgm = 63,141 10^7 Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{63,1414.10^7}{0,8} = 78,926.\ 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{78,926.10^7}{400.637,5^2} = 4,85$$

$$m = \frac{fy}{0,85.f'c} = \frac{360}{0,85.30} = 14,12$$

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

$$= \frac{1}{14,12}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.14,12.\ 4,85}{360}}\right)$$

$$= 0,015$$

$\rho > \rho_{min}$

$\rho < \rho_{max} \rightarrow$ dipakai ρ

Digunakan ρ = 0,015

As perlu = ρ . b . d

= 0,015. 400 . 637,5

= 3825 mm^2

Digunakan tulangan D 25

$$n = \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4}\pi .25^2} = \frac{3825}{490,625} = 7,79 \approx 8 \text{ tulangan}$$

As' = 8 × 490,625 = 3925 mm^2

As'> As…………………..aman (Ok !)

$$a = \frac{Asada.fy}{0,85, f'c.b} = \frac{3925 \quad x360}{0,85x30x400} = 138,53$$

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

= 3925. 360 (637,5 – 138,53/2)

= $80,29.10^7$ Nmm

Mn ada > Mn ≈ $80,29.10^7$ Nmm > $78,926.\ 10^7$ Nmm → Aman..!!

$$\text{Cek jarak} = \frac{b - 2\,p - 2\phi s - n\phi t}{(n - 1)}$$

$$= \frac{400 - 2.40 - 2.10 - 8.25}{(8 - 1)}$$

= 14,29 mm < 25 mm (dipakai tulangan 2 lapis)

Karena cek jarak menghasilkan < 25 mm, sehingga menggunakan tulangan dua lapis, dan dipakai d'.

Di pakai d

d1 = 637,5 mm

d2 = d1 – s – (2 x ½ Ø)

= 637,5 – 30 – (2 x ½.25)

= 582,5 mm

d x 8 = (d1 x 4) + (d2 x 4)

$$d = \frac{(637,5x5) + (582,5x4)}{8}$$

= 689,687 mm

commit to user

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

= 3925. 360 (689,687 – 138,53/2)

= $87{,}66.10^7$ Nmm

Mn ada > Mn ≈ $87{,}66.10^7$ Nmm > $78{,}926.\ 10^7$ Nmm → Aman..!!

Jadi dipakai tulangan 8 D 25 mm

Dilapangan dipakai tulangan 9 D 25 mm

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu = 72587,16 kgm = $72{,}587\ .\ 10^7$ Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{72{,}587.10^7}{0{,}8} = 90{,}73.\ 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b\,.\,d^2} = \frac{90{,}73.10^7}{400.\,637{,}5^2} = 5{,}58$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.\,f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$$

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

$$= \frac{1}{14{,}12}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.14{,}12.\ 5{,}8}{360}}\right)$$

= 0,0185

$\rho > \rho_{min}$

$\rho < \rho_{max}$ → dipakai ρ

Digunakan ρ = 0,0185

As perlu = ρ . b . d

= 0,0185. 400 . 637,5

= 4717,5 mm^2

Digunakan tulangan D 22

$$n = \frac{As\ perlu}{\frac{1}{4}\pi .25^2} = \frac{4590}{490{,}625} = 9{,}6 \approx 10 \text{ tulangan}$$

As' = 10 × 490,625 = 4906,25 mm^2

As'> As…………………aman (Ok !)

$$a = \frac{Asada.fy}{0{,}85,\ f'c.b} = \frac{4906{,}25 \quad x360}{0{,}85x30x400} = 173{,}16$$

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

= 4906,25. 360 (637,5 – 173,16/2)

= 97,306.10^7 Nmm

Mn ada > Mn $\approx$ 97,306.10^7 Nmm > 90,73. 10^7 Nmm → Aman..!!

Cek jarak $= \frac{b - 2\,p - 2\phi s - n\phi t}{(n - 1)}$

$= \frac{400 - 2.40 - 2.10 - 10.25}{(10 - 1)}$

= 5,6 mm < 25 mm (dipakai tulangan 2 lapis)

Karena cek jarak menghasilkan < 25 mm, sehingga menggunakan tulangan dua lapis, dan dipakai d'.

$$a = \frac{Asada.fy}{0{,}85,\ f'c.b} = \frac{4906{,}25 \quad x360}{0{,}85x30x400} = 173{,}16$$

Di pakai d

d1 = 637,5 mm

d2 = d1 – s – (2 x ½ Ø)

= 637,5 – 30 – (2 x ½.25)

= 582,5 mm

d x 10 = (d1 x 6) + (d2 x 4)

$$d = \frac{(637{,}5 \text{x} 6) + (582{,}5 \text{x} 4)}{10}$$

= 615,5 mm

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

commit to user

= 4906,25. 360 (615,5 – 173,16/2)

$= 93,42.10^7$ Nmm

Mn ada > Mn ≈ $93,42.10^7$ Nmm > $90,73.\ 10^7$ Nmm → Aman..!!

Jadi dipakai tulangan 10 D 25 mm

Perhitungan Tulangan Geser

Dari perhitungan **SAP 2000** Diperoleh :

Vu = 36089,78 kg = 360897,8 N

f'c = 30 Mpa

fy = 240 Mpa

d = h – p – ½ Ø

= 700 – 40 – ½ (10)

= 655 mm

Vc = $1/6 . \sqrt{f'c} .b .d$

= $1/6 . \sqrt{30} . 400 . 655$

= 239172,18 N

Ø Vc = 0,6 . 239172,18 N

= 143503,310 N

3 Ø Vc = 3 . 143503,310 N

= 430509,93 N

Ø Vc < Vu < 3 Ø Vc

143503,310 N < 360897,8 N < 430509,93 N

→ ***Syarat tulangan geser : Ø Vc < Vu < 3Ø Vc***

Jadi diperlukan tulangan geser

Ø Vs = Vu - Ø Vc

= 360897,8 N – 143503,310 N

= 217394,49 N

$$\text{Vs perlu} = \frac{\phi Vs}{0,6} = \frac{217394,49}{0,6} = 362324,15 \text{ N}$$

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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

$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3{,}14 \cdot 10^2 \quad = 157\ \text{mm}^2$

s $= \dfrac{Av \cdot fy \cdot d}{Vs\ perlu} = \dfrac{157.240.655}{362324{,}15} = 68{,}12\ \text{mm} \approx 50\ \text{mm}$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan Ø 10 – 50 mm

commit to user

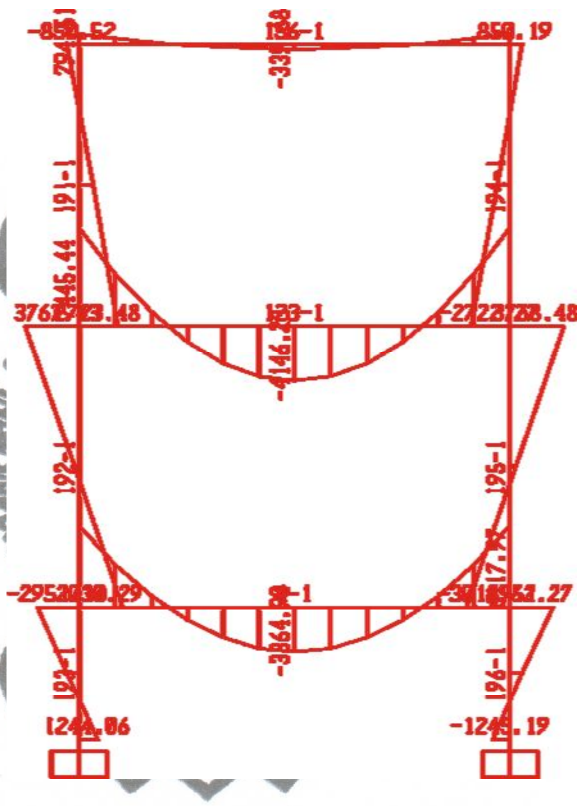
perpustakaan.uns.ac.id

digilib.uns.ac.id

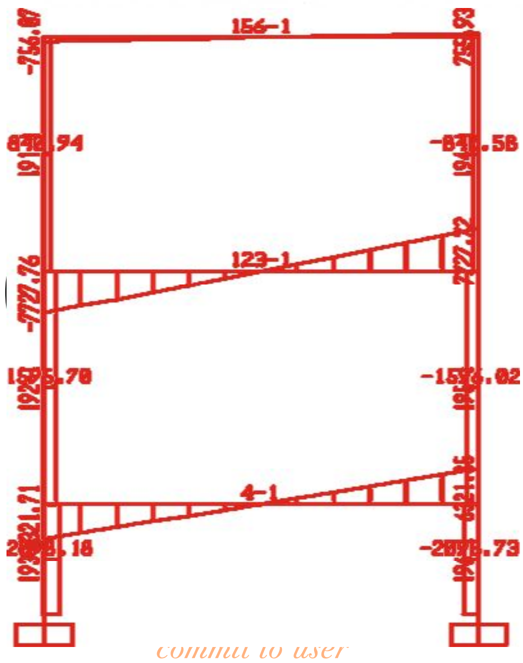
c. Penulangan Balok Portal Kanopi Memanjang (25/40)

Untuk perhitungan tulangan lentur dan tulangan geser balok, diambil momen terbesar dari perhitungan dengan SAP 2000.

- Gaya momen :



- Gaya Geser :



commit to user

Data perencanaan :

h = 400 mm　　$Ø_t$ = 16 mm

b = 250 mm　　$Ø_s$ = 10 mm

p = 40 mm　　fy = 360 MPa

f'c = 30 MPa

$$d = h - p - ½ . Ø_t - Ø_s$$
$$= 400 – 40 - ½ . 16 - 10$$
$$= 342 \text{ mm}$$

$$\rho b = \frac{0{,}85.f'c.\beta}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$
$$= \frac{0{,}85.30}{360}0{,}85\left(\frac{600}{600+360}\right)$$
$$= 0{,}038$$

$$\rho_{max} = 0{,}75 . \rho b$$
$$= 0{,}75 . 0{,}038$$
$$= 0{,}0285$$

$$\rho_{min} = \frac{1{,}4}{fy} = \frac{1{,}4}{360} = 0{,}00389$$

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu = 4146,23 kgm = 4,146. 10^7 Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{4{,}146.10^7}{0{,}8} = 5{,}18.\ 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{5{,}18.10^7}{250.\ 342^{\ 2}} = 1{,}8$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}11$$

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

commit to user

$$= \frac{1}{14{,}11}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.14{,}11.1{,}8}{360}}\right)$$

$= 0{,}0052$

$\rho > \rho_{min}$

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

Digunakan $\rho = 0{,}0052$

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

$= 0{,}0052 .\ 250 .342$

$= 444{,}60\ mm^2$

Digunakan tulangan D16

$$n = \frac{As\ perlu}{\frac{1}{4}\pi.16^2} = \frac{444{,}6}{200{,}96} = 2{,}21 \approx 3 \text{ tulangan}$$

As' $= 3 \times 200{,}96 = 602{,}88\ mm^2$

As' > As.....................aman!!

$$a = \frac{Asada.fy}{0{,}85,\ f'c.b} = \frac{602{,}88 \quad x360}{0{,}85x30x250} = 34{,}04$$

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

= 602,88. 360 (342 – 34,04/2)

$= 7{,}053.10^7$ Nmm

Mn ada > Mn $\approx 7{,}053.10^7$ Nmm $>$ 5,18. 10^7 Nmm → Aman..!!

$$\text{Cek jarak} = \frac{b - 2\,p - 2\phi s - \phi t}{(n-1)}$$

$$= \frac{250 - 2.40 - 2.10 - 3.16}{(3-1)}$$

= 51 mm > 25 mm

Karena cek jarak menghasilkan > 25 mm, sehingga menggunakan tulangan satu lapis.

Jadi dipakai tulangan 3 D 16 mm

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu = 7445,44 kgm = 7,445 . 10^7 Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{7,445.10^7}{0,8} = 9,3 \,.\, 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b\,.\,d^2} = \frac{9,3\ .10^7}{250\,.\,342^2} = 3,18$$

$$m = \frac{fy}{0,85.f'c} = \frac{360}{0,85.30} = 14,11$$

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

$$= \frac{1}{14,11}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.14,11.3,18}{360}}\right)$$

$= 0,0095$

$\rho > \rho_{min}$

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

Digunakan ρ = 0,0095

As perlu = ρ . b . d

= 0,0095. 250 . 342

= 812,25 mm^2

Digunakan tulangan D 16

$$n = \frac{As\ perlu}{\frac{1}{4}\pi.16^2} = \frac{812,25}{200,96} = 4,04 \approx 5 \text{ tulangan}$$

As' = 5 × 200,96= 1004,8 mm^2

As' > As…………………aman (Ok !)

$$a = \frac{Asada.fy}{0,85,\ f'c.b} = \frac{1004,8 \quad x360}{0,85x30x250} = 56,74$$

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

commit to user

= 1004,8. 360 (342 – 56,74/2)

= $11,35.10^7$ Nmm

Mn ada > Mn $\approx 11,35.10^7$ Nmm $>$ 9,3 . 10^7 Nmm $\rightarrow$ Aman..!!

Cek jarak $= \dfrac{\text{b - 2 p - 2}\phi\text{s - }\phi\text{t}}{\text{(n - 1)}}$

$= \dfrac{250 - 2.40 - 2.10 - 5.16}{(5-1)}$

= 17,5 mm < 25mm …Ok!

