

BAB V

PENINJAUAN BALOK

5.1 Dasar Peninjauan

Peninjauan pada perencanaan balok terdiri dari dua bagian, yaitu perhitungan balok melintang dan perhitungan balok memanjang serta dibuat secara dua dimensi. Perhitungan balok ini meliputi perhitungan pembebanan beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa.

- Beban Mati

Beban gravitasi termasuk beban mati yang terdiri dari berat sendiri balok dan berat sendiri pelat lantai.

- Beban Hidup

Beban hidup besarnya berasal dari fungsi bangunan tersebut, dan ditentukan berdasarkan pada Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983.

- Beban Gempa

Beban gempa direncanakan agar struktur tersebut dapat menahan gempa yang sewaktu-waktu dapat terjadi sehingga bangunan tersebut tidak roboh. Perhitungan beban gempa direncanakan sebagai struktur dengan daktilitas terbatas. Perencanaan beban gempa berdasarkan pada Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung SNI-1726-2002.

5.2 Estimasi Pembebaan

Berdasarkan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002, maka beban yang diperhitungkan adalah sebagai berikut:

$$W_u = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$$

DL = Beban Mati

LL = Beban Hidup

5.3 Analisa Statika

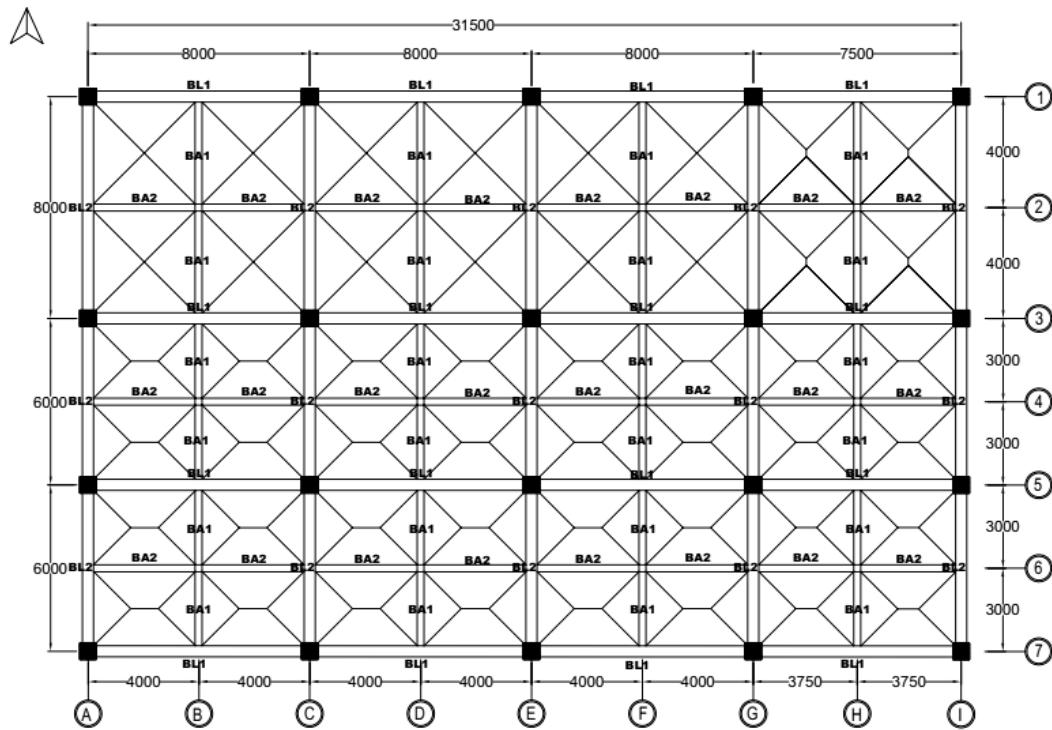
Perhitungan pembebaan dengan menggunakan system amplop dengan menggunakan sudut 45° . Ada dua macam pembebaan yang dihasilkan dari system amplop ini yaitu segitiga dan trapesium untuk perhitungan pembebaan yang diperhitungkan antara lain beban mati dan beban hidup, sedangkan untuk analisa statika meliputi perhitungan momen, gaya lintang, dan gaya normal dengan anggapan bahwa balok tersebut menggunakan perletakan jepit.

5.4 Perhitungan Balok

5.4.1 Data Perencanaan Balok

Berikut adalah data-data perencanaan balok :

- Mutu Beton (f_c') = 25 MPa
- Mutu Baja (f_y) = 240 MPa



Gambar 5.1 Denah Balok

5.4.2 Beban Akibat Pelat Lantai

- Beban Mati (W_D)(PPPURG – 1987 Tabel 1)

$$\text{a. Berat sendiri pelat} = 0.12 \times 24 \times 1 = 2.88 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{b. Plafond} = 0.18 \times 1 = 0.18 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{c. Spesi} = 0.02 \times 21 \times 1 = 0.42 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{d. Keramik} = 0.24 \times 1 = 0.24 \text{ KN/m}^2$$

$$W_D = 3.72 \text{ KN/m}^2$$

- Beban Hidup (W_L)(PPPURG – 1987 Pasal 2.1.2.2 ayat 1)

$$W_L = 2.50 \text{ KN/m}^2$$

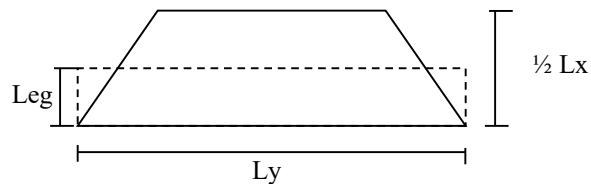
- Beban Terfaktor (W_U)

$$\begin{aligned}
 W_U &= 1.2 W_D + 1.6 W_L \\
 &= (1.2 \times 3.72) + (1.6 \times 2.50) \\
 &= 8.464 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

