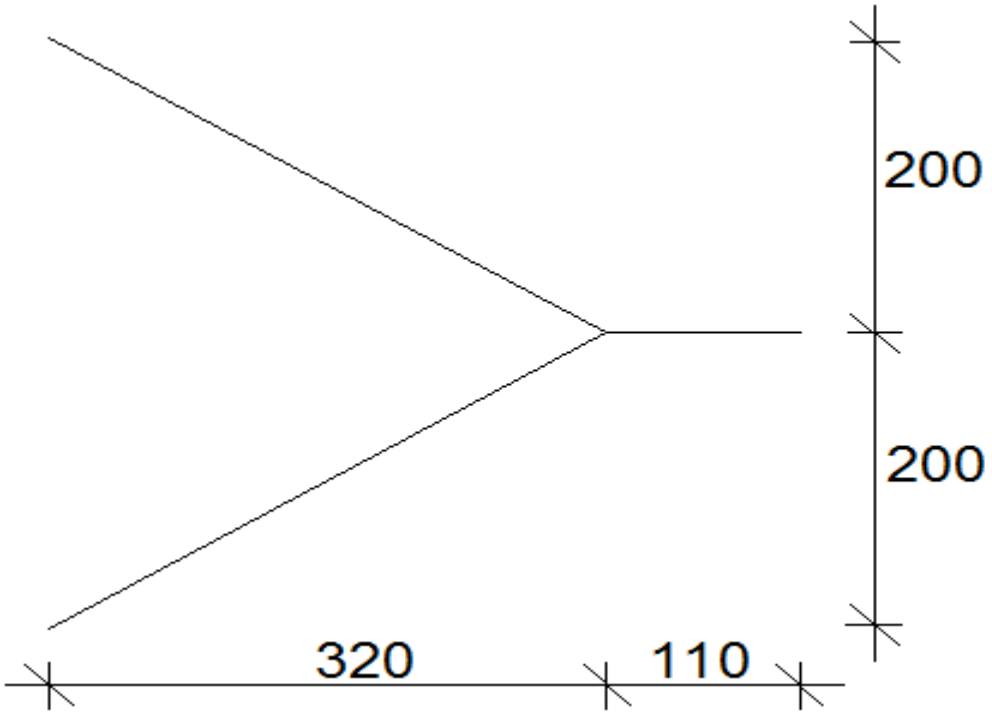
3.4 Perhitungan Tangga

3.4.1 Perhitungan Tangga Dalam



Gambar 3.27 Detail Tangga Utama

Analisa Kelayakan Tangga

Data yang direncanakan sebagai berikut:

Fc : 25 MPa

Fy : 240 MPa

Tinggi tangga : 400 cm

Diperkirakan tinggi optrede : 18 cm

Jumlah optrede : $\frac{400\ cm}{18\ cm}$ = 22,2 ~ 22 buah

Tangga akan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian atas dan bagian bawah

- Bagian bawah : 11 optrede → h_{bawah} = 18m x 11 = 198 cm
- Bagian atas : 11 optrede → h_{atas} = 18m x 11 = 198 cm

a. Syarat Tangga

2 optride + 1 antride = 65 cm

2 x 18 + 1 antride = 65 cm

1 antride = 65 – 36

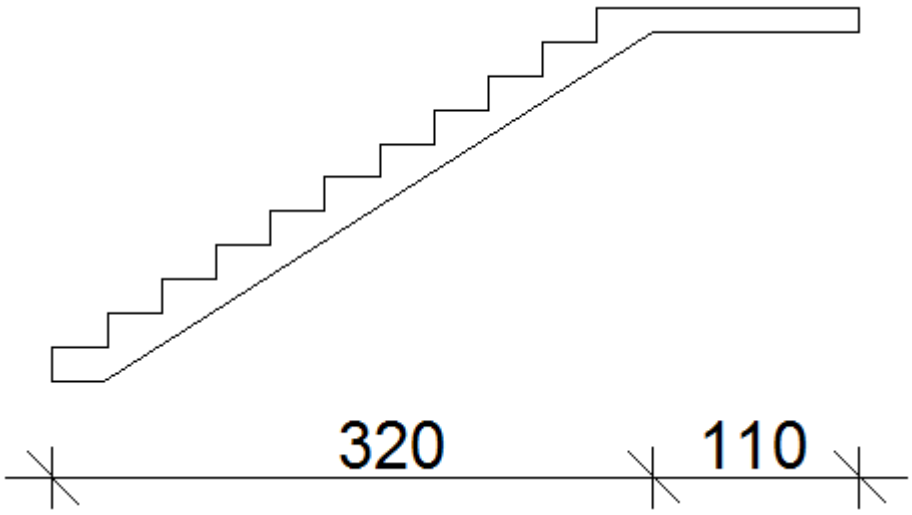
1 antride = 29 cm

Sudut Kemiringan Tangga < 45^0

α = Arc tg $(\frac{200\ cm}{320\ cm})$ = $32{,}01^o$

Lebar tangga yang direncanakan untuk 2 orang, maka diambil lebar tangga 170 cm dengan panjang bordes 350 cm.

b. Lebar pelat tangga dan pelat bordes



Gambar 3.28 Detail Jarak Tangga Utama

Sin α = 0,53

Cos α = 0,85

Perhitungan pembebanan

a. Tangga

L = $\sqrt{3{,}2^2 + 2^2}$ = 3,77

- Tebal pelat tangga

$h_{min} = \frac{l}{20} \; x \; \left(0{,}4 + \frac{fy}{700}\right)$

$= \frac{3770}{20} \; x \; \left(0{,}4 + \frac{240}{700}\right)$

= 140,03 mm ~ 150 mm

Jadi, untuk tebal pelat tangga 150 mm

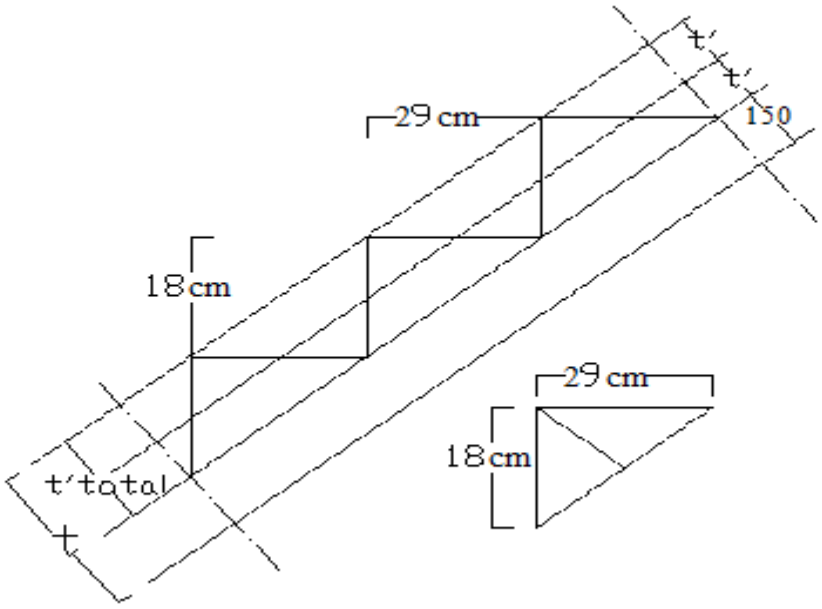
- Tebal pelat bordes

$h_{min} = \frac{l}{20} \; x \; \left(0{,}4 + \frac{fy}{700}\right)$

$= \frac{1100}{20} \; x \; \left(0{,}4 + \frac{240}{700}\right)$

= 40,85 mm ~ 150 mm

Jadi, untuk tebal pelat bordes 150 mm



T = 18 x cos(32,01) =15,3

t = ½ x 15,3 = 7,65

t = 15 + 7,65 = 22,65

Beban Mati (W_D)

- Berat sendiri pelat + anak tangga = 0,2265mx 24 kN/m^3 x 1,7m
  = 9,24 kN/m
- Berat penutup lantai = 0,24 kN/m^2 x 1,7m
  = 0,41 kN/m
- Berat Adukan = 0,21 kN/m^2 x 1,7m
  = 0,36 kN/m
- Berat sandaran = 0,20 kN/m^2 x 1,7m
  = 0,34 kN/m

W_D = 10,35kN/m

Beban Hidup (W_L)

W_L = 3 kN/m^2 x 1,7m x 0,85 = 4,33 kN/m

Beban Terfaktor

W_U = 1,2 W_D + 1,6 W_L
= (1,2) 10,35 + (1,6) 4,33
= 19,348 kN/m

b. Pembebanan Bordes

Beban Mati (W_D)

- Beban sendiri pelat = 0,15m x 1,7m x 24 kN/m^3 = 6,12 KN/m
- Berat adukan = 0,21 KN/m^2 x 1,7m = 0,36 KN/m
- Berat Keramik = 0,24 KN/m^2 x 1,7m = 0,41 KN/m
- Berat sandaran = 0,20 KN/m^2 x 1,7m = 0,34 KN/m

W_D = 7,23 KN/m

Beban Hidup (W_L)

W_L = 3 kN/m^2 x 1,7m = 5,1 kN/m

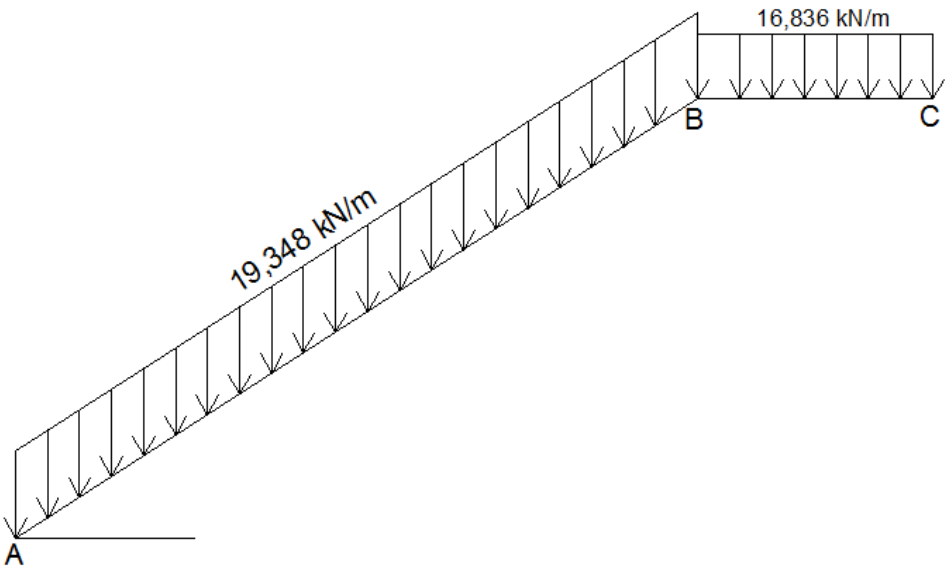
Beban Terfaktor

W_U = 1,2 W_D + 1,6 W_L

= (1,2) 7,23 + (1,6) 5,1

= 16,836 KN/m

Analisa Struktur



Gambar 3.29 Pembebanan Tangga

1. Momen Inersia

$I_{AB} = \frac{1}{12}$. b. $H^3 = \frac{1}{12}$. 170 . 15^3 = 47812 cm^4 dimisalkan I

$I_{BC} = \frac{1}{12}$. b. $H^3 = \frac{1}{12}$. 170 . 15^3 = 47812 cm^4 dimisalkan I

2. Faktor Kekakuan

$K_{AB} = K_{BA} = \frac{4\,EI}{L} = \frac{4\,EI}{3,77}$ = 1,06

$K_{BC} = K_{CB} = \frac{4\,EI}{L} = \frac{4\,EI}{1,1}$ = 3,636

3. Faktor Distribusi

$\mu_{A\text{-}B} = \frac{1,06}{1,06 + 3,636}$ = 0,23

$\mu_{B\text{-}C} = \frac{3,636}{1,06 + 3,636}$ = 0,77

4. Momen Primer

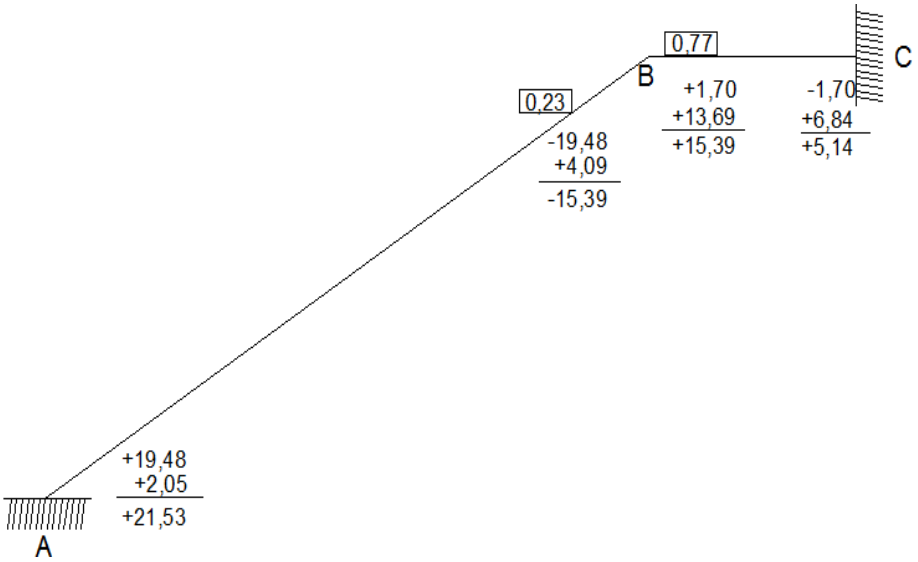
$M_{AB} = + \frac{q .\cos \alpha .L^2}{12} = + \frac{19{,}348 \ .0{,}85 \ .3{,}77^2}{12} =$ + 19,48 kN/m

$M_{BA} = - \frac{q .\cos \alpha .L^2}{12} = - \frac{19{,}348 \ .0{,}85 \ .3{,}77^2}{12} =$ - 19,48 kN/m

$M_{BC} = + \frac{q .L^2}{12} = + \frac{16{,}836 \ .1{,}1^2}{12} =$ + 1,70 kN/m

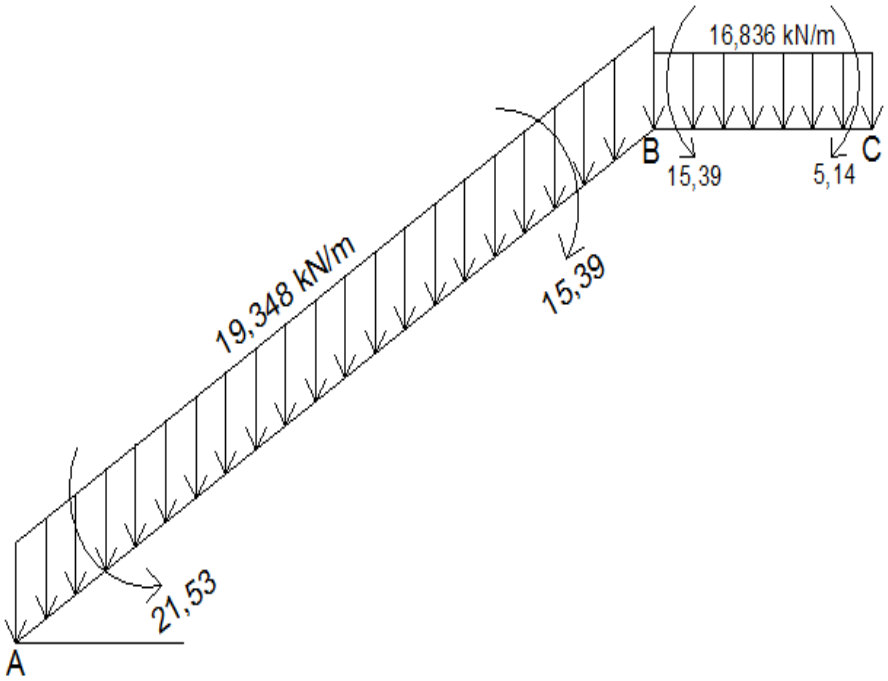
$M_{CB} = - \frac{q .L^2}{12} = - \frac{16{,}836 .1{,}1^2}{12} =$ - 1,70 kN/m

5. Perataan Momen



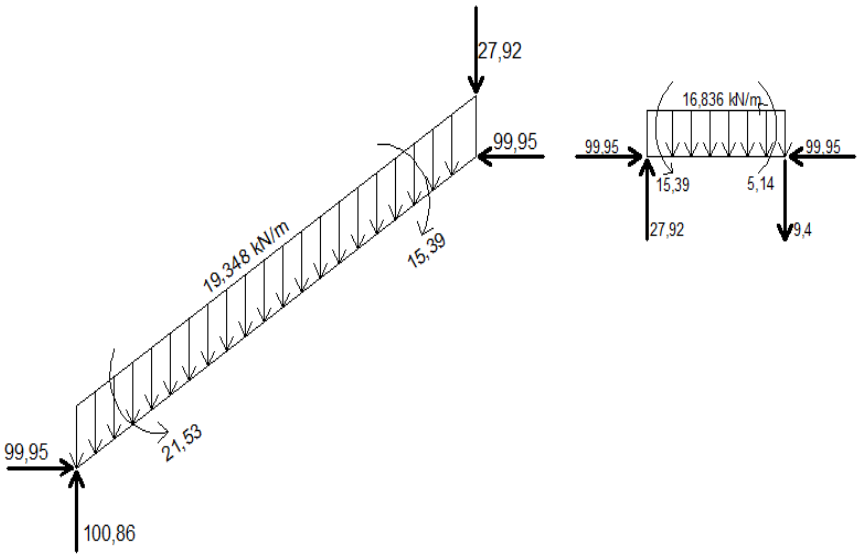
Gambar 3.30 Perataan Momen

6. Momen Design



Gambar 3.31 Momen Design

Free Body



Gambar 3.32 Free Body

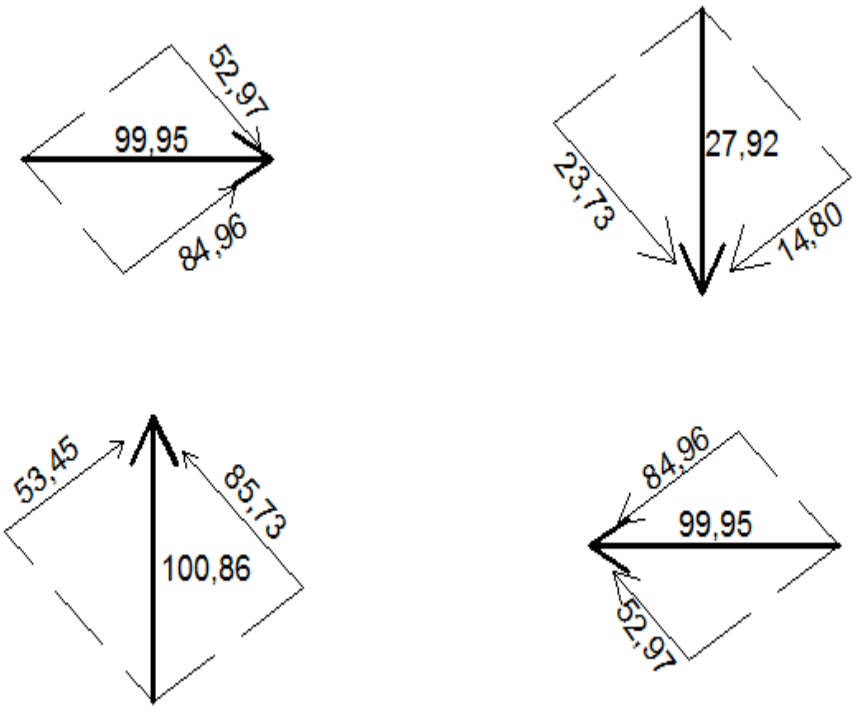
$\Sigma M_1 = 0$

$(100{,}86 \cdot 3{,}2) - AH \cdot 21{,}53 - 19{,}348 \cdot 3{,}77 \cdot 1{,}6 + 15{,}39$

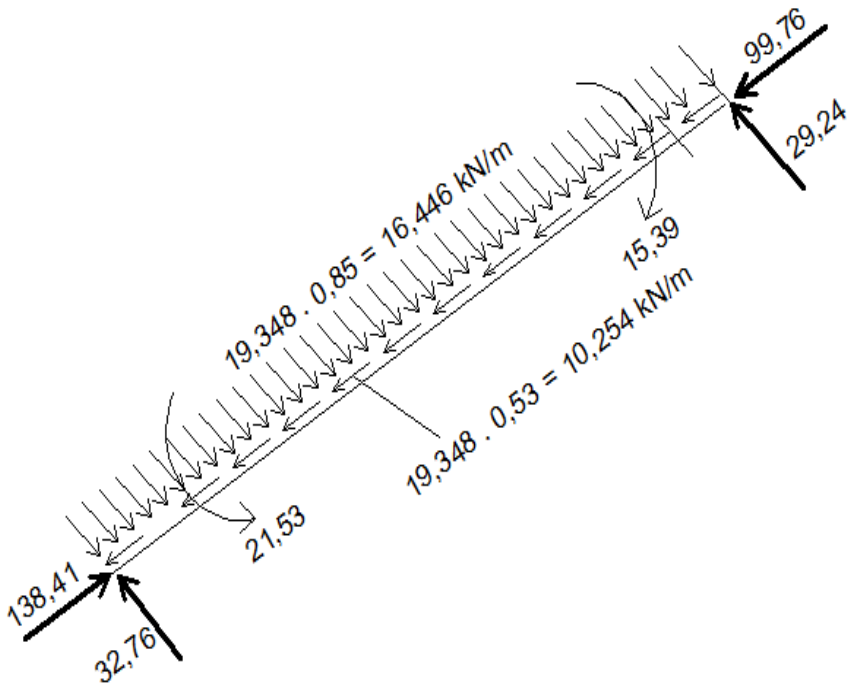
$$AH = \frac{(100{,}86 \cdot 3{,}2) - 21{,}53 - 19{,}348.\ 3{,}77 \cdot 1{,}6 + 15{,}39}{2}$$

$= 99{,}95$

Uraian Gaya



Gambar 3. Uraian Gaya

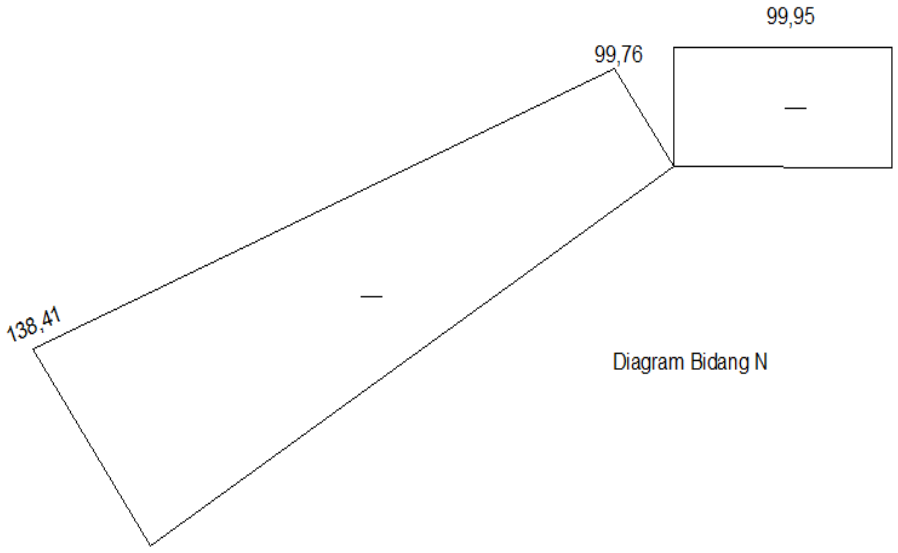


Gambar 3.33 Free Body Batang A1

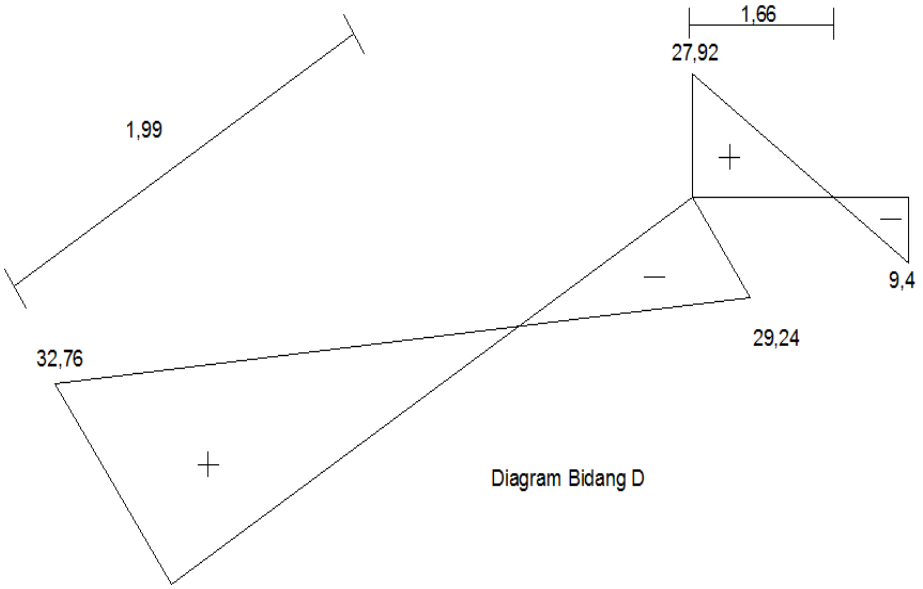
Kontrol:

138,41 – (99,76 + (10,254 x 3,77) = 0

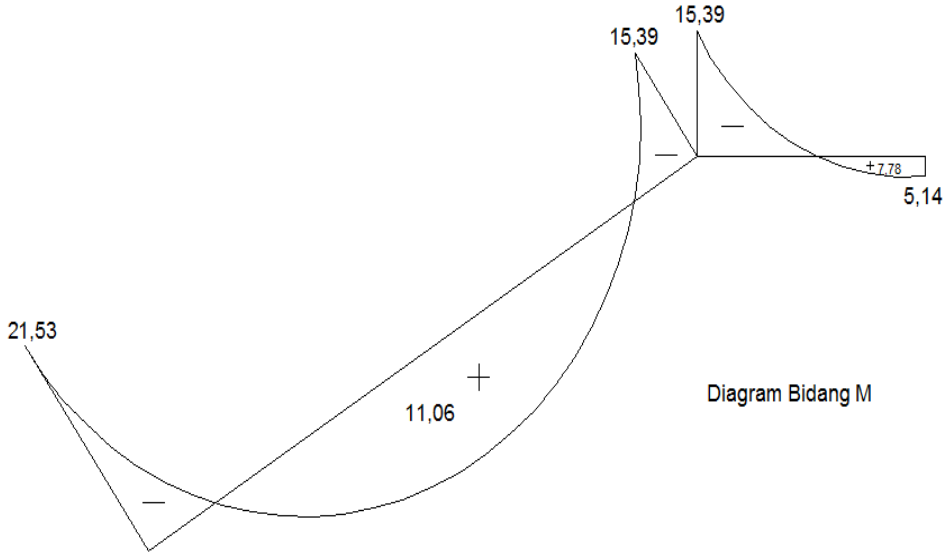
(16,446 x 3,77) – 32,76 – 29,24 = 0



Gambar 3.34 Diagram Gaya Normal



Gambar 3.35 Diagram Gaya Lintang



Gambar 3.36 Momen Design

3.4.2 Penulangan Pelat Tangga dan Bordes

- Tebal Pelat Tangga = 150 cm
- Selimut Beton = 20 cm
- Fc’ = 25 MPa
- Fy = 240 MPa
- Tulangan = Ø12