Karena cek jarak menghasilkan < 25 mm, sehingga menggunakan tulangan dua lapis, dan dipakai d'.

a $= \dfrac{Asada.fy}{0{,}85,\ f'c.b} = \dfrac{1004{,}8\ \ x360}{0{,}85x30x250} = 56{,}74$

Di pakai d

d1 = 342 mm

d2 = d1 – s – (2 x ½ Ø)

= 342 – 30 – (2 x ½.16)

= 296 mm

d x 5 = (d1 x 3) + (d2 x 2)

d $= \dfrac{(342\,x\,3)+(296\,x\,2)}{5}$

= 323,6 mm

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

= 1004,8. 360 (323,6 – 56,74/2)

= $10,679.10^7$ Nmm

Mn ada > Mn $\approx 10,679.10^7$ Nmm $>$ 9,3 . 10^7 Nmm $\rightarrow$ Aman..!!

Jadi dipakai tulangan 5 D 16 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Perhitungan Tulangan Geser

Dari perhitungan **SAP 2000** Diperoleh :

Vu = 7727,76 kg = 77277,6 N

f'c = 30 Mpa

fy = 360 Mpa

d = h – p – ½ Ø

= 400 – 40 – ½ (10)

= 355 mm

Vc = $1/6 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$

= $1/6 \cdot \sqrt{30} \cdot 250 \cdot 355$

= 81017,29 N

Ø Vc = 0,6 . 81017,29 N

= 48610,37 N

3 Ø Vc = 3 . 48610,37 N

= 145931,13 N

Vu < Ø Vc <3 Ø Vc

77277,6 N > 48610,37 N < 145931,13 N

Syarat tulangan geser : Ø Vc < Vu < 3Ø Vc

Jadi diperlukan tulangan geser

Ø Vs = Vu – Ø Vc

= 77277,6 N – 48610,37 N = 28667,23 N

Vs perlu $= \dfrac{\phi Vs}{0,6} = \dfrac{28667,23}{0,6}$ = 47778,7 N

Digunakan sengkang ∅ 10

Av = $2 \cdot ¼ \pi (10)^2$

= $2 \cdot ¼ \cdot 3,14 \cdot 100 = 157 \text{ mm}^2$

$s = \dfrac{Av \cdot fy \cdot d}{Vs\ perlu} = \dfrac{157.240.355}{47778,7}$ = 279,97 mm ~ 60 mm

s_{max} = d/2 = $\dfrac{177,5}{2}$ = 150 mm ~ 150 mm

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan Ø 10 – 150 mm

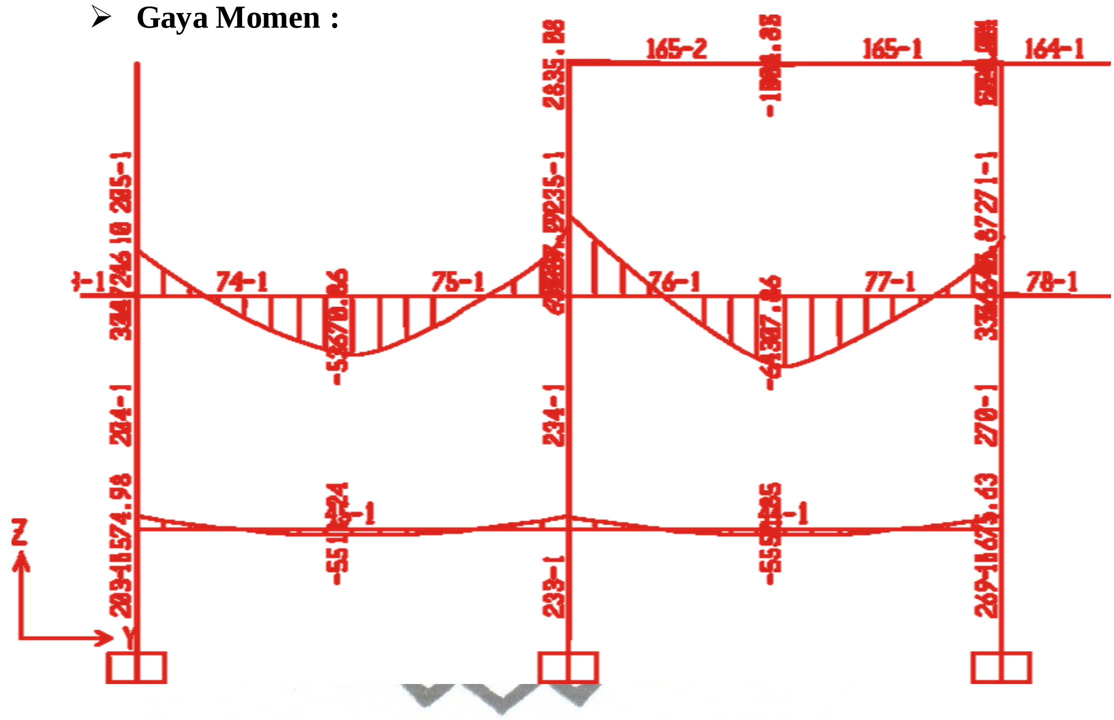
perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

7.5.3. Perhitungan Penulangan Portal Struktur Utama

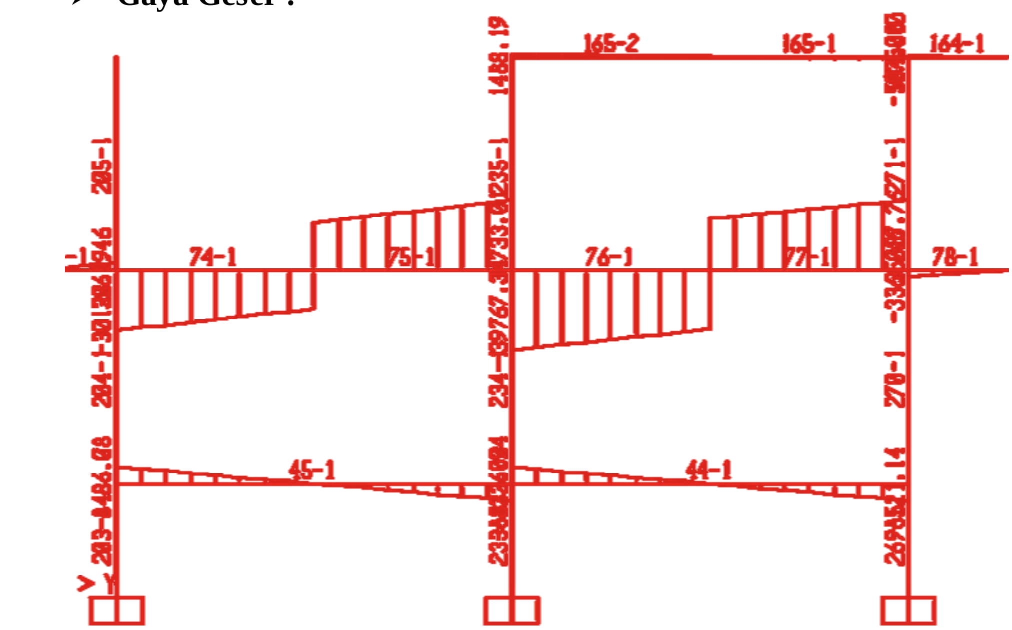
a. Penulangan balok portal melintang 40/70

Untuk pehitungan tulangan lentur dan tulangan geser balok, diambil momen terbesar dari perhitungan dengan SAP 2000 As F(2-4).

➢ **Gaya Momen :**



➢ **Gaya Geser :**



Data perencanaan :

h = 700 mm $Ø_t$ = 25 mm

b = 400 mm $Ø_s$ = 10 mm

p = 40 mm   fy = 360 MPa

f'c = 30 MPa fy_s = 240 MPa

d = h - p - ½ . $Ø_t$ - $Ø_s$

= 700 – 40 - ½ . 25 - 10

= 637,5 mm

$$\rho b = \frac{0{,}85.f'c.\beta}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$= \frac{0{,}85.30}{360}0{,}85\left(\frac{600}{600+360}\right)$$

$$= 0{,}038$$

ρ_{max} = 0,75 . ρb

= 0,75 . 0,038

= 0,0285

$$\rho_{min} = \frac{1{,}4}{fy} = \frac{1{,}4}{360} = 0{,}00389$$

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu = 64307,86 kgm = 64,307 10^7 Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{64{,}307.10^7}{0{,}8} = 80{,}384.\ 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{80{,}384.10^7}{400.\ 637{,}5^2} = 4{,}95$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$$

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

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$$= \frac{1}{14,12}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.14,12.\ 4,95}{360}}\right)$$

$= 0,0154$

$\rho > \rho_{min}$

$\rho < \rho_{max} \rightarrow$ dipakai ρ

Digunakan ρ = 0,018

As perlu = ρ . b . d

= 0,0154. 400 . 637,5

= 3927,0 mm²

Digunakan tulangan D 25

$$n = \frac{As\ perlu}{\frac{1}{4}\pi.25^2} = \frac{3927}{490,625} = 8,004 \approx 9 \text{ tulangan}$$

As' = 9 × 490,625 = 4415,625 mm²

As'> As…………………aman (Ok !)

$$a = \frac{Asada.fy}{0,85,\ f'c.b} = \frac{4415,625 \quad x360}{0,85x30x400} = 155,85$$

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

= 4415,625. 360 (637,5 – 155,85/2)

= $88,95.10^7$ Nmm

Mn ada > Mn $\approx 88,95.10^7$ Nmm $>$ $80,384.\ 10^7$ Nmm $\rightarrow$ Aman..!!

$$\text{Cek jarak} = \frac{b - 2\,p - 2\phi s - n\phi t}{(n - 1)}$$

$$= \frac{400 - 2.40 - 2.10 - 9.25}{(9 - 1)}$$

= 9,375 mm < 25 mm (dipakai tulangan 2 lapis)

Karena cek jarak menghasilkan < 25 mm, sehingga menggunakan tulangan dua lapis, dan dipakai d'.

Di pakai d

commit to user

d1 = 637,5 mm

d2 = d1 – s – (2 x ½ Ø)

= 637,5 – 30 – (2 x ½.25)

= 582,5 mm

d x 9 = (d1 x 5) + (d2 x 4)

$$d = \frac{(637{,}5 \text{x} 5) + (582{,}5 \text{x} 4)}{9}$$

= 613,06 mm

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

= 4415,625. 360 (613,06 – 155,85/2)

= $85{,}067.10^7$ Nmm

Mn ada > Mn ≈ $85{,}067.10^7$ Nmm > $80{,}384.\ 10^7$ Nmm → Aman..!!

Jadi dipakai tulangan 9 D 25 mm

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu 74287,21 kgm = $74{,}287 .\ 10^7$ Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{74{,}287.10^7}{0{,}8} = 92{,}86.\ 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{92{,}86.10^7}{400.\ 637{,}5^2} = 5{,}7$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$$

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

$$= \frac{1}{14{,}12}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.14{,}12.\ 5{,}7}{360}}\right)$$

= 0,018

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$\rho > \rho_{min}$

$\rho < \rho_{max} \rightarrow$ dipakai ρ

Digunakan ρ = 0,018

As perlu = ρ . b . d

= 0,018. 400 . 637,5

= 4590,0 mm^2

Digunakan tulangan D 22

$$n = \frac{\text{As perlu}}{\frac{1}{4}\pi.25^2} = \frac{4590}{490{,}625} = 9{,}35 \approx 10 \text{ tulangan}$$

As’ = 10 × 490,625 = 4906,25 mm^2

As’> As…………………aman (Ok !)

$$a = \frac{Asada.fy}{0{,}85,\ f'c.b} = \frac{4906{,}25 \quad x360}{0{,}85x30x400} = 173{,}16$$

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

= 4906,25. 360 (637,5 – 173,16/2)

= 97,306.10^7 Nmm

Mn ada > Mn $\approx$ 97,306.10^7 Nmm > 92,86. 10^7 Nmm $\rightarrow$ Aman..!!

$$\text{Cek jarak} = \frac{\text{b - 2 p - 2}\phi\text{s - n}\phi\text{t}}{\text{(n - 1)}}$$

$$= \frac{400 - 2.40 - 2.10 - 10.25}{(10 - 1)}$$

= 5,6 mm < 25 mm (dipakai tulangan 2 lapis)

Karena cek jarak menghasilkan < 25 mm, sehingga menggunakan tulangan dua lapis, dan dipakai d’.

$$a = \frac{Asada.fy}{0{,}85,\ f'c.b} = \frac{4906{,}25 \quad x360}{0{,}85x30x400} = 173{,}16$$

Di pakai d

d1 = 637,5 mm

d2 = d1 – s – (2 x ½ Ø)

= 637,5 – 30 – (2 x ½.25)

commit to user

= 582,5 mm

d x 10 = (d1 x 6) + (d2 x 4)

$$d = \frac{(637{,}5 x 6) + (582{,}5 x 4)}{10}$$

= 615,5 mm

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

= 4906,25. 360 (615,5 – 173,16/2)

= 93,42.10^7 Nmm

Mn ada > Mn ≈ 93,42.10^7 Nmm > 92,86. 10^7 Nmm → Aman..!!