5.5 Analisa Perhitungan Beban yang Bekerja pada Balok

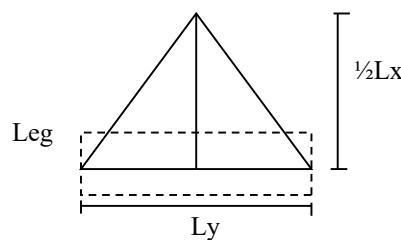
Analisa menggunakan perhitungan lebar equivalen dengan mengubah beban segitiga dan beban trapesium dari pelat menjadi beban merata pada bagian balok. Besar beban *equivalent* dapat ditentukan sebagai berikut :

- a. Lebar *Equivalent* Tipe I



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

- b. Lebar *Equivalent* Tipe II



$$Leq = 1/3 Lx$$

5.6 Perhitungan Balok Anak

Data Perencanaan :

$$D \text{ tulangan utama} = 16 \text{ mm}$$

$$D \text{ tulangan sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal selimut beton} = 40 \text{ mm}$$

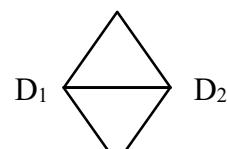
No	Tipe Balok	Ukuran Balok		Jumlah Balok / Lantai
		b	h	
		mm	mm	
1.	BA1	250	450	24
2.	BA2	250	450	24

Tabel 5. 1 Tabel Perencanaan Balok Anak

5.6.1 Perhitungan Balok Anak 1

a) Perhitungan Pembebanan Pada Balok Anak 1 As B, 1-2

- Menghitung beban *equivalent*



$$L_y = 4,00$$

1. Lebar *Equivalent* 1

dimana $L_x = 4,00 \text{ m}$; $L_y = 4,00 \text{ m}$

$$\text{Leq } D_1 = \frac{1}{3} \times 4,00$$

$$= 1,333 \text{ m}$$

2. Lebar *Equivalent* 2

dimana $L_x = 4,00 \text{ m}$; $L_y = 4,00 \text{ m}$

$$\text{Leq } D_2 = \frac{1}{3} \times 4,00$$

$$= 1,333 \text{ m}$$

$$3. \text{ Leq}^1 = \text{Leq } D_1 + \text{Leq } D_2$$

$$= 1,333 + 1,333$$

$$= 2,666 \text{ m}$$

- Menghitung beban hidup, beban mati dan beban terfaktor

1. Beban Mati (q_D)

$$\text{Berat sendiri} = (0,25) (0,45-0,12)(2400 \text{ kg/m}^3) = 198 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban Plat} = (2,666) (372 \text{ kg/m}^2) = \underline{\underline{991,8 \text{ kg/m}}}$$

$$q_D = 1189,8 \text{ kg/m}$$

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

$$q_L = (2,666) (250 \text{ kg/m})$$

$$= 666,5 \text{ kg/m}$$

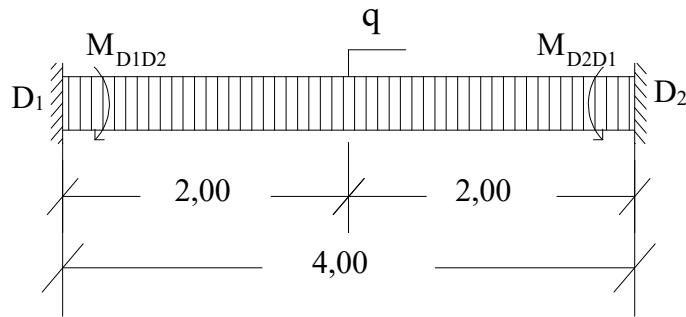
3. Beban berfaktor (q_U)

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

$$= (1,2 \cdot 1189,8) + (1,6 \cdot 666,5)$$

$$= 2494,2 \text{ kg/m}$$

b) Menghitung momen dan gaya lintang



$$q_u = 2494,2 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{tumpuan}} &= \frac{1}{12} \cdot q \cdot L^2 \\ &= \frac{1}{12} \cdot 2494,2 \cdot 4,00^2 \\ &= 3325,6 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{lapangan}} &= \frac{1}{24} \cdot q \cdot L^2 \\ &= \frac{1}{24} \cdot 2494,2 \cdot 4,00^2 \\ &= 1662,8 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_u &= q \cdot L \\ &= 2494,2 \cdot 4,00 \\ &= 9976,8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_u &= \frac{1}{2} \cdot W_u \\ &= \frac{1}{2} \cdot 9976,8 \\ &= 4988,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

c) Menghitung jumlah tulangan utama dan tulangan sengkang

Data perencanaan :

- Ukuran balok = 250 x 450 mm
- Diameter tul. utama = 16 mm
- Diameter tul. sengkang = 10 mm
- Tebal selimut beton (p) = 40 mm
- D_{eff} = $h - p - D_{sengkang} - D_{tul. utama}$
 $= 450 - 40 - 10 - 16$
 $= 384 \text{ mm}$