D = h – selimut beton - $\frac{1}{2}$ Ø

= 150 – 20 - $\frac{1}{2}$ 12

= 124 cm

1. Tulangan Tumpuan A

Mu = 21,53 KNm

k = $\frac{Mu}{\emptyset \,.\, b \,.\, d^2}$

= $\frac{21{,}53 \,.10^6}{0{,}8 \,.1000 \,.124^2}$

= 1,750→ ρ = 0,0077

As = ρ . b . d

= 0,0077 . 1000 . 124

=954,8

Maka dari tabel

Tulangan Ø12 – 100 → As pakai 1131,0

2. Tulangan Tumpuan B

Mu = 15,39 KNm

k = $\frac{Mu}{\emptyset \,.\, b \,.\, d^2}$

= $\frac{15{,}39 \,.10^6}{0{,}8 \,.1000 \,.124^2}$

= 1,251 → ρ = 0,0058

As = ρ . b . d

= 0,0058 . 1000 . 124

= 719,2

Maka dari tabel

Tulangan Ø12 – 100 → As pakai 1131,0

3. Tulangan Lapangan

Mu = 11,06 KNm

k $= \frac{Mu}{\emptyset \,.\, b \,.\, d^2}$

$= \frac{11{,}06 \,.10^6}{0{,}8 \,.1000 \,.124^2}$

= 0,899 → ρ = 0,0058

As = ρ . b . d

= 0,0058 . 1000 . 124

= 719,2

Maka dari tabel

Tulangan Ø12 – 100 → As pakai 1131,0

4. Tulangan Pembagi

As = 0,002 . b . h

= 0,002 . 1500 . 150

= 450

Maka dari tabel

Tulangan Ø10 – 150 → As pakai 523,6

PENULANGAN PELAT BORDES

Fc	= 25 MPa
Fy	= 240 MPa
Tulangan	= Ø12
Tebal Pelat Bordes	= 150 cm
Selimut Beton (P)	= 20 mm

D = h - p - $\frac{1}{2}$ Ø

= 150 – 20 – 6

= 124 cm

1. Tulangan Tumpuan B

   Mu = 15,39 KNm

   k $= \frac{Mu}{\emptyset \,.\, b \,.\, d^2}$

   $= \frac{15{,}39 \,.10^6}{0{,}8 \,.1000 \,.124^2}$

   = 1,251 → ρ = 0,0058

   As = ρ . b . d

   = 0,0058 . 1000 . 124

   = 719,2

   Maka dari tabel

   Tulangan Ø12 – 150 → As pakai 754,0

2. Tulangan Tumpuan C

   Mu = 5,14 KNm

   k $= \frac{Mu}{\emptyset \,.\, b \,.\, d^2}$

   $= \frac{5{,}14 \,.10^6}{0{,}8 \,.1000 \,.124^2}$

   = 0,418 → ρ = 0,0058

   As = ρ . b . d

   = 0,0058 . 1000 . 124

   = 719,2

   Maka dari tabel

   Tulangan Ø12 – 150 → As pakai 754,0

3. Tulangan Lapangan

   Mu = 7,78 KNm

   k $= \frac{Mu}{\emptyset \,.\, b \,.\, d^2}$

   $= \frac{7{,}78 \,.10^6}{0{,}8 \,.1000 \,.124^2}$

   = 0,632 → ρ = 0,0058

   As = ρ . b . d

   = 0,0058 . 1000 . 124

   = 719,2

Maka dari tabel

Tulangan Ø12 – 150 → As pakai 754,0

4. Tulangan Pembagi

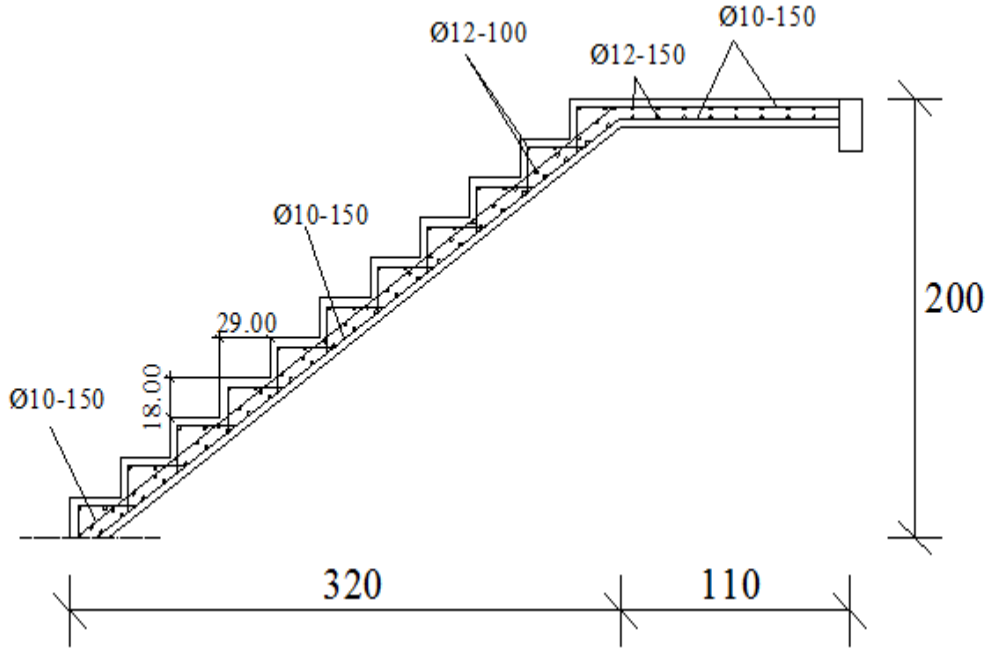
As = 0,002 . b . h

= 0,002 . 1500 . 150

= 450

Maka dari tabel

Tulangan Ø10 – 150 → As pakai 523,6



Gambar 3.37 Penulangan Tangga

PENULANGAN BALOK BORDES

fc = 25 MPa

fy = 240 MPa

Dimensi balok = 30 x 40 cm

Tulangan = Ø16

Sengkang = Ø8

Selimut Beton = 40 mm

D = h – selimut beton – Øsengkang – $\frac{1}{2}$ Ø tulangan pokok

= 400 – 40 – 8 – $\frac{1}{2}$16

= 344 mm

a. Pembebanan Balok Bordes

Beban Mati

- Berat Balok = 0,3m x 0,4m x 24 KN/m^3 = 2,88 KN/m
- Berat Plesteran 2cm = 0,21 KN/m²/cm x 4cm = 1,43 KN/m
- Berat dinding = 2,5 KN/m² x 2 = 5,00 KN/m
- Beban sendiri pelat = 0,15m x 1,7m x 24 kN/m^3 = 6,12 KN/m
- Berat adukan = 0,21 KN/m^2 x 1,7m = 0,36 KN/m
- Berat Keramik = 0,24 KN/m^2 x 1,7m = 0,41 KN/m
- Berat sandaran = 0,20 KN/m^2 x 1,7m = 0,34 KN/m

WD = 16,54 KN/m

Beban Hidup (WL)

WL = 3 KN/m² x 1,7 m = 5,1 KN/m

Beban Terfaktor

WU = 1,2 WD + 1,6 WL

= 1,2 (16,54) + 1,6 (5,1)

= 28,008 KN/m

Mtumpuan = $\frac{1}{12}$. Wu. L^2

= $\frac{1}{12}$. 28,008 . 3,5²

= 28,591 KNm

K = $\frac{Mu}{Ø\,.b\,.d^2}$

= $\frac{28{,}591\,x\,10^6}{0{,}8\,.\,300\,.344^2}$

= 1,006

Pada tabel Ratio Penulangan Dipohusodo, ρ < ρmin sehingga dipakai ρmin = 0,0058

As = ρ . b . d

= 0,0058 . 300 . 344

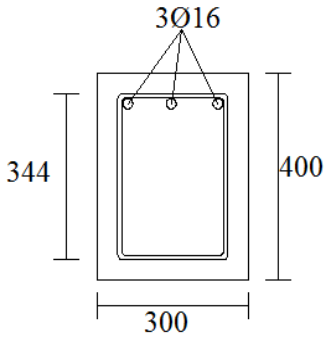
= 598,56 mm²

N = $\frac{As}{\frac{1}{4}\pi d^2}$

= $\frac{598,56}{\frac{1}{4}\pi .\ 16^2}$

= 2,977 ~ 3 buah

As terpasang = 670,2 mm ⟶ 3Ø16



Cek momen nominal (Mn)

a = $\frac{As.fy}{0,85\ .fc'.b}$

= $\frac{670,2\ .\ 240}{0,85\ .\ 25\ .300}$

= 25,231

ØMn = ØAs. Fy (d- $\frac{a}{2}$)

= 0,8 . 670,2 . 240 (344 – $\frac{25,231}{2}$)

= 42,6 x 10^6

Syarat ØMn > Mu

42,6 x 10^6 > 28,591

b. Tulangan Lapangan

Mu = $\frac{1}{24}$. Wu. L^2

= $\frac{1}{24}$. 28,008 . $3,5^2$

= 14,296 KNm

k = $\frac{Mu}{\emptyset \, .b \, .d^2}$

= $\frac{14,296 \, x \, 10^6}{0,8 \, .300 \, .344^2}$

= 0,5033

Pada tabel Ratio Penulangan Dipohusodo, ρ < ρmin sehingga dipakai ρmin = 0,0058

As = ρ . b .d

= 0,0058 . 300 . 344

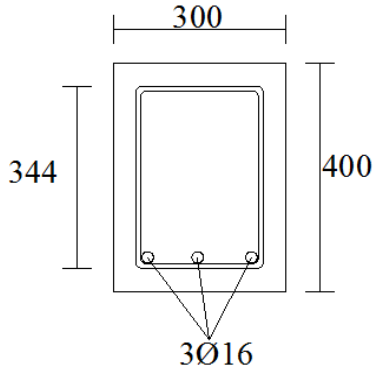
= 598,56 mm^2

n = $\frac{As}{\frac{1}{4}\pi \, d^2}$

= $\frac{598,56}{\frac{1}{4}.\pi \, .16^2}$

= 2,977 ~ 3 buah

As terpasang = 670,2 mm ⟶ 3Ø16



Dari hasil perhitungan didapat tulangan tumpuan dipakai 3D16 dan tulangan lapangan dipakai 3D16

Cek momen nominal (Mn)

a $= \frac{As.fy}{0{,}85\ .fc'.b}$

$= \frac{670{,}2\ .\ 240}{0{,}85\ .\ 25\ .300}$

= 25,231

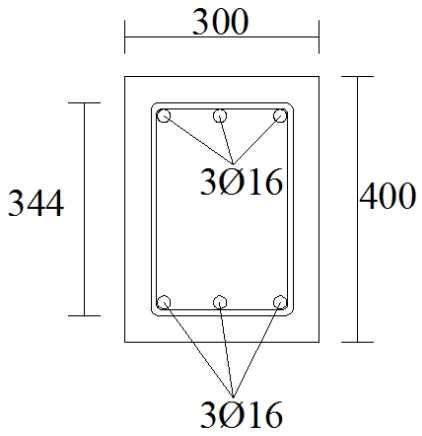
ØMn = ØAs. Fy (d- $\frac{a}{2}$)

= 0,8 . 670,2 . 240 (344 – $\frac{25{,}231}{2}$)

= 42,6 x 10^6

Syarat ØMn > Mu

42,6 x 10^6 > 14,296



c. Penulangan geser balok bordes

Vu = $\frac{1}{2}$. Wu . L

= $\frac{1}{2}$. 28,008 . 3,5

= 49,014 KN

Deff = 344 mm

Vc $= \frac{1}{6} . \sqrt{fc'} . b . deff$

$= \frac{1}{6} . \sqrt{25} . 300 . 344$

= 86 KN

d + $\frac{1}{2}$ kolom = 344 + $\frac{1}{2}$. 500

= 594 mm

= 0,594 m

X $= \frac{1}{2} . L = \frac{1}{2} . 3,5 = 1,75$ m

Vu kritis $= \frac{Vu . (x-p)}{x}$

$= \frac{49,014 . (1,75-0,594)}{1,75}$

= 32,377 KN

ØVc = 0,75 . 86 KN

= 64,5 KN

Vu kritis < ØVc

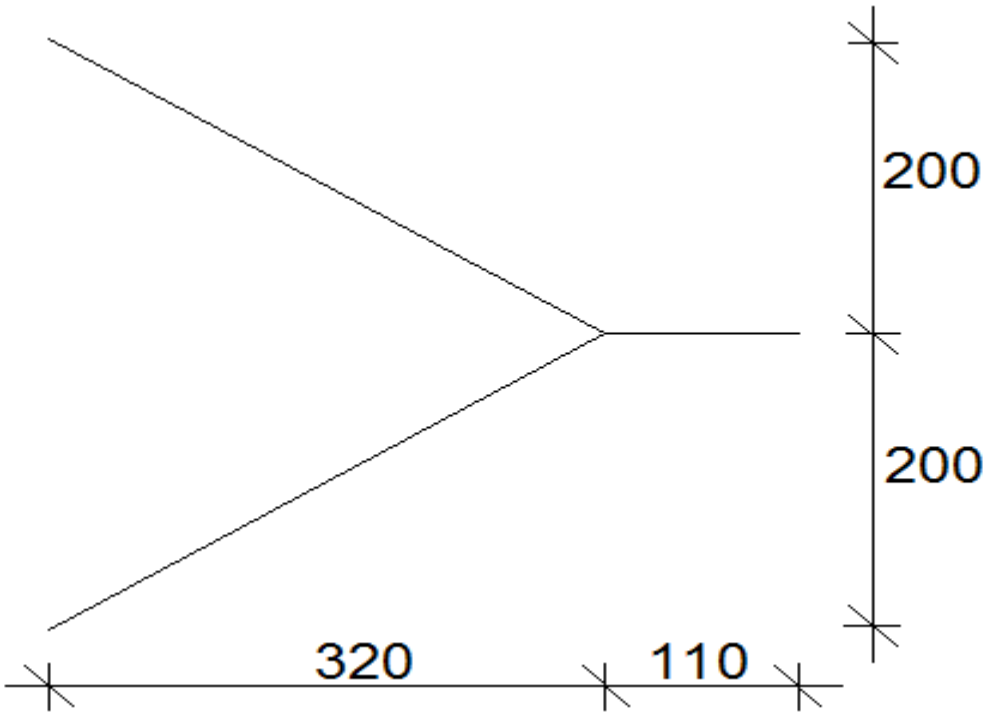
32,377 KN < 64,5 KN → Tidak diperlukan tulangan geser

Digunakan tulangan sengkang praktis

Smaks = $\frac{deff}{2} = \frac{344}{2} = 172$ mm

Dipakai Ø8-150

3.4.3 Perhitungan Tangga Darurat



Gambar 3.38 Detail Tangga Darurat

Analisa Kelayakan Tangga

Data yang direncanakan sebagai berikut:

Fc : 25 MPa

Fy : 240 MPa

Tinggi tangga : 400 cm

Diperkirakan tinggi optrede : 18 cm

Jumlah optrede : $\frac{400\ cm}{18\ cm}$ = 22,2 ~ 22 buah

Tangga akan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian atas dan bagian bawah

- Bagian bawah : 11 optrede → h_{bawah} = 18m x 11 = 198 cm
- Bagian atas : 11 optrede → h_{atas} = 18m x 11 = 198 cm

c. Syarat Tangga

2 optride + 1 antride = 65 cm

2 x 18 + 1 antride = 65 cm

1 antride = 65 – 36

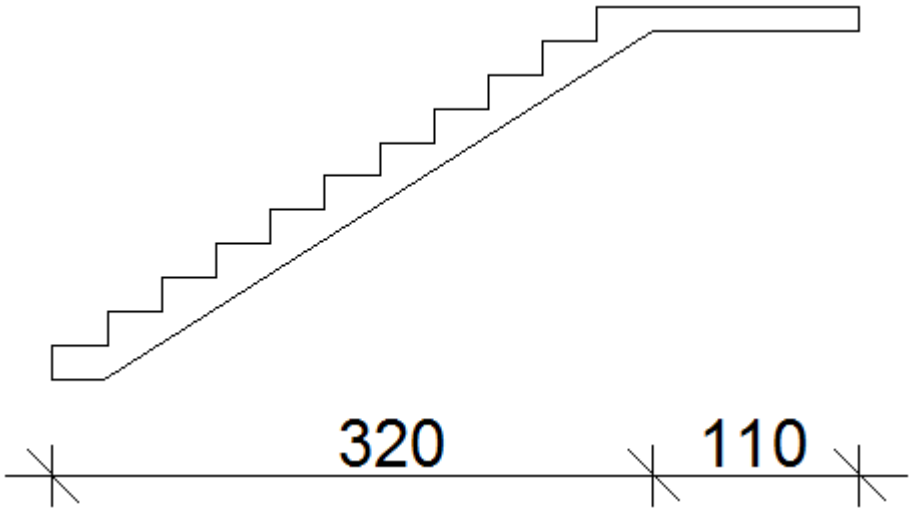
1 antride = 29 cm

Sudut Kemiringan Tangga < 45^0

α = Arc tg $(\frac{200\ cm}{320\ cm})$ = 32,01°

Lebar tangga yang direncanakan untuk 2 orang, maka diambil lebar tangga 120 cm dengan panjang bordes 250 cm.

d. Lebar pelat tangga dan pelat bordes



Gambar 3.39 Detail Jarak Tangga Darurat

Sin α = 0,53

Cos α = 0,85

Perhitungan pembebanan

c. Tangga

L = $\sqrt{3{,}2^2 + 2^2}$ = 3,77

- Tebal pelat tangga

$h_{min} = \frac{l}{20}\ x\ \left(0{,}4 + \frac{fy}{700}\right)$

$= \frac{3770}{20}\ x\ \left(0{,}4 + \frac{240}{700}\right)$

= 140,03 mm ~ 150 mm

Jadi, untuk tebal pelat tangga 150 mm

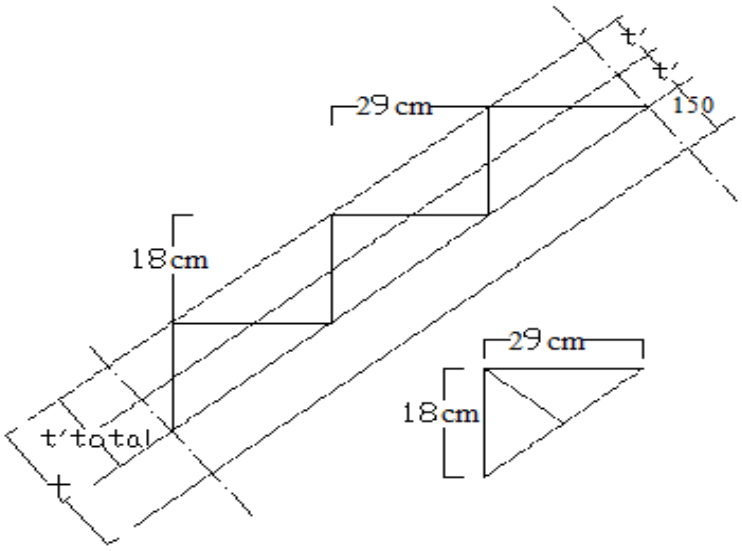
- Tebal pelat bordes

$h_{min} = \frac{l}{20}\ x\ \left(0{,}4 + \frac{fy}{700}\right)$

$= \frac{1100}{20}\ x\ \left(0{,}4 + \frac{240}{700}\right)$

= 40,85 mm ~ 150 mm

Jadi, untuk tebal pelat bordes 150 mm.



T = 18 x cos(32,01) =15,3

t = ½ x 15,3 = 7,65

t = 15 + 7,65 = 22,65

Beban Mati (W_D)

- Berat sendiri pelat + anak tangga = 0,2265mx 24 kN/m^3 x 1,2m
  = 6,52 kN/m
- Berat penutup lantai = 0,24 kN/m^2 x 1,2m
  = 0,29 kN/m
- Berat Adukan = 0,21 kN/m^2 x 1,2m
  = 0,25 kN/m
- Berat sandaran = 0,20 kN/m^2 x 1,2m
  = 0,24 kN/m

W_D =7,30 kN/m

Beban Hidup (W_L)

W_L = 3 kN/m^2 x 1,2m x 0,85 = 3,06 kN/m

Beban Terfaktor

W_U = 1,2 W_D + 1,6 W_L

= (1,2) 7,30 + (1,6) 3,06

= 13,656 kN/m

d. Pembebanan Bordes

Beban Mati (W_D)

-	Beban sendiri pelat	= 0,15m x 1,2m x 24 kN/m^3	= 4,32 KN/m
-	Berat adukan	= 0,21 KN/m^2 x 1,2m	= 0,25 KN/m
-	Berat Keramik	= 0,24 KN/m^2 x 1,2m	= 0,29 KN/m
-	Berat sandaran	= 0,20 KN/m^2 x 1,2m	= 0,24 KN/m
		W_D	= 5,10 KN/m

Beban Hidup (W_L)

W_L = 3 kN/m^2 x 1,2m = 3,6 kN/m

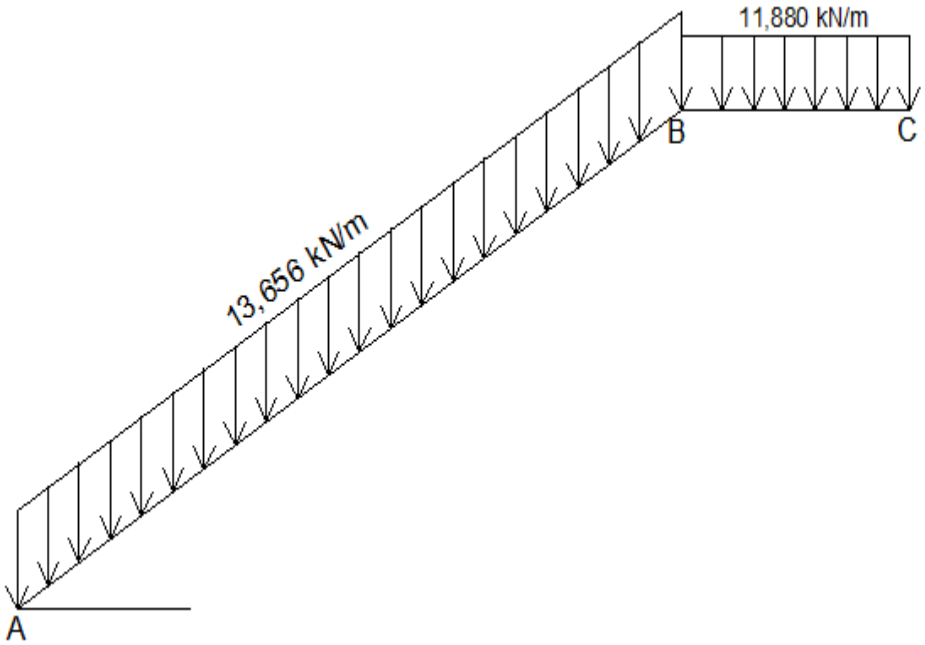
Beban Terfaktor

W_U = 1,2 W_D + 1,6 W_L

= (1,2) 5,10 + (1,6) 3,6

= 11,880 KN/m

Analisa Struktur



Gambar 3.40 Pembebanan Tangga

7. Momen Inersia

$I_{AB} = \frac{1}{12} . b. h^3 = \frac{1}{12} . 120 . 15^3 = 33750\ cm^4$ dimisalkan I

$I_{BC} = \frac{1}{12} . b. h^3 = \frac{1}{12} . 120 . 15^3 = 33750\ cm^4$ dimisalkan I

8. Faktor Kekakuan

$K_{AB} = K_{BA} = \frac{4\ EI}{L} = \frac{4\ EI}{3,77} = 1,06$

$K_{BC} = K_{CB} = \frac{4\ EI}{L} = \frac{4\ EI}{1,1} = 3,636$

9. Faktor Distribusi

$\mu_{A\text{-}B} = \frac{1,06}{1,06 + 3,636} = 0,23$

$\mu_{B\text{-}C} = \frac{3,636}{1,06 + 3,636} = 0,77$

10. Momen Primer

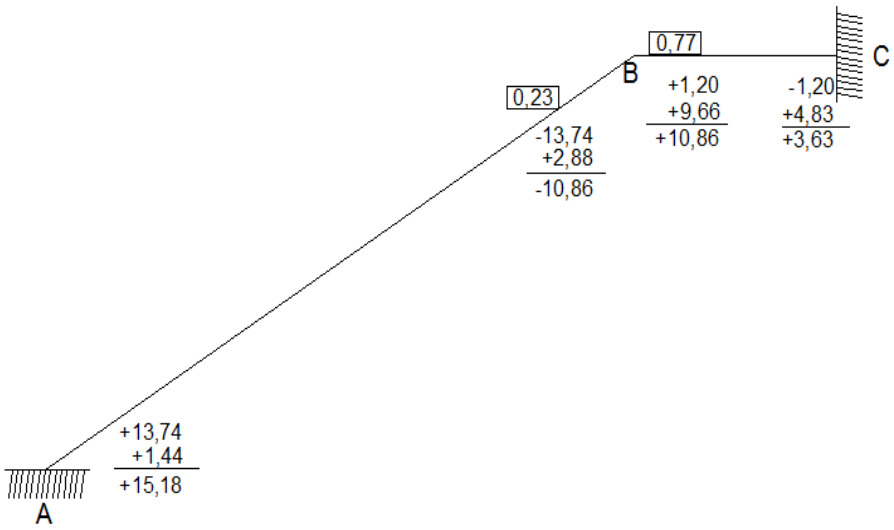
$M_{AB} = + \frac{q \cdot \cos\alpha \cdot L^2}{12} = + \frac{13{,}656 \cdot 0{,}85 \cdot 3{,}77^2}{12} = +\ 13{,}74$ kN/m

$M_{BA} = - \frac{q \cdot \cos\alpha \cdot L^2}{12} = - \frac{13{,}656 \cdot 0{,}85 \cdot 3{,}77^2}{12} = -\ 13{,}74$ kN/m

$M_{BC} = + \frac{q \cdot L^2}{12} = + \frac{11{,}880 \cdot 1{,}1^2}{12} = +\ 1{,}20$ kN/m

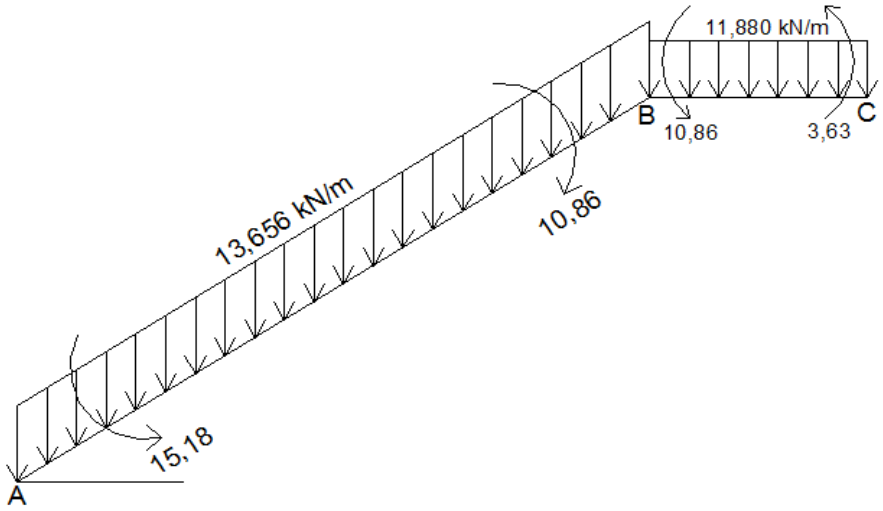
$M_{CB} = - \frac{q \cdot L^2}{12} = - \frac{11{,}880 \cdot 1{,}1^2}{12} = -\ 1{,}20$ kN/m