Jadi dipakai tulangan 10 D 25 mm

Perhitungan Tulangan Geser

Dari perhitungan **SAP 2000** Diperoleh :

Vu = 39767,34 kg = 397673,4 N

f'c = 30 Mpa

fy = 240 Mpa

d = h – p – ½ Ø

= 700 – 40 – ½ (10)

= 655 mm

Vc = 1/ 6 . $\sqrt{f'c}$ .b .d

= 1/ 6 . $\sqrt{30}$. 400 . 655

= 239172,18 N

Ø Vc = 0,6 . 239172,18 N

= 143503,310 N

3 Ø Vc = 3 . 143503,310 N

= 430509,93 N

Ø Vc < Vu < 3 Ø Vc

143503,310 N < 397673,4 N < 430509,93 N

→ ***Syarat tulangan geser : Ø Vc < Vu < 3Ø Vc***

commit to user

Jadi diperlukan tulangan geser

perpustakaan.uns.ac.id

digilib.uns.ac.id

Ø Vs = Vu - Ø Vc

= 397673,4 N – 143503,310 N

= 254170,09 N

$$\text{Vs perlu} = \frac{\phi Vs}{0,6} = \frac{254170,09}{0,6} = 423616,82 \text{ N}$$

Av = 2 . ¼ π $(10)^2$

= 2 . ¼ . 3,14 . 10^2 = 157 mm^2

$$s = \frac{Av . fy . d}{\text{Vs perlu}} = \frac{157.240.655}{423616,82} = 58,26 \text{ mm} \approx 50 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan Ø 10 – 50 mm

commit to user

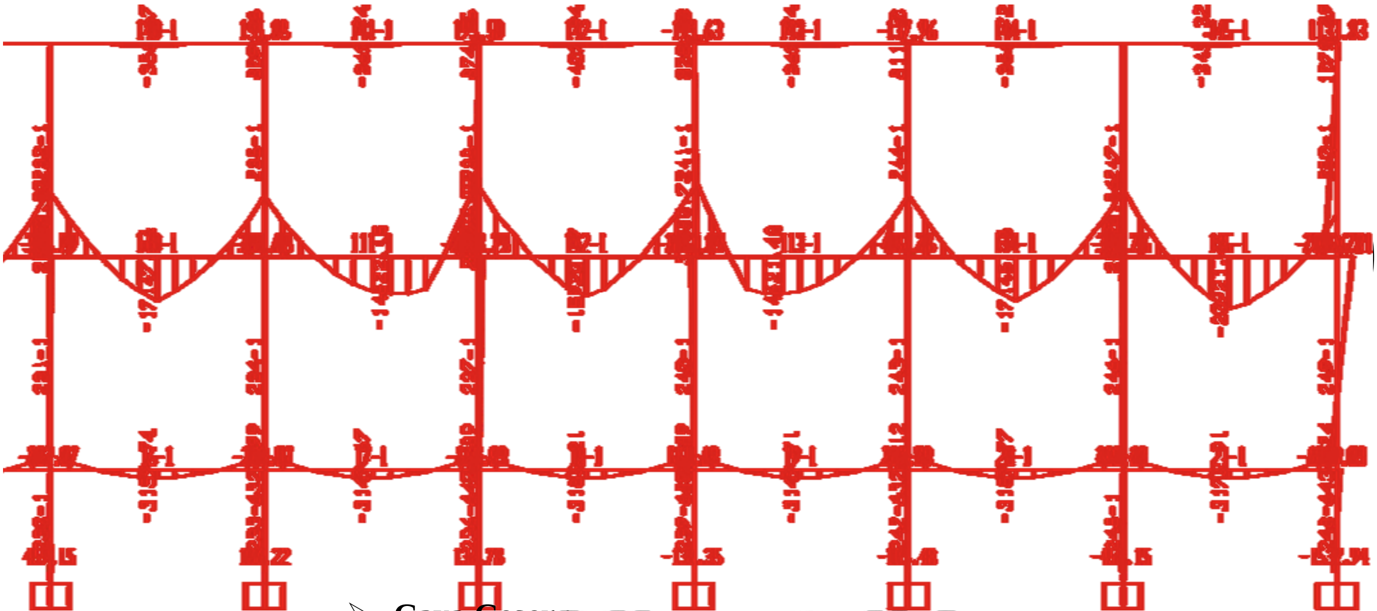
perpustakaan.uns.ac.id

digilib.uns.ac.id

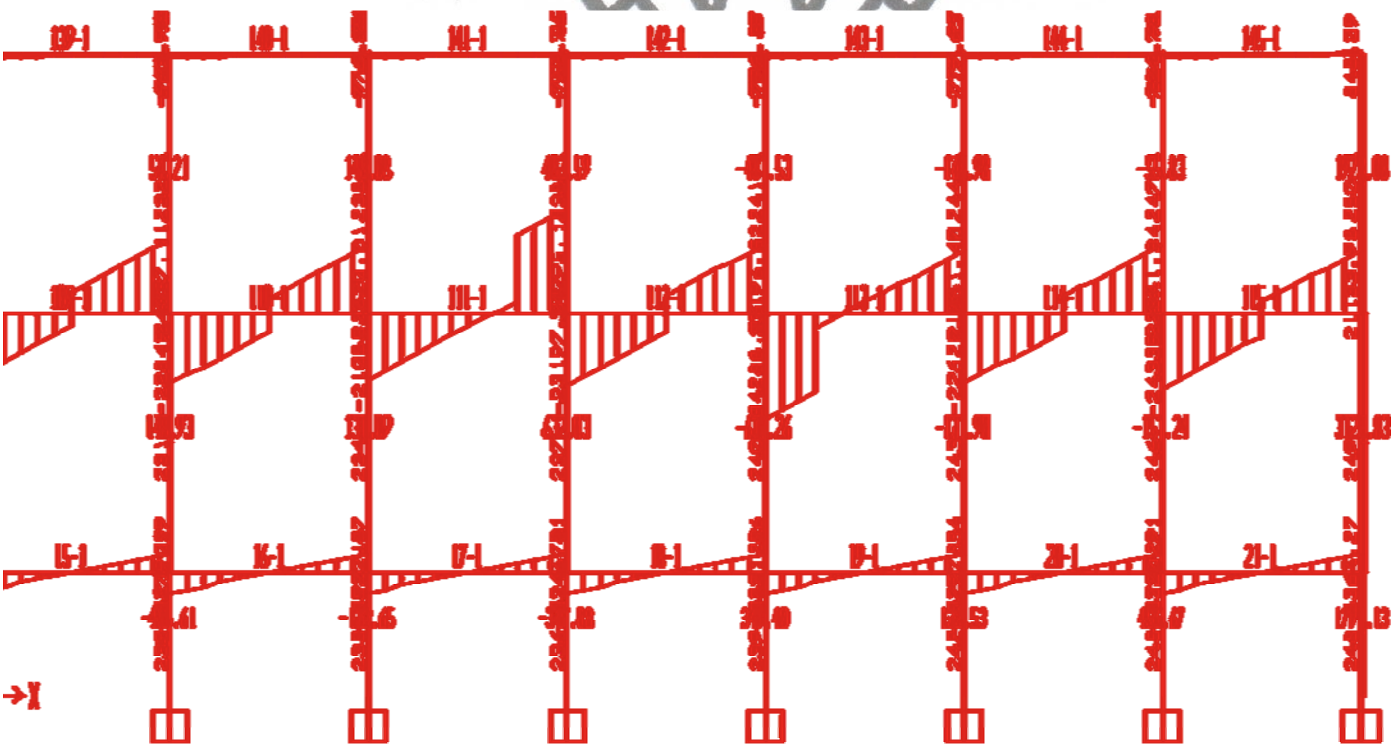
b. Penulangan balok portal Memanjang (40/90)

Untuk pehitungan tulangan lentur dan tulangan geser balok, diambil momen terbesar dari perhitungan dengan SAP 2000.

- Gaya Momen :



- **Gaya Geser :**



Data perencanaan :

h	= 900 mm	$Ø_t$	= 22 mm
b	= 400 mm	$Ø_s$	= 10 mm
p	= 40 mm	fy	= 350 MPa
f'c	= 30 MPa		

d $= h - p - ½ . Ø_t - Ø_s$

$= 900 – 40 - ½ . 22 - 10$

$= 839$ mm

$$\rho b = \frac{0{,}85.f'c.\beta}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$= \frac{0{,}85.30}{360}0{,}85\left(\frac{600}{600+360}\right)$$

$$= 0{,}038$$

$$\rho_{\,max} = 0{,}75 . \rho b$$

$$= 0{,}75 . 0{,}038$$

$$= 0{,}0285$$

$$\rho_{\,min} = \frac{1{,}4}{fy} = \frac{1{,}4}{360} = 0{,}00389$$

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu $= 20921{,}48$ kgm $= 20{,}921.\ 10^7$ Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{20{,}921.10^7}{0{,}8} = 26{,}151.10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{41{,}079.10^7}{400.839^2} = 0{,}9$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$$

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

$$= \frac{1}{14{,}12}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.14{,}12.0{,}9}{360}}\right)$$

$= 0{,}0025$

$\rho < \rho_{min}$

$\rho < \rho_{max} \rightarrow$ dipakai $\rho_{min} = 0{,}00389$

Digunakan $\rho = 0{,}00389$

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

$= 0{,}00389 \cdot 400 \cdot 839$

$= 1305{,}48\ mm^2$

Digunakan tulangan D 22

$$n = \frac{As\ perlu}{\frac{1}{4}\pi.22^2} = \frac{1305{,}48}{379{,}94} = 3{,}44 \approx 4 \text{ tulangan}$$

As' $= 4 \times 379{,}94 = 1519{,}76\ mm^2$

As' $>$ As…………………..aman!!

$$a = \frac{As\ ada \cdot fy}{0{,}85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{1519{,}76 \cdot 360}{0{,}85 \cdot 30 \cdot 400} = 53{,}64$$

Mn ada $=$ As ada . fy (d – a/2)

$= 1519{,}76.\ 360\ (839 – 53{,}64/2)$

$= 44{,}435.10^7$ Nmm

Mn ada > Mn $\approx 44{,}435.10^7$ Nmm $> 26{,}151.10^7$ Nmm $\rightarrow$ Aman..!!

$$\text{Cek jarak} = \frac{b - 2p - 2\phi s - n\phi t}{(n-1)}$$

$$= \frac{350 - 2.40 - 2.10 - 4.22}{(4-1)}$$

$= 54$ mm > 25mm…….ok !

Jadi dipakai tulangan 4 D 22 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu = 26524,55 kgm = 26,525 . 10^7 Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{26{,}525.10^7}{0{,}8} = 33{,}156{,}1 \,.\, 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b\,.\,d^2} = \frac{33{,}156\ .10^7}{400\,.\,839^2} = 1{,}18$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$$

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

$$= \frac{1}{16{,}471}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.14{,}12.1{,}18}{360}}\right)$$

$= 0{,}00335$

$\rho < \rho_{min}$

$\rho < \rho_{max} \rightarrow$ dipakai $\rho_{min} = 0{,}00389$

As perlu = ρ . b . d

= 0,00389. 400 . 839

= 1305,48 mm^2

Digunakan tulangan D 22

$$n = \frac{As\ perlu}{\frac{1}{4}\pi.22^2} = \frac{1305{,}48}{379{,}94} = 3{,}44 \approx 4 \text{ tulangan}$$

As' = 4 × 379,94 = 1519,76 mm^2

As' > As………………….aman (Ok !)

$$a = \frac{As\ ada\,.\,fy}{0{,}85\,.\,f'c\,.\,b} = \frac{1519{,}76\ .360}{0{,}85\,.\,30\,.\,400} = 53{,}64$$

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

= 1519,76. 360 (839 – 53,64/2)

= 44,435.10^7 Nmm commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Mn ada > Mn $\approx$ 44,435.10^7 Nmm > 33,156,1 . 10^7 Nmm $\rightarrow$ Aman..!!

Cek jarak $= \dfrac{b - 2p - 2\phi s - \phi t}{(n-1)}$

$= \dfrac{400 - 2.40 - 2.10 - 4.22}{(4-1)}$

= 70,67 mm > 25 mm

Karena cek jarak menghasilkan >25 mm, sehingga menggunakan tulangan satu lapis,

Jadi dipakai tulangan 4 D 22 mm

Perhitungan Tulangan Geser

Dari perhitungan **SAP 2000** Diperoleh :

Vu = 34295,15 kg = 342951,5 N

f'c = 30 Mpa

fy = 240 Mpa

d = h – p – ½ Ø

= 900 – 40 – ½ (10)

= 855 mm

V = 1/ 6 . $\sqrt{f'c}$ .b .d

= 1/ 6 . $\sqrt{30}$. 400 . 855

= 312201,86 N

Ø Vc = 0,6. 312201,86 N

= 197321,11 N

3 Ø Vc = 3 . 197321,11 N

= 561963,34 N

Ø Vc < Vu < 3 Ø Vc

197321,11 N < 342951,5 N <561963,34 N

$\rightarrow$ ***Syarat tulangan geser : Ø Vc < Vu < 3Ø Vc***

Jadi diperlukan tulangan geser

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$$\varnothing \text{ Vs} = \text{Vu} - \varnothing \text{ Vc}$$

$$= 342951{,}5 \text{ N} - 197321{,}11 \text{ N}$$

$$= 145630{,}39 \text{ N}$$

$$\text{Vs perlu} = \frac{\phi Vs}{0{,}6} = \frac{145630{,}39}{0{,}6} = 242717{,}32 \text{ N}$$

$$\text{Av} = 2 \cdot \tfrac{1}{4}\, \pi\, (10)^2$$

$$= 2 \cdot \tfrac{1}{4} \cdot 3{,}14 \cdot 10^2 = 157 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{\text{Av.fy.d}}{\text{Vs perlu}} = \frac{157.240.855}{242717{,}32} = 132{,}73 \text{ mm} \approx 100 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan Ø 10 – 100 mm