1. Menghitung Tulangan Lapangan

$$\begin{aligned} k &= \frac{M_{lap}}{0,8 \cdot b \cdot d^2} \\ &= \frac{1662,8}{0,8 \times 0,25 \times 0,384^2} \\ &= 563,8 \text{ KN/m}^2 \\ &= 0,564 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

dari Tabel A-10 untuk nilai $k = 0,564 \text{ Mpa}$ didapat nilai $\rho < \rho_{min}$
maka digunakan nilai $\rho_{min} = 0,0058$

$$\begin{aligned} As &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\ &= 0,0058 \cdot 0,25 \cdot 0,384 \cdot 10^6 \\ &= 556,8 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

digunakan tulangan lapangan 3D16 ($A_{st} = 603,2 \text{ mm}^2$)

2. Menghitung Tulangan Tumpuan

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{M_{tump}}{0,8 \cdot b \cdot d^2} \\
 &= \frac{3325,6}{0,8 \times 0,25 \times 0,384^2} \\
 &= 112765,8 \text{ kN/m}^2 \\
 &= 1,128 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

dari Tabel A-10 untuk nilai $k = 1,128 \text{ MPa}$ didapat nilai $\rho < \rho_{min}$
maka digunakan nilai $\rho_{min} = 0,0058$

$$\begin{aligned}
 As &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\
 &= 0,0058 \cdot 0,25 \cdot 0,384 \cdot 10^6 \\
 &= 556,8 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

digunakan tulangan tumpuan 3D16 ($A_{st} = 603,2 \text{ mm}^2$)

3. Menghitung Tulangan Sengkang

$$W_u = 99768 \text{ MPa}$$

$$V_u = 49884 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned}
 v_u &= \frac{V_u}{0,8 \cdot b \cdot d} \\
 &= \frac{49884}{0,8 \times 250 \times 384} \\
 &= 0,65 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

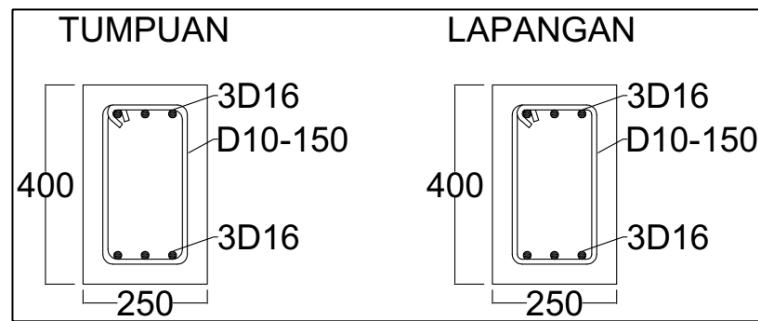
untuk $f'_c = 25 \text{ MPa}$ maka $\emptyset Vc = 0,50$ (Tabel 15 Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang)

$$\begin{aligned}\emptyset vc &= \emptyset vc \times b \times d \\ &= 0,5 \times 250 \times 384 \\ &= 48.10^3 \text{ N} \\ &= 48,00 \text{ KN} \\ &= 0,048\end{aligned}$$

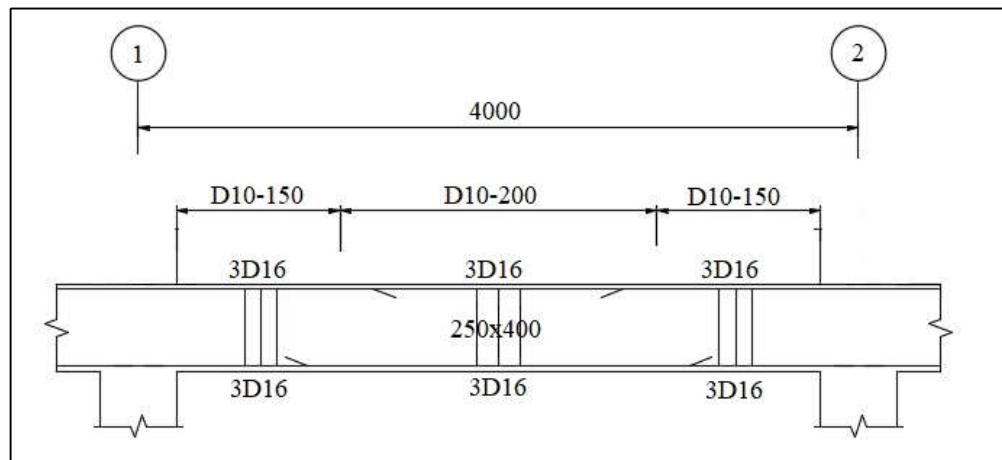
$v_u > \emptyset vc$: karena itu tulangan geser harus digunakan

$$\begin{aligned}y &= \frac{VU - \emptyset vc}{W_u} \\ &= \frac{49884 - 48000}{99768} \\ &= 0,020 \text{ m} \\ &= 20 \text{ mm} \\ \text{As Sengkang} &= \frac{bxy}{3F_y} \\ &= \frac{250 \times 20}{3 \times 240} \\ &= 6,94 \text{ mm}^2 \\ \text{As Sengkang /m} &= \frac{\text{As Sengkang}}{Y} \\ &= \frac{6,94}{0,02} \\ &= 347 \text{ mm}\end{aligned}$$

digunakan tulangan sengkang D10 - 150 ($As = 523,6 \text{ mm}^2$)