11. Perataan Momen



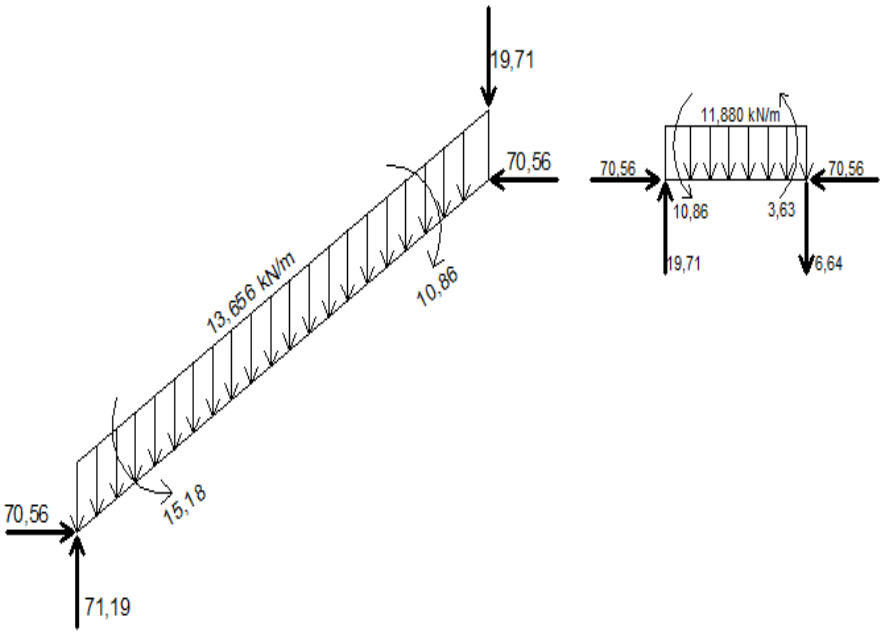
Gambar 3.41 Perataan Momen

12. Momen Design



Gambar 3.42 Momen Design

Free Body



Gambar 3.43 Free Body

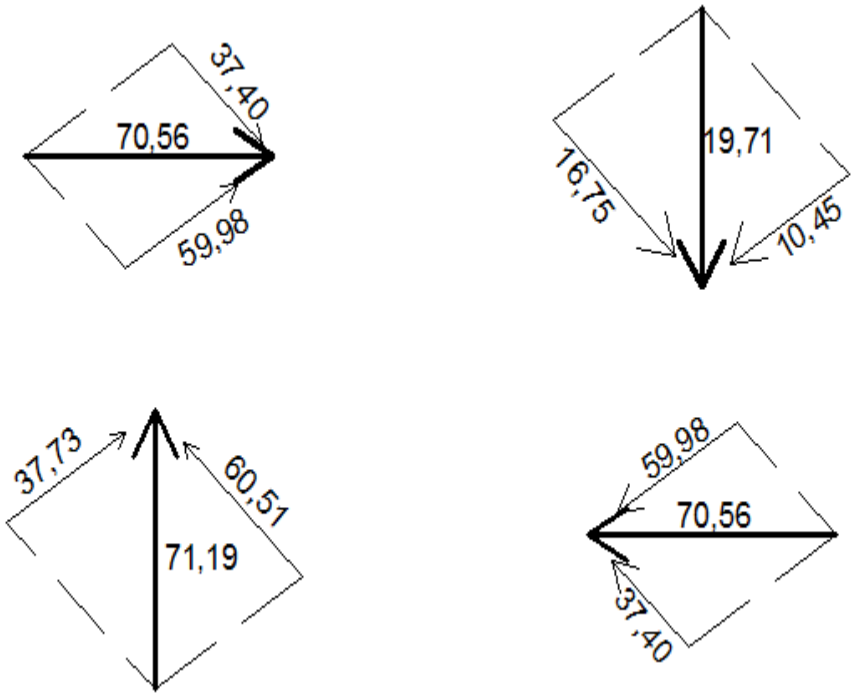
$\Sigma M_1 = 0$

(71,19 . 3,2) – AH . 2 – 15,18 – 13,656. 3,77 . 1,6 + 10,86

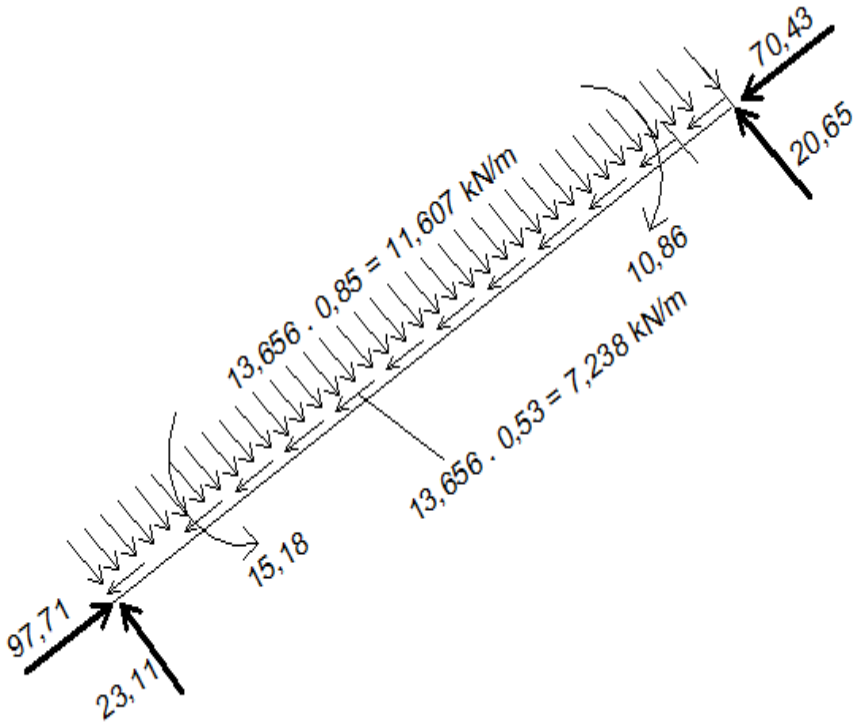
$$AH = \frac{(71{,}19 \cdot 3{,}2) - 15{,}18 - 13{,}656 \cdot 3{,}77 \cdot 1{,}6 + 10{,}86}{2}$$

= 70,56

Uraian Gaya



Gambar 3.44 Uraian Gaya

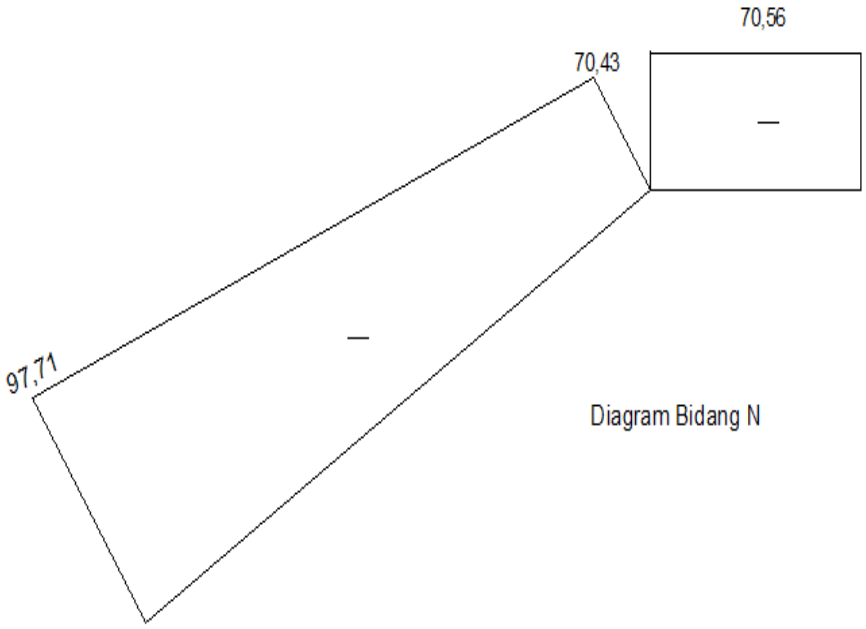


Gambar 3.45 Free Body Batang A1

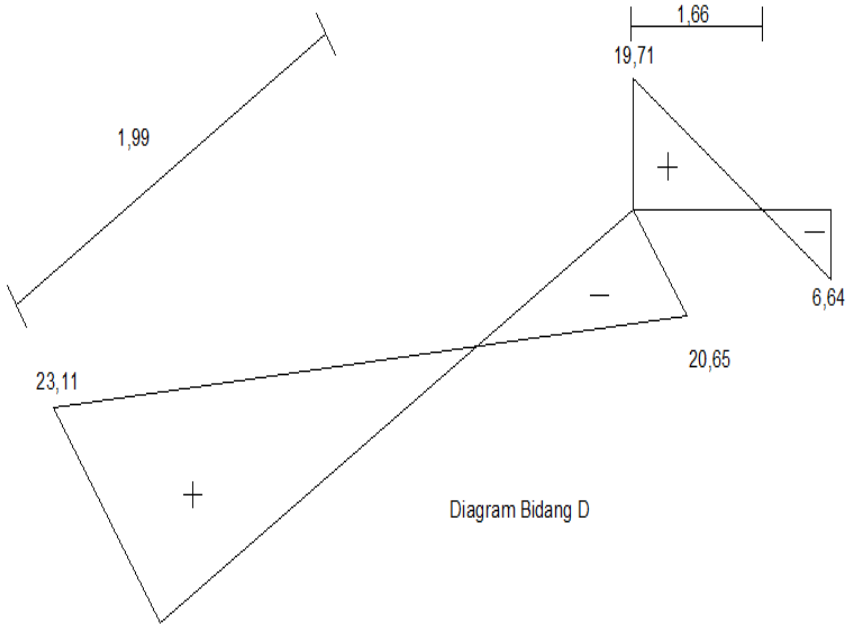
Kontrol:

97,71 – (70,43 + (7,238x 3,77) = 0

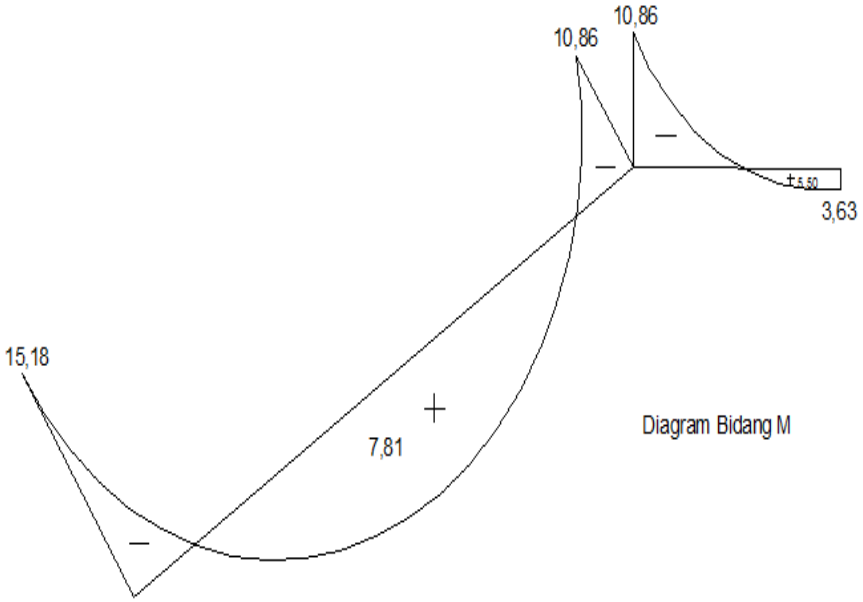
(11,607 x 3,77) – 23,11 – 20,65 = 0



Gambar 3.46 Diagram Gaya Normal



Gambar 3.47 Diagram Gaya Lintang



Gambar 3.48 Diagram Gaya Momen

3.4.4 Penulangan Pelat Tangga dan Bordes

- Tebal Pelat Tangga = 150 cm
- Selimut Beton = 20 cm
- Fc' = 25 MPa
- Fy = 240 MPa
- Tulangan = Ø12

D = h – selimut beton - $\frac{1}{2}$ Ø

= 150 – 20 - $\frac{1}{2}$ 12

= 124 cm

1. Tulangan Tumpuan A

Mu = 15,18 KNm

k = $\frac{Mu}{\emptyset \,.\, b \,.\, d^2}$

= $\frac{15{,}18 \,.10^6}{0{,}8 \,.1000 \,.124^2}$

= 1,234→ ρ = 0,0058

As = ρ . b . d

= 0,0058 . 1000 . 124

=719,2

Maka dari tabel

Tulangan Ø12 – 150 → As pakai 754,0

2. Tulangan Tumpuan B

Mu = 10,86 KNm

k = $\frac{Mu}{\emptyset . b . d^2}$

= $\frac{10{,}86 .10^6}{0{,}8 .1000 .124^2}$

= 0,883 → ρ = 0,0058

As = ρ . b . d

= 0,0058 . 1000 . 124

= 719,2

Maka dari tabel

Tulangan Ø12 – 150 → As pakai 754,0

3. Tulangan Lapangan

Mu = 7,81 KNm

k = $\frac{Mu}{\emptyset . b . d^2}$

= $\frac{7{,}81 .10^6}{0{,}8 .1000 .124^2}$

= 0,635 → ρ = 0,0058

As = ρ . b . d

= 0,0058 . 1000 . 124

= 719,2

Maka dari tabel

Tulangan Ø12 – 150 → As pakai 754,0

4. Tulangan Pembagi

As = 0,002 . b . h

= 0,002 . 1500 . 150

= 450

Maka dari tabel

Tulangan Ø10 – 150 → As pakai 523,6

PENULANGAN PELAT BORDES

Fc = 25 MPa

Fy = 240 MPa

Tulangan = Ø12

Tebal Pelat Bordes = 150 cm

Selimut Beton (P) = 20 mm

D = h - p - $\frac{1}{2}$ Ø

= 150 – 20 – 6

= 124 cm

1. Tulangan Tumpuan B

Mu = 10,86 KNm

k = $\frac{Mu}{\emptyset \,.\, b \,.\, d^2}$

= $\frac{10{,}86 \,.10^6}{0{,}8 \,.1000 \,.124^2}$

= 0,883 → ρ = 0,0058

As = ρ . b . d

= 0,0058 . 1000 . 124

= 719,2

Maka dari tabel

Tulangan Ø12 – 150 → As pakai 754,0

2. Tulangan Tumpuan C

Mu = 3,63 KNm

k = $\frac{Mu}{\emptyset \,.\, b \,.\, d^2}$

= $\frac{3{,}63 \,.10^6}{0{,}8 \,.1000 \,.124^2}$

= 0,295 → ρ = 0,0058

As = ρ . b . d

= 0,0058 . 1000 . 124

= 719,2

Maka dari tabel

Tulangan Ø12 – 150 → As pakai 754,0

3. Tulangan Lapangan

Mu = 5,50KNm

k = $\frac{Mu}{\emptyset \,.\, b \,.\, d^2}$

= $\frac{5{,}50 \,.10^6}{0{,}8 \,.1000 \,.124^2}$

= 0,447 → ρ = 0,0058

As = ρ . b . d

= 0,0058 . 1000 . 124

= 719,2

Maka dari tabel

Tulangan Ø12 – 150 → As pakai 754,0

4. Tulangan Pembagi

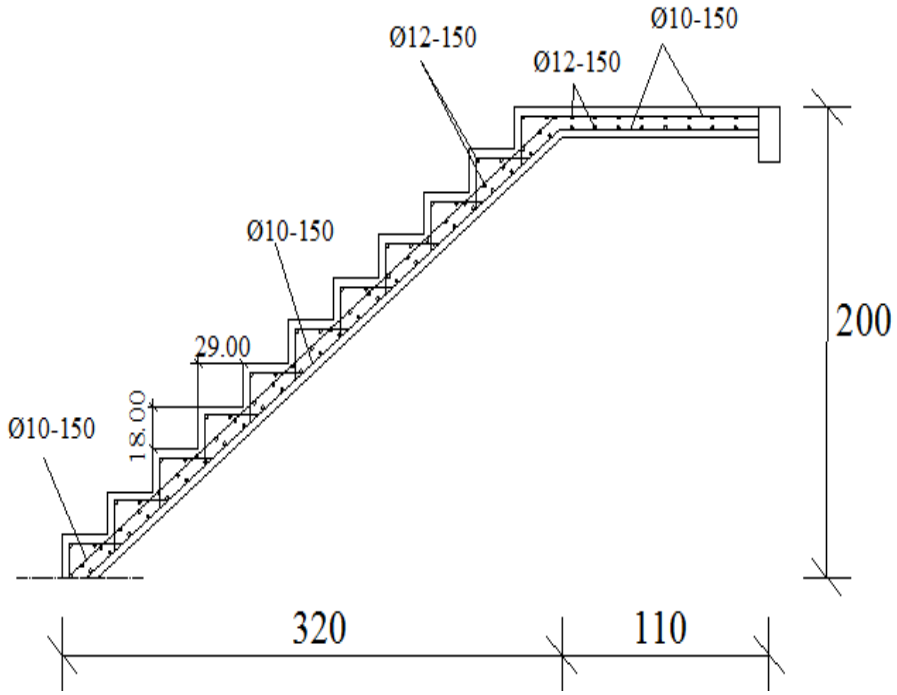
As = 0,002 . b . h

= 0,002 . 1500 . 150

= 450

Maka dari tabel

Tulangan Ø10 – 150 → As pakai 523,6



Gambar 3.49 Penulangan Tangga

PENULANGAN BALOK BORDES

fc = 25 MPa

fy = 240 MPa

Dimensi balok = 30 x 40 cm

Tulangan = Ø16

Sengkang = Ø8

Selimut Beton = 40 mm

D = h – selimut beton – Øsengkang – $\frac{1}{2}$ Ø tulangan pokok

= 400 – 40 – 8 – $\frac{1}{2}$16

= 344 mm

a. Pembebanan Balok Bordes

Beban Mati

- Berat Balok = 0,3m x 0,4m x 24 KN/m^3 = 2,88 KN/m
- Berat Plesteran 2cm = 0,21 KN/m²/cm x 4cm = 1,43 KN/m
- Berat dinding = 2,5 KN/m² x 2 = 5,00 KN/m
- Beban sendiri pelat = 0,15m x 1,2m x 24 kN/m^3 = 4,32 KN/m

- Berat adukan = 0,21 KN/m^2 x 1,2m = 0,25 KN/m
- Berat Keramik = 0,24 KN/m^2 x 1,2m = 0,29 KN/m
- Berat sandaran = 0,20 KN/m^2 x 1,2m = 0,24 KN/m

WD = 14,41 KN/m

Beban Hidup (WL)

WL = 3 KN/m² x 1,2 m = 3,6 KN/m

Beban Terfaktor

WU = 1,2 WD + 1,6 WL

= 1,2 (14,41) + 1,6 (3,6)

= 23,052 KN/m

M.Tumpuan = $\frac{1}{12}$. Wu. L^2

= $\frac{1}{12}$. 23,052 . 2,5²

= 12,006 KNm

K = $\frac{Mu}{\emptyset .b .d^2}$

= $\frac{12{,}006\ x\ 10^6}{0{,}8\ .\ 300\ .344^2}$

= 0,4227

Pada tabel Ratio Penulangan Dipohusodo, ρ < ρmin sehingga dipakai ρmin = 0,0058

As = ρ . b . d

= 0,0058 . 300 . 344

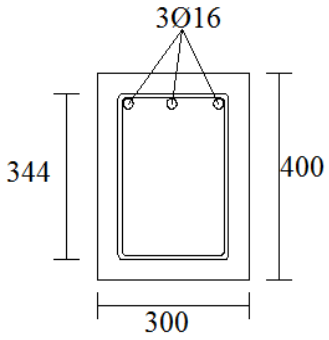
= 598,56 mm²

N = $\frac{As}{\frac{1}{4}\pi\ d^2}$

= $\frac{598{,}56}{\frac{1}{4}\pi.\ 16^2}$

= 2,976 ~ 3 buah

As terpasang = 670,2 mm ⟶ 3Ø16



Cek momen nominal (Mn)

a $= \frac{As.fy}{0{,}85\ .fc'.b}$

$= \frac{670{,}2\ .\ 240}{0{,}85\ .\ 25\ .300}$

= 25,231

ØMn = ØAs. Fy (d- $\frac{a}{2}$)

= 0,8 . 670,2 . 240 (344 – $\frac{25{,}231}{2}$)

= 42,6 x 10^6

Syarat ØMn > Mu

42,6 x 10^6 >14,296

d. Tulangan Lapangan

Mu $= \frac{1}{24}$. Wu. L^2

$= \frac{1}{24}$. 23,052 . $2{,}5^2$

= 6,003 KNm

k $= \frac{Mu}{\emptyset\ .b\ .d^2}$

$= \frac{14{,}296\ x\ 10^6}{0{,}8\ .300\ .344^2}$

= 0,211

Pada tabel Ratio Penulangan Dipohusodo, ρ < ρmin sehingga dipakai ρmin = 0,0058

As = ρ . b .d

= 0,0058 . 300 . 344

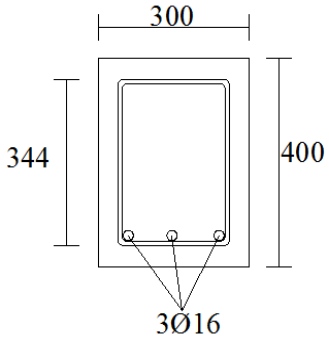
= 598,56 mm²

n = $\frac{As}{\frac{1}{4}\pi d^2}$

= $\frac{598,56}{\frac{1}{4}.\pi .16^2}$

= 2,977 ~ 3 buah

As terpasang = 670,2 mm ⟶ 3Ø16



Dari hasil perhitungan didapat tulangan tumpuan dipakai 3D16 dan tulangan lapangan dipakai 3D16

Cek momen nominal (Mn)

a = $\frac{As.fy}{0,85 .fc'.b}$

= $\frac{670,2 \ . \ 240}{0,85 \ . \ 25 .300}$

= 25,231

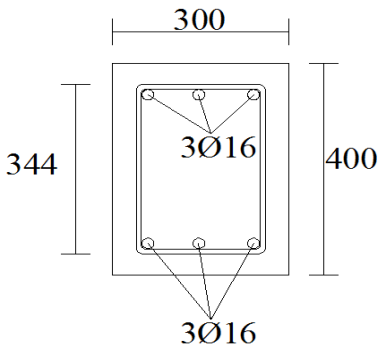
ØMn = ØAs. Fy (d- $\frac{a}{2}$)

= 0,8 . 670,2 . 240 (344 – $\frac{25,231}{2}$)

= 42,6 x 10^6

Syarat ØMn > Mu

$42{,}6 \times 10^6 >$



e. Penulangan geser balok bordes

Vu $= \frac{1}{2}$. Wu . L

$= \frac{1}{2}$. 23,052 . 2,5

= 28,815 KN

Deff = 344 mm

Vc $= \frac{1}{6} . \sqrt{fc'} . b . deff$

$= \frac{1}{6} . \sqrt{25} . 300 . 344$

= 86 KN

d + $\frac{1}{2}$ kolom = 344 + $\frac{1}{2}$. 500

= 594 mm = 0,594 m

X $= \frac{1}{2}$. L $= \frac{1}{2}$. 2,5 = 1,25 m

Vu kritis $= \frac{Vu . (x-p)}{x}$

$= \frac{28{,}815 . (1{,}25-0{,}594)}{1{,}25}$

= 15,122 KN

ØVc = 0,75 . 86 KN

= 64,5 KN

Vu kritis < ØVc

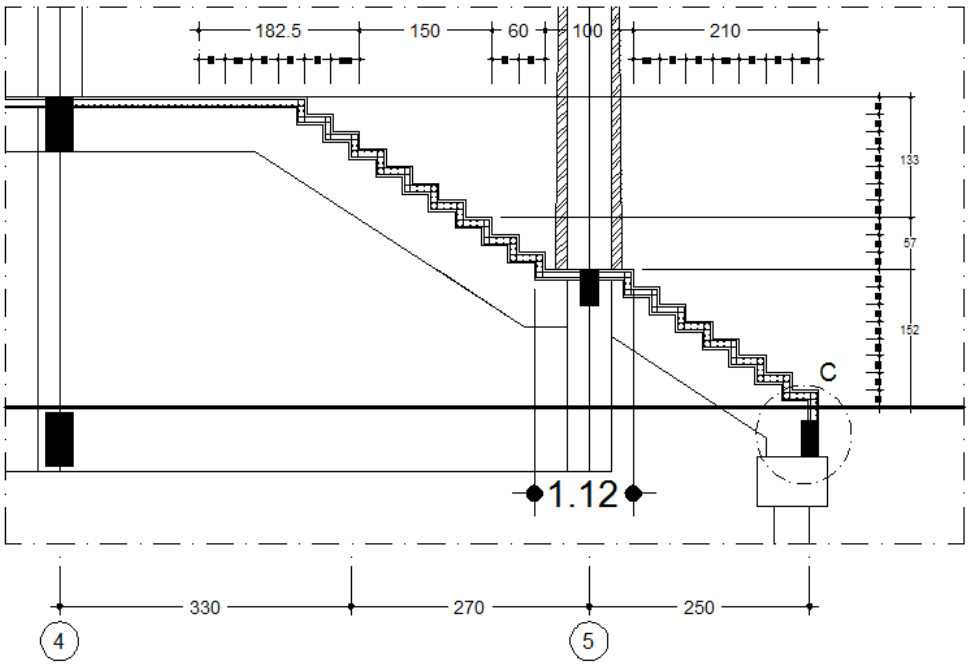
15,122 KN < 64,5 KN → Tidak diperlukan tulangan geser

Digunakan tulangan sengkang praktis

S.maks = $\frac{deff}{2} = \frac{344}{2}$ = 172 mm

Dipakai Ø8-150

3.4.5 Perhitungan Tangga Lobby



Gambar 3.50 Detail Tangga Lobby

Data-data Perencanaan Tangga

a. Analisa kelayakan tangga

Direncanakan optride = 19 cm

Jarak lantai 1 dan lantai 2 = 342 cm

Direncanakan optride $= \frac{h}{tinggioptrede}$

$= \frac{342\ cm}{19\ cm}$

= 18 buah anak tangga

b. Syarat tangga

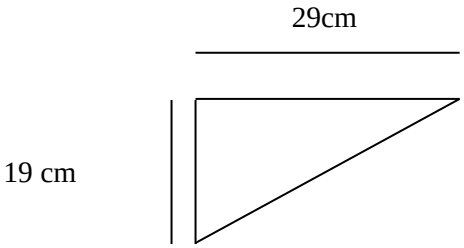
(2.optride) + (1.antride) = 65 cm (1 langkah kaki manusia)

(2 x 19cm) + (1 antride) = 65 cm

1 antride = 25 cm

Jadi, tinggi optride = 19 cm

Lebar antride = 29cm



Gambar 3.51 Detail Lebar Antride dan Tinggi Optride

c. Banyak anak tangga

- Tangga bagian bawah

Jarak dengan bordes = 1520 mm = 152 cm

Optride = 19 cm

Banyak anak tangga $= \frac{\text{tinggi tangga}}{\text{tinggi optrede}}$

$= \frac{152\ cm}{19\ cm}$

= 8 buah

- Tangga bagian atas

Jarak dengan bordes = 1900 mm = 190 cm

Optride = 19 cm

Banyak anak tangga $= \frac{\text{tinggi tangga}}{\text{tinggi optrede}}$

$= \frac{190}{19}$

= 10 buah

d. Panjang bordes dan panjang tangga

Ln + (1-2 antrede) = 65 cm + (2 x 29 cm) = 123 cm (sudah memenuhi syarat untuk 2 orang)

Panjang tangga

Tangga bagian bawah = antride x (banyak anak tangga – 1)

= 29 cm x (8 buah – 1)

= 203 cm

Tangga bagian atas = antride x (banyak anak tangga – 1)

= 29 cm x (10 buah – 1)

= 261 cm

Tan α < 45º

Arc tan $\frac{19}{29}$= 33,23º

= 33,23 < 45º OK

f. Tebal pelat bordes dan pelat tangga

antrede = 29 cm

optrede = 19 cm

Tangga 1

Panjang sisi horizontal = banyak antride x antride

= 8 buah x 29 cm

= 232 cm

Panjang sisi vertical = Banyak optride x optride

= 7 buah x 19 cm

= 133 cm

Sisi miring = $\sqrt{232^2 + 133^2}$

= 267,419 cm

Tebal pelat tangga

$h_{min} = \frac{l}{20} x \left(0{,}4 + \frac{fy}{700} \right)$

$= \frac{2674{,}19}{20} x \left(0{,}4 + \frac{240}{700} \right)$

= 99,327 mm

Jadi untuk tebal pelat tangga direncanakan 100 mm .