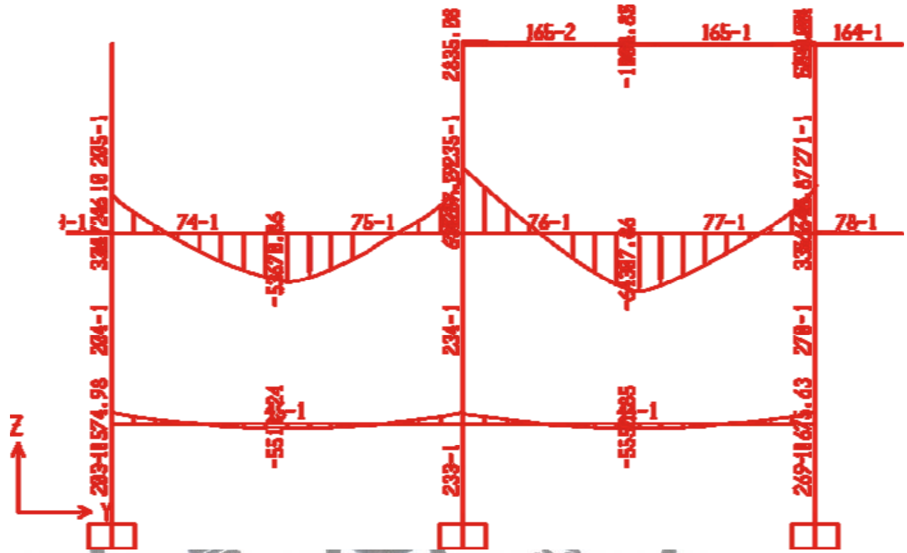
commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

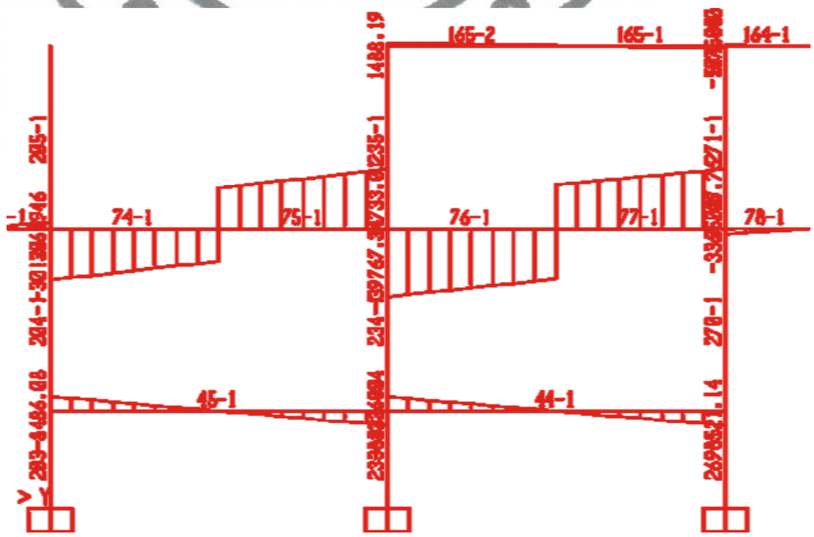
7.5.4. Perhitungan Penulangan Sloof

Untuk pehitungan tulangan lentur dan tulangan geser balok, diambil momen terbesar dari perhitungan dengan SAP 2000.

- **Gaya Momen :**



- **Gaya Geser :**



Data perencanaan :

h	=400 mm	$Ø_t$	= 22 mm
b	= 350 mm	$Ø_s$	= 10 mm
p	= 40 mm	fy	= 360 MPa
f'c	= 30 MPa	fy_s	= 240 MPa

commit to user

$d = h - p - ½ . Ø_t - Ø_s$

$= 400 – 40 - ½ . 22 - 10$

$= 339$ mm

$$\rho b = \frac{0{,}85.f'c.\beta}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$= \frac{0{,}85.30}{360}0{,}85\left(\frac{600}{600+360}\right)$$

$= 0{,}038$

$\rho_{max} = 0{,}75 . \rho b$

$= 0{,}75 . 0{,}038$

$= 0{,}0285$

$$\rho_{min} = \frac{1{,}4}{fy} = \frac{1{,}4}{360} = 0{,}00389$$

Daerah Lapangan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu $= 5550{,}85$ kgm $= 5{,}551. 10^7$ Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{5{,}551.10^7}{0{,}8} = 6{,}938.10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{6{,}938.10^7}{350.339^2} = 1{,}73$$

$$m = \frac{fy}{0{,}85.f'c} = \frac{360}{0{,}85.30} = 14{,}12$$

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

$$= \frac{1}{14{,}12}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.14{,}12.1{,}73}{360}}\right)$$

$= 0{,}00498$

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$\rho > \rho_{min}$

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

Digunakan $\rho = 0{,}00498$

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

$= 0{,}00498 . 350 . 339$

$= 590{,}877\ mm^2$

Digunakan tulangan D 22

$$n = \frac{As\ perlu}{\frac{1}{4}\pi.22^2} = \frac{590{,}877}{379{,}94} = 1{,}5 \approx 2 \text{ tulangan}$$

As' $= 2 \times 379{,}94 = 795{,}88\ mm^2$

As' $>$ As………………….aman!!

$$a = \frac{As\ \ ada\ .\ fy}{0{,}85\ .\ f'c\ .\ b} = \frac{795{,}88\ .\ 360}{0{,}85\ .\ 30\ .\ 350} = 30{,}65$$

Mn ada $=$ As ada . fy (d – a/2)

$= 795{,}88.\ 360\ (339 – 30{,}65/2)$

$= 9{,}2738.10^7$ Nmm

Mn ada > Mn $\approx 9{,}2738.10^7$ Nmm $>$ $6{,}938.10^7$ Nmm $\rightarrow$ Aman..!!

$$\text{Cek jarak} = \frac{b - 2\ p - 2\phi s - n\phi t}{(n - 1)}$$

$$= \frac{350 - 2.40 - 2.10 - 2.22}{(1\text{-}1)}$$

$= 206$ mm > 25mm…….ok !

Jadi dipakai tulangan 2 D 22 mm

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id

digilib.uns.ac.id

Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh :

Mu = 11675,63 kgm = 11,675 . 10^7 Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{11,675.10^7}{0,8} = 14,59 . 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{14,59 .10^7}{350.339^2} = 3,63$$

$$m = \frac{fy}{0,85.f'c} = \frac{360}{0,85.30} = 14,12$$

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

$$= \frac{1}{16,471}\left(1-\sqrt{1-\frac{2.14,12.3,63}{360}}\right)$$

$$= 0,0109$$

$\rho > \rho_{min}$

$\rho < \rho_{max} \rightarrow$ dipakai ρ=0,0109

As perlu $= \rho . b . d$

$= 0,0109. 350 . 339$

$= 1293,29 \text{ mm}^2$

Digunakan tulangan D 22

$$n = \frac{As\ perlu}{\frac{1}{4}\pi.22^2} = \frac{1293,2}{379,94} = 3,4 \approx 4 \text{ tulangan}$$

As' $= 4 \times 379,94 = 1519,76 \text{ mm}^2$

As' > As………………….aman (Ok !)

$$a = \frac{As\ ada . fy}{0,85 . f'c . b} = \frac{1519,76 . 360}{0,85 . 30 . 350} = 61,30$$

Mn ada = As ada . fy (d – a/2)

= 1519,76. 360 (339 – 61,30/2)

= 16,870.10^7 Nmm

commit to user

Mn ada > Mn $\approx$ 16,870.10^7 Nmm > 14,59 . 10^7 Nmm $\rightarrow$ Aman..!!

Cek jarak $= \dfrac{b - 2p - 2\phi s - \phi t}{(n-1)}$

$= \dfrac{350 - 2.40 - 2.10 - 4.22}{(4-1)}$

= 54 mm > 25 mm

Karena cek jarak menghasilkan >25 mm, sehingga menggunakan tulangan satu lapis,

Jadi dipakai tulangan 4 D 22 mm

Perhitungan Tulangan Geser

Dari perhitungan **SAP 2000** Diperoleh :

Vu = 8521,14 kg = 85211,4 N

f'c = 30 MPa

fy = 240 MPa

d = h – p – ½ Ø

= 400 – 40 – ½ (10)

= 355 mm

V $= 1/6 . \sqrt{f'c} .b .d$

$= 1/6 . \sqrt{30} . 350 . 355$

= 113424,21 N

Ø Vc = 0,6. 113424,21 N

= 68054,53 N

3 Ø Vc = 3 . 68054,53 N

= 204163,58 N

Ø Vc < Vu < 3 Ø Vc

68054,53 N < 85211,4 N < 204163,58 N

$\rightarrow$ ***Syarat tulangan geser : Ø Vc < Vu < 3Ø Vc***

Jadi diperlukan tulangan geser

$\varnothing$ Vs $= Vu - \varnothing Vc$

$= 85211{,}4 \text{ N} - 68054{,}53 \text{ N}$

$= 17156{,}87 \text{ N}$

Vs perlu $= \dfrac{\phi Vs}{0{,}6} = \dfrac{17156{,}87}{0{,}6} = 28594{,}783 \text{ N}$

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

$= 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3{,}14 \cdot 10^2 = 157 \text{ mm}^2$

s $= \dfrac{Av \cdot fy \cdot d}{Vs\ perlu} = \dfrac{157.240.355}{28594{,}78} = 467{,}791 \text{ mm}$

$s_{max} = d/2 = 355/2 = 177{,}5 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm}$

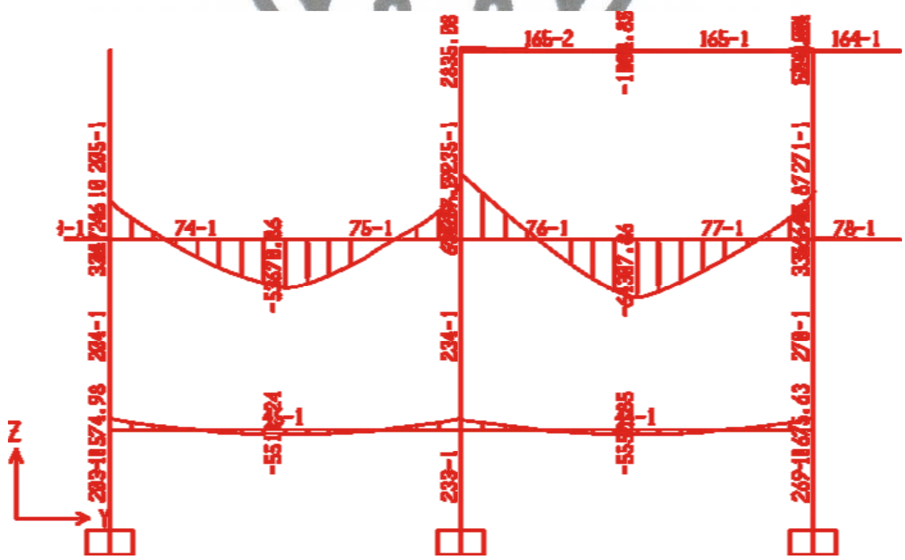
Jadi dipakai sengkang dengan tulangan Ø 10 – 150 mm

7.6. Perhitungan Penulangan Kolom

7.6.1. Perhitungan Penulangan Kolom Tipe 1 (60/60)

Untuk contoh pehitungan tulangan lentur kolom diambil momen terbesar dari perhitungan dengan SAP 2000.

➢ **Gaya Momen Kolom tipe 1 batang 234**



Data perencanaan :

b	= 600 mm	Ø tulangan	= 22 mm
h	= 600 mm	Ø sengkang	= 10 mm
f'c	= 30 MPa	s (tebal selimut)	= 40 mm

Perhitungan Tulangan Lentur Kolom

Pu = 150488,41 kg = 1504884,1 N

Mu = 2250,73 kgm = $2,250.10^7$ Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{2,250.10^7}{0,8} = 2,8125.\ 10^7 \text{ Nmm}$$

d = h – s – ½ Ø t – Ø s
= 600 – 40 – ½ .22 – 10
= 539 mm

d' = h – d
= 600 – 539
= 61 mm

$$e = \frac{Mu}{Pu} = \frac{2,250.10^7}{1,504884\ .10^6} = 14,95 \text{ mm}$$

e min = 0,1. h
= 0,1. 600
= 60 mm

$$cb = \frac{600}{600 + fy} d$$

$$= \frac{600}{600 + 360} .539$$

= 336,875

ab = β_1 . cb
= 0,85 . 336,875
= 286,344

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Pn_b = 0,85 . f'c . ab . b

= 0,85. 30. 286,344. 600

= 4381059,375N

$Pn_{perlu} = \frac{Pu}{\phi}$ 0,1 × f'c × Ag = 0,1 × 30 × 600 × 600 = 1080000N

→ karena Pu = 1504884,1 N > 0,1 × f'c × Ag , maka Ø = 0,65

$$Pn_{perlu} = \frac{Pu}{\phi} = \frac{1504884{,}1}{0{,}65} = 2315206{,}3\ \mathrm{N}$$

$Pn_{perlu} < Pn_b$ → analisis keruntuhan tarik

$$a = \frac{Pnperlu}{0{,}85.fc.b} = \frac{2315206{,}3}{0{,}85.30.600} = 151{,}320$$

$$As = \frac{Pnperlu(\frac{h}{2} - e - \frac{a}{2})}{fy(d-d')} = \frac{2315206{,}3\ (\frac{600}{2} - 60 - \frac{151{,}320}{2})}{360.(539-61)} = 2211{,}07\ \mathrm{mm}$$

As_t = 1 % Ag = 0,01 . 600. 600 =3600 m

Menghitung jumlah tulangan :

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4}.\pi.(D)^2} = \frac{2211{,}07}{\frac{1}{4}.\pi.(22)^2} = 5{,}89 \approx 7 \text{ tulangan}$$

As ada = 7 . ¼ . π . 22^2

= 2659,58 mm^2 > 2480,16 mm^2

As ada > As perlu………….. Ok!