Gambar 5. 2 Potongan Melintang Balok Anak Tipe BA1

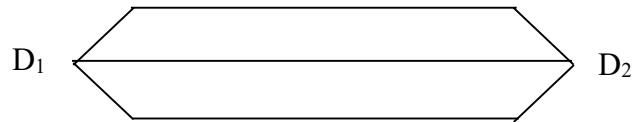


Gambar 5. 3 Potongan Memanjang Balok Anak Tipe BA1

5.6.2 Perhitungan Balok Anak BA2

a) Perhitungan Pembebanan Pada Balok BA2 As 4, A-B

- Menghitung beban *equivalent*



1. Lebar *Equivalent* Trapesium Atas

dimana $L_x = 3,00 \text{ m}$; $L_y = 4,00 \text{ m}$

$$L_{eq1} = \frac{1}{6} \cdot 3,00 \left[3 - 4 \left(\frac{3,00}{2,4,00} \right)^2 \right]$$

$$= 1,219 \text{ m}$$

2. Lebar *Equivalent* Trapesium Bawah

dimana $L_x = 3,00 \text{ m}$; $L_y = 4,00 \text{ m}$

$$L_{eq2} = \frac{1}{6} \cdot 3,00 \left[3 - 4 \left(\frac{3,00}{2,4,00} \right)^2 \right]$$

$$= 1,219 \text{ m}$$

3. Lebar *Equivalent* Total

$$L_{eq} = L_{eq1} + L_{eq2}$$

$$= 1,219 + 1,219$$

$$= 2,438 \text{ m}$$

- Menghitung beban hidup, beban mati dan beban terfaktor

1. Beban Mati (q_D)

$$\text{Berat sendiri} = (0,25) (0,5 - 0,12)(2400 \text{ kg/m}^3) = 228 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban Plat} = (2,438) (372 \text{ kg/m}^2) = 906,94 \text{ kg/m}$$

$$q_D = 1134,94 \text{ kg/m}$$

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

$$q_L = (2,438) (250 \text{ kg/m})$$

$$= 609,5 \text{ kg/m}$$

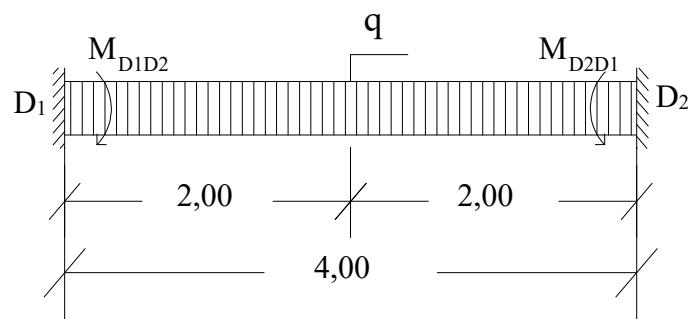
3. Beban berfaktor (q_u)

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

$$= (1,2 \cdot 1134,94) + (1,6 \cdot 609,5)$$

$$= 2337,128 \text{ kg/m}$$

b) Menghitung momen dan gaya lintang



$$q_u = 2337,128 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned}
 M_{\text{tumpuan}} &= \frac{1}{12} \cdot q \cdot L^2 \\
 &= \frac{1}{12} \cdot 2337,128 \cdot 4,00^2 \\
 &= 3116,17 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{\text{lapangan}} &= \frac{1}{24} \cdot q \cdot L^2 \\
 &= \frac{1}{24} \cdot 2337,128 \cdot 4,00^2 \\
 &= 1558,09 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_u &= q \cdot L \\
 &= 2337,128 \cdot 4,00 \\
 &= 9348,51 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_u &= \frac{1}{2} \cdot W_u \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 9348,51 \\
 &= 4674,26 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

c) Menghitung jumlah tulangan utama dan tulangan sengkang

Data perencanaan :

- Ukuran balok = 250 x 500 mm
 - Diameter tul. utama = 16 mm
 - Diameter tul. sengkang = 10 mm
 - Tebal selimut beton (p) = 40 mm
 - $D_{\text{eff}} = h - p - D_{\text{sengkang}} - D_{\text{tul. utama}}$
- $$\begin{aligned}
 &= 500 - 40 - 10 - 16 \\
 &= 434 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

1. Menghitung Tulangan Lapangan

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{M_{lap}}{0,8 \cdot b \cdot d^2} \\
 &= \frac{1558,09}{0,8 \times 0,25 \times 0,434^2} \\
 &= 413,6 \text{ KN/m}^2 \\
 &= 0,414 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

dari Tabel A-10 untuk nilai $k = 0,414 \text{ Mpa}$ didapat nilai $\rho < \rho_{min}$
maka digunakan nilai $\rho_{min} = 0,0058$

$$\begin{aligned}
 As &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\
 &= 0,0058 \cdot 0,25 \cdot 0,434 \cdot 10^6 \\
 &= 629,3 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

digunakan tulangan lapangan 4D16 ($Ast = 804,2 \text{ mm}^2$)

2. Menghitung Tulangan Tumpuan

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{Mtump}{0,8 \cdot b \cdot d^2} \\
 &= \frac{3116,17}{0,8 \times 0,25 \times 0,434^2} \\
 &= 827,2 \text{ kN/m}^2 \\
 &= 0,827 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

dari Tabel A-10 untuk nilai $k = 0,827 \text{ Mpa}$ didapat nilai $\rho < \rho_{min}$
maka digunakan nilai $\rho_{min} = 0,0058$

$$\begin{aligned}
 As &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\
 &= 0,0058 \cdot 0,25 \cdot 0,434 \cdot 10^6 \\
 &= 629,3 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

digunakan tulangan tumpuan 4D16 (Ast = 804,2 mm²)

