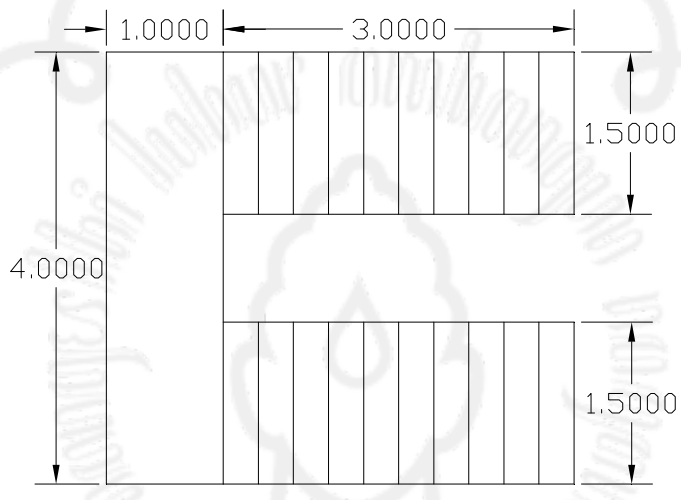