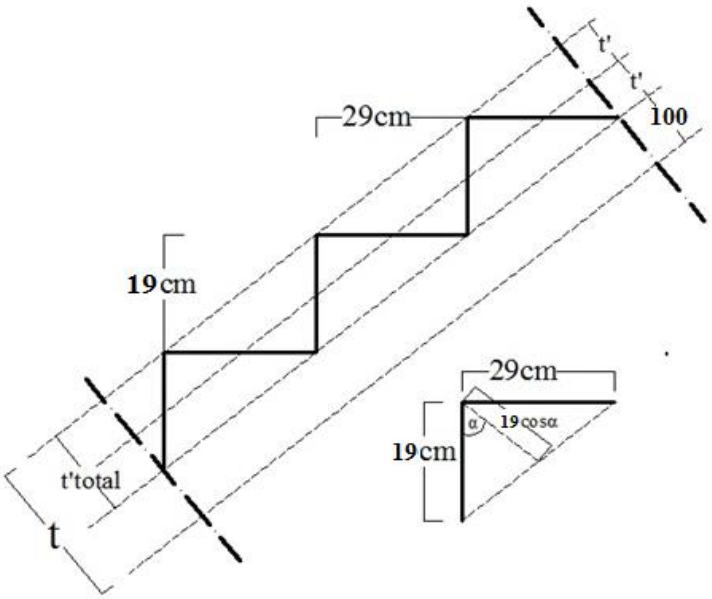
Tebal pelat bordes

$h_{min} = \frac{l}{20} x \left(0{,}4 + \frac{fy}{700} \right)$

$= \frac{1120}{20}\ x\left(0{,}4 + \frac{240}{700}\right)$

= 41,6 mm

Jadi untuk tebal pelat bordes direncanakan sama dengan tebal pelat tangga100 mm.



Gambar 3.52 Detail Tebal Pelat Tangga

Pembebanan

a. Pembebanan tangga

t'total = 19.cos α

= 15,893 cm

t' = $\frac{1}{2}$.t'total

= 7,9465 cm

t = tebal pelat + t'

= 10 cm + 7,946 cm

= 17,946 cm

Tebal pelat tangga akibat beban $= \frac{\text{tebal anak tangga}}{\cos\alpha}$

$= \frac{17{,}946\ cm}{\cos(33{,}23^{\circ})}$

= 21,454 cm

= 0,2145 m

1. Akibat beban mati (W_{DL})

- Berat sendiri pelat tangga dan anak tangga

  = 0,2145 m x γ_{beton} x 1,2 m

  = 0,2145 m x 24 KN/m^3 x 1,2 m

  = 6,1176 KN/m

- Berat penutup lantai

  = (24 x 10^{-2} KN/m^2) x 1,2 m

  = 0,288 KN/m^2

- Berat adukan spesi

  = (21 x 10^{-2} KN/m^2) x 1,2 m

  = 0,252 KN/m^2

- Berat sandaran

  = (20 x 10^{-2} KN/m^2) x 1,2 m

  = 0,240 KN/m

- Beban balok

  = 0,3m x 0,4m x 24 KN/m^3 x $\frac{1}{\cos\alpha}$

  = 1,948 KN/m

Maka beban mati (W_{DL})=(6,1176 + 0,288 + 0,252+0,240+1,948)

= 8,8456 KN/m

2. Akibat beban hidup (W_{LL})

- Beban hidup = beban hidup untuk tangga x 1,2m x $\frac{1}{\cos\alpha}$

= 3 KN/m^2 x 1,2m x $\frac{1}{\cos\alpha}$

= 4,303 KN/m

3.Beban terfaktor (Wu)

Wu = 1,2 W_{DL} + 1,6W_{LL}

= (1,2 x 8,845 KN/m) + (1,6 x 4,303 KN/m)

= 17,4988 kN/m

b. Pembebanan Bordes

1.Akibat beban mati (W_{DL})

- Berat sendiri pelat bordes = 0,10 m x γ_{beton} x 1,2 m
  = 0,10 m x 24 KN/m^3 x 1,2 m
  = 2,88 KN/m
- Berat penutup lantai = (24 x 10^{-2} KN/m^2) x 1,2 m
  = 0,288 KN/m^2
- Berat adukan spesi = (21 x 10^{-2} KN/m^2) x 1,2 m
  = 0,240 KN/m^2
- Beban balok = 0,3 m x 0,4 m x 24 kN/m^3
  = 2,88KN/m

Maka beban mati (W_{DL}) = (2,88 + 0,288 + 0,240+2,88) kN/m

= 6,288 KN/m

2. Akibat beban hidup (W_{LL})

- Beban hidup = beban hidup untuk tangga
  = 3 KN/m^{2}x 1,2 m

  = 3,6 KN/m

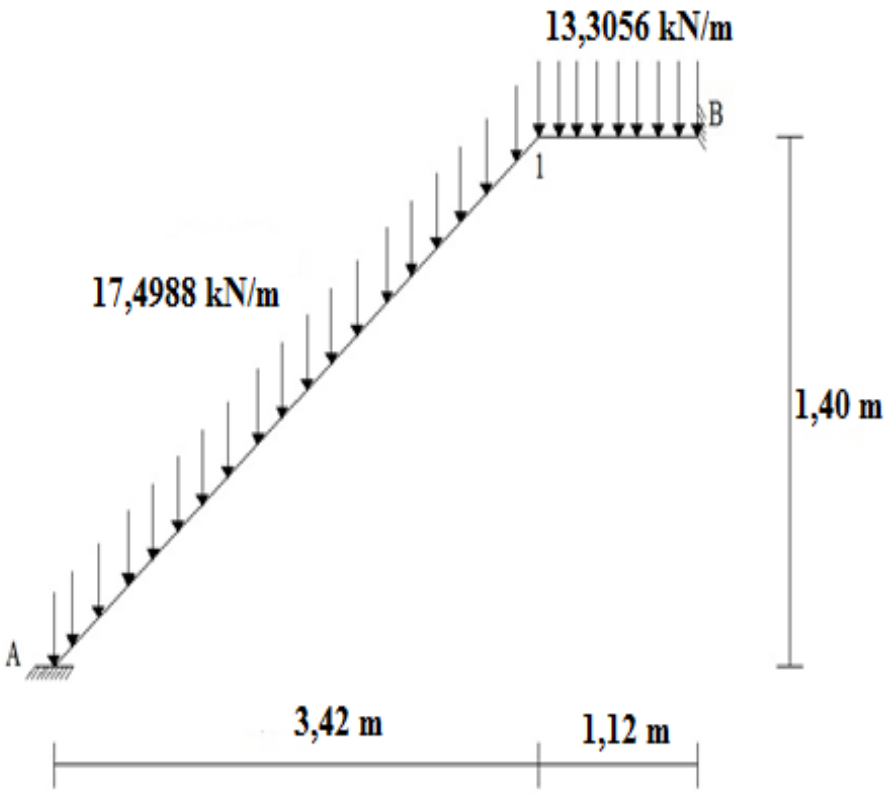
3. Beban terfaktor (Wu)

Wu = 1,2 W_{DL} + 1,6W_{LL}

= (1,2 x 6,288 KN/m) + (1,6 x 3,6 KN/m)

= 13,3056 KN/m

c. Analisa struktur tangga



Gambar 3.53 Pembebanan Tangga

1. Momen Inersia

$$I_{A1} = \left(\frac{1}{12}\text{x}120\text{x}17^3\right)+\left(\frac{1}{12}\text{x}30\text{x}23^3\right)=50452{,}5\text{....dimisalkan I}$$

$$I_{1B} = \left(\frac{1}{12}\text{x}120\text{x}17^3\right)+\left(\frac{1}{12}\text{x}30\text{x}23^3\right)=50452{,}5\text{....dimisalkan I}$$

2. Faktor Kekakuan

$$K_{A1} = \frac{4EI}{L_{A1}} = \frac{4EI}{2{,}676} = 1{,}494\ EI$$

$$K_{1B} = \frac{4EI}{L_{1B}} = \frac{4EI}{1{,}12} = 3{,}57\ EI$$

3. Faktor distribusi

$$\mu_{A1} = \frac{K_{A1}}{K_{A1}+K_{1B}}$$

$$= \frac{1{,}494\ EI}{1{,}494\ EI+3{,}57\ EI}$$

$$= 0{,}295$$

$$\mu 1_B = \frac{K_{1B}}{K_{1B}+K_{A1}}$$

$$= \frac{3{,}57\ EI}{3{,}57\ EI+1{,}494\ EI}$$

$$= 0{,}705$$

4. Momen Primer

$$M_{A1} = +\frac{q.\cos\alpha.L^2}{12} = +\frac{17{,}4988\ x\cos(33{,}23)x\ 2{,}674}{12} = +\ 3{,}262\ \text{kNm}$$

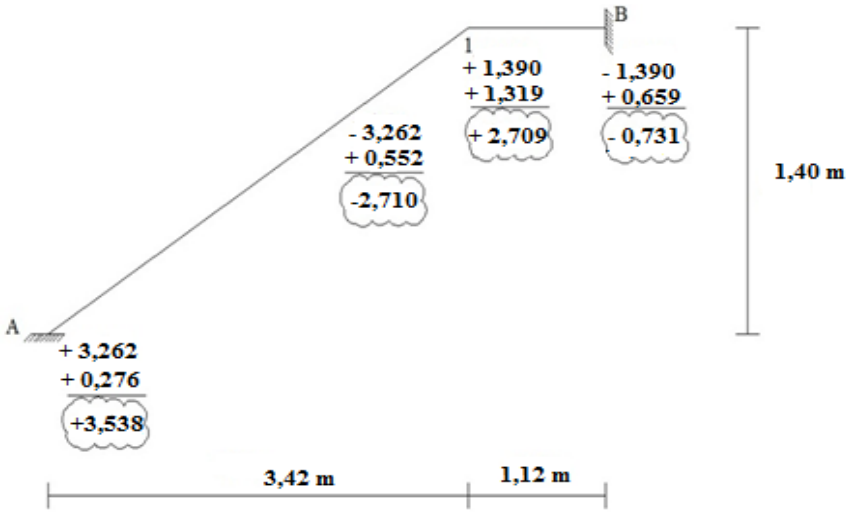
$$M_{1A} = -\frac{q.\cos\alpha.L^2}{12} = -\frac{17{,}4988\ x\cos(33{,}23)\ x\ 2{,}674}{12} = -\ 3{,}262\ \text{KNm}$$

$$M_{1B} = + \frac{qL^2}{12} = + \frac{13{,}3056\ x\ 1{,}12^2}{12} = + 1{,}390 \text{ KNm}$$

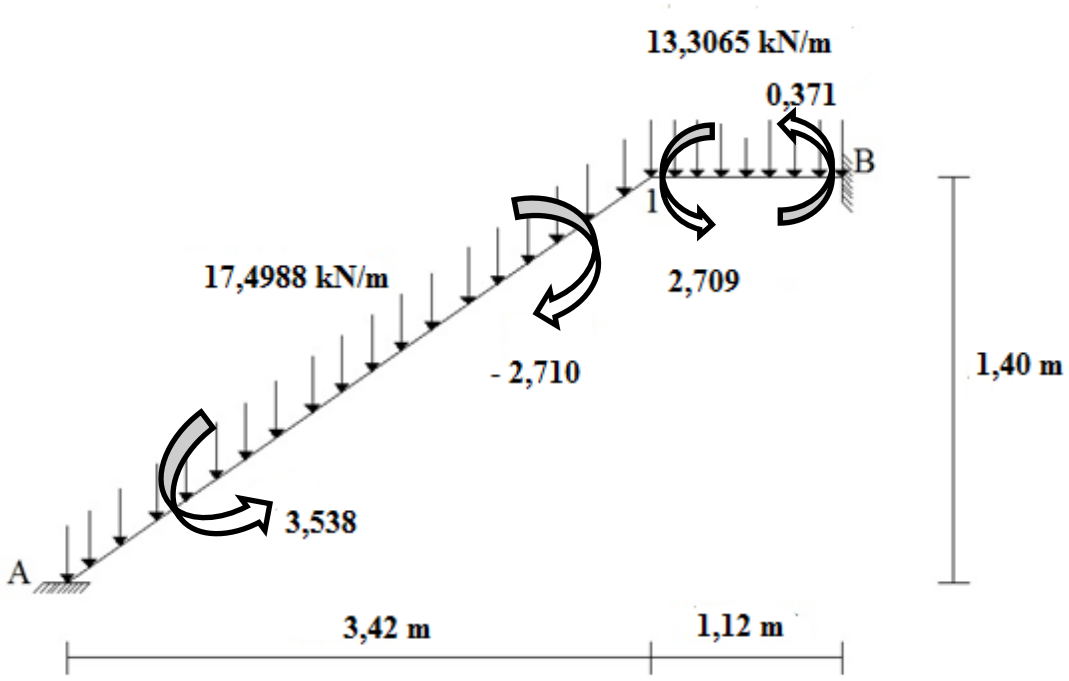
$$M_{1B} = - \frac{qL^2}{12} = - \frac{13{,}3056\ x\ 1{,}12^2}{12} = - 1{,}390 \text{ KNm}$$

5. Perataan Momen

   Kondisi Jepit-jepit

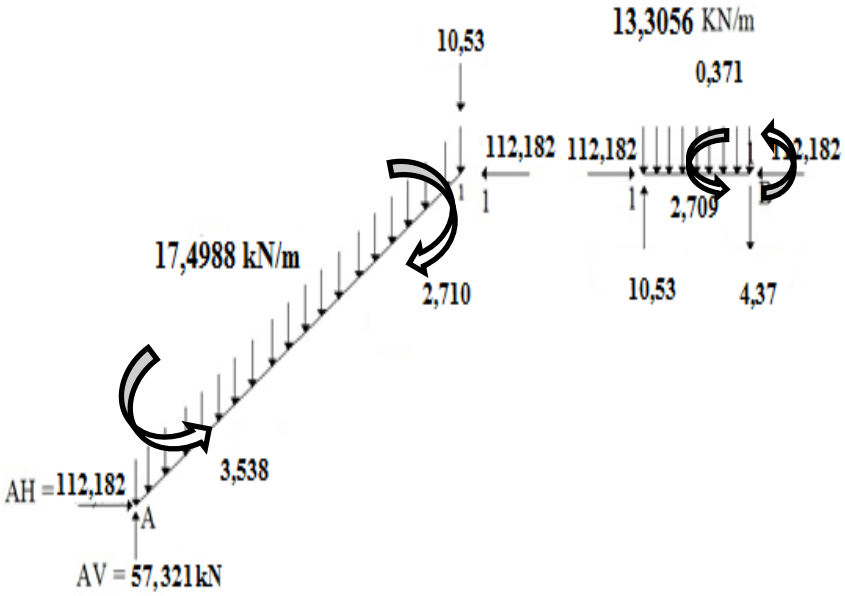


Gambar 3.54 Perataan Momen



Gambar 3.55 Momen Desaign

6. Freebody



Gambar 3.56 Free Body

AV = (17,4988 x 2,674) + 10,53

= 57,321 kN

$\underline{\Sigma M_1 = 0}$

= (57,321 x 3,42) – (AH x 1,12) – 3,538 – (17,4988 x 3,42 x 1,494) + 2,710

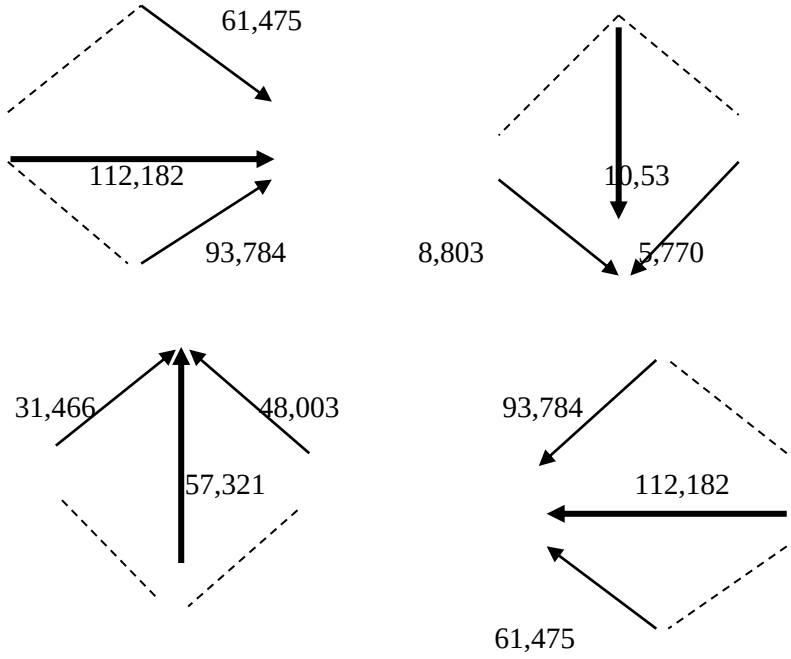
= 0

AH = 112,182

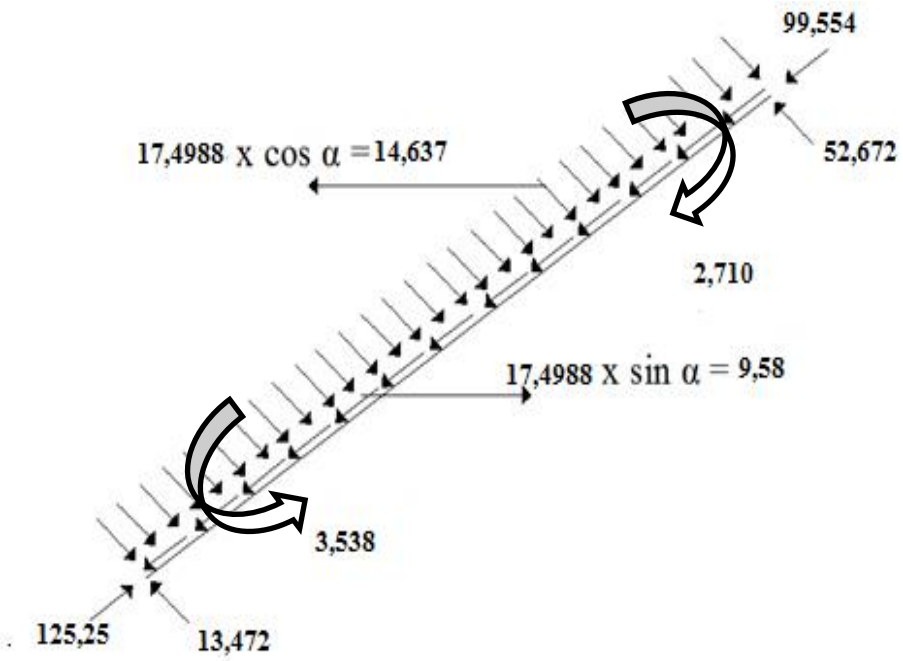
Kontrol

Batang 1B → 57,321 – 4,37 + (10,53 x 1,12) = 0

Uraian Gaya



Gambar 3.57 Uraian Gaya



Gambar 3.58 Free Body Batang A1

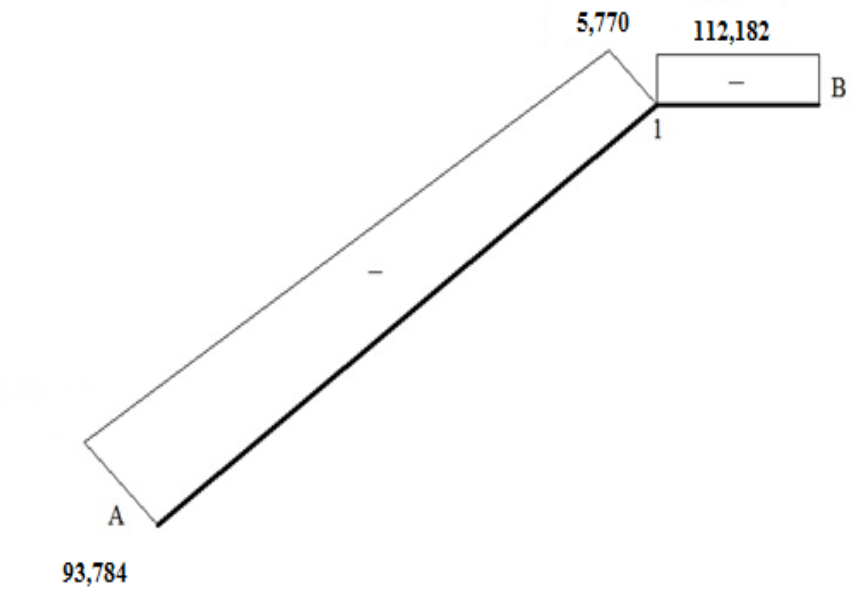
Kontrol

Batang A1→ 125,25 – 99,554 + (9,58 x 2,674) = 0

→(14,637 x 2,674) – 52,672 – 13,472 = 0

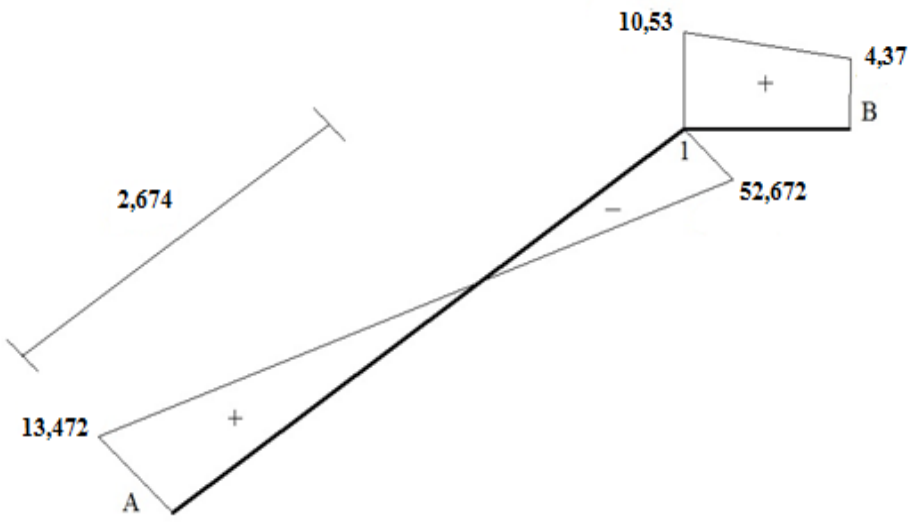
7. Diagram Gaya Dalam

Gaya Normal (N)



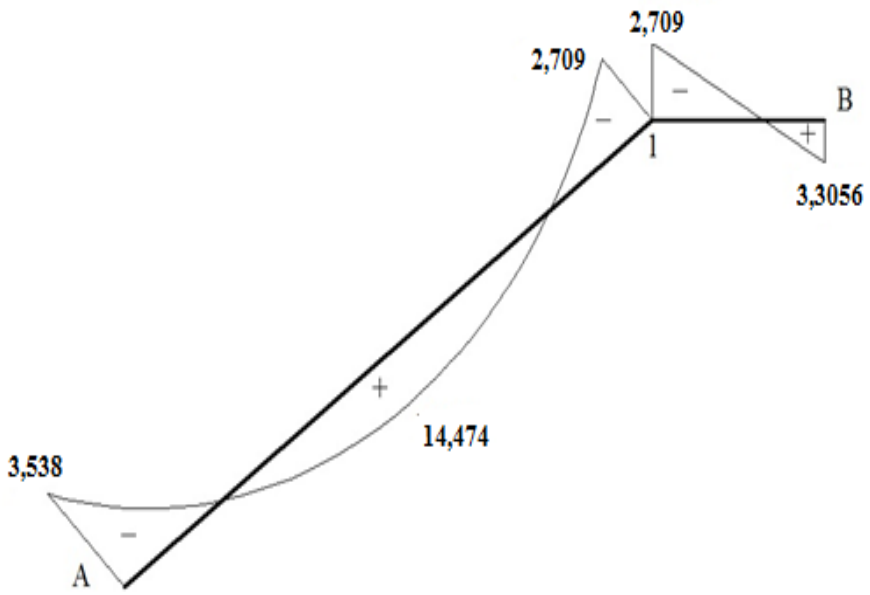
Gambar 3.59 Diagram Gaya Normal

Gaya Lintang(D)



Gambar 3.60 Diagram Gaya Lintang

Momen (M)



Gambar 3.61 Diagram Gaya Momen

Mlapangan $= \left(\left(\frac{13{,}472\ kN\ x\ 2{,}674\ kN}{2} \right) - 3{,}538\ kNm \right)$

= 14,474 kNm

3.4.6 Penulangan Pelat Tangga dan Bordes

A. Penulangan Balok Tangga Lantai 1

Data perencanaan :

Dimensi balok = 300x400 mm

Kuat tekan beton(F'c) = 30 MPa

Leleh baja(fy) = 240 MPa

Diameter tulangan pokok = 16 mm

Diameter tulangn sengkang = 8 mm

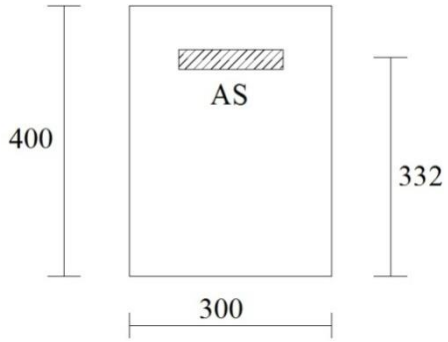
D eff $= h - p - \phi \text{ sengkang} - \frac{1}{2}\phi \text{ tul.pokok}$