3. Menghitung Tulangan Sengkang

$$W_u = 93485,1 \text{ MPa}$$

$$V_u = 46742,6 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned}
 v_u &= \frac{V_u}{0,8 \cdot b \cdot d} \\
 &= \frac{46742,6}{0,8 \times 250 \times 434} \\
 &= 0,539 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

untuk fc' = 25 MPa maka ØVc = 0,50 (Tabel 15 Dasar-dasar

Perencanaan Beton Bertulang)

$$\begin{aligned}
 \Ø vc &= \Ø vc \times b \times d \\
 &= 0,5 \times 250 \times 434 \\
 &= 54,25 \cdot 10^3 \text{ N} \\
 &= 54,25 \text{ KN} \\
 &= 0,054 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

vu > Ø vc : karena itu tulangan geser harus digunakan

$$y = \frac{VU - \emptyset vc}{Wu}$$

$$= \frac{54250 - 46742,6}{93485,1}$$

$$= 0,08 \text{ m}$$

$$= 80 \text{ mm}$$

$$\text{As Sengkang} = \frac{bxy}{3Fy}$$

$$= \frac{250 \times 80}{3 \times 240}$$

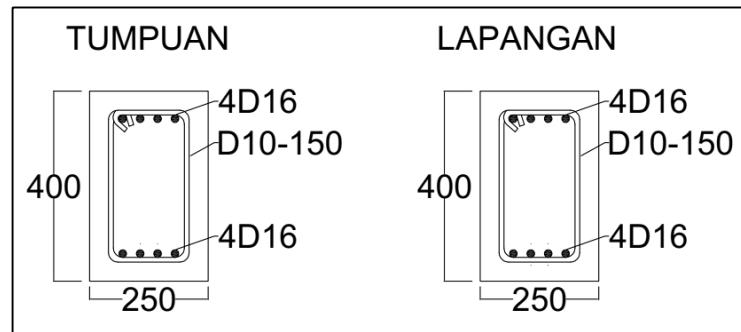
$$= 27,78 \text{ mm}^2$$

$$\text{As Sengkang /m} = \frac{\text{As Sengkang}}{Y}$$

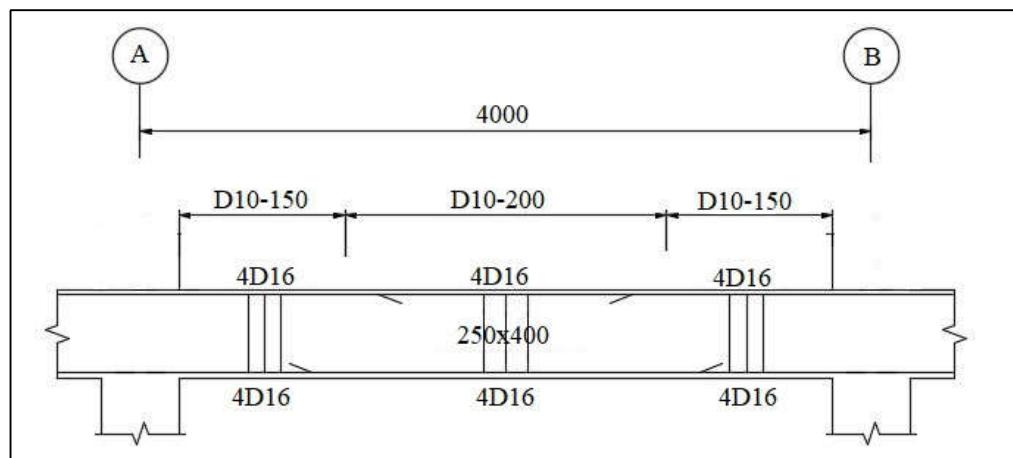
$$= \frac{27,78}{0,08}$$

$$= 347,25 \text{ mm}^2$$

digunakan tulangan sengkang D10 - 150 (As = 523,6 mm²)



Gambar 5. 4 Potongan Melintang Balok Anak Tipe BA2



Gambar 5. 5 Potongan Memanjang Balok Anak Tipe BA2

5.7 Perhitungan Balok Induk

Data Perencanaan :

$$D \text{ tulangan utama} = 22 \text{ mm}$$

$$D \text{ tulangan sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal selimut beton} = 40 \text{ mm}$$

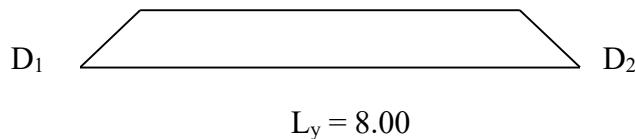
No	Tipe Balok	Ukuran Balok		Jumlah Balok / Lantai
		b	h	
		mm	mm	
1.	BL1	400	800	18
2.	BL2	400	800	12

Tabel 5. 2 Tabel Perencanaan Balok Induk

5.7.1 Perhitungan Balok Induk Tipe BL1

a) Perhitungan Pembebanan Pada Balok BL1 As 7, A-C

- Menghitung beban *equivalent*



1. Lebar *Equivalent* Trapesium Atas

dimana Lx = 3,00 m ; Ly = 8,00 m

$$\text{Leq } D_1 = \frac{1}{6} \cdot 3,00 \cdot \left[3 - 4 \left(\frac{3,00}{2,8,00} \right)^2 \right]$$

$$= 1,43 \text{ m}$$

2. Lebar *Equivalent* Trapesium Bawah

dimana $L_x = 3,00 \text{ m}$; $L_y = 8,00 \text{ m}$

$$\begin{aligned} \text{Leq } D_2 &= \frac{1}{6} \cdot 3,00 \left[3 - 4 \left(\frac{3,00}{2,8,00} \right)^2 \right] \\ &= 1,43 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \ L_{\text{eq}} &= \text{Leq } D_1 + \text{Leq } D_2 \\ &= 1,43 + 1,43 \\ &= 2,86 \text{ m} \end{aligned}$$