Jadi dipakai tulangan 7 D 22

commit to user

Perhitungan Tulangan Geser Kolom

Dari perhitungan **SAP 2000** Diperoleh :

Vu = 1818,76 kg = 18187,6 N

f'c = 30 MPa

fy = 240 MPa

d = h – p – ½ Ø

= 600 – 40 – ½ (10)

= 555 mm

Vc = 1/6 . $\sqrt{f'c}$. b . d

= 1/6 . $\sqrt{30}$. 600 . 555

= 303986,12 N

Ø Vc = 0,6 . Vc

= 0,6 . 303986,12 N

= 182391,61 N

3 Ø Vc = 3 . Ø Vc

= 3 . 182391,61 N

= 547174,834 N

Vu < Ø Vc < 3 Ø Vc

18187,6 N < 182391,61 N < 547174,834 N

tidak perlu tulangan geser

s_{max} = d/2 = 555/2 = 277,5 mm ≈ 250 mm

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan **Ø 10 – 250 mm**

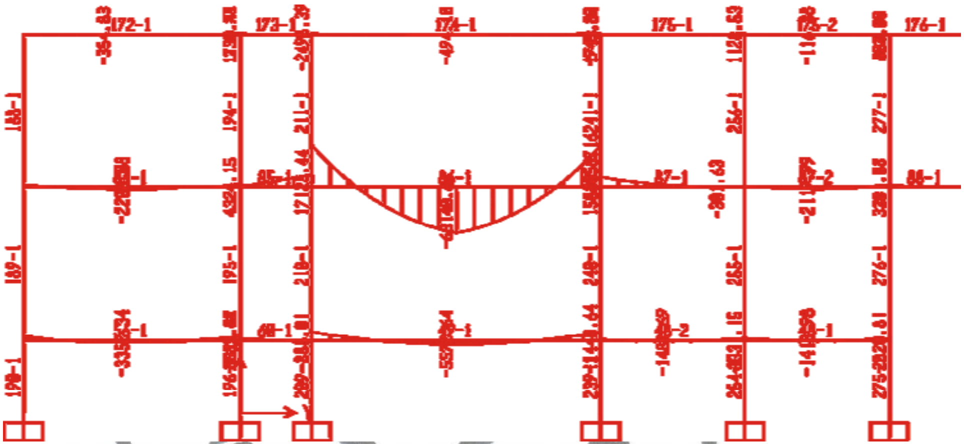
commit to user

perpustakaan.uns.ac.id
digilib.uns.ac.id

7.6.2. Perhitungan Penulangan Kolom Tipe 2 (50/50)

Untuk contoh pehitungan tulangan lentur kolom diambil momen terbesar dari perhitungan dengan SAP 2000.

- **Gaya Momen Kolom tipe 2 batang 195**



Data perencanaan :

b	= 500 mm	Ø tulangan	= 19 mm
h	= 500 mm	Ø sengkang	= 10 mm
f'c	= 30 MPa	s (tebal selimut)	= 40 mm

Perhitungan Tulangan Lentur Kolom

Pu = 83462,63 kg = 834626,3 N

Mu = 1245,188 = $1,245.10^7$ Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{1,245.10^7}{0,8} = 1,556.\ 10^7 \text{ Nmm}$$

d = h – s – ½ Ø t – Ø s
= 500 – 40 – ½ .19 – 10
= 440,5 mm

d' = h – d
= 500 – 440,5
= 59,5 mm

commit to user

$$e = \frac{Mu}{Pu} = \frac{1,245.10^7}{834626,3} = 14,92 \text{ mm}$$

e min = 0,1. h

= 0,1. 500

= 50 mm

$$cb = \frac{600}{600+fy} d$$

$$= \frac{600}{600+360} . 440,5$$

= 275,312

ab = β_1 . cb

= 0,85 . 275,312

= 234,015

Pn_b = 0,85 . f'c . ab . b

= 0,85. 30. 234,015. 500

= 2983691,25 N

$Pn_{perlu} = \frac{Pu}{\phi}$ 0,1 × f'c × Ag = 0,1 × 30 × 500 × 500 = 750000 N

→ karena Pu = 834626,3 N > 0,1 × f'c × Ag , maka Ø = 0,65

$$Pn_{perlu} = \frac{Pu}{\phi} = \frac{834626,3}{0,65} = 1284040,46 \text{ N}$$

$Pn_{perlu} < Pn_b$ → analisis keruntuhan tarik

$$a = \frac{Pnperlu}{0,85. fc.b} = \frac{1284040,46}{0,85.30.500} = 100,71$$

$$As = \frac{Pnperlu(\frac{h}{2} - e - \frac{a}{2})}{fy(d - d')} = \frac{1284040,46\ (\frac{500}{2} - 50 - \frac{100,71}{2})}{360.(440,5 - 59,5)} = 932,839 \text{ mm}$$

As_t = 1 % Ag = 0,01 . 500. 500 =2500 m

Menghitung jumlah tulangan :

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4}.\pi.(D)^2} = \frac{932,839}{\frac{1}{4}.\pi.(19)^2} = 3,3 \approx 4 \text{ tulangan}$$

commit to user

As ada $= 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 19^2$

$= 1133{,}54 \text{ mm}^2 > 932{,}839 \text{ mm}^2$

As ada > As perlu………….. Ok!

Jadi dipakai tulangan 4 D 19

Perhitungan Tulangan Geser Kolom

Dari perhitungan **SAP 2000** Diperoleh :

Vu = 2098,73 kg = 20987,3 N

f'c = 30 Mpa

fy = 240 Mpa

d = h – p – ½ Ø

= 500 – 40 – ½ (10)

= 455 mm

Vc $= 1/6 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$

$= 1/6 \cdot \sqrt{30} \cdot 500 \cdot 455$

= 207678,13 N

Ø Vc = 0,6 . Vc

= 0,6 . 207678,13 N

= 124606,88 N

3 Ø Vc = 3 . Ø Vc

= 3 . 124606,88 N

= 373820,645 N

Vu < Ø Vc < 3 Ø Vc

20987,3 N < 124606,88 N < 373820,645 N

tidak perlu tulangan geser

s_{max} = d/2 = 455/2 = 227,5 mm ≈ 200 mm

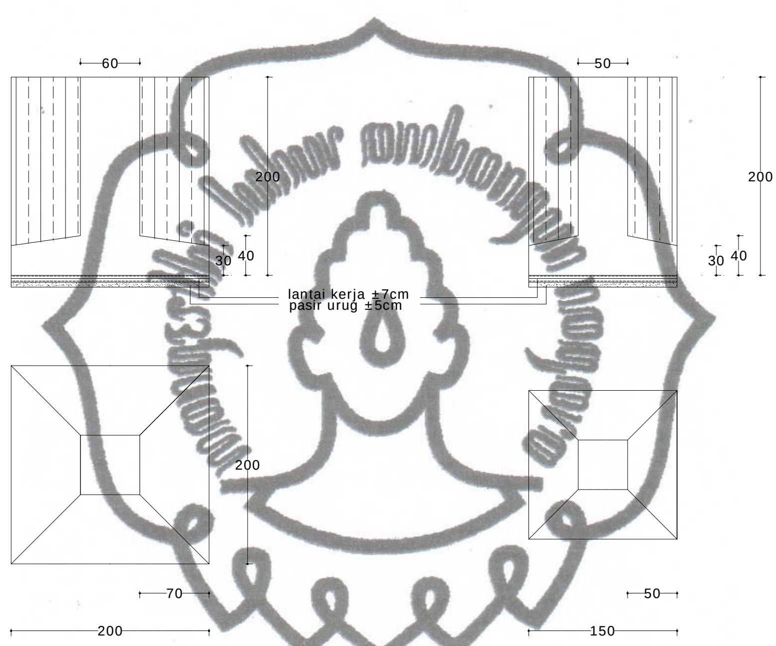
Jadi dipakai sengkang dengan tulangan **Ø 10 – 200 mm**

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

BAB 8
PERENCANAAN PONDASI

8.1. Data Perencanaan



Gambar 8.1. Perencanaan Pondasi

Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 2,0 m

- $f'c$ = 30 MPa
- fy = 260 MPa
- fys = 240 MPa
- σtanah = 5,0 kg/cm^2 = 50000 kg/m^2
- γ tanah = 1,7 t/m^3 = 1700 kg/m^3
- γ beton = 2,4 t/m^2

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Dari perhitungan **SAP 2000** pada Frame **233** diperoleh :

Pondasi Tipe 1 (200/200)

- Pu = 150488,409 kg
- Mu = 2250,73 kgm
- d = h – p – ½ ∅tl
  = 400 – 50 – 9,5
  = 340,5 mm

Pondasi Tipe 2 (150/150)

- Pu = 26489,56 kg
- Mu = 1245,188 kgm
- d = h – p – ½ ∅tl
  = 400 – 50 – 9,5
  = 340,5 mm

8.2. Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi Tipe 1 (200/200)

8.2.1. Perhitungan Kapasitas Dukung Pondasi

➢ Pembebanan pondasi

Berat telapak pondasi	= 2,00 × 2,00 × 0,40 × 2400	= 3840	kg
Berat kolom pondasi	= 0,6 × 0,6 × 2,0 × 2400	= 860	kg
Berat tanah	= 2 (0,70 × 2,0 × 2,0) × 1700	= 9520	kg
Pu		= 150488,409	kg
	V total	= 168308,409	kg

$$e = \frac{\sum Mu}{\sum V} = \frac{2250,73}{184308,409}$$

= 0,0133 kg < 1/6. B

= 0,0133 kg < 1/6. 2

= 0,0133 kg < 0,33

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$$\sigma_{\text{ yang terjadi}} = \frac{Vtot}{A} \pm \frac{Mtot}{\frac{1}{6}.b.L^2}$$

$$\sigma_{\text{ yang terjadi}} = \frac{Vtot}{A} + \frac{Mtot}{\frac{1}{6}.b.L^2}$$

$$= \frac{168308,409}{2,0.2,0} + \frac{2250,73}{\frac{1}{6}.2,0.(2,0)^2}$$

$$= 43765,149 \;\; kg/m^2 < 50000 \;\; kg/m^2$$

$$\sigma_{\text{ yang terjadi}} = \frac{Vtot}{A} - \frac{Mtot}{\frac{1}{6}.b.L^2}$$

$$= \frac{168308,409}{2,0.2,0} - \frac{2250,73}{\frac{1}{6}.2,0.(2,0)^2}$$

$$= 40389,055 \;\; kg/m^2 < 50000 \;\; kg/m^2$$

$= \sigma_{\text{tanah yang terjadi}} < \sigma$ ijin tanah…...............Ok!

8.2.2. Perhitungan Tulangan Lentur

$$Mu = ½ . qu . t^2 = ½ . 43765,149 \;. (0,7)^2$$

$$= 10722,46 \;\; kgm = 10,722.10^7 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{10,477.10^7}{0,8} = 13,402.10^7 \text{ Nmm}$$

$$m = \frac{fy}{0,85.f'c} = \frac{360}{0,85.30} = 14,12$$

$$\rho b = \frac{0,85.f'c.\beta}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$= \frac{0,85.30}{360}0,85\left(\frac{600}{600+360}\right)$$

$$= 0,038$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho b$

$= 0,75 \cdot 0,038$

$= 0,0285$

$\rho_{min} = \dfrac{1,4}{fy} = \dfrac{1,4}{360} = 0,00389$

$Rn = \dfrac{Mn}{b \cdot d^2} = \dfrac{13,402.10^7}{2000\,(340,5)^2} = 0,57$

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

$= \dfrac{1}{14,12}\left(1 - \sqrt{1 - \dfrac{2.14,12.0,57}{360}}\right)$

$= 0,00157$

$\rho < \rho_{min}$

$\rho < \rho_{max} \rightarrow$ dipakai $\rho_{min} = 0,00389$

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

$= 0,00389 \cdot 2000 \cdot 340,5$

$= 2649,09\ mm^2$

Digunakan tul D 19 $= ¼ \cdot \pi \cdot d^2$

$= ¼ \cdot 3,14 \cdot (19)^2$

$= 283,39\ mm^2$

Jumlah tulangan (n) $= \dfrac{2649,39}{283,39} = 9,3 \approx 10$ buah

Jarak tulangan $= \dfrac{2000}{10} = 200$ mm

Sehingga dipakai tulangan **D 19 - 200 mm**

As yang timbul $=10 \times 283,39 = 2833,9 >$ As………..ok!