$= 400 - 40 - 8 - \frac{1}{2}.16$

= 332 mm

1) Tulangan Tumpuan

Momen pada tumpuan M_{A1} = 3,538 KNm



Gambar 3.62 Detail Garis As Tulangan Tumpuan

$k = \frac{Mu}{\phi.b.d^2} = \frac{3{,}538\ x\ 10^6}{0{,}8x300^2x332^2} = 0{,}0004$

ρ_{min} = 0,0058

Kmaks = 0,0004

MR $= \emptyset.b.d^2.kmaks$

= 0,8 x 300 x 332² x 0,0004

= 9953,664 kNm

(MR > Mu , Balok Bertulangan Tarik Saja)

Luas tulangan yang diperlukan

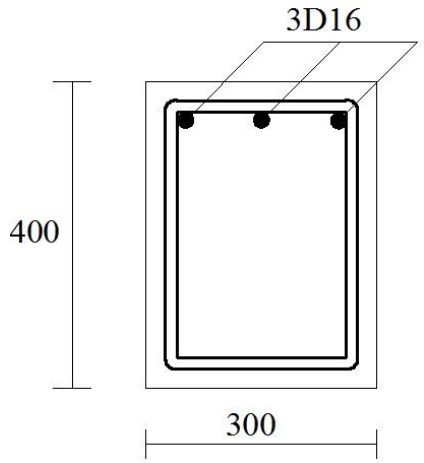
As = ρ.b.d

= 0,0058 x 300 x 332

= 577,68 mm^2

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4}.\pi.D^2} = \frac{577,68}{\frac{1}{4}.\pi.16^2} = 2,873 \approx 3 \text{ buah}$$

Jadi pakai tulangan 3Ø16= 603,2 mm^2



Gambar 3.63 Tulangan Tumpuan

Kontrol Lebar Balok

Kontrol 1 lapis

2 x p	= 2 x 40 mm	= 80 mm
2 x Ósengkang	= 2 x 8 mm	= 16 mm
3 x ØTulangan Pokok	= 3 x 16 mm	= 48 mm

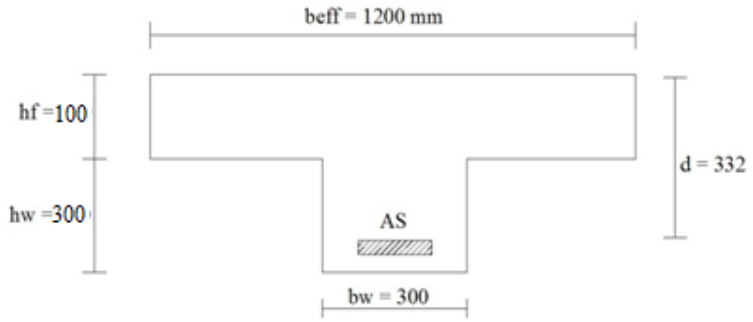
Jarak antar tulangan = 2 x 25 mm = 50 mm

Jumlah = 194 mm < 300 mm (Oke)

2) Tulangan Lapangan

Momen pada lapangan M_{A1}= 14,474 kNm

Direncanakan penampang balok T



Gambar 3.64 Detail Garis As Tulangan Lapangan

beff = 4.bw = 4.300 mm = 1200 mm

Asumsi letak garis netral jatuh dipelat sayap, $a \leq h_f$

Mu $= \emptyset \; x \; 0{,}85 \; x \; f'c \; x \; a \; x \; beff. \left(d - \frac{a}{2}\right)$

$14{,}474 \times 10^6 = 0{,}8 \times 0{,}85 \times 30 \times a \times 1200 \times \left(1200 - \frac{a}{2}\right)$

$14{,}474 \times 10^6 = 8127360\,a - 12240\,a^2$

$12240\,a^2 - 8127360\,a + 14{,}474 \times 10^6 = 0$

$a^2 - 664\,a + 1155{,}833 = 0$

Dengan menggunakan rumus ABC akan didapat nilai a:

$a_{1,2}$ $= \frac{-b \pm \sqrt{b^2 + 4ac}}{2a}$

$a_1 = \frac{-(-664) + \sqrt{(-664)^2 + 4\ x\ 1\ x\ 1155{,}833}}{2.1}$

a_1= 665,736 mm

$a_2 = \frac{-(-664) - \sqrt{(-664)^2 - 4\ x\ 1\ x\ 1155{,}833}}{2.1}$

a_2= 1,745 mm

a =1,745 mm < h_f = 100 mm (asumsi benar)

As $= \frac{0{,}85.f'c.a.deff}{fy}$

$= \frac{0{,}85\ x\ 30\ Mpa\ x 1{,}745\ mm\ x\ 1200\ mm}{240\ Mpa}$

= 222,4875 mm²

As_{min} = $\rho_{min.}$ bw.d

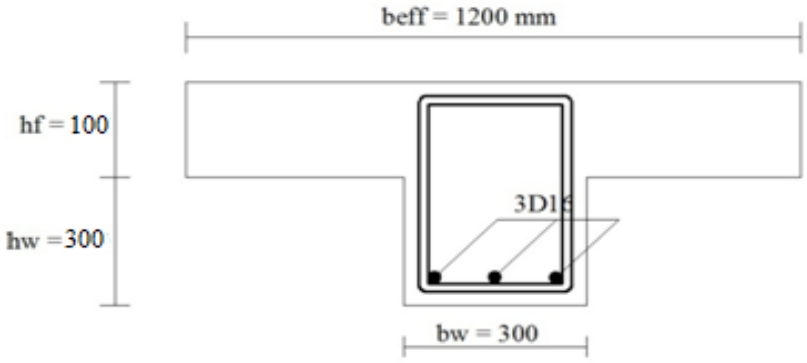
= 0,0058 x 300 x 332

= 577,68 mm²

$A_s < A_{s\ min}$ → dipakai A_{smin} = 577,68 mm²

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4}.\pi.D^2} = \frac{577{,}68}{\frac{1}{4}.\pi.16^2} = 2{,}873 \approx 3 \text{ buah}$$

Dipakai tulangan 3 D16 (A_{spakai} = 603,2 mm²)



Gambar 3.65 Tulangan Lapangan

Kontrol Lebar Balok

Kontrol 1 lapis

2 x p	= 2 x 40 mm	= 80 mm
2 x Ósengkang	= 2 x 8 mm	= 16 mm
3 x ØTulangan Pokok	= 3 x 16 mm	= 48 mm
Jarak antar tulangan	= 2 x 25 mm	= 50 mm

Jumlah = 194 mm <300 mm (Oke)

Cek Daktilitas

As Lapangan = As tumpuan = 603,2mm^2

$\rho_{min} \leq \rho_{pakai} \leq \rho_{maks}$

$$\rho \min = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$\rho \text{ pakai} = \frac{As}{b.d} = \frac{603,2}{300 \text{ x } 332} = 0,00605$$

$0,0058 \leq 0,0060 \leq 0,0484 \rightarrow$ OK

Cek Momen Nominal

$$a = \frac{As.fy}{0,85.fc'.b} = \frac{603,2x240}{0,85x30x300} = 18,924$$

$$Mn = \phi.As.fy.(d - \frac{a}{2})$$

$$= 0,8.\ 603,2.\ 240.\ (332 - \frac{18,924}{2})$$

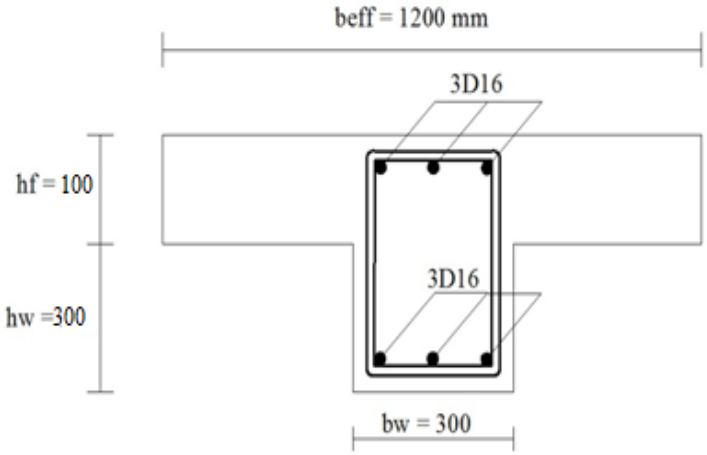
$$= 37,354\ KNm$$

1. Momen di Lapangan

   37,354 kNm ≥ 14,474 kNm (Aman)

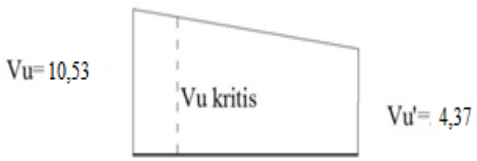
2. Momen di tumpuan

   37,354 KNm ≥ 3,538 KNm (Aman)



Gambar 3.66 Detail Tulangan Balok Tangga Lantai 1

3) Penulangan Geser Balok Tangga Lantai 1



Gambar 3.67 Penulangan Geser Balok Tangga Lantai 1

d_{eff} = 332 mm

$$Vc = \frac{1}{6}.\sqrt{fc'}.\ b.\ deff = \frac{1}{6}.\sqrt{30}.\ 300.\ 332 = 90{,}945KN$$

Vu = 10,53 KN

Periksa apakah membutuhkan tulangan geser :

Ø.Vc = 0,75.(90,945 KN) = 68,209 KN

Vu <ϕVc , →sehingga tidak diperlukan tulangan geser.

Maka dipakai sengkang praktis (Av praktis) :

$$S_{max} = \frac{d}{2}$$

$$S_{max} = \frac{332}{2} = 166mm$$

Jadi tulangan geser dipasang tulangan D10 – 160 mm.

B. Penulangan Ring Balok Bordes

1) Pembebanan ring balok bordes

1. Akibat beban mati (W_{DL})

- Berat sendiri pelat bordes = 0,10 m x γ_{beton}x 1,2 m
  = 0,10 m x 24 KN/m^3 x 1,2 m
  = 2,88 kN/m
- Berat penutup lantai = (24 x 10^{-2} kN/m^2) x 1,2 m
  = 0,288 kN/m^2

- Berat adukan spesi = (21 x 10^{-2} KN/m^2) x 1,2 m
  = 0,240 kN/m^2
- Beban balok = 0,2m x 0,3m x 24 KN/m^3
  = 1,44kN/m

Maka beban mati (W_{DL}) = (2,88 + 0,288 + 0,240 + 1,44) KN/m

= 4,848 kN/m

2.Akibat beban hidup (W_{LL})

- Beban hidup = beban hidup untuk tangga
  = 3 kN/m^2x 1,2 m

  = 3,6 kN/m

3. Beban terfaktor (Wu)

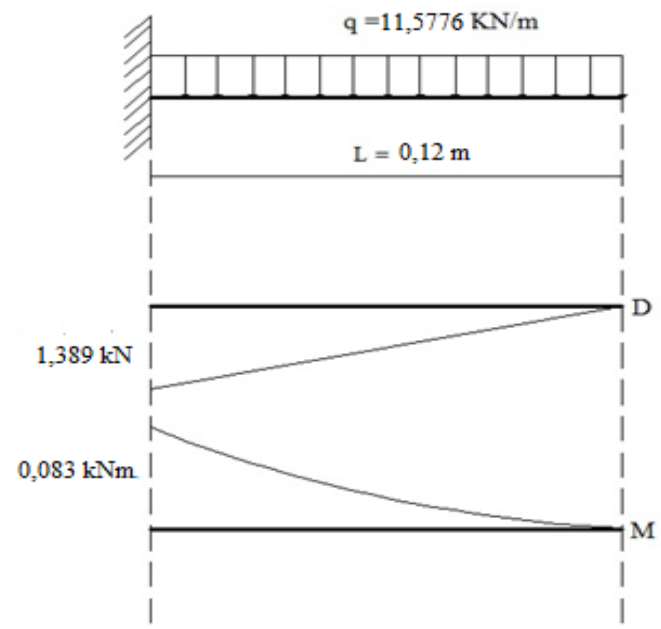
Wu = 1,2 W_{DL} + 1,6W_{LL}

= (1,2 x 4,848 kN/m) + (1,6 x 3,6 KN/m)

= 11,5776 KN/m

Mmaks = $\frac{1}{2}\ x\ Wu\ x\ L^2 = \frac{1}{2}\ x\ 11{,}5776\ x\ 0{,}12^2 = 0{,}083 kNm$

Gaya Lintang = Wu x L = 11,5776 kN/m x 0,12 = 1,389 kN



Gambar 3.68 Diagram Gaya Dalam Ring Balok Bordes

2) Penulangan Ring Balok Bordes

Data perencanaan :

Dimensi balok = 200 x 300 mm

Kuat tekan beton(F'c) = 30 MPa

Tegangan leleh baja(fy) = 240 MPa

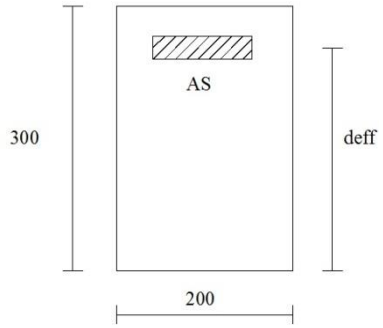
Diameter tulangan pokok = 12 mm

Diameter tulangn sengkang = 8 mm

D eff $= h - p - \phi \text{ sengkang} - \frac{1}{2}\phi \text{ tul.pokok}$

$= 300 - 40 - 8 - \frac{1}{2}.12$

= 246 mm



Gambar 3.69 Detail Garis As Tulangan Tumpuan

$$k = \frac{Mu}{\phi.b.d^2} = \frac{0{,}083\ x\ 10^6}{0{,}8\ x\ 200\ x\ 246^2} = 0{,}00857$$

$\rho_{min} = 0{,}0058$

Kmaks = 0,00857

Luas tulangan yang diperlukan :

As = ρ.b.d

= 0,0058 x 200 x 246

= 285,36 mm^2

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4}.\pi.D^2} = \frac{285,36}{\frac{1}{4}.\pi.12^2} = 2{,}5 \approx 3 \text{ buah}$$

Jadi pakai tulangan 3Ø12(As = 339,3 mm^2)

Kontrol Lebar Balok

Kontrol 1 lapis

2 x p = 2 x 40 mm = 80 mm

2 x Ósengkang	= 2 x 8 mm	= 16 mm
3 x ØTulangan Pokok	= 3 x 12 mm	= 36 mm
Jarak antar tulangan	= 2 x 25 mm	= 50 mm
Jumlah	= 182 mm <200 mm (**Oke**)	

Cek Daktilitas

As = 339,3mm^2

$\rho_{min} \leq \rho_{pakai} \leq \rho_{maks}$

$$\rho \min = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$\rho \text{ pakai} = \frac{As}{b.d} = \frac{339,2}{200 \text{ x } 246} = 0,00689$$

$0,0058 \leq 0,0081 \leq 0,0484 \rightarrow$ OK

Cek Momen Nominal

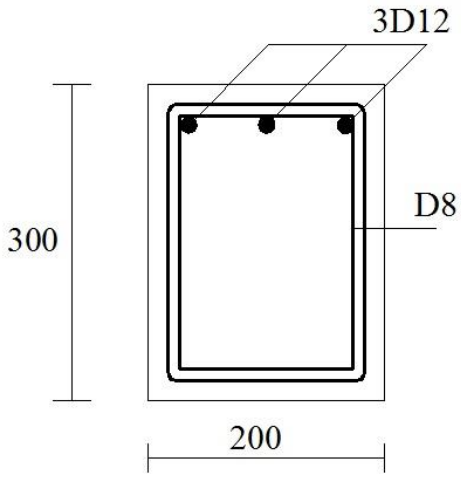
$$a = \frac{As.fy}{0,85.fc'.b} = \frac{339,3x240}{0,85x30x200} = 15,967$$

$$Mn = \phi.As.fy.(d-\frac{a}{2})$$

$$= 0,8.\ 339,3.\ 240.\ (246-\frac{15,967}{2})$$

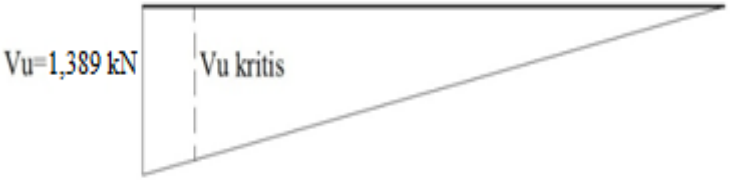
= 15,505 KNm

$\phi Mn > Mu = 1,417 KNm$



Gambar 3.70 Detail Tulangan Ring Balok Bordes

3) Penulangan Geser Ring Balok Bordes



Gambar 3.71 Penulangan Geser Ring Balok Bordes

d_{eff} = 246 mm

$$Vc = \frac{1}{6}.\sqrt{fc'}.\ b.\ deff = \frac{1}{6}.\sqrt{30}.\ 200.\ 246 = 44{,}913\ KN$$

Periksa apakah membutuhkan tulangan geser

Ø.Vc = 0,75.(44,913 KN) = 33,685 KN

$Vu < \phi Vc \rightarrow$sehingga tidak diperlukan tulangan geser .

Dipakai sengkang praktis (Av praktis) :

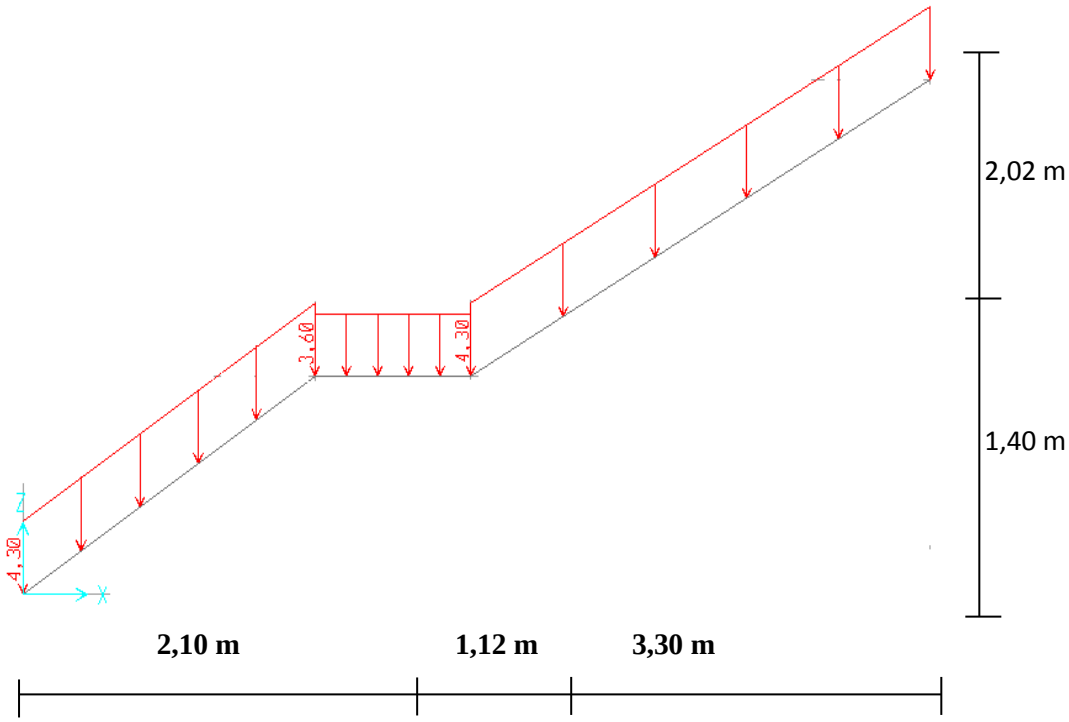
$$S_{max} = \frac{d}{2}$$

$$S_{max} = \frac{246}{2} = 123 \text{ mm}$$

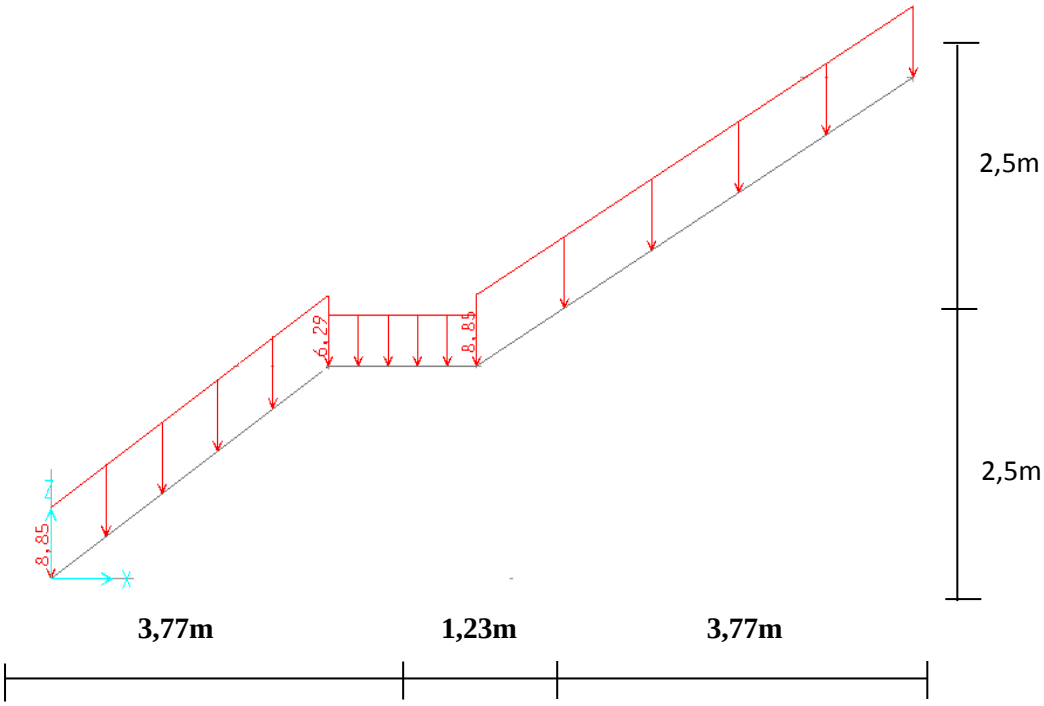
Jadi tulangan geser dipasang tulangan D8 – 120 mm.

C. Penulangan Balok Tangga Lantai 2

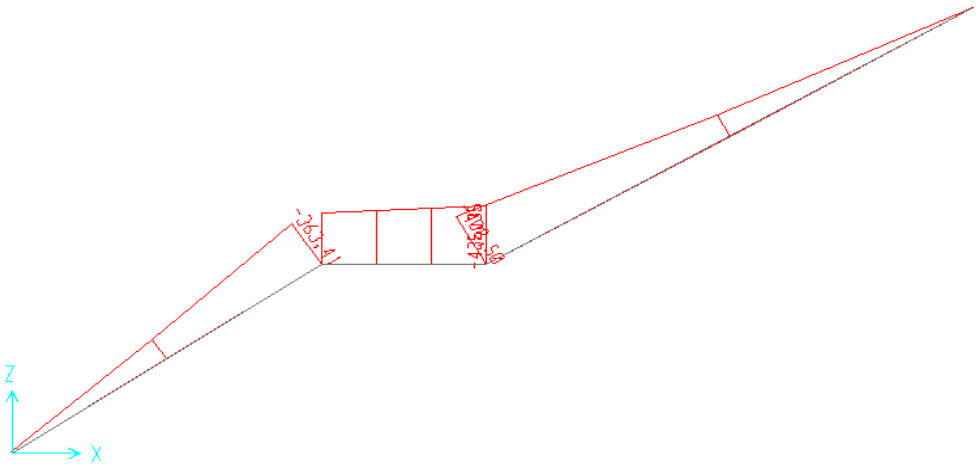
Pada tangga lantai 2 perhitungan gaya batang menggunakan program SAP 2000.