- Menghitung beban hidup, beban mati dan beban terfaktor

1. Beban Mati (q_D)

$$\begin{aligned} \text{Berat sendiri} &= (0,40)(0,80-0,12)(2400 \text{ kg/m}^3) = 652,8 \text{ kg/m} \\ \text{Beban Plat} &= (2,86) (372 \text{ kg/m}^2) \quad = 1063,9 \text{ kg/m} \\ q_D &= 1716,7 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

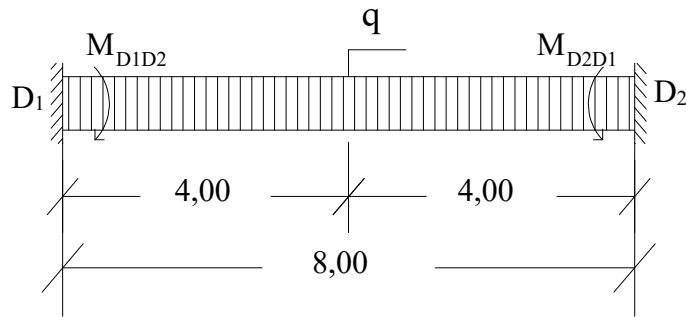
2. Beban hidup (q_L)

$$\begin{aligned} \text{Beban hidup digunakan} &250 \text{ kg/m}^2 \\ q_L &= (2,86) (250 \text{ kg/m}) \\ &= 715 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

3. Beban berfaktor (q_U)

$$\begin{aligned} q_U &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\ &= (1,2 \cdot 1716,7) + (1,6 \cdot 715) \\ &= 3204,04 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

b) Menghitung momen dan gaya lintang



$$q_u = 3204,04 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{tumpuan}} &= \frac{1}{12} \cdot q \cdot L^2 \\ &= \frac{1}{12} \cdot 3204,04 \cdot 8,00^2 \\ &= 17088,21 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{lapangan}} &= \frac{1}{24} \cdot q \cdot L^2 \\ &= \frac{1}{24} \cdot 3204,04 \cdot 8,00^2 \\ &= 8544,11 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_u &= q \cdot L \\ &= 3204,04 \cdot 8,00 \\ &= 25632,32 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_u &= \frac{1}{2} \cdot W_u \\ &= \frac{1}{2} \cdot 25632,32 \\ &= 12816,16 \text{ kg} \end{aligned}$$

c) Menghitung jumlah tulangan utama dan tulangan sengkang

Data perencanaan :

- Ukuran balok = 400 x 800 mm
- Diameter tul. utama = 22 mm
- Diameter tul. sengkang = 13 mm
- Tebal selimut beton (p) = 40 mm
- D_{eff} = $h - p - D_{sengkang} - D_{tul. utama}$
 $= 800 - 40 - 13 - 22$
 $= 725 \text{ mm}$

1. Menghitung Tulangan Lapangan

$$\begin{aligned} k &= \frac{M_{lap}}{0,8 \cdot b \cdot d^2} \\ &= \frac{8544,11}{0,8 \times 0,8 \times 0,725^2} \\ &= 253,99 \text{ KN/m}^2 \\ &= 0,254 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

dari Tabel A-10 untuk nilai $k = 0,254 \text{ Mpa}$ didapat nilai $\rho < \rho_{min}$
maka digunakan nilai $\rho_{min} = 0,0058$

$$\begin{aligned} As &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\ &= 0,0058 \cdot 0,40 \cdot 0,725 \cdot 10^6 \\ &= 1682 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

digunakan tulangan lapangan 5D22 ($A_{st} = 1900,70 \text{ mm}^2$)

2. Menghitung Tulangan Tumpuan

$$\begin{aligned} k &= \frac{Mtump}{0,8 \cdot b \cdot d^2} \\ &= \frac{17088,21}{0,8 \times 0,8 \times 0,725^2} \\ &= 507,97 \text{ kN/m}^2 \\ &= 0,508 \text{ MPa} \end{aligned}$$

dari Tabel A-10 untuk nilai $k = 508 \text{ MPa}$ didapat didapat nilai ρ

$< \rho_{min}$ maka digunakan nilai $\rho_{min} = 0,0058$

$$\begin{aligned} As &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\ &= 0,0058 \cdot 0,40 \cdot 0,725 \cdot 10^6 \\ &= 1682 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

digunakan tulangan tumpuan 5D22 ($Ast = 1900,70 \text{ mm}^2$)

3. Menghitung Tulangan Sengkang

$$W_u = 256323,2 \text{ MPa}$$

$$V_u = 128161,6 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} v_u &= \frac{V_u}{0,8 \cdot b \cdot d} \\ &= \frac{128161,6}{0,8 \times 400 \times 725} \\ &= 0,55 \text{ MPa} \end{aligned}$$

untuk $f'_c = 25 \text{ MPa}$ maka $\emptyset Vc = 0,50$ (Tabel 15 Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang)

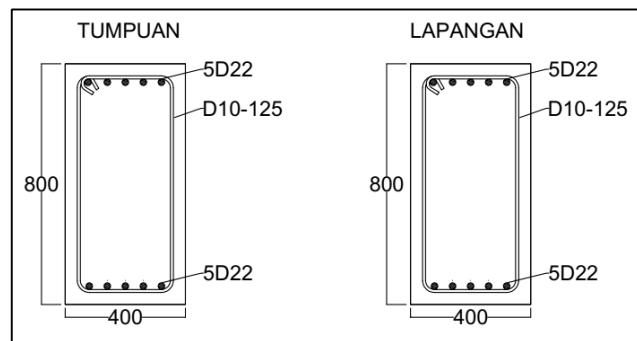
$$\begin{aligned}\emptyset vc &= \emptyset vc \times b \times d \\ &= 0,5 \times 400 \times 725 \\ &= 145 \cdot 10^3 \text{ N} \\ &= 145 \text{ KN} \\ &= 0,145 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$v_u > \emptyset vc$: karena itu tulangan geser harus digunakan