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

8.2.3. Perhitungan Tulangan Geser

Vu $= \sigma \times A_{efektif}$

$= 43765{,}149 \times (0{,}40 \times 2)$

$= 35012{,}119$ N

Vc $= 1/6 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$

$= 1/6 \cdot \sqrt{30} \cdot 2000 \cdot 340{,}5$

$= 621665{,}10$ N

$\varnothing$ Vc $= 0{,}6 \cdot$ Vc

$= 0{,}6 \cdot 621665{,}10$ N

$= 372999{,}06$ N

$3\varnothing$ Vc $= 3 \cdot \varnothing$ Vc

$= 3 \cdot 350000$

$= 1118997{,}18$ N

Vu < $\varnothing$ Vc < 3 Ø Vc

35012,119 N < 372999,06 N < 1118997,18 N Tidak perlu tulangan geser

Dipasang Tulangan geser minimum **Ø 10 – 200 mm**

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

8.3. Perencanaan Kapasitas Dukung Pondasi Tipe 2 (150/150)

Pondasi Tipe 2 (150/150)

- Pu = 83462,63kg
- Mu = 1245,188 kgm
- d = h – p – ½ ∅tl
  = 400 – 50 – 9,5
  = 340,5 mm

8.3.1 Perhitungan Kapasitas Dukung Pondasi

➢ Pembebanan pondasi

Berat telapak pondasi	= 1,50 × 1,50 × 0,40 × 2400	= 2160	kg
Berat kolom pondasi	= 0,5 × 0,5 × 1,5 × 2400	= 900	kg
Berat tanah	= 2 (0,50 × 1,5 × 1,5) × 1700	= 3825	kg
Pu		= 83462,63	kg
	V total	= 90347,63	kg

$$e = \frac{\sum Mu}{\sum V} = \frac{1245,188}{90347,63}$$

= 0,020 kg < 1/6. B

= 0,020 kg < 1/6. 2

= 0,020 kg < 0,33

$$\sigma_{\text{yang terjadi}} = \frac{Vtot}{A} \pm \frac{Mtot}{\frac{1}{6}.b.L^2}$$

$$\sigma_{\text{maksimum}} = \frac{Vtot}{A} + \frac{Mtot}{\frac{1}{6}.b.L^2}$$

$$= \frac{90347,63}{1,5.1,5} + \frac{1245,188}{\frac{1}{6}.1,5.(1,5)^2}$$

$= 40215,99\ \ kg/m^2 < 50000\ \ kg/m^2$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$$\sigma_{\text{minimum}} = \frac{90347,63}{1,5.1,5} - \frac{1245,188}{\frac{1}{6}.1,5.(1,5)^2}$$

$$= 37940,83 \ \text{kg/m}^2 < 50000 \ \text{kg/m}^2$$

$= \sigma_{\text{tanah yang terjadi}} < \sigma$ ijin tanah…...............Ok!

8.3.2 Perhitungan Tulangan Lentur

$$Mu = \tfrac{1}{2} . qu . t^2 = \tfrac{1}{2} . 40215,99 . (0,5)^2$$

$$= 5026,999 \ \text{kgm} = 5,027.10^7 \ \text{Nmm}$$

$$Mn = \frac{5,027.10^7}{0,8} = 6,284.10^7 \ \text{Nmm}$$

$$m = \frac{fy}{0,85.f'c} = \frac{360}{0,85.30} = 14,12$$

$$\rho b = \frac{0,85.f'c.\beta}{fy}\left(\frac{600}{600+fy}\right)$$

$$= \frac{0,85.30}{360} 0,85 \left(\frac{600}{600+360}\right)$$

$$= 0,038$$

$$\rho_{\max} = 0,75 . \rho b$$

$$= 0,75 . 0,038$$

$$= 0,0285$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{360} = 0,00389$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{6,284.10^7}{1500\,(340,5)^2} = 0,36$$

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

$$= \frac{1}{14,12}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2.14,12.0,36}{360}}\right)$$

$$= 0,0010$$

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

$\rho < \rho_{min}$

$\rho < \rho_{max} \rightarrow$ dipakai $\rho_{min} = 0{,}00389$

As perlu $= \rho \,.\, b \,.\, d$

$= 0{,}00389 .\ 1500 \,.\, 340{,}5$

$= 1986{,}82\ mm^2$

Digunakan tul D 19 $= \frac{1}{4} \,.\, \pi \,.\, d^2$

$= \frac{1}{4} \,.\, 3{,}14 \,.\, (19)^2$

$= 283{,}39\ mm^2$

Jumlah tulangan (n) $= \dfrac{1986{,}82}{283{,}39} = 7{,}01 \approx 8$ buah

Jarak tulangan $= \dfrac{1500}{8} = 187{,}5$ mm ≈ 150 mm

Sehingga dipakai tulangan **D 19 - 150 mm**

As yang timbul $= 8 \times 283{,}39 = 2267{,}12 >$ As..........ok!

8.3.3 Perhitungan Tulangan Geser

Vu $= \sigma \times A_{efektif}$

$= 40215{,}99 \times (0{,}40 \times 2)$

$= 32172{,}79$ N

Vc $= 1/6 \,.\, \sqrt{f'c} \,.\, b.\ d$

$= 1/6 \,.\ \sqrt{30} .\ 1500 \,.\, 340{,}5$

$= 466248{,}83$ N

$\varnothing$ Vc $= 0{,}6 \,.\,$ Vc

$= 0{,}6 \,.\, 466248{,}83$ N

$= 279749{,}30$ N

$3\varnothing$ Vc $= 3 \,.\, \varnothing$ Vc

$= 3.\ 279749{,}30$ N

$= 839247{,}89$ N

Vu $< \varnothing$ Vc $< 3\ \varnothing$ Vc

32172,79 N < 279749,30 N < 839247,89 N Tidak perlu tulangan geser

Dipasang Tulangan geser minimum **Ø 10 – 200 mm**

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

BAB 9
RENCANA ANGGARAN BIAYA

9.1. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah tolok ukur dalam perencanaan pembangunan,baik rumah tinggal,ruko,rukan,maupun gedung lainya. Dengan RAB kita dapat mengukur kemampuan materi dan mengetahui jenis-jenis material dalam pembangunan, sehingga biaya yang kita keluarkan lebih terarah dan sesuai dengan yang telah direncanakan.

9.2. Data Perencanaan

Secara umum data yang digunakan untuk perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) adalah sebagai berikut :

a. Analisa pekerjaan : Sesuai SNI 03-2835-2002
b. Harga upah & bahan : Dinas Pekerjaan Umum Kab Seragen 2010
c. Harga satuan : Terlampir

9.3. Perhitungan Volume

9.3.1 Pekerjaan Persiapan

A. Pekerjaan pembersihan lokasi

Volume = panjang x lebar = 60 x 30 = 1800 m^2

B. Pekerjaan pembuatan pagar setinggi 2m

Volume = ∑panjang = 360 m

C. Pekerjaan pembuatan bedeng dan gudang

Volume = panjang x lebar = (3x4) + (3x3) = 21 m^2

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

D. Pekejaan *bouwplank*

Volume = (panjangx2) +(lebarx2) = (46x2) + (28x2) = 148 m^2

9.3.2 Pekerjaan Tanah

A. Galian pondasi batu kali

- Galian Pondasi batu kali

  Volume = (lebar x tinggi) x ∑panjang

  = (1,0 x 08)x 292 = 233,6 m^3

- Galian Pondasi Footplat

  Volume = (panjang xlebar x tinggi) x ∑n

  = {(1,5x1,5 x2,0)x29}+{(2x2x2,0)x6} = 178,5 m^3

- Pondasi tangga

  Volume = (lebar x tinggi) x ∑panjang

  = (1 x 1,8)x3 = 2,4 m^3

B. Urugan Pasir bawah Pondasi dan bawah lantai (t= 5cm)

- Footplat 1 (F1)

  Volume = (panjang xlebar x tinggi) x ∑n

  = (2x2x0,05) x6 = 1,2 m^3

- Footplat 2 (F2)

  Volume = (panjang xlebar x tinggi) x ∑n

  = (1,5x1,5x0,05)x29 = 3,2625 m^3

- Pondasi batu kali

  Volume = (lebar x tinggi) x ∑panjang

  = (1,0 x 0,05)x 386 = 19,3 m^3

- Pondasi tangga

  Volume = (lebar x tinggi) x ∑panjang

  = (1 x 0,05)x 3 = 0,15 m^3

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

- Lantai

  Volume = tinggi x luas lantai

  = 0,05 x 1752 = 87,6 m^2

C. Lantai kerja (t=7cm)

- Footplat 1 (F1)

  Volume = (panjang xlebar x tinggi) x ∑n

  = (2x2x0,07) x 6 = 1,68 m^3

- Footplat 2 (F2)

  Volume = (panjang xlebar x tinggi) x ∑n

  = (1,5x1,5x0,07)x29 = 4,5676 m^3

- Pondasi batu kali

  Volume = (lebar x tinggi) x ∑panjang

  = (1,0 x 0,07)x 386 = 27,02m^3

D. Pasangan pondasi batu kosong (1pc:3psr:10kpr)

Volume = ∑panjang xlebar x tinggi

= 324x1x0,2 = 64,8 m^3

E. Pasangn pondasi batu kali (1pc:3psr:10kpr)

Volume = (1/2.(atas+bawah) . tinggi) x ∑panjang

= (1/2.(0,8+0,3).0,8) x 324 = 311,04 m^3

F. Urugan Tanah Kembali

Volume = V.tanah galian- batukali-lantai kerja- pasir urug-batu kosong

= 615,98 – 172,48– 26,6875 – 19,0625-37,4

= 360,35 m^3

G. Pondasi telapak(*footplat)*

- Footplat 1 (F1)

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Volume = (panjang xlebar x tinggi) x ∑n

= { (2.2.0,4)x 6

= 9,6 m^3

- Footplat 2 (F2)

Volume = (panjang xlebar x tinggi) x ∑n

= (1,5.1,5.0,4)x 29

= 26,1 m^3

- Footplat tangga

Volume = panjang xlebar x tinggi

= (1x3x1,25)

= 3,75 m^3

9.3.3 Pekerjaan Beton

A. Beton *Sloof*

Volume = (panjang xlebar) x ∑panjang

= (0,35x0,4)x254 = 35,56 m^3

B. Balok B_1 40/90

Volume = (tinggi xlebar x∑ panjang)

= (0,40x(0,9-0,12)x126) = 39,32 m^3

C. Balok B_2 40/70

Volume = (tinggi xlebar x ∑panjang)

= (0,4x(0,7-0,12)x160) = 37,12 m^3

D. Balok B_3 25/35

Volume = (tinggi xlebar x ∑panjang)

= (0,25x(0,35-0,12)x40) = 2,3 m^3

E. Balok B_{a1} 30/40

Volume = (tinggi xlebar) x∑panjang

= (0,3x(0,4-0,12)x192) = 16,13 m^3

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

F. Balok B_{a2} 35/50

Volume = (tinggi xlebar) x∑panjang

= (0,35x(0,5-0,12)x84)= 11,18 m^3

- Kolom 60/60

  Volume = (panjang xlebarx tinggi) x ∑n

  = (0,6x0,6)x10,5)x 6 = 22,68 m^3

- Kolom 50/50

  Volume = (panjang xlebar) x ∑panjang

  = (0,5x0,5x10,5)x 29 = 76,125 m^3

G. Ringbalk 25/35

Volume = (tinggi xlebar)x ∑panjang

= (0,25x0,35) x 222= 19,425 m^3

H. Plat lantai (t=12cm)

Volume = luas lantai 2x tebal

= 876 x0,12 = 105,12 m^3

I. Tangga

Volume = ((luas plat tangga x tebal)x 2) + plat bordes

= (12,6 x 0,12) x2) + (10,8 x 0,15)

= 3,024+1,62 = 4,644 m^3

9.3.4 <u>Pekerjaan pemasangan Bata merah dan Pemlesteran</u>

A. Pasangan dinding bata merah

- Luas jendela = J1+J2+J3+J4

  = 72,8+5,46+2,79+51

  = 132,05 m^2

- Luas Pintu = P1 +P2+P3+P4

  = 20,1+13,9+32

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

= 66 m^2

Luasan dinding bata merah

= (tinggi x ∑panjang)–(L.pintu+ l.jendela)

= (4,25 x424) – (66 +132,05)

= 1603,95 m^2

B. Pemlesteran

Luas plesteran = Luasan dinding bata merah x 2 sisi

= 1603,95 x 2

= 3207 m^2

9.3.5. Pekerjaan Pemasangan Kusen dan Pintu

A. Pemasangan kusen dan Pintu kayu kamper 6/12

Julmlah panjang = J1+J2+J3+J4 +P1+P2+P3

= 388+28,2+19,2+80+34,32+31,2+105

= 685,92 m

Volume = (tinggi x lebar)x ∑panjang

= (0,12 x 0,06) x 685,92 m

= 4,939 m^3

B. Pemasangan daun pintu dan jendela

Luas daun pintu = P1+P2+P3

= 21+13,5+27

= 60,5 m^2

Luas daun jendela = J1+ J2+J3+J4

= 2,6+72,2+5,3+49

= 129,1 m^2

Total luasan = Luas daun pintu+ Luas daun jendela

= 60,5 +129,1 m^2

= 189,6 m^2

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

C. Pasang kaca polos (t=5mm)

P1 = (2,05 x 0,76) x4 = 6,232 m^2

J1 = (1,19 x 0,46) x 16 = 87,586 m^2

J2 = (1,13 x 0,86) x 4 = 3,887 m^2

J3 = (2,75 x 3) x 2 = 17,50 m^2

Volume = luas P1+J2+J3

= 115,21 m^2

D. Pekerjaan Perlengkapan pintu

P1= 4 unit (4 engsel + 4 slot pintu + 4grendel)

P2= 20 unit (40 engsel + 20 slot pintu + 40 grendel)

P3= 12 unit (24 engsel + 12 slot pintu + 12 grendel)

E. Pekerjaan Perlengkapan daun jendela

Tipe j1= 160 unit (320 engsel + 160 grendel)

Tipe j2= 4 unit (8 engsel + 4 grendel)

Tipe j3= 8 unit (16 engsel + 8 grendel)

9.3.6. Pekerjaan Atap

A. Pekerjaan kuda kuda

- Jurai kuda-kuda (doble siku 60.60.6)