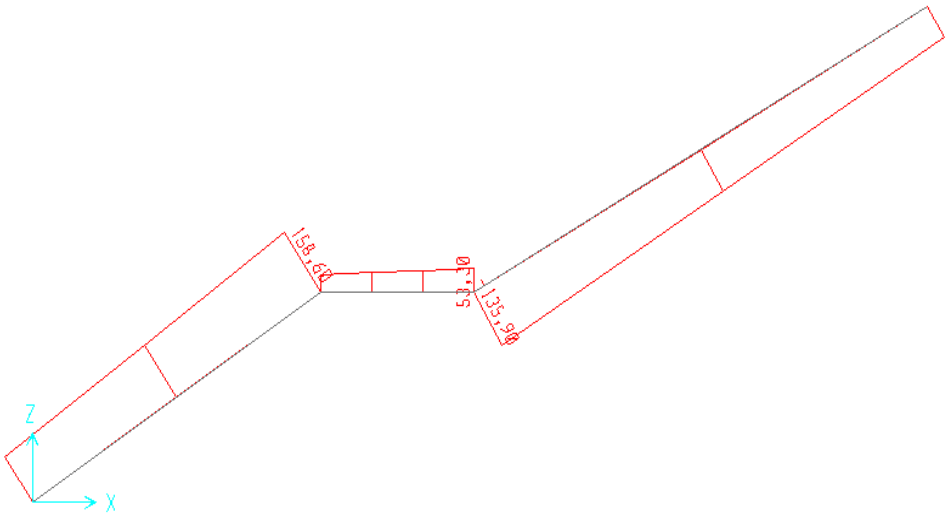
Gambar 3.72 Diagram Beban Mati tangga Lantai 2



Gambar 3.73 Diagram Beban Hidup tangga Lantai 2



Gambar 3.74 Diagram Gaya Momen Balok Tangga Lt.2



Gambar 3.75 Diagram Gaya Lintang Balok Tangga Lt.2

1) Penulangan Balok Tangga Lantai 2

Data perencanaan :

Dimensi balok = 300x400 mm

Kuat tekan beton(F'c) = 30 MPa

Leleh baja(fy) = 240 MPa

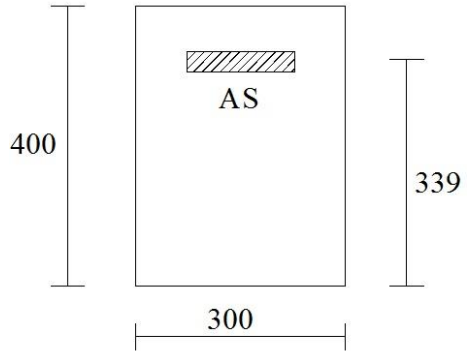
Diameter tulangan pokok = 22 mm

Diameter tulangn sengkang = 10 mm

$$D\ eff = h - p - \phi\ sengkang - \frac{1}{2}\phi\ tul.pokok$$

$$= 400 - 40 - 10 - \frac{1}{2}.22$$

= 339 mm



Gambar 3.76 Detail Garis As Tulangan Tumpuan

Momen maksimum pada tumpuan = 435,353 KNm

$k = \frac{Mu}{\phi.b.d^2} = \frac{435{,}353\ x\ 10^6}{0{,}8\ x\ 300\ x\ 339^2} = 15{,}784$

ρ = 0,0239

Kmaks = 15,784

MR $= \emptyset.b.d^2.kmaks$

= 0,8. 300. 339². 15,784

= 435,339 kNm

(MR > Mu = 435,3 kNm, Balok bertulangan tarik saja)

Luas tulangan yang diperlukan

As = ρ.b.d

= 0,0293 x 300mm x 339 mm

= 2979,81 mm^2

$n = \frac{As}{\frac{1}{4}.\pi.D^2} = \frac{2979{,}81}{\frac{1}{4}.\pi.22^2} = 7{,}838 \approx 8$ buah

Jadi pakai tulangan 8D 22 (As= 3041 mm^2)

Kontrol Lebar Balok

Kontrol 1 lapis

2 x p	= 2 x 40 mm	= 80 mm
2 x Ósengkang	= 2 x 10 mm	= 20 mm
9 x ØTulangan Pokok	= 8 x 22 mm	= 176 mm

Jarak antar tulangan = 7 x 25 mm = 175 mm

Jumlah = 451 mm <300 mm (Tidak Oke)

Kerana kontrol 1 lapis tidak aman jadi menggunakan tulangan 2 lapis

Coba-coba tulangan 2 lapis dengan :

Lapis 1 = 4 buah

Lapis 2 = 4 buah

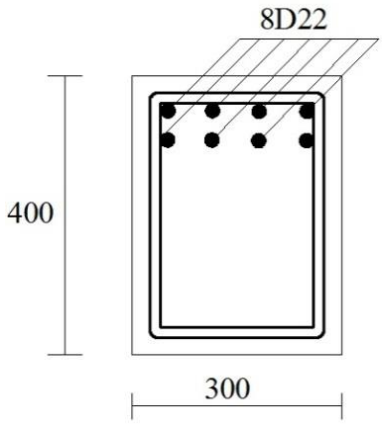
2 x p = 2 x 40 mm = 80 mm

2 x Ósengkang = 2 x 10 mm = 20 mm

4 x ÓTulangan Pokok = 4 x 22 mm = 88 mm

Jarak antar tulangan = 3 x 25 mm = 75 mm

Jumlah = 263 mm <300 mm (Ok)



Gambar 3.77 Tulangan Balok Lantai 2

Cek Daktilitas

As =3041mm^2

$\rho_{min} \leq \rho_{pakai} \leq \rho_{maks}$

$$\rho \min = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$\rho \text{ pakai} = \frac{As}{b \text{ x } d} = \frac{3041}{300 \text{ x } 339} = 0,0299$$

$0,0058 \leq 0,0299 \leq 0,0484 \rightarrow$ OK

Cek Momen Nominal

$$a = \frac{As.fy}{0,85.fc'.b} = \frac{3041x240}{0,85x30x300} = 95,403$$

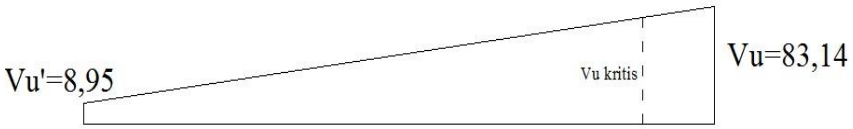
$$Mn = \phi.As.fy.(d - \frac{a}{2})$$

$$= 0,8.\ 3041.\ 240.\ (339 - \frac{95,403}{2})$$

$$= 170,081 \text{ KNm}$$

Mn =170,081 KNm ≥Mu=140,06KNm (Aman)

2) Penulangan geser balok tangga lantai 2



Gambar 3.78 Penulangan Geser Balok Tangga Lt.2

d= 339 mm

$$Vc = \frac{1}{6}.\sqrt{fc'}.\ b.\ deff = \frac{1}{6}.\sqrt{30}.\ 300.\ 339 = 92{,}839KN$$

Vu = 83,14 KN

Periksa apakah membutuhkan tulangan geser

Ø.Vc = 0,75.(92,839 KN) = 69,629 KN

Vu >ϕVc , →sehingga diperlukan tulangan geser

Pakai tulangan sengkang Ø8

Av = 2 ($\frac{1}{4}$. π . d^2) = 2 ($\frac{1}{4}$. π . 8^2) = 100,53 mm^2

$$S\ Perlu = \frac{\phi.Av.fy.d}{Vu-\phi Vc}$$

$$= \frac{0{,}75.(100{,}53).(240).(339)}{(83{,}14-69{,}629).10^3}$$

$$= 454{,}026\ mm$$

Spasi maksimum adalah nilai terkecil dari $\frac{1}{2}$. d atau 500 mm

Smaks = $\frac{1}{2}$. deff = $\frac{1}{2}$. 339 = 169,5 mm

Dipakai sengkang Ø8-160 mm

Penulangan Tangga dan Pelat Bordes

A. Pembebanan Tangga

1. Akibat beban mati (W_{DL})

- Berat sendiri pelat tangga dan anak tangga

  = 0,2900 m x γ_{beton}x 1 m

  = 0,29208 m x 24 KN/m^3x 1 m

= 6,96 KN/m

- Berat penutup lantai

  = (24 x 10^{-2} KN/m^2) x 1 m

  = 0,24 KN/m

- Berat adukan spesi

  = (21 x 10^{-2} KN/m^2) x 1 m

  = 0,21 KN/m

- Berat sandaran

  = (20 x 10^{-2} KN/m^2) x 1m

  = 0,20 KN/m

Maka beban mati (W_{DL}) = (6,96 + 0,24 + 0,21+0,20)

= 7,61 KN/m

2. Akibat beban hidup (W_{LL})

   W_{LL} = beban hidup untuk tangga x 1m

   = 3 KN/m^2 x 1m

   = 3 KN/m

3. Beban terfaktor (Wu)

   Wu = 1,2 W_{DL} + 1,6W_{LL}

   = (1,2 x 7,61 KN/m) + (1,6 x 3 KN/m). Cos α

   = 11,840 KN/m

B. Penulangan Tangga

Data Perencanaan

Tebal pelat tangga = 100 mm

Tebal pelat bordes = 100 mm

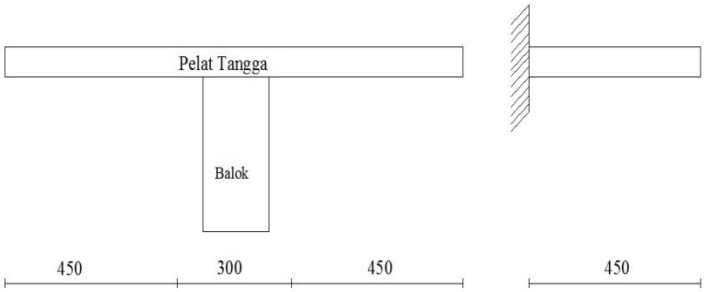
Kuat tekan beton = 30 MPa

Leleh baja = 240 Mpa

Diameter tulangan = 10 mm

Penutup beton (p) = 20 mm

deff = 100-20-10/2 = 75 mm



Gambar 3.79 Pelat Tangga Kantilever

$$Mu = \frac{1}{2} . qu. l^2$$

$$= \frac{1}{2} \text{ x } 4{,}30 \text{ kN/m x } 0{,}12^2 \text{ m}$$

$$= 0{,}03096 \text{ kNm}$$

$$k = \frac{Mu}{\phi.b.d} = \frac{1{,}199 \text{ x } 10^6}{0{,}8 \text{ x } 1000 \text{ x } 145^2} = 0{,}07128$$

k $= \frac{Mu}{\emptyset.b.d} = \frac{0{,}03096\ x\ 10^6}{0{,}8\ x\ 1000\ x\ 75^2} = 0{,}00688$

ρ_{min} = 0,0058

As = ρ.b.d

= 0,0058 x 1000 mm x 75 mm

= 435 mm^2

n $= \frac{As}{\frac{1}{4}.\pi.D^2} = \frac{435}{\frac{1}{4}.\pi.10^2} = 5{,}538 \approx 6\ buah$

s $= \frac{1000}{6} = 166{,}667 \approx 170\ mm$

Jadi dipakai tulangan $\emptyset 10 - 170\ mm$

Tulangan Pembagi

As = 0,0020.b.h = 0,0020 x 1000 x 100 = 200 mm²

n $= \frac{As}{\frac{1}{4}.\pi.D^2} = \frac{200}{\frac{1}{4}.\pi.8^2} = 3{,}97 \approx 4\ buah$

s $= \frac{1000}{4} = 250\ mm$

Jadi pakai tulangan Ø8- 250 mm

C. Pembebanan Pelat Bordes

1. Akibat beban mati (W_{DL})
   - Berat sendiri pelat tangga dan anak tangga

     = 0,10 m x γ_{beton}x 1 m

     = 0,10 m x 24 KN/m^{3}x 1 m

     = 2,4 kN/m
   - Berat penutup lantai

     = (24 x 10^{-2} KN/m^2) x 1 m

     = 0,24 kN/m

- Berat adukan spesi

  = (21 x 10^{-2} KN/m^2) x 1 m

  = 0,21 kN/m

- Berat sandaran

  = (20 x 10^{-2} KN/m^2) x 1m

  = 0,20 kN/m

Maka beban mati (W_{DL}) = (4,08 + 0,24 + 0,21+0,20)

= 4,73 kN/m

2. Akibat beban hidup (W_{LL})

   W_{LL} = beban hidup untuk tangga x 1m

   = 3 kN/m^2 x 1m

   = 3 kN/m

3. Beban terfaktor (Wu)

   Wu = 1,2 W_{DL} + 1,6W_{LL}

   = (1,2 x 4,73 KN/m) + (1,6 x 3 KN/m)

   = 10,476 KN/m

D. Penulangan Pelat Bordes

Data Perencanaan

Tebal pelat tangga = 100 mm

Tebal pelat bordes = 100 mm

Kuat tekan beton = 30 MPa

Leleh baja = 240 Mpa

Diameter tulangan = 10 mm

Penutup beton (p) = 20 mm

deff = 100-20-10/2 = 75 mm

Mu $= \frac{1}{2}.qu.l^2$

$= \frac{1}{2}$ x 10,476 kN/m x $0{,}12^2$ m

= 0,0754

k $= \frac{Mu}{\emptyset.b.d} = \frac{0{,}0754\ x\ 10^6}{0{,}8\ x\ 1000\ x\ 75^2} = 0{,}01675$

ρ_{min} = 0,0058

As = ρ.b.d

= 0,0058 x 1000 mm x 75 mm

= 435 mm^2

n $= \frac{As}{\frac{1}{4}.\pi.D^2} = \frac{435}{\frac{1}{4}.\pi.10^2} = 5{,}538 \approx 6\ buah$

s $= \frac{1000}{6} = 166{,}667 \approx 170\ mm$

Jadi dipakai tulangan $\emptyset 10 - 170\ mm$

Tulangan Pembagi

As = 0,0020.b.h = 0,0020 x 1000 x 100 = 200 mm^2

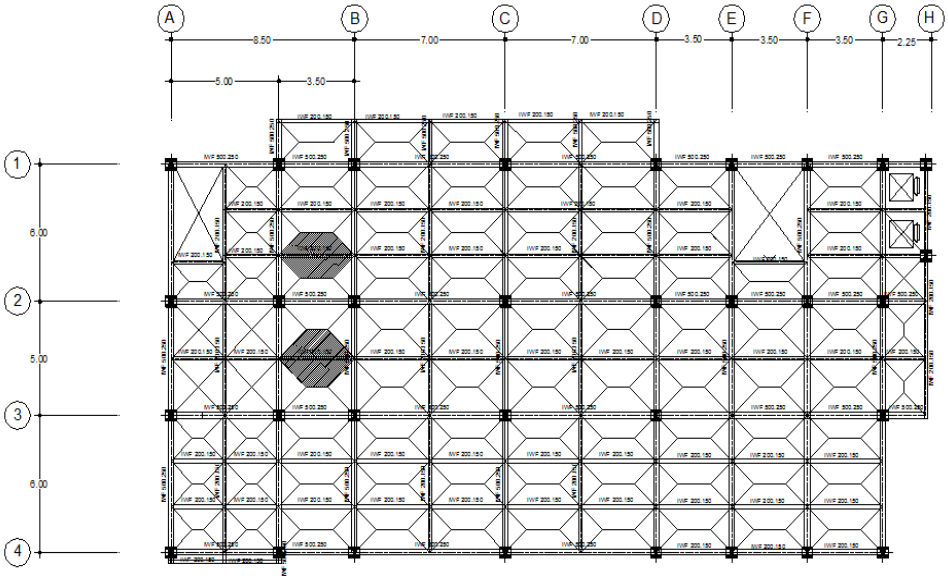
n $= \frac{As}{\frac{1}{4}.\pi.D^2} = \frac{200}{\frac{1}{4}.\pi.8^2} = 3{,}97 \approx 4\ buah$

s $= \frac{1000}{4} = 250\ mm$

Jadi pakai tulangan Ø8- 250 mm

3.5 Perhitungan Balok Anak

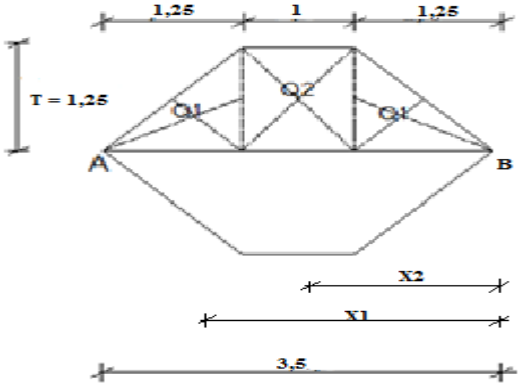
3.5.1 Perhitungan Balok Anak Arah Memanjang



Gambar 3.80 Detail Pembebanan Balok Anak Arah Memanjang

Pembebanan Balok Anak Arah Memanjang Lantai 1 dan 7

(1) Tipe 1 (Berbentuk Trapesium)



Gambar 3.81 Pembagian Pembebanan Balok Anak Arah Melintang

Q1 = $\frac{1}{2}$. 1,25.1,25 = 0,78125 m^2

Q2 = 1.1,25 = 1,25 m^2

Ra = ($1,25^2$ x 0,5) + (1,25 x 0,5)

= 1,40625 m^3

Momen Max pada tengah bentang :

Mmax = (Ra.1,25) – ($1,25^2$. 0,5 . 0,9167) – (0,5.1,25.0,25)

= (1,40625. $\frac{1}{2}$. 3.5) – ($1,25^2$. 0,5. 0,9167 – (0,5. 1,25.0,25)

= 1,5885 kNm

Ekivalen beban trapesium menjadi beban merata

Mmax beban merata :

Mmax = $\frac{1}{8}$ H x L^2

1,5885 = $\frac{1}{8}$ H x $3,5^2$

H = $\frac{1,5885}{1,53125}$ = 1,0374 m

Karena beban terdiri dari 2 arah, yaitu sisi atas dan sisi bawah, maka :

H total = 2 x H = 2 x 1,0374m = 2,0748 m

Beban Terbagi Rata :

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3 = 2,88 kN/m^2
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2 = 0,18 kN/m^2
- Berat penutup lantai = 0,24 kN/m^2 = 0,24 kN/m^2

- Berat spesi tebal 2 cm

  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) = 0,42 kN/m

- Batu Bata

  = 1,2 kN/m^2 x 4 m = 4,80 kN/m +

  = 8,52 kN/m^2

Coba WF 200.150.6.9

- Berat sendiri profil = 30,6 Kg/m = 0,306 kN/m

  Wd = (8,52 kN/m^2 x 2,0748) = 17,667 kN/m +

  Wd = 17,667 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L) :

- Beban hidup untuk lantai perpustakaan

  W_L = 4,0 kN/m^2 . 2,0748 = 8,2992 kN/m

  W_L = 8,2992 kN/m

W_U = 1,2 (W_D) + 1,6 (W_L)

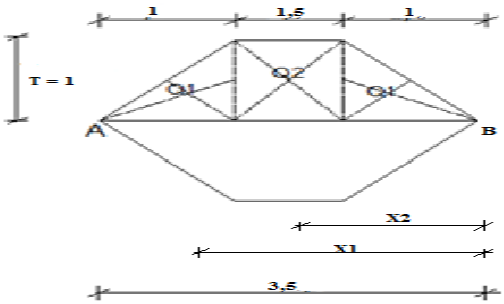
= 1,2 . 17,667 kN/m + 1,6 . 8,2992 kN/m

= 34,479 kN/m

P_D = $\frac{1}{2}$ x 3,50 x 17,667 = 30,917 x 2 = 61,834

P_L = $\frac{1}{2}$ x 3,50 x 8,2992 = 14,5236 x 2 = 29,047

(2) Tipe 2 (Berbentuk Trapesium)



Gambar 3.82 Pembagian Pembebanan Balok Anak Arah Memanjang

$H = T - \frac{4\ x\ t^3}{3\ x\ L^2}$

$H = 1 - \frac{4\ x\ 1^3}{3\ x\ 3{,}5^2}$

H = 0,891 m

Karena beban terdiri dari 2 arah, yaitu sisi atas dan sisi bawah, maka :

H total = 2 x H = 2 x 0,891 m = 1,782 m

1. Beban Terbagi Rata

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3 = 2,88 kN/m^2
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2 = 0,18 kN/m^2
- Berat penutup lantai = 0,24 kN/m^2 = 0,24 kN/m^2
- Berat spesi tebal 2 cm
  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) = 0,42 kN/m
- Batu Bata
  = 1,2 kN/m^2 x 4 m = 4,80 kN/m +

= 8,52 kN/m^2

Coba WF 200.150.6.9

- Berat sendiri profil = 30,6 Kg/m = 0,306 kN/m

Wd = (8,52 kN/m^2 x 1,782 m) = 15,147 kN/m +

Wd = 15,453 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L) :

- Beban hidup untuk lantai perpustakaan

W_L = 4,0 kN/m^2 . 1,782 m = 7,128 kN/m

W_L = 7,128 kN/m

W_U = 1,2 (W_D) + 1,6 (W_L)

= 1,2 . 15,453 kN/m + 1,6 . 7,128 kN/m

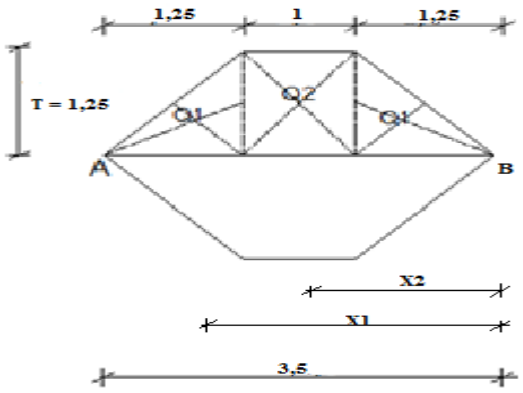
= 29,9484 kN/m

P_D = $\frac{1}{2}$ x 3,50 x 15,453 = 27,042 x 2 = 54,084

P_L = $\frac{1}{2}$ x 3,50 x 7,128 = 12,472 x 2 = 24,944

Pembebanan Balok Anak Memanjang Lantai 2 – 6

(3) Tipe 1 (Berbentuk Trapesium)



Gambar 3.83 Pembagian Pembebanan Balok Anak Arah Melintang

$H = T - \frac{4 x t^3}{3 x L^2}$

$H = 1{,}25 - \frac{4 x 1{,}25^3}{3 x 3{,}5^2}$

H = 1,037 m

Karena beban terdiri dari 2 arah, yaitu sisi atas dan sisi bawah, maka :

H total = 2 x H = 2 x 1,037 m = 2,074 m

Beban Terbagi Rata :

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3 = 2,88 kN/m^2
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2 = 0,18 kN/m^2
- Berat penutup lantai = 0,24 kN/m^2 = 0,24 kN/m^2
- Berat spesi tebal 2 cm
  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) = 0,42 kN/m
- Batu Bata
  = 1,2 kN/m^2 x 4 m = 4,80 kN/m +

  = 8,52 kN/m^2

Coba WF 200.150.6.9

- Berat sendiri profil = 30,6 Kg/m = 0,306 kN/m

Wd = (8,52 kN/m^2 x 2,074 m) = 17,670 kN/m +

Wd = 17,976 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L) :

- Beban hidup untuk lantai ruang kelas

W_L = 2,5 kN/m^2 . 2,074 m = 5,185 kN/m

W_L = 5,185 kN/m

W_U = 1,2 (W_D) + 1,6 (W_L)

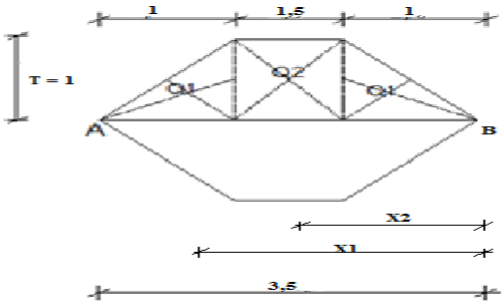
= 1,2 . 17,976 kN/m + 1,6 . 5,185 kN/m

= 29,876 kN/m

P_D = $\frac{1}{2}$ x 3,50 x 17,976 = 31,458 x 2 = 62,916

P_L = $\frac{1}{2}$ x 3,50 x 5,185 = 9,073 x 2 = 18,146

(4) Tipe 2 (Berbentuk Trapesium)



Gambar 3.84 Pembagian Pembebanan Balok Anak Arah Memanjang

$H = T - \frac{4\ x\ t^3}{3\ x\ L^2}$

$H = 1 - \frac{4\ x\ 1^3}{3\ x\ 3{,}5^2}$

H = 0,891 m

Karena beban terdiri dari 2 arah, yaitu sisi atas dan sisi bawah, maka :

H total = 2 x H = 2 x 0,891 m = 1,782 m

2. Beban Terbagi Rata

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3 = 2,88 kN/m^2
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2 = 0,18 kN/m^2
- Berat penutup lantai = 0,24 kN/m^2 = 0,24 kN/m^2
- Berat spesi tebal 2 cm
  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) = 0,42 kN/m
- Batu Bata
  = 1,2 kN/m^2 x 4 m = 4,80 kN/m +

= 8,52 kN/m^2

Coba WF 200.150.6.9

- Berat sendiri profil = 30,6 Kg/m = 0,306 kN/m

Wd = (8,52 kN/m^2 x 1,782) = 15,182 kN/m +

Wd = 15,182 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L) :

- Beban hidup untuk lantai ruang kelas

W_L = 2,5 kN/m^2.1,782 m = 4,455 kN/m

W_L = 4,455 kN/m

W_U = 1,2 (W_D) + 1,6 (W_L)

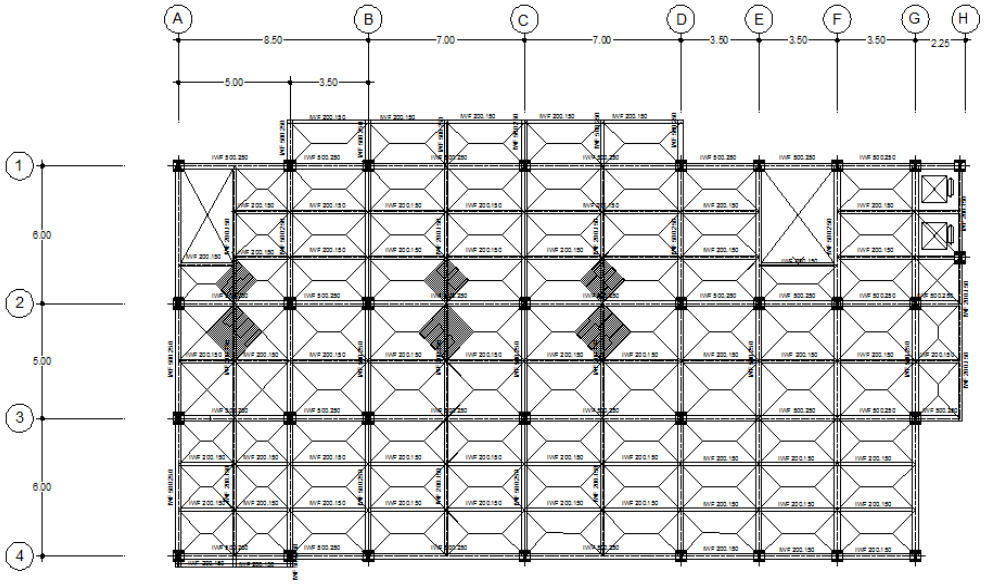
= 1,2 . 15,182 kN/m + 1,6 . 4,455 kN/m

= 25,3464 kN/m

P_D = $\frac{1}{2}$ x 3,50 x 15,182 = 26,568 x 2 = 53,136

P_L = $\frac{1}{2}$ x 3,50 x 4,455 = 7,796 x 2 = 15,592

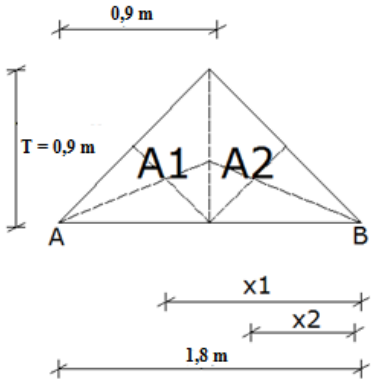
3.5.2 Perhitungan Balok Anak Arah Melintang



Gambar 3.85 Detail Pembebanan Balok Anak Arah Melintang

Pembebanan Balok Anak Arah Melintang Lantai 1 dan 7

(1) Tipe 1 (Berbentuk Segitiga)
Beban Terpusat



Gambar 3.86 Pembagian Pembebanan Balok Anak Arah Melintang

$A1 = A2 = \frac{1}{2}$ L x T = $\frac{1}{2}$ x 1,8 x 0,9 = 0,81 m^2

ΣMb = 0

Ra. L – A1. X1- A2. X2 = 0

Ra. 1,8 – (0,81.1,2) – (0,81. 0,6) = 0

Ra. 1,8 = 0,81.1,2 + 0,81. 0,6

Ra $= \frac{1,458}{1,8}$ $= 0,81\ m^2$

Momen Max pada tengah bentang adalah :

Mmax $= Ra. (\frac{L}{2}) - A2 (\frac{2}{3} x\ 0,9)$

$= 0,81 (\frac{1,8}{2}) - 0,81 (\frac{2}{3} x\ 0,9)$

$= 0,243$ kNm

Ekivalen beban segitiga menjadi beban merata

Mmax beban merata :

Mmax $= \frac{1}{8} H \times L^2$

0,243 $= \frac{1}{8} .H \times 1,8^2$

H $= \frac{0,243}{0,405} = 0,6$ m

Beban Terbagi Rata :

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  $= 0,12\ m . 24\ kN/m^3 . 0,6\ m$ $= 1,728$ kN/m
- Berat plafond+penggantung
  $= 0,11 + 0,07\ kN/m^2 . 0,6$ m $= 0,108$ kN/m
- Berat penutup lantai
  $= 0,24\ kN/m^2 . 0,6\ m$ $= 0,144$ kN/m
- Berat spesi tebal 2 cm
  $= (0,21\ kN/m^2/cm . 2\ cm) . 0,6$ m $= 0,252$ kN/m
- Berat dinding Batu bata
  $= 1,2\ kN/m^2 . 4\ m$ $= 4,80$ kN/m
- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)
  $= (0,21\ kN/m^2/cm . 4\ cm) .4\ m$ $= 3,36$ kN/m

Coba WF 200.150.6.9

Berat sendiri profil = 30,6 Kg/m. = 0,306 kN/m

\+

W_D = 10,698 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai perpustakaan