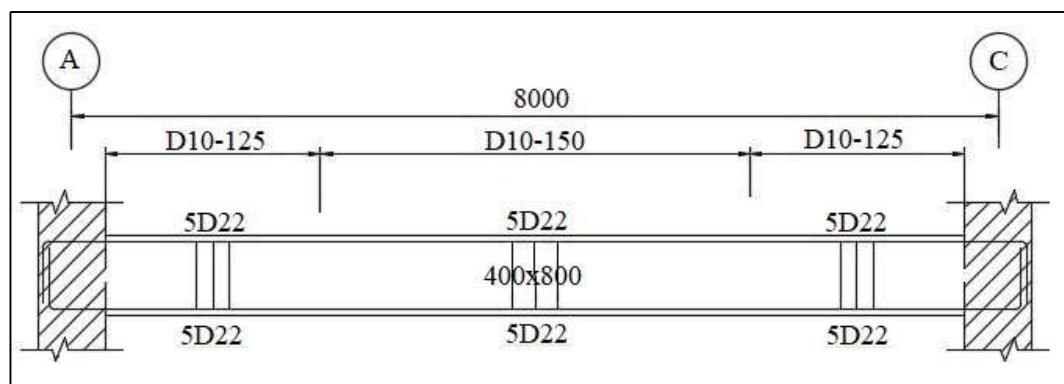
$$\begin{aligned}y &= \frac{VU - \emptyset vc}{W_u} \\ &= \frac{145000 - 128161,6}{256323,2} \\ &= 0,068 \text{ m} \\ &= 68 \text{ mm} \\ \text{As Sengkang} &= \frac{bxy}{3Fy} \\ &= \frac{400 \times 68}{3 \times 240} \\ &= 37,7 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{As Sengkang /m} &= \frac{\text{As Sengkang}}{Y} \\ &= \frac{37,78}{0,068} \\ &= 555,56 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

digunakan tulangan sengkang D10 – 125 ($As = 628 \text{ mm}^2$)



Gambar 5. 6 Potongan Melintang Balok Induk Tipe BL1

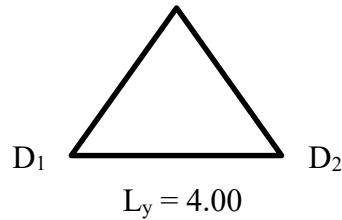


Gambar 5. 7 Potongan Memanjang Balok Induk Tipe BL1

5.7.2 Perhitungan Balok Induk BL2 As A,1-3

a) Perhitungan Pembebanan Pada Balok

- Menghitung beban *equivalent*



Lebar *Equivalent*

dimana $L_x = 4,00 \text{ m}$; $L_y = 4,00 \text{ m}$

$$1. \quad Leq = \frac{1}{3} \cdot 4,00$$

$$= 1,333 \text{ m}$$

$$2. \quad Leq_{\text{Total}} = 1,333 \times 2$$

$$= 2,666 \text{ m}$$

- Menghitung beban hidup, beban mati dan beban terfaktor

1. Beban Mati (q_D)

$$\text{Berat sendiri} = (0,40)(0,80-0,12)(2400 \text{ kg/m}^3) = 652,8 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban Plat} = (2,666)(372 \text{ kg/m}^2) = \underline{\underline{991,8 \text{ kg/m}}}$$

$$q_D = 1644,6 \text{ kg/m}$$

2. Beban hidup (q_L)

Beban hidup digunakan 250 kg/m^2

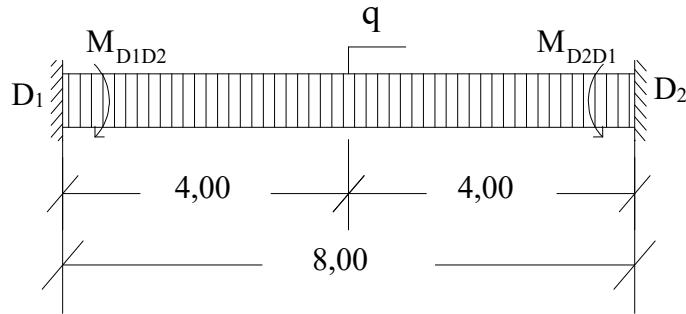
$$q_L = (2,666)(250 \text{ kg/m})$$

$$= 666,5 \text{ kg/m}$$

3. Beban berfaktor (q_u)

$$\begin{aligned}
 q_u &= 1,2 \cdot q_D + 1,6 \cdot q_L \\
 &= (1,2 \cdot 1644,6) + (1,6 \cdot 666,5) \\
 &= 3039,92 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

b) Menghitung momen dan gaya lintang



$$q_u = 3039,92 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned}
 M_{\text{tumpuan}} &= \frac{1}{12} \cdot q \cdot L^2 \\
 &= \frac{1}{12} \cdot 3039,92 \cdot 8,00^2 \\
 &= 16212,91 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{\text{lapangan}} &= \frac{1}{24} \cdot q \cdot L^2 \\
 &= \frac{1}{24} \cdot 3039,92 \cdot 8,00^2 \\
 &= 8106,45 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_u &= q \cdot L \\
 &= 3039,92 \cdot 8,00 \\
 &= 24319,36 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_u &= \frac{1}{2} \cdot W_u \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 24319,36 \\
 &= 12159,68 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

c) Menghitung jumlah tulangan utama dan tulangan sengkang

Data perencanaan :