$\sum$panjang profil under = 8,66 m

$\sum$panjang profil tarik = 8,48 m

$\sum$panjang profil kaki kuda-kuda = 9,16 m

$\sum$panjang profil sokong = 8,39 m

Panjang total = ($\sum$panjang x 2)xn

= (77,52 x 2)x4 = 620,16 m

- Seperempat kuda-kuda (doble siku 50.50.50)

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

∑panjang profil under = 8,66 m

∑panjang profil tarik = 6 m

∑panjang profil kaki kuda-kuda = 6,92 m

∑panjang profil sokong = 7,03 m

Panjang total = (∑panjang x 2)n

= (86,82 x 2)2 = 347,28 m

- Setengah kuda-kuda (doble siku 50.50.50)

∑panjang profil under = 8,66 m

∑panjang profil tarik = 6 m

∑panjang profil kaki kuda-kuda = 6,92 m

∑panjang profil sokong = 7,03 m

Panjang total = (∑panjang x 2)n

= (86,82 x 2)2 = 347,28 m

- Trapesium (doble siku 80.80.8)

∑panjang profil under = 13,86 m

∑panjang profil tarik = 13,84 m

∑panjang profil kaki kuda-kuda = 12 m

∑panjang profil sokong = 14,06 m

Panjang total = (∑panjangx2) x n

= (97,9 x 2)x2 = 391,6 m

- Kuda-kuda utama (doble siku 80.80.8)

∑panjang profil under = 13,86 m

∑panjang profil tarik = 13,84 m

∑panjang profil kaki kuda-kuda = 12 m

∑panjang profil sokong = 14,06 m

Panjang total = (∑panjangx2)n

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

= (129 x 2)x4 = 1036,48 m

- Gording (200.150.20.3,2)

∑panjang profil gording = (514,99x2)x 18,5 = 19,054,63kg

B. Pekerjaan pasang kaso 5/7dan reng ¾

luas atap = (44 x 21)x2

= 1848 m^2

C. Pekerjaan pasang Listplank

Panjang = 131,99 + 33,5

= 165,49 m

D. Pekerjaan pasang genting

Panjang = 1848 m^2

E. Pasang bubungan genting

Panjang = 84 m

9.3.7. Pekerjaan Asbes / Plafon

A. Pembuatan dan pemasangan rangka plafon

Luas = ((panjang x lebar)+ (panjang x lebar)kanopi

= (44 x20) + (7x7)

= 1858 m^2

B. Pasang plafon

Luas = luas rangka plafon = 1858m^2

9.3.8. Pekerjaan keramik

A. Pasang keramik 40/40

Luas = luas lantai

= (876-16) + (876-16) = 1720 m^2

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

B. Pasang keramik 20/20

Luas = luas lantai

= 153,6 m^2

C. Pasang keramik dinding 20/25

Luas = tinggi dinding keramik x lebar ruang

= (1,5 x 48) + (1,5 x 10) = 87 m^2

9.3.9. Pekerjaan sanitasi

A. Pasang kloset jongkok = 8 unit

B. Pasang bak fiber = 8 unit

C. Pasang wastafel = 16 unit

D. Pasang floordrain = 8 unit

E. Pasang tangki air 550L = 2 unit

9.3.10. Pekerjaan instalasi air

A. Pekerjaan pengeboran titik air

Jumlah = 1 unit

B. Pekerjaan saluran pembuangan

Panjang Pipa = 240 m

C. Pekerjaan saluran air bersih

Panjang Pipa = 88 m

D. Pekerjaan pembuatan septictank dan rembesan

Galian tanah = septictank + rembesan

= (2,35x1,85)x2 + (0,3x1,5x1,25) = 9,2575 m^3

Pemasangan bata merah

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Volume = ∑panjang x tinggi

= 8,4 x 2 = 1,68 m^2

9.3.11. Pekerjaan instalasi Listrik

A. Instalasi stop kontak = 15 unit

B. Titik lampu

- TL 35 watt = 80 unit
- TL 25 watt = 36 unit
- TL 15 watt = 8 unit

C. Instalasi saklar

- Saklar singl = 10 unit
- Saklar double = 25 unit

9.3.12. Pekerjaan pengecatan

A. Pengecatan dinding

Volume = volume pemlesteran

= 3207 m^2

B. Pengecatan menggunakan Cat minyak (pada listplank)

Volume = ∑panjang x lebar papan

= 130 x 0,20 = 26,4 m^2

C. Pengecatan menggunakan melamik (pada kusen)

Luas kusen = ∑panjang x keliling kusen

= 685,92 x 0,36 = 218,132 m^2

Luas daun pintu = 56,8 m^2

Luas daun jendela = 142,50 m^2

total luasan = 243,663 + 56,8 + 142,50

= 443,04 m^2

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

9.4. Perhitungan biaya

Dalam perhitungan ini kami menggunakan program sebagai mempermudah dalam perhitungan dan meminimalisir keselahan dalam pengalian antara jumlah item yang ada dengan harga satuan bahan atau pekerjaan, yang mana data harga satuan tersebut sesuai dengan kondisi pasar pada saat ini, dan diambil dari data daerah sekitar pembangunan Gedung Sekolah SMA JIWA NUSANTARA yang terletak di Kec Sambung macan, Kab Sragen.

Untuk perhitungan selanjutnya kami sajikan dalam bentuk tabel perhitungan secara sederhana.

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

mmit to us

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

mmit to us

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

BAB 10
REKAPITULASI

10.1. Perencanaan atap

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

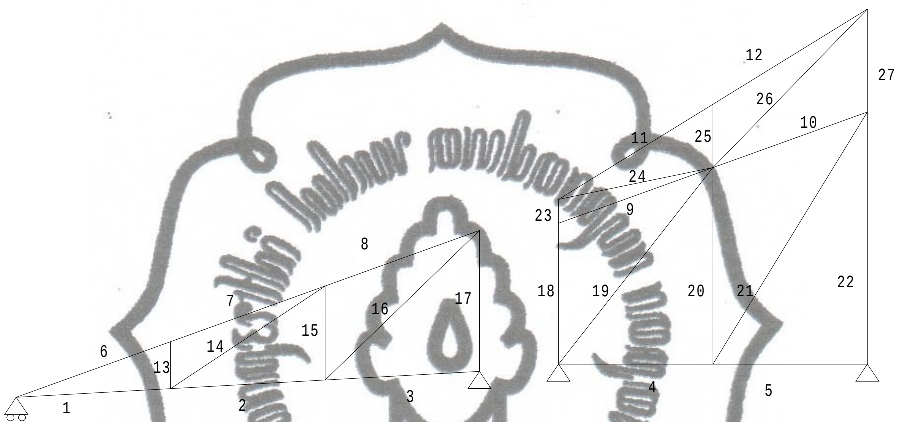
a. Bentuk rangka kuda-kuda : seperti tergambar.
b. Jarak antar kuda-kuda : 6 m
c. Kemiringan atap (α) : 1). Atap jenis 1 = 30^{o}
2). Atap jenis 2 = 45^{o}
d. Bahan gording : baja profil *lip channels in front to front arrangement* ( ][ )
e. Bahan rangka kuda-kuda : baja profil *double* siku sama kaki ($\perp\!\perp$).
f. Bahan penutup atap : genteng.
g. Alat sambung : baut-mur.
h. Jarak antar gording : 1). Atap jenis 1 = 2,31 m
2). Atap jenis 2 = 2,83 m
i. Bentuk atap : limasan.
j. Mutu baja profil : Bj-37
σ_{ijin} = 1600 kg/cm^2
σ_{leleh} = 2400 kg/cm^2 **(SNI 03–1729-2002)**

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

Berikut adalah hasil rekapitulasi profil baja yang direncanakan :

1. Setengah Jurai



Gambar 10.1. Jurai

Tabel 10.1 Rekapitulasi perencanaan profil Jurai

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)	Tebal Pelat Sambung (mm)
1	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
2	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
3	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
4	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
5	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
6	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
7	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
8	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
9	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
10	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
11	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13
12	⊥ 60.60.6	3 ∅ 12,7	13

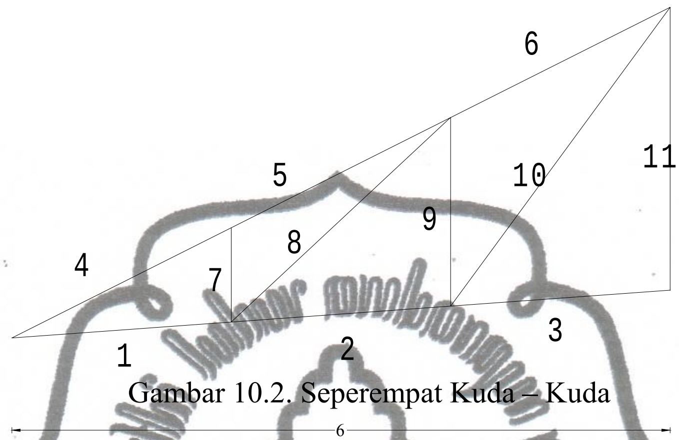
commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

13	**⊥ 60.60.6**	**3 ∅ 12,7**	**13**
14	**⊥ 60.60.6**	**3 ∅ 12,7**	**13**
15	**⊥ 60.60.6**	**3 ∅ 12,7**	**13**
16	**⊥ 60.60.6**	**3 ∅ 12,7**	**13**
17	**⊥ 60.60.6**	**3 ∅ 12,7**	**13**
18	**⊥ 60.60.6**	**3 ∅ 12,7**	**13**
19	**⊥ 60.60.6**	**3 ∅ 12,7**	**13**
20	**⊥ 60.60.6**	**3 ∅ 12,7**	**13**
21	**⊥ 60.60.6**	**3 ∅ 12,7**	**13**
22	**⊥ 60.60.6**	**3 ∅ 12,7**	**13**
23	**⊥ 60.60.6**	**3 ∅ 12,7**	**13**
24	**⊥ 60.60.6**	**3 ∅ 12,7**	**13**
25	**⊥ 60.60.6**	**3 ∅ 12,7**	**13**
26	**⊥ 60.60.6**	**3 ∅ 12,7**	**13**
27	**⊥ 60.60.6**	**3 ∅ 12,7**	**13**

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

2. Seperempat Kuda - Kuda



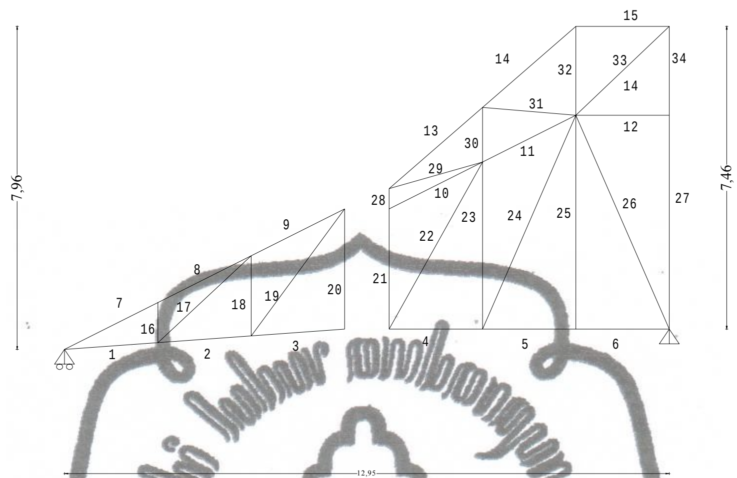
Gambar 10.2. Seperempat Kuda – Kuda

Tabel 10.2 Rekapitulasi perencanaan profil Seperempat Kuda – Kuda

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)	Tebal Pelat Sambung (mm)
1	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
2	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
3	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
4	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
5	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
6	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
7	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
8	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
9	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
10	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13
11	⊥ 50.50.5	2 ∅ 12,7	13

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

3. Setengah kuda-kuda



Gambar 10.3. Setengah Kuda-kuda

Tabel 10.3 Rekapitulasi perencanaan profil Setengah kuda-kud

No. Batang	Profil	Baut	Tebal Pelat Sambung (mm)
1	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
2	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
3	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
4	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
5	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
6	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
7	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
8	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
9	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
10	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
11	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
12	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
13	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13
14	⊥ 50.50.5	2 ∅ 1,27	13

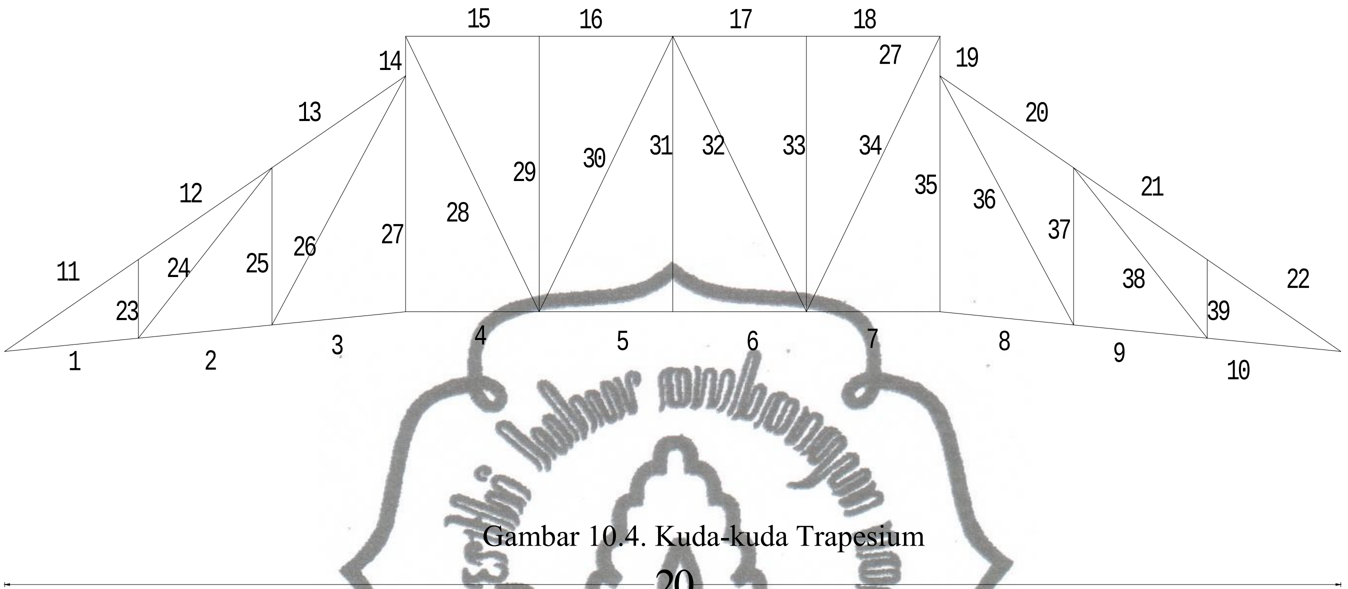
perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