  = 4,0 kN/m^2 . 0,6 m = 2,4 kN/m

  W_L = 2,4 kN/m

  W_U = 1,2 . 10,698 kN/m + 1,6 . 2,4 kN/m

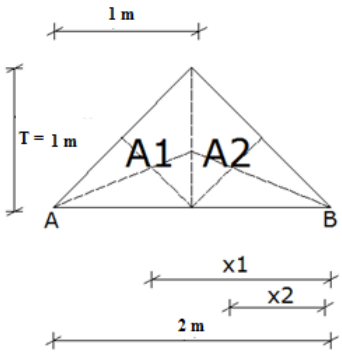
  = 16,6776 kN/m

P_D = $\frac{1}{2}$ x 1,8 x 10,698 = 9,6282 kN

P_L = $\frac{1}{2}$ x 1,8 x 2,4 = 2,16 kN

(2) Tipe 2 (Berbentuk Segitiga)

Beban Terpusat



Gambar 3.87 Pembagian Pembebanan Balok Anak Arah Melintang

A1 = A2 = $\frac{1}{2}$ L x T = $\frac{1}{2}$ x 1 x 1 = 0,5 m^2

ΣMb = 0

Ra. L – A1. X1- A2. X2 = 0

Ra. 2 – (0,5.1,333) – (0,5.0,667) = 0

Ra. 2 = 0,5.1,333 + 0,5.0,667

Ra $= \frac{1}{2}$ = 0,5 m^2

Momen Max pada tengah bentang adalah :

Mmax = Ra. ($\frac{L}{2}$) – A2 ($\frac{2}{3}x$ 1)

= 0,5($\frac{2}{2}$) – 0,5 ($\frac{2}{3}x$ 1)

= 0,167 kNm

Ekivalen beban segitiga menjadi beban merata

Mmax beban merata :

Mmax $= \frac{1}{8}$ H x L^2

0,167 $= \frac{1}{8}$ .H x 2^2

H $= \frac{0,167}{0,5}$ = 0,334 m

Beban Terbagi Rata :

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 0,334 m = 0,962 kN/m
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 0,334 m = 0,039 kN/m
- Berat penutup lantai
  = 0,24 kN/m^2. 0,334 m = 0,080 kN/m
- Berat spesi tebal 2 cm
  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm).0,334 m = 0,140 kN/m
- Berat dinding Batu bata
  = 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m

- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)

  = (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

  Coba WF 200.150.6.9

  Berat sendiri profil = 30,6 Kg/m. = 0,306 kN/m

  W_D = 9,687 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai perpustakaan

  = 4,0 kN/m^2 . 0,334 m = 1,336 kN/m

  W_L = 1,336 kN/m

W_U = 1,2 . 9,687 kN/m + 1,6 . 1,336 kN/m

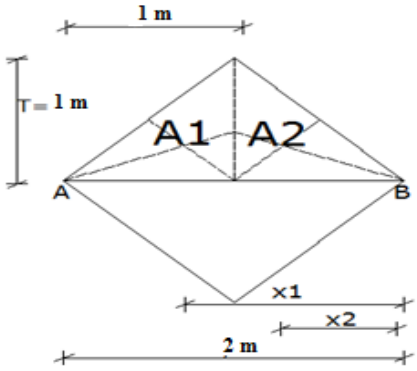
= 13,762 kN/m

P_D = $\frac{1}{2}$ x 2 x 9,687 = 9,687 kN

P_L = $\frac{1}{2}$ x 2 x 1,336 = 1,336 kN

(3) Tipe 3 (Berbentuk Segitiga)

Beban Terpusat



Gambar 3.88 Pembagian Pembebanan Balok Anak Arah Melintang

A1 = A2 = $\frac{1}{2}$ L x T = $\frac{1}{2}$ x 1 x 1 = 0,5 m^2

ΣMb = 0

Ra. L – A1. X1- A2. X2 = 0

Ra. 2 – (0,5.1,333) – (0,5.0,667) = 0

Ra. 2 = 0,5.1,333 + 0,5.0,667

Ra $= \frac{1}{2}$ = 0,5 m^2

Momen Max pada tengah bentang adalah :

Mmax = Ra. ($\frac{L}{2}$) – A2 ($\frac{2}{3}x$ 1)

= 0,5($\frac{2}{2}$) – 0,5 ($\frac{2}{3}x$ 1)

= 0,167 kNm

Ekivalen beban segitiga menjadi beban merata

Mmax beban merata :

Mmax $= \frac{1}{8}$ H x L^2

0,167 $= \frac{1}{8}$ .H x 2^2

H $= \frac{0,167}{0,5}$ = 0,334 m

Karena beban terdiri dari 2 arah, yaitu sisi atas dan sisi bawah, maka :

H total = 2 x H = 2 x 0,334 m = 0,668 m

Beban Terbagi Rata :

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 0,668 m = 1,923 kN/m
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 0,668 m = 0,120 kN/m
- Berat penutup lantai
  = 0,24 kN/m^2. 0,668 m = 0,160 kN/m

- Berat spesi tebal 2 cm

  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 0,668 m = 0,280 kN/m

- Berat dinding Batu bata

  = 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m

- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)

  = (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

Coba WF 200.150.6.9

Berat sendiri profil = 30,6 Kg/m. = 0,306 kN/m

+

W_D = 10,949 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai perpustakaan

  = 4,0 kN/m^2 . 0,668 m = 2,672 kN/m

W_L = 2,672 kN/m

W_U = 1,2 . 10,949 kN/m + 1,6 . 2,672 kN/m

= 17,961 kN/m

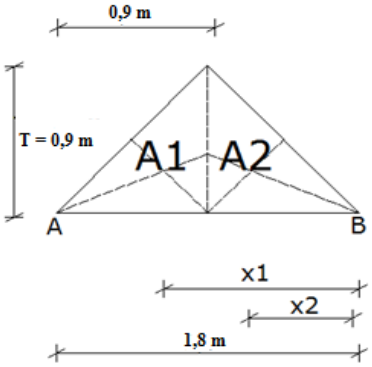
P_D = $\frac{1}{2}$ x 2 x 10,949 = 10,949 kN

P_L = $\frac{1}{2}$ x 2 x 2,672 = 2,672 kN

Pembebanan Balok Anak Arah Melintang pada Pelat Lantai 2 – 6

(4) Tipe 3 (Berbentuk Segitiga)

Beban Terpusat



Gambar 3.89 Pembagian Pembebanan Balok Anak Arah Melintang

A1 = A2 = $\frac{1}{2}$ L x T = $\frac{1}{2}$ x 1,8 x 0,9 = 0,81 m^2

ΣMb = 0

Ra. L – A1. X1- A2. X2 = 0

Ra. 1,8 – (0,81.1,2) – (0,81. 0,6) = 0

Ra. 1,8 = 0,81.1,2 + 0,81. 0,6

Ra = $\frac{1,458}{1,8}$ = 0,81 m^2

Momen Max pada tengah bentang adalah :

Mmax = Ra. ($\frac{L}{2}$) – A2 ($\frac{2}{3}x$ 0,9)

= 0,81 ($\frac{1,8}{2}$) – 0,81 ($\frac{2}{3}x$ 0,9)

= 0,243 kNm

Ekivalen beban segitiga menjadi beban merata

Mmax beban merata :

Mmax = $\frac{1}{8}$ H x L^2

0,243 = $\frac{1}{8}$ .H x $1,8^2$

H $= \frac{0,243}{0,405} = 0,6$ m

Beban Terbagi Rata :

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 0,6 m = 1,728 kN/m
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 0,6 m = 0,108 kN/m
- Berat penutup lantai
  = 0,24 kN/m^2. 0,6 m = 0,144 kN/m
- Berat spesi tebal 2 cm
  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 0,6 m = 0,252 kN/m
- Berat dinding Batu bata
  = 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m
- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)
  = (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

Coba WF 200.150.6.9

Berat sendiri profil = 30,6 Kg/m. = 0,306 kN/m

\+

W_D = 10,698 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai ruang kelas
  = 2,5kN/m^2 . 0,6 m = 1,5 kN/m

W_L = 1,5 kN/m

W_U = 1,2 . 10,698 kN/m + 1,6 . 1,5 kN/m

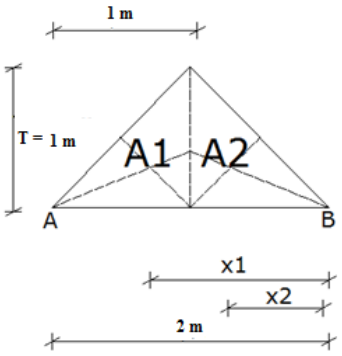
= 15,2376 kN/m

P_D = $\frac{1}{2}$ x 1,8 x 10,698 = 9,6282 kN

P_L = $\frac{1}{2}$ x 1,8 x 1,5 = 1,35 kN

(5) Tipe 4 (Berbentuk Segitiga)

Beban Terpusat



Gambar 3.90 Pembagian Pembebanan Balok Anak Arah Melintang

A1 = A2 = $\frac{1}{2}$ L x T = $\frac{1}{2}$ x 1 x 1 = 0,5 m^2

ΣMb = 0

Ra. L – A1. X1- A2. X2 = 0

Ra. 2 – (0,5.1,333) – (0,5.0,667) = 0

Ra. 2 = 0,5.1,333 + 0,5.0,667

Ra = $\frac{1}{2}$ = 0,5 m^2

Momen Max pada tengah bentang adalah :

Mmax = Ra. ($\frac{L}{2}$) – A2 ($\frac{2}{3}x$ 1)

= 0,5($\frac{2}{2}$) – 0,5 ($\frac{2}{3}x$ 1)

= 0,167 kNm

Ekivalen beban segitiga menjadi beban merata

Mmax beban merata :

Mmax = $\frac{1}{8}$ H x L^2

0,167 $= \frac{1}{8}$ .H x 2^2

H $= \frac{0,167}{0,5} = 0,334$ m

Beban Terbagi Rata :

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 0,334 m = 0,961 kN/m
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 0,334 m = 0,060 kN/m
- Berat penutup lantai
  = 0,24 kN/m^2. 0,334 m = 0,080 kN/m
- Berat spesi tebal 2 cm
  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm).0,334 m = 0,140 kN/m
- Berat dinding Batu bata
  = 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m
- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)
  = (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

Coba WF 200.150.6.9

Berat sendiri profil = 30,6 Kg/m. = 0,306 kN/m

+

W_D = 9,707 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai ruang kelas
  = 2,5 kN/m^2 . 0,334 m = 1,665 kN/m

W_L = 1,665 kN/m

W_U = 1,2 . 9,707 kN/m + 1,6 . 1,665 kN/m

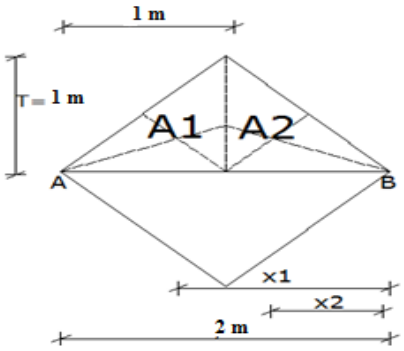
= 14,3124 kN/m

P_D = $\frac{1}{2}$ x 2 x 14,3124 = 14,3124 kN

P_L = $\frac{1}{2}$ x 2 x 1,665 = 1,665 kN

(6) Tipe 5 (Berbentuk Segitiga)

Beban Terpusat



Gambar 3.91 Pembagian Pembebanan Balok Anak Arah Melintang

A1 = A2 = $\frac{1}{2}$ L x T = $\frac{1}{2}$ x 1 x 1 = 0,5 m^2

ΣMb = 0

Ra. L – A1. X1- A2. X2 = 0

Ra. 2 – (0,5.1,333) – (0,5.0,667) = 0

Ra. 2 = 0,5.1,333 + 0,5.0,667

Ra = $\frac{1}{2}$ = 0,5 m^2

Momen Max pada tengah bentang adalah :

Mmax = Ra. ($\frac{L}{2}$) – A2 ($\frac{2}{3}x$ 1)

= 0,5($\frac{2}{2}$) – 0,5 ($\frac{2}{3}x$ 1)

= 0,167 kNm

Ekivalen beban segitiga menjadi beban merata

Mmax beban merata :

Mmax $= \frac{1}{8}$ H x L^2

0,167 $= \frac{1}{8}$ .H x 2^2

H $= \frac{0,167}{0,5} = 0,334$ m

Karena beban terdiri dari 2 arah, yaitu sisi atas dan sisi bawah, maka :

H total = 2 x H = 2 x 0,334 m = 0,668 m

Beban Terbagi Rata :

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 0,668 m = 1,923 kN/m
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 0,668 m = 0,120 kN/m
- Berat penutup lantai
  = 0,24 kN/m^2. 0,668 m = 0,160 kN/m
- Berat spesi tebal 2 cm
  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 0,668 m = 0,280 kN/m
- Berat dinding Batu bata
  = 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m
- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)
  = (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

  Coba WF 200.150.6.9

  Berat sendiri profil = 30,6 Kg/m. = 0,306 kN/m

  ——————————— +

  W_D = 10,949 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai ruang kelas
  = 2,5 kN/m^2 . 0,668 m = 1,67 kN/m

W_L = 1,67 kN/m

W_U = 1,2 . 10,949 kN/m + 1,6 . 1,67 kN/m

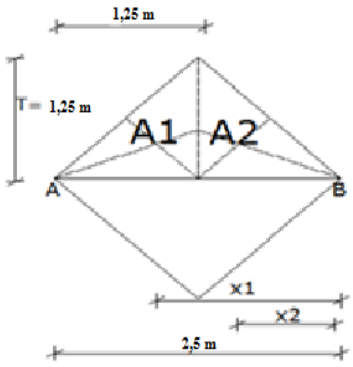
= 15,8108 kN/m

P_D = $\frac{1}{2}$ x 2 x 10,949 = 15,810 kN

P_L = $\frac{1}{2}$ x 2 x 1,67 = 1,67 kN

(7) Tipe 5 (Berbentuk Segitiga)

Beban Terpusat



Gambar 3.92 Pembagian Pembebanan Balok Anak Arah Melintang

A1 = A2 = $\frac{1}{2}$ L x T = $\frac{1}{2}$ x 1,25 x 1,25 = 0,78125 m^2

ΣMb = 0

Ra. L – A1. X1- A2. X2 = 0

Ra. 2,5 – (0,78125.1,333) – (0,78125.0,667) = 0

Ra. 2,5 = 0,78125.1,333 + 0,78125.0,667

Ra = $\frac{1}{2,5}$ = 0,625 m^2

Momen Max pada tengah bentang adalah :

Mmax = Ra. ($\frac{L}{2}$) – A2 ($\frac{2}{3}x$ 1,25)

$= 0{,}625(\frac{2{,}5}{2}) - 0{,}78125\ (\frac{2}{3}x\ 1{,}25)$

$= 0{,}130$ kNm

Ekivalen beban segitiga menjadi beban merata

Mmax beban merata :

Mmax $= \frac{1}{8}$ H x L^2

0,130 $= \frac{1}{8}$ .H x $2{,}5^2$

H $= \frac{0{,}130}{0{,}78125} = 0{,}166$ m

Karena beban terdiri dari 2 arah, yaitu sisi atas dan sisi bawah, maka :

H total = 2 x H = 2 x 0,166 m = 0,332 m

Beban Terbagi Rata :

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 0,332 m = 0,956 kN/m
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 0,332 m = 0,059 kN/m
- Berat penutup lantai
  = 0,24 kN/m^2. 0,332 m = 0,079 kN/m
- Berat spesi tebal 2 cm
  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 0,332 m = 0,139 kN/m
- Berat dinding Batu bata
  = 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m
- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)
  = (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

Coba WF 200.150.6.9

Berat sendiri profil = 30,6 Kg/m. = 0,306 kN/m

+

W_D = 9,699 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai ruang kelas

  = 2,5 kN/m^2 . 0,332 m = 3,33 kN/m

  W_L = 3,33 kN/m

W_U = 1,2 . 9,699 kN/m + 1,6 . 3,33 kN/m

= 16,9668 kN/m

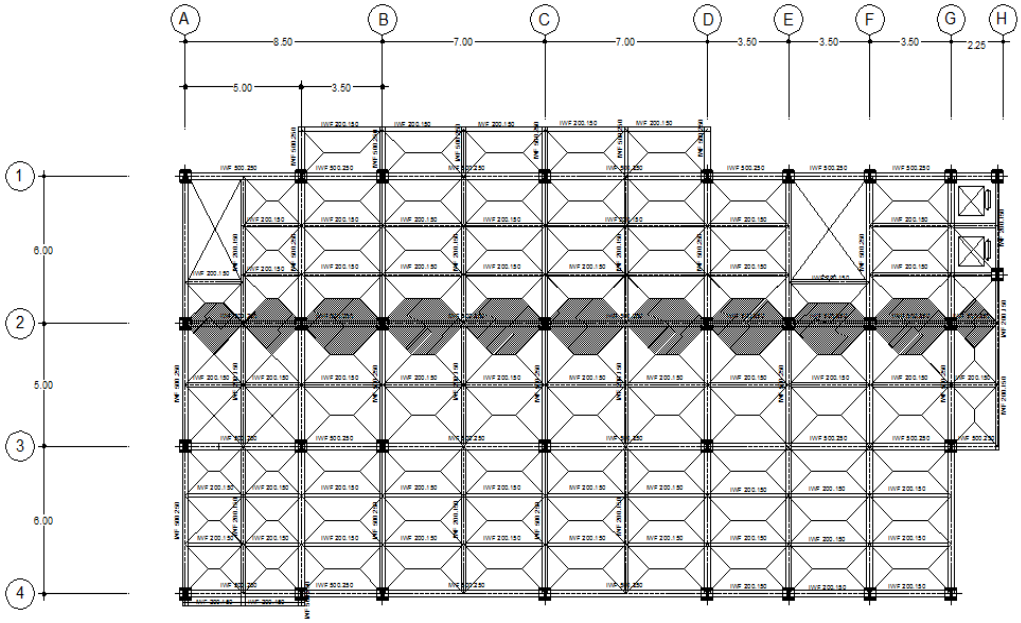
P_D = $\frac{1}{2}$ x 2 x 9,699 = 9,699 kN

P_L = $\frac{1}{2}$ x 2 x 3,33 = 3,33 kN

3.6 Perhitungan Portal

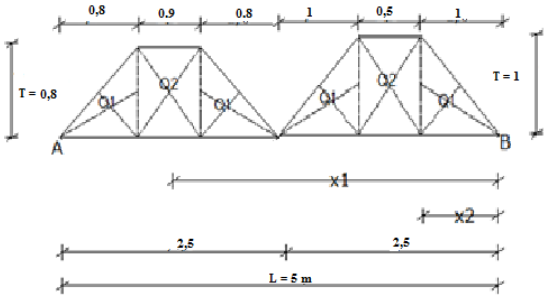
3.6.1 Perhitungan Portal Arah Memanjang as 2

Bentuk pembebanan balok induk pada pelat lantai 1 ada 4 tipe yaitu berbentuk Dua Trapesium (Tipe 1 dan Tipe 3), Dua Segitiga, Trapesium (Tipe 1 dan Tipe 2), dan Segitiga, akan diekivalenkan terlebih dahulu menjadi beban merata.



Gambar 3.97 Denah Perhitungan Portal Arah Memanjang as 2

1. Tipe 1 (Berbentuk Dua Trapesium)



Gambar 3.98 Pembagian Pembebanan Balok Induk Arah Memanjang

A1 : $Q1 = \frac{1}{2}. 0,8. 0,8 = 0,32\ m^2$

Q2 = 0,9. 0,8 = 0,72 m^2

Ra = 2 Q1 + Q2

= 2 (0,32) + 0,72

= 1,36 m^2

A2 : Q1 = $\frac{1}{2}$. 1. 1 = 0,5 m^2

Q2 = 1. 0,5 = 0,5 m^2

Ra = 2 Q1 + Q2

= 2 (0,5) + 0,5

= 1,5 m^2

Momen Max pada tengah bentang :

Mmax A1 = (Ra. $\frac{1}{2}$.L) – (Q1($\frac{1}{3}$ .0,8 + 1,7) –Q2 ($\frac{1}{2}$. 0,9 + 0,8)–Q1($\frac{2}{3}$x 0,8))

= (1,36. $\frac{1}{2}$. 2,5) – (0,32 ($\frac{1}{3}$. 0,8 + 1,7) – 0,5 ($\frac{1}{2}$. 0,9 + 0,8) – 0,32 ($\frac{2}{3}$x 0,8))

= 2,0104 kNm

Mmax A2 = (Ra. $\frac{1}{2}$.L) – (Q1($\frac{1}{3}$ .1 + 1,5) – Q2 ($\frac{1}{2}$. 0,5 + 1) – Q1($\frac{2}{3}$x 1))

= (1,5. $\frac{1}{2}$. 2,5) – (0,5 ($\frac{1}{3}$. 1 + 1,5) – 0,5 ($\frac{1}{2}$. 0,5 + 1) – 0,5 ($\frac{2}{3}$x 1))

= 1,4291 kNm

$Mmax_{Total}$ = A1 + A2

= 2,0104 kNm + 1,4291 kNm

= 3,4395 kNm

Ekivalen beban trapesium menjadi beban merata

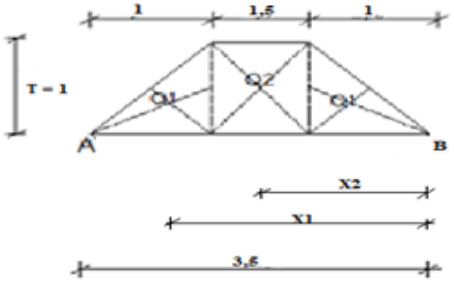
Mmax beban merata :

Mmax $= \frac{1}{8}$ H x L^2

3,4395 $= \frac{1}{8}$ H x 5^2

H $= \frac{3,4395}{3,125}$ = 1,101 m

2. Tipe 2 (Berbentuk Trapesium)



Gambar 3.99 Pembagian Pembebanan Balok Induk Arah Memanjang

Q1 = $\frac{1}{2}$. 1. 1 = 0,5 m^2

Q2 = 1,5. 1 = 1,5 m^2

Ra = 2 Q1 + Q2

= 2 (0,5) + 1,5

= 2,5 m^2

Momen Max pada tengah bentang :

Mmax = (Ra. $\frac{1}{2}$.L) – (Q1($\frac{1}{3}$ .1 + 2,5) – Q2 ($\frac{1}{2}$. 1,5 + 1) – Q1($\frac{2}{3}$x 1))

= (2,5. $\frac{1}{2}$. 3,5) – (0,5 ($\frac{1}{3}$. 1 + 2,5) – 1,5 ($\frac{1}{2}$. 1,5 + 1) – 1,5($\frac{2}{3}$x 1))

= 5,916 kNm

Ekivalen beban trapesium menjadi beban merata

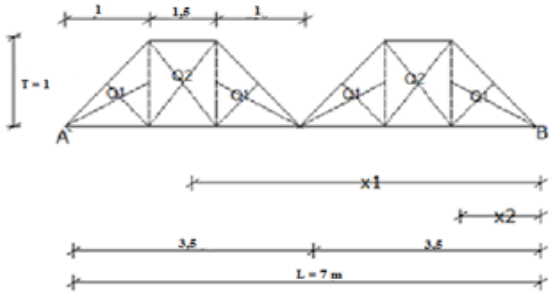
Mmax beban merata :

Mmax $= \frac{1}{8}$ H x L^2

$5{,}916 = \frac{1}{8}$ H x $3{,}5^2$

H $= \frac{5{,}916}{1{,}531} = 3{,}864$ m

3. Tipe 3 (Berbentuk 2 Trapesium)



Gambar 3.100 Pembagian Pembebanan Balok Induk Arah Memanjang

Q1 = $\frac{1}{2}$. 1. 1 = 0,5 m^2

Q2 = 1,5. 1 = 1,5 m^2

Ra = 2 Q1 + Q2

= 2 (0,5) + 1,5

= 2,5 m^2

Momen Max pada tengah bentang :

Mmax = (Ra. $\frac{1}{2}$.L) – (Q1($\frac{1}{3}$ .1 + 2,5) – Q2 ($\frac{1}{2}$. 1,5 + 1) – Q1($\frac{2}{3}$x 1))

= (2,5. $\frac{1}{2}$. 7) – (0,5 ($\frac{1}{3}$. 1 + 2,5) – 1,5 ($\frac{1}{2}$. 1,5 + 1) – 1,5($\frac{2}{3}$x 1))

= 10,292 kNm

Ekivalen beban trapesium menjadi beban merata

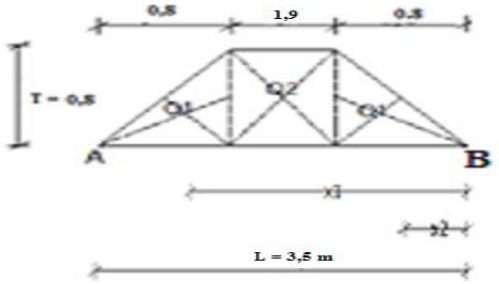
Mmax beban merata :

Mmax $= \frac{1}{8}$ H x L^2

10,292 $= \frac{1}{8}$ H x $3{,}5^2$

H $= \frac{10{,}292}{6{,}125} = 1{,}680$ m

4. Tipe 4 (Berbentuk Trapesium)



Gambar 3.101 Pembagian Pembebanan Balok Induk Arah Memanjang

Q1 = $\frac{1}{2}$. 0,8. 0,8 = 0,32 m^2

Q2 = 1,9. 0,8 = 1,52 m^2

Ra = 2 Q1 + Q2

= 2 (0,32) + 1,52

= 2,16 m^2

Momen Max pada tengah bentang :

Mmax = (Ra. $\frac{1}{2}$.L) – (Q1($\frac{1}{3}$ .1 + 2,5) – Q2 ($\frac{1}{2}$. 1,5 + 1) – Q1($\frac{2}{3}$x 1))

= (2,16. $\frac{1}{2}$. 3,5) – (0,32 ($\frac{1}{3}$. 1 + 2,5) – 1,9 ($\frac{1}{2}$. 1,9 + 0,8) – 0,32($\frac{2}{3}$x 0,8))

= 6,326 kNm

Ekivalen beban trapesium menjadi beban merata

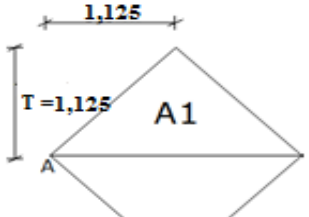
Mmax beban merata :

Mmax = $\frac{1}{8}$ H x L^2

6,326 = $\frac{1}{8}$ H x $3,5^2$

H = $\frac{6,326}{1,531}$ = 4,132 m

5. Tipe 5 (Berbentuk Segitiga)



Gambar 3.102 Pembagian Pembebanan Balok Induk Arah Memanjang

A1=A2 = $\frac{1}{2}$. 1,25.1,25 = 0,78125 m^2

ΣMb = 0

Ra.L – A1.X1 = 0

Ra.2,25 – 0,78125.1,25 = 0

Ra.2,25 = 0,78125.1,25

Ra = $\frac{0,976}{2,25}$ = 0,434 m^2

Momen Max pada tengah bentang :

Mmax = Ra. ($\frac{L}{2}$) - A1 ($\frac{L}{4}$)

= 0,434 ($\frac{2,25}{2}$) – 0,78125 ($\frac{2,25}{4}$)

= 0,0487 kNm

Ekivalen beban trapesium menjadi beban merata

Mmax beban merata :