- Ukuran balok = 400 x 800 mm
- Diameter tul. utama = 22 mm
- Diameter tul. sengkang = 10 mm
- Tebal selimut beton (p) = 40 mm
- D_{eff} = $h - p - D_{sengkang} - D_{tul. utama}$
 $= 800 - 40 - 10 - 22$
 $= 728 \text{ mm}$

1. Menghitung Tulangan Lapangan

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{M_{lap}}{0,8 \cdot b \cdot d^2} \\
 &= \frac{8106,45}{0,8 \times 0,4 \times 0,728^2} \\
 &= 477,99 \text{ KN/m}^2 \\
 &= 0,478 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

dari Tabel A-10 untuk nilai $k = 0,303 \text{ Mpa}$ didapat nilai $\rho < \rho_{min}$
maka digunakan nilai $\rho_{min} = 0,0058$

$$\begin{aligned}
 As &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\
 &= 0,0058 \cdot 0,40 \cdot 0,728 \cdot 10^6 \\
 &= 1688,96 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

digunakan tulangan lapangan 6D22 (Ast = 2280,8 mm²)

2. Menghitung Tulangan Tumpuan

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{Mtump}{0,8 \cdot b \cdot d^2} \\
 &= \frac{16212,91}{0,8 \times 0,4 \times 0,728^2} \\
 &= 955,98 \text{ kN/m}^2 \\
 &= 0,956 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

dari Tabel A-10 untuk nilai k = 0,956 Mpa didapat didapat nilai ρ < ρ_{min} maka digunakan nilai ρ_{min} = 0,0058

$$\begin{aligned}
 As &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\
 &= 0,0058 \cdot 0,40 \cdot 0,728 \cdot 10^6 \\
 &= 1688,96 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

digunakan tulangan tumpuan 6D22 (Ast = 2280,8 mm²)

3. Menghitung Tulangan Sengkang

$$W_u = 243193,6 \text{ MPa}$$

$$V_u = 121596,8 \text{ MPa}$$

$$v_u = \frac{V_u}{0,8 \cdot b \cdot d}$$

$$= \frac{121596,8}{0,8 \times 400 \times 728}$$

$$= 0,522 \text{ MPa}$$

untuk $f'_c = 25 \text{ MPa}$ maka $\emptyset V_c = 0,50$ (Tabel 15 Dasar-dasar

Perencanaan Beton Bertulang)

$$\emptyset v_c = \emptyset v_c \times b \times d$$

$$= 0,5 \times 400 \times 728$$

$$= 145,6 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$= 145,6 \text{ KN}$$

$$= 0,146 \text{ MPa}$$

$v_u > \emptyset v_c$: karena itu tulangan geser harus digunakan

$$y = \frac{V_u - \emptyset v_c}{W_u}$$

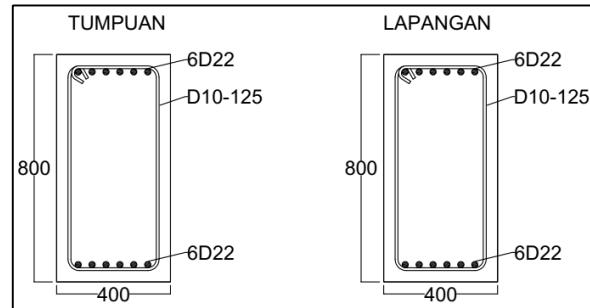
$$= \frac{145600 - 121596,8}{243193,6}$$

$$= 0,099 \text{ m}$$

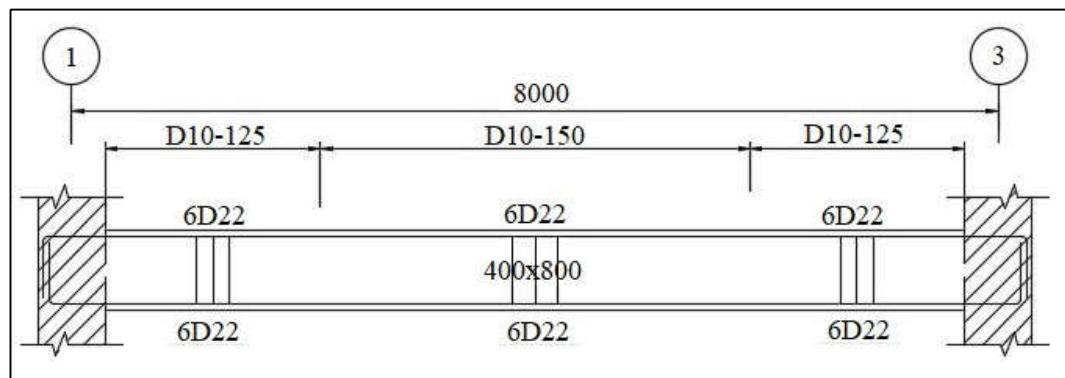
$$= 99 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 As \text{ Sengkang} &= \frac{bxy}{3F_y} \\
 &= \frac{400 \times 99}{3 \times 240} \\
 &= 55 \text{ mm}^2 \\
 As \text{ Sengkang /m} &= \frac{As \text{ Sengkang}}{Y} \\
 &= \frac{55}{0,099} \\
 &= 555,56 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

digunakan tulangan sengkang D10 – 125 (As = 628 mm²)



Gambar 5. 8 Potongan Melintang Balok Induk Tipe BL2



Gambar 5. 9 Potongan Memanjang Balok Induk Tipe BL2