15	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
16	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
17	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
18	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
19	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
20	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
21	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
22	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
23	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
24	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
25	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
26	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
27	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
28	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
29	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
30	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
31	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
32	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
33	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**
34	⊥ **50.50.5**	**2 ∅ 1,27**	**13**

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

4. Kuda-kuda Trapesium



Gambar 10.4. Kuda-kuda Trapesium

Tabel 10.4 Rekapitulasi perencanaan profil kuda-kuda Trapesium

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)	Tebal Pelat Sambung (mm)
1	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
2	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
3	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
4	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
5	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
6	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
7	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
8	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
9	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
10	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
11	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13

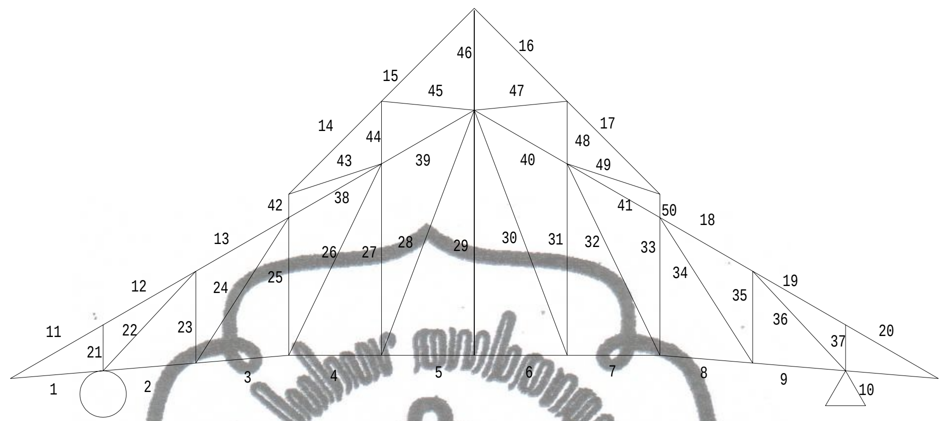
perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

12	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
13	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
14	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
15	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
16	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
17	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
18	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
19	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
20	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
21	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
22	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
23	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
24	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
25	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
26	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
27	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
28	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
29	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
30	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
31	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
32	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
33	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
34	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
35	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
36	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
37	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
38	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13
39	⊥ 80. 80. 8	4 ∅ 19,05	13

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

5. Kuda – Kuda Utama



Gambar 10.5. Kuda – Kuda Utama

Tabel 10.5 Rekapitulasi perencanaan profil kuda-kuda Utama

Nomer Batang	Dimensi Profil	Baut (mm)	Tebal Pelat Sambung (mm)
1	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
2	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
3	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
4	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
5	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
6	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
7	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
8	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
9	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
10	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
11	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
12	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
13	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
14	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

15	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
16	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
17	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
18	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
19	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
20	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
21	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
22	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
23	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
24	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
25	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
26	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
27	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
28	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
29	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
30	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
31	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
32	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
33	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
34	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
35	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
36	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
37	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
38	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
39	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
40	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
41	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13
42	⊥ 80. 80. 8	3 ∅ 19,05	13

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

43	**⊥ 80. 80. 8**	**3 ∅ 19,05**	**13**
44	**⊥ 80. 80. 8**	**3 ∅ 19,05**	**13**
45	**⊥ 80. 80. 8**	**3 ∅ 19,05**	**13**
46	**⊥ 80. 80. 8**	**3 ∅ 19,05**	**13**
47	**⊥ 80. 80. 8**	**3 ∅ 19,05**	**13**
48	**⊥ 80. 80. 8**	**3 ∅ 19,05**	**13**
49	**⊥ 80. 80. 8**	**3 ∅ 19,05**	**13**
50	**⊥ 80. 80. 8**	**3 ∅ 19,05**	**13**

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

10.2 Perencanaan Tangga

Data – data tangga :

Tinggi tangga	= 425 cm
Lebar tangga	= 300 cm
Lebar datar	= 420 cm
Tebal plat tangga	= 15 cm
Tebal plat bordes tangga	= 15 cm
Dimensi bordes	= 180 x 600 cm
lebar antrade	= 30 cm
Tinggi optrade	= 14 cm
Jumlah antrede	= 450 / 30
	= 15 buah
Jumlah optrade	= 15 + 1
	= 16 buah
α = Arc.tg (213/420)	= $26{,}89^0$
	= $27^0 < 35^0$...... OK ☺

10.2.1 Penulangan Tangga

a. penulangan tangga dan bordes

Lapangan = **∅ 12 mm – 150 mm**

Tumpuan = **∅ 12 mm – 100 mm**

b. Penulangan balok bordes

Dimensi balok 20/35

Lentur = **4 D 12 mm**

Geser = **Ø 8 – 100 mm**

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

10.2.2 Pondasi Tangga

Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 1,25 m dan panjang 1,50 m

- Tebal = 250 mm
- Ukuran alas = 1500 x 1250 mm
- γ tanah = 1,7 t/m^3 = 1700 kg/m^3
- σ tanah = 5 kg/cm^2 = 50000 kg/m^2
- Pu = 13119,53 kg
- h = 250 mm
- d = h - p - 1/2 $\varnothing_t$ - $\varnothing_s$
  = 250 – 40 – ½ .12 – 8 = 206 mm
- Penulangan pondasi
  a. Tulangan lentur = **$\varnothing$ 12 - 90 mm**
  b. geser = **$\varnothing$ 8 – 200 mm**

10.3 Perencanaan Plat

Rekapitulasi penulangan plat

Tulangan lapangan arah x **$\varnothing$ 10 – 200 mm**

Tulangan lapangan arah y **$\varnothing$ 10 – 240 mm**

Tulangan tumpuan arah x **$\varnothing$ 10 – 100 mm**

Tulangan tumpuan arah y **$\varnothing$ 10 – 125 mm**

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

10.4. Perencanaan balok anak

10.4.1 Balok Anak as A' (1 – 7) = B' (1 – 7) = F' (1 – 7) = G' (1 – 7)

- Dimensi = **30/40 mm**
- Lapangan = **2 D 16 mm**
- Tumpuan = **2 D 16 mm**
- Geser = **∅ 10 – 150 mm**

10.4.2 Balok Anak as C' (2 – 3) = E"'(2 - 3)

- Dimensi = **25/35 mm**
- Lapangan = **4 D 16 mm**
- Tumpuan = **2 D 16 mm**
- Geser = **∅ 8 – 140 mm**

10.4.3 Balok Anak as C''' (2– 6) = E' (2– 6)

- Dimensi = **25/35 mm**
- Lapangan = **4 D 16 mm**
- Tumpuan = **4 D 16 mm**
- Geser = **∅ 10 – 140 mm**

10.4.4 Balok anak as D'(2-7)

- Dimensi = **25/35 mm**
- Lapangan = **2 D 16 mm**
- Tumpuan = **3 D 16 mm**
- Geser = **∅ 10 – 140 mm**

10.4.5 Balok anak as 1 (A– H)

- Dimensi = **30/40 mm**
- Lapangan = **3D16 mm**
- Tumpuan = **3D16 mm**
- Geser = **∅ 10 – 150 mm**

10.4.6 Balok anak as 3 (A-H)

- Dimensi = **35/50 mm**
- Lapangan = **7 D 22 mm**

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

- Tumpuan = **7 D 22 mm**
- Geser = **∅ 10 – 50 mm**

10.4.7 Balok anak as 5 (A– H)

- Dimensi = **35/50 mm**
- Lapangan = **6D22 mm**
- Tumpuan = **7D22 mm**
- Geser = **∅ 10 – 50 mm**

10.4.8 Balok anak as 3 (A-H)

- Dimensi = **30/40 mm**
- Lapangan = **3 D 16 mm**
- Tumpuan = **4 D 16 mm**
- Geser = **∅ 10 – 150 mm**

10.5 Perencanaan Portal

a. Perencanaan ring balok

- Dimensi 25/35 cm

Lapangan = **2 D 16 mm**

Tumpuan = **2 D 16 mm**

Geser = **Ø 10 – 150 mm**

b. Perencanaan balok portal Kanopi

- Balok portal Kanopi melintang 25/40

Lapangan = **2 D 16 mm**

Tumpuan = **3 D 16 mm**

Geser = **Ø 10 – 150 mm**

- Balok portal memanjang 25/40

Lapangan = **3 D 16 mm**

Tumpuan = **5 D 16 mm**

Geser = **Ø 10 – 150 mm**

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

c. Perencanaan balok portal

- Balok portal melintang 40/70

Lapangan = **9 D 25 mm**

Tumpuan = **10 D 25 mm**

Geser = **Ø 10 – 50 mm**

- Balok portal memanjang 40/90

Lapangan = **4 D 22 mm**

Tumpuan = **4 D 22 mm**

Geser = **Ø 10 – 100 mm**

d. Perencanaan sloof struktur 35/40

Lapangan = **2 D 22 mm**

Tumpuan = **4 D 22 mm**

Geser = **Ø 10 – 150 mm**

10.6 Perencanaan Pondasi Footplat

Perencanaan kolom

- Kolom tipe1 60/60

Tulangan = **7 D 22**

Geser = ∅ **Ø 10 – 250 mm**

- Kolom tipe2 50/50

Tulangan = **4 D 19**

Geser = **Ø 10 – 200 mm**

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

10.7 Perencanaan Pondasi Footplat

Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 2,0 m

- $f'c$ = 30 MPa
- fy = 260 MPa
- fy_s = 240 Mpa
- σtanah = 5,0 kg/cm² = 50000 kg/m²
- γ tanah = 1,7 t/m³ = 1700 kg/m³
- γ beton = 2,4 t/m²

a. Pondasi Footplat Tipe 1

- Kedalaman = 2,0 m
- Ukuran alas = 2,0 x 2,0m
- Penulangan pondasi

  arah sumbu pendek = **D 19 - 200 mm**

  arah sumbu panjang = **D 19 - 200 mm**

  geser = **Ø 10 – 200 mm**

b. Pondasi Footplat Tipe 2

- Kedalaman = 2,0 m
- Ukuran alas = 1,5 x 1,5m
- Penulangan pondasi

  arah sumbu pendek = **D 19 - 150 mm**

  arah sumbu panjang = **D 19 - 150 mm**

  geser = **Ø 10 – 200 mm**

c... it to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

10.8 Rencana Anggaran Biaya

REKAPITULASI

NO	URAIAN PEKERJAAN	BIAYA
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	129,090,472.00
II	PEKERJAAN PONDASI	89,788,138.76
III	PEKERJAAN BETON	1,027,492,980.61
IV	PEKERJAAN PASANGAN	332,804,900.62
V	PEKERJAAN KAYU	136,566,591.40
VI	PEKERJAAN KUNCI & KACA	25,103,877.50
VII	PEKERJAAN LISTRIK	36,562,000.00
VIII	PEKERJAAN CAT	59,375,729.28
IX	PEKERJAAN ATAP	675,463,262.00
X	PEKERJAAN SANITASI	13,809,250.00
XI	INSTALASI AIR	14,727,899.60
XII	PEKERJAAN LAIN-LAIN	25,330,632.00
	JUMLAH	**2,566,115,733.77**
	JASA KONSTRUKSI 10%	256,611,573.38
	JUMLAH	2,822,727,307.14
	PPN 10 %	282,272,730.71
		2,848,388,464.48
	JUMLAH TOTAL	**3,105,000,037.86**
	DIBULATKAN	***3,100,000,000.00***
	Terbilang : ***Tiga milyar seratus juta rupiah***	-

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

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. Adapun Peraturan-peraturan yang digunakan sebagai acuan dalam penyelesaian analisis, diantaranya :
   a. Standar Nasional Indonesia Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002*)*, Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
   b. Standar Nasional Indonesia Tata Cara Perhitungan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002*)*, Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
   c. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG), 1989, 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.

commit to user

perpustakaan.uns.ac.id digilib.uns.ac.id

f. Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI), 1971, N.1-2 Cetakan ke-7, Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Direktorat Jenderal Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.

g. Standar Nasional Indonesia Kumpulan Analisa Biaya Konstruksi (ABK) Bangunan Gedung dan Perumahan (SNI 03-2835-2002*)*, Panitia Teknis Standarisasi Bidang Konstruksi Bangunan, Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.

commit to user