Mmax = $\frac{1}{8}$ H x L^2

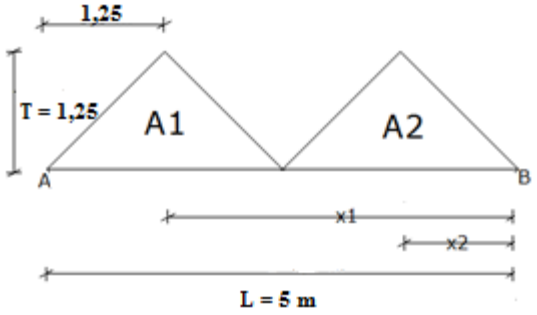
0,0487 = $\frac{1}{8}$ H x $2,25^2$

$H = \frac{0,0487}{0,6328} = 0,0769$ m

Karena beban terdiri dari 2 arah, yaitu sisi atas dan sisi bawah, maka :

H_{Total} = 2 x H = 2 x 0,0769 = 0,1538 m

6. Tipe 6 (Berbentuk 2 Segitiga)



Gambar 3.103 Pembagian Pembebanan Balok Induk Arah Memanjang

A1=A2 = $\frac{1}{2}$. 1,25.1,25 = 0,78125 m^2

ΣMb = 0

Ra.L – A1.X1– A2.X2 = 0

Ra.5 – 0,78125.3,75 – 0,78125.1,25 = 0

Ra.5 – 2,929 – 0,976 = 0

Ra.5 = 2,929 + 0,976 = 0

Ra = $\frac{3,905}{5}$ = 0,781 m^2

Momen Max pada tengah bentang :

Mmax = Ra. ($\frac{L}{2}$) - A1 ($\frac{L}{4}$)

= 0,781 ($\frac{5}{2}$) – 0,78125 ($\frac{5}{4}$)

= 0,9759 kNm

Ekivalen beban segitiga menjadi beban merata

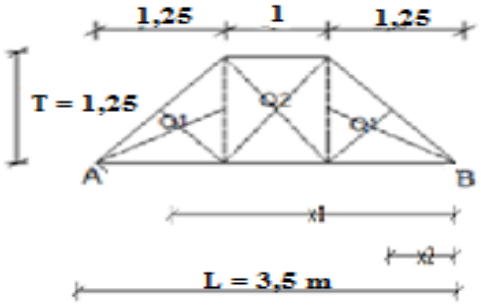
Mmax beban merata :

Mmax $= \frac{1}{8}$ H x L^2

0,9759 $= \frac{1}{8}$ H x 5^2

H $= \frac{0,9759}{3,125} = 0,312$ m

7. Tipe 7 (Berbentuk Trapesium)



Gambar 3.104 Pembagian Pembebanan Balok Induk Arah Memanjang

Q1 $= \frac{1}{2}$. 1,25. 1,25 $= 0,78125$ m^2

Q2 = 1. 1,25 $= 1,25$ m^2

Ra = 2 Q1 + Q2

= 2 (0,78125) + 1, 25

= 2,8125 m^2

Momen Max pada tengah bentang :

Mmax = (Ra. $\frac{1}{2}$.L) – (Q1($\frac{1}{3}$ .1,25 + 2,25) – Q2 ($\frac{1}{2}$. 1+ 1,25) – Q1($\frac{2}{3}$x 1,25))

= (2,8125. $\frac{1}{2}$. 3,5) – (0,78125 ($\frac{1}{3}$. 1,25 + 2,25) – 1,25 ($\frac{1}{2}$. 1+ 1,25) – 0,78125 ($\frac{2}{3}$x 1,25))

= 5,677 kNm

Ekivalen beban trapesium menjadi beban merata

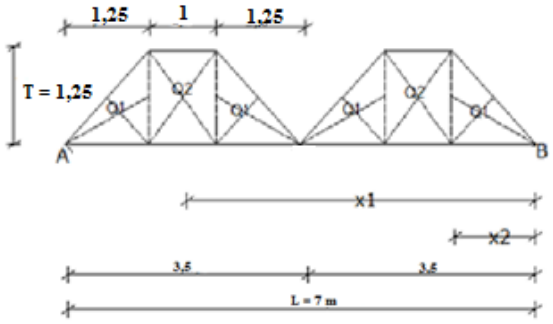
Mmax beban merata :

Mmax = $\frac{1}{8}$ H x L^2

5,677 = $\frac{1}{8}$ H x $3,5^2$

H = $\frac{5,677}{1,531}$ = 3,708 m

8. Tipe 8 (Berbentuk 2 Trapesium)



Gambar 3.105 Pembagian Pembebanan Balok Induk Arah Memanjang

Q1 = $\frac{1}{2}$. 1,25. 1,25 = 0,78125 m^2

Q2 = 1. 1,25 = 1,25 m^2

Ra = 2 Q1 + Q2

= 2 (0,78125) + 1,25

= 2,8125 m^2

Momen Max pada tengah bentang :

Mmax = (Ra. $\frac{1}{2}$.L) – (Q1($\frac{1}{3}$ .1,25 + 2,25) – Q2 ($\frac{1}{2}$. 1+ 1,25) – Q1($\frac{2}{3}$x 1,25))

= (2,5. $\frac{1}{2}$. 7) – (0,78125 ($\frac{1}{3}$. 1,25 + 2,25) – 1,25 ($\frac{1}{2}$. 1+ 1,25) – 1,5($\frac{2}{3}$x 1,25))

= 10,599 kNm

Ekivalen beban trapesium menjadi beban merata

Mmax beban merata :

Mmax = $\frac{1}{8}$ H x L^2

10,599 = $\frac{1}{8}$ H x $3,5^2$

H = $\frac{10,599}{1,531}$ = 6,922 m

Pembebanan Portal Memanjang as 2

A. Beban Terbagi Rata Lantai 1

Kolom A – a' (Berbentuk 2 Trapesium dan 2 Segitiga)

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 1,413 m = 4,07 kN/m
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 1,413 m = 0,25 kN/m
- Berat penutup lantai
  = 0,24 kN/m^2. 1,413 m = 0,34 kN/m
- Berat spesi tebal 2 cm

= (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 1,413 m = 0,59 kN/m

- Berat dinding Batu bata

= 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m

- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)

= (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

Coba WF 500.200.9.14

Berat sendiri profil = 79,5 Kg/m. = 0,795 kN/m

+

W_D =14,205 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai perpustakaan

= 4,0 kN/m^2 . 1,413 m = 5,652 kN/m

W_L = 5,652 kN/m

W_U = 1,2 . 14,205 kN/m + 1,6 . 5,652 kN/m

= 26,0892 kN/m

Kolom a' – B, D – E, dan F - G (Berbentuk Trapesium)

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm

= 0,12 m . 24 kN/m^3. 7,572 m = 21,81 kN/m

- Berat plafond+penggantung

= 0,11 + 0,07 kN/m^2. 7,572 m = 7,752 kN/m

- Berat penutup lantai

= 0,24 kN/m^2. 7,572 m = 1,82 kN/m

- Berat spesi tebal 2 cm

= (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 7,572 m = 3,18 kN/m

- Berat dinding Batu bata

= 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m

- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)

= (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

Coba WF 500.200.9.14

Berat sendiri profil = 79,5 Kg/m. = 0,795 kN/m

+

W_D =43,517 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai perpustakaan

= 4,0 kN/m^2 . 7,572 m = 30,288 kN/m

W_L = 30,288 kN/m

W_U = 1,2 . 43,517 kN/m + 1,6 . 30,288 kN/m

= 100,6812 kN/m

Kolom B – D (Berbentuk 2 Trapesium)

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 8,602 m = 24,77 kN/m
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 8,602 m = 1,55 kN/m
- Berat penutup lantai
  = 0,24 kN/m^2. 8,602 m = 2,06 kN/m
- Berat spesi tebal 2 cm
  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 8,602 m = 3,61 kN/m
- Berat dinding Batu bata
  = 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m
- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)
  = (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

Coba WF 500.200.9.14

Berat sendiri profil = 79,5 Kg/m. = 0,795 kN/m

\+

W_D =40,945 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai perpustakaan
  = 4,0 kN/m^2 . 8,602 m = 34,408 kN/m

W_L = 34,408 kN/m

W_U = 1,2 . 40,945 kN/m + 1,6 . 34,408 kN/m
= 104,1868 kN/m

Kolom E – F (Berbentuk Trapesium)

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 7,84 m = 22,58 kN/m
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 7,84 m = 1,41 kN/m
- Berat penutup lantai
  = 0,24 kN/m^2. 7,84 m = 1,88 kN/m
- Berat spesi tebal 2 cm
  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 7,84 m = 3,29 kN/m
- Berat dinding Batu bata
  = 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m
- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)
  = (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

Coba WF 500.200.9.14

Berat sendiri profil = 79,5 Kg/m. = 0,795 kN/m

+

W_D =38,115 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai perpustakaan
  = 4,0 kN/m^2 . 7,84 m = 31,360 kN/m

W_L = 31,360 kN/m

W_U = 1,2 . 38,115 kN/m + 1,6 . 31,360 kN/m
= 95,914 kN/m

Kolom G – H (Berbentuk Segitiga)

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 0,0769 m = 0,221 kN/m
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 0,0769 m = 0,013 kN/m
- Berat penutup lantai
  = 0,24 kN/m^2. 0,0769 m = 0,018 kN/m
- Berat spesi tebal 2 cm

= (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 0,0769 m = 0,032 kN/m

- Berat dinding Batu bata

= 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m

- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)

= (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

Coba WF 500.200.9.14

Berat sendiri profil = 79,5 Kg/m. = 0,795 kN/m

+

W_D = 9,239 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai perpustakaan

= 4,0 kN/m^2 . 0,0769 m = 0,3076 kN/m

W_L = 0,3076 kN/m

W_U = 1,2 . 9,239 kN/m + 1,6 . 0,3076 kN/m

= 11,578 kN/m

Pembebanan Portal Memanjang as 2 Lantai 2 - 6

B. Beban Terbagi Rata

Kolom A – a' (Berbentuk 2 Trapesium dan 2 Segitiga)

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm

= 0,12 m . 24 kN/m^3. 1,413 m = 4,07 kN/m

- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 1,413 m = 0,25 kN/m
- Berat penutup lantai
  = 0,24 kN/m^2. 1,413 m = 0,34 kN/m
- Berat spesi tebal 2 cm
  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 1,413 m = 0,59 kN/m
- Berat dinding Batu bata
  = 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m
- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)
  = (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

Coba WF 500.200.9.14

Berat sendiri profil = 79,5 Kg/m. = 0,795 kN/m +

W_D =14,205 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai ruang kelas
  = 2,5 kN/m^2 . 1,413 m = 3,5325 kN/m

W_L = 3,5325 kN/m

W_U = 1,2 . 14,205 kN/m + 1,6 . 3,5325 kN/m
= 22,698 kN/m

Kolom a' – B, D – E, dan F - G (Berbentuk Trapesium)

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 7,572 m = 21,81 kN/m
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 7,572 m = 7,752 kN/m
- Berat penutup lantai
  = 0,24 kN/m^2. 7,572 m = 1,82 kN/m
- Berat spesi tebal 2 cm
  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 7,572 m = 3,18 kN/m
- Berat dinding Batu bata
  = 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m
- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)
  = (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

Coba WF 500.200.9.14

Berat sendiri profil = 79,5 Kg/m. = 0,795 kN/m

\+

W_D =43,517 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai ruang kelas

  = 2,5 kN/m^2 . 7,572 m = 18,93 kN/m

  W_L = 18,93 kN/m

W_U = 1,2 . 43,517 kN/m + 1,6 . 18,93 kN/m

= 95,5635 kN/m

Kolom B – C dan C – D (Berbentuk 2 Trapesium)

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm

  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 8,602 m = 24,77 kN/m

- Berat plafond+penggantung

  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 8,602 m = 1,55 kN/m

- Berat penutup lantai

  = 0,24 kN/m^2. 8,602 m = 2,06 kN/m

- Berat spesi tebal 2 cm

  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 8,602 m = 3,61 kN/m

- Berat dinding Batu bata

  = 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m

- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)

  = (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

Coba WF 500.200.9.14

Berat sendiri profil = 79,5 Kg/m. = 0,795 kN/m

+

W_D =40,945 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai ruang kelas
  = 2,5 kN/m^2 . 8,602 m = 21,505 kN/m

W_L = 21,505 kN/m

W_U = 1,2 . 40,945 kN/m + 1,6 . 21,505 kN/m
= 83,542 kN/m

Kolom E – F (Berbentuk Trapesium)

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 7,84 m = 22,58 kN/m
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 7,84 m = 1,41 kN/m
- Berat penutup lantai
  = 0,24 kN/m^2. 7,84 m = 1,88 kN/m
- Berat spesi tebal 2 cm

= (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 7,84 m = 3,29 kN/m

- Berat dinding Batu bata

= 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m

- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)

= (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

Coba WF 500.200.9.14

Berat sendiri profil = 79,5 Kg/m. = 0,795 kN/m

+

W_D =38,115 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai ruang kelas

= 2,5 kN/m^2 . 7,84 m = 19,6 kN/m

W_L = 19,6 kN/m

W_U = 1,2 . 38,115 kN/m + 1,6 . 19,6 kN/m

= 77,098 kN/m

Kolom G – H (Berbentuk Segitiga)

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm

= 0,12 m . 24 kN/m^3. 0,0769 m = 0,221 kN/m

- Berat plafond+penggantung

= 0,11 + 0,07 kN/m^2. 0,0769 m = 0,013 kN/m

- Berat penutup lantai
  = 0,24 kN/m^2. 0,0769 m = 0,018 kN/m
- Berat spesi tebal 2 cm
  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 0,0769 m = 0,032 kN/m
- Berat dinding Batu bata
  = 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m
- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)
  = (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

Coba WF 500.200.9.14

Berat sendiri profil = 79,5 Kg/m. = 0,795 kN/m

+

W_D = 9,239 kN/m

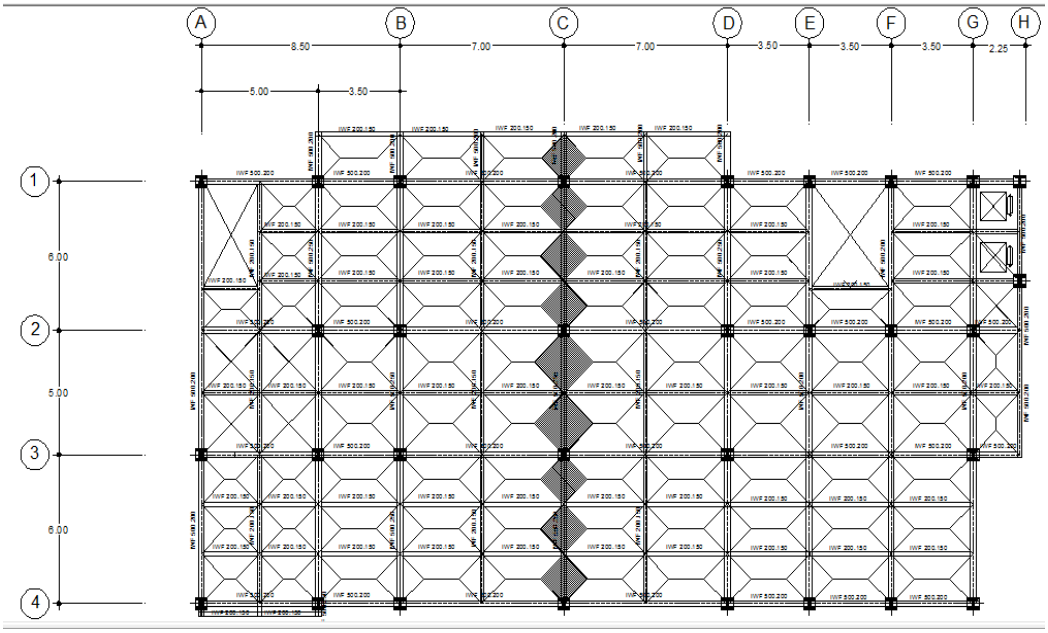
Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai ruang kelas
  = 2,5 kN/m^2 . 0,0769 m = 0,19225 kN/m

W_L = 0,19225 kN/m

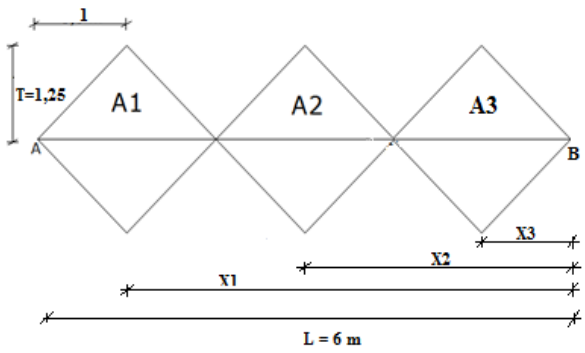
W_U = 1,2 . 9,239 kN/m + 1,6 . 0,19225 kN/m
= 11,3944 kN/m

3.6.2 Perhitungan Portal Arah Melintang as C



Gambar 3.106 Denah Perhitungan Portal Arah Melintang as C

(8) Tipe 1 (Berbentuk 3 Segitiga)



Gambar 3.107 Pembagian Pembebanan Balok Anak Arah Melintang

A1 = A2 = A3 = $\frac{1}{2}$ L x T = $\frac{1}{2}$ x 1 x 1 = 0,5 m^2

ΣMb = 0

Ra. L – A1. X1- A2. X2 – A3.X3 = 0

Ra. 6 – (0,5. 5,5) – (0,5. 2,5) – (0,5.0,5) = 0

Ra. 6 – 2,75 – 1,25 – 0,25 = 0

Ra. 6 = 2,75 + 1,25 + 0,25

Ra = $\frac{2,75 + 1,25 + 0,25}{6}$ = 0,708 m^2

Momen Max pada tengah bentang adalah :

Mmax = Ra. ($\frac{L}{2}$) – A1 ($\frac{L}{4}$)

= 0,708 ($\frac{6}{2}$) – 0, 5 ($\frac{6}{4}$)

= 1,374 kNm

Ekivalen beban segitiga menjadi beban merata

Mmax beban merata :

Mmax = $\frac{1}{8}$ H x L^2

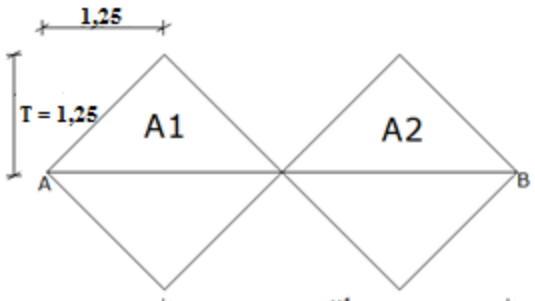
1,374 = $\frac{1}{8}$ .H x 6^2

H = $\frac{1,374}{4,5}$ = 0,305 m

Karena beban terdiri dari 2 arah, yaitu sisi atas dan sisi bawah, maka :

H total = 2 x H = 2 x 0,305 m = 0,610 m

(9) Tipe 2 (Berbentuk 2 Segitiga)



Gambar 3.108 Pembagian Pembebanan Balok Anak Arah Melintang

A1 = A2 = $\frac{1}{2}$ L x T = $\frac{1}{2}$ x 1,25 x 1,25 = 0,78125 m^2

ΣMb = 0

Ra. L – A1. X1- A2. X2 = 0

Ra. 5 – (0,78125.3,75) – (0,78125. 1,25) = 0

Ra. 5 – 2,929 – 0,976 = 0

Ra. 5 = 2,929 +0,976

Ra = $\frac{2,929 + 0,976}{5}$ = 0,781 m^2

Momen Max pada tengah bentang adalah :

Mmax = Ra. ($\frac{L}{2}$) – A1 ($\frac{L}{4}$)

= 0,781 ($\frac{5}{2}$) – 0,78125 ($\frac{5}{4}$)

= 0,9759 kNm

Ekivalen beban segitiga menjadi beban merata

Mmax beban merata :

Mmax = $\frac{1}{8}$ H x L^2

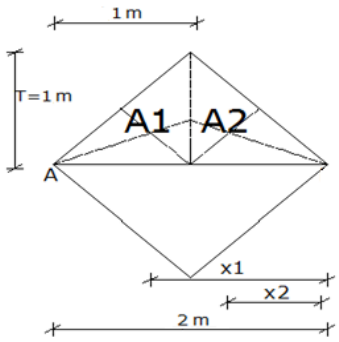
0,9759 = $\frac{1}{8}$ .H x 5^2

H = $\frac{0,9759}{3,125}$ = 0,312 m

Karena beban terdiri dari 2 arah, yaitu sisi atas dan sisi bawah, maka :

H total = 2 x H = 2 x 0,312 m = 0,624 m

(10) Tipe 3 (Berbentuk Segitiga Kantilever)



Gambar 3.109 Pembagian Pembebanan Balok Anak Arah Melintang

A1=A2 = $\frac{1}{2}$. 1.1 = 0,5 m^2

ΣMb = 0

Ra.L – A1.X1 – A2.X2 = 0

Ra.2 – 0,5.1,5 – 0,5. 0,5 = 0

Ra.2 = 0,5.1,5 + 0,5. 0,5

Ra = $\frac{1}{2}$ = 0, 5 m^2

Momen Max pada tengah bentang :

Mmax = Ra. $(\frac{L}{2})$ - A1 $(\frac{L}{4})$

= 0,5 $(\frac{2}{2})$ – 0,5 $(\frac{2}{4})$

= 0,25 kNm

Ekivalen beban trapesium menjadi beban merata

Mmax beban merata :

Mmax $= \frac{1}{8}$ H x L^2

0,25 $= \frac{1}{8}$ H x 2^2

H = $\frac{0,25}{0,5}$ = 0,5 m

Karena beban terdiri dari 2 arah, yaitu sisi atas dan sisi bawah, maka :

H_{Total} = 2 x H = 2 x 0,5 = 1 m

Pembebanan Portal Melintang as C Lantai 1 dan 7

A. Beban Terbagi Rata

Kolom 4 – 3 dan 2 – 1 (Berbentuk 3 Segitiga)

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 0,610 m = 1,76 kN/m
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 0,610 m = 0,11 kN/m
- Berat penutup lantai
  = 0,24 kN/m^2. 0,610 m = 0,15 kN/m
- Berat spesi tebal 2 cm
  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 0,610 m = 0,26 kN/m
- Berat dinding Batu bata
  = 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m
- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)
  = (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

Coba WF 500.200.9.14

Berat sendiri profil = 79,5 Kg/m. = 0,795 kN/m

+

W_D = 11,235 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai perpustakaan

  = 4,0 kN/m^2 . 0,610 m = 2,44 kN/m

  W_L = 2,44 kN/m

  W_U = 1,2 . 11,235 kN/m + 1,6 . 2,44 kN/m

  = 17,386 kN/m

Kolom 3 – 2 (Berbentuk 2 Segitiga)

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm

  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 0,624 m = 1,80 kN/m

- Berat plafond+penggantung

  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 0,624 m = 0,11 kN/m

- Berat penutup lantai

  = 0,24 kN/m^2. 0,624 m = 0,15 kN/m

- Berat spesi tebal 2 cm

  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 0,624 m = 0,26 kN/m

- Berat dinding Batu bata

  = 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m

- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)

  = (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

  Coba WF 500.200.9.14

  Berat sendiri profil = 79,5 Kg/m. = 0,795 kN/m

  +

  W_D = 11,275 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai perpustakaan

= 4,0 kN/m^2 . 0,624 m = 2,496 kN/m

W_L = 2,496 kN/m

W_U = 1,2 . 11,275 kN/m + 1,6 . 2,496 kN/m

= 17,524 kN/m

Kolom 1 – 0 (Berbentuk Segitiga Kantilever)

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 1 m = 2,88 kN/m
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 1 m = 0,18 kN/m
- Berat penutup lantai
  = 0,24 kN/m^2. 1m = 0,24 kN/m
- Berat spesi tebal 2 cm
  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 1 m = 0,42 kN/m
- Berat dinding Batu bata
  = 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m
- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)
  = (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

Coba WF 500.200.9.14

Berat sendiri profil = 79,5 Kg/m. = 0,795 kN/m

+

W_D = 12,675 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai perpustakaan
  = 4,0 kN/m^2 . 1 m = 4 kN/m

W_L = 4 kN/m

W_U = 1,2 . 12,675 kN/m + 1,6 . 4 kN/m

= 21,61 kN/m

Pembebanan Portal Melintang as C Lantai 2 - 6

B. Beban Terbagi Rata

Kolom 4 – 3 dan 2 – 1 (Berbentuk 3 Segitiga)

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 0,610 m = 1,76 kN/m
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 0,610 m = 0,11 kN/m
- Berat penutup lantai
  = 0,24 kN/m^2. 0,610 m = 0,15 kN/m
- Berat spesi tebal 2 cm
  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 0,610 m = 0,26 kN/m
- Berat dinding Batu bata
  = 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m
- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)
  = (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

Coba WF 500.200.9.14

Berat sendiri profil = 79,5 Kg/m. = 0,795 kN/m

+

W_D = 11,235 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai ruang kelas

  = 2,5 kN/m^2 . 0,610 m = 1,525 kN/m

  W_L = 1,525 kN/m

  W_U = 1,2 . 11,235 kN/m + 1,6 . 1,525 kN/m

  = 15,922 kN/m

Kolom 3 – 2 (Berbentuk 2 Segitiga)

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm

  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 0,624 m = 1,80 kN/m

- Berat plafond+penggantung

  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 0,624 m = 0,11 kN/m

- Berat penutup lantai

  = 0,24 kN/m^2. 0,624 m = 0,15 kN/m

- Berat spesi tebal 2 cm

  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 0,624 m = 0,26 kN/m

- Berat dinding Batu bata

  = 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m

- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)

  = (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

  Coba WF 500.200.9.14

  Berat sendiri profil = 79,5 Kg/m. = 0,795 kN/m

  +

  W_D = 11,275 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai ruang kelas

  = 2,5 kN/m^2 . 0,624 m = 1,56 kN/m

  W_L = 1,56 kN/m

W_U = 1,2 . 11,275 kN/m + 1,6 . 1,56 kN/m

= 16,026 kN/m

Kolom 1 – 0 (Berbentuk Segitiga Kantilever)

Akibat Beban Mati (W_D) :

- Berat sendiri pelat dengan tebal 12 cm
  = 0,12 m . 24 kN/m^3. 1 m = 2,88 kN/m
- Berat plafond+penggantung
  = 0,11 + 0,07 kN/m^2. 1 m = 0,18 kN/m
- Berat penutup lantai
  = 0,24 kN/m^2. 1m = 0,24 kN/m
- Berat spesi tebal 2 cm
  = (0,21 kN/m^2/cm . 2 cm) . 1 m = 0,42 kN/m
- Berat dinding Batu bata
  = 1,2 kN/m^2 . 4 m = 4,80 kN/m
- Berat plesteran dinding (luar+dalam @2cm)
  = (0,21 kN/m^2/cm . 4 cm) .4 m = 3,36 kN/m

Coba WF 500.200.9.14

Berat sendiri profil = 79,5 Kg/m. = 0,795 kN/m

\+

W_D = 12,675 kN/m

Akibat Beban Hidup (W_L)

- Beban hidup untuk lantai ruang kelas
  = 2,5 kN/m^2 . 1 m = 2,5 kN/m

W_L = 2,5 kN/m

W_U = 1,2 . 12,675 kN/m + 1,6 . 2,5 kN/m

= 19,21 kN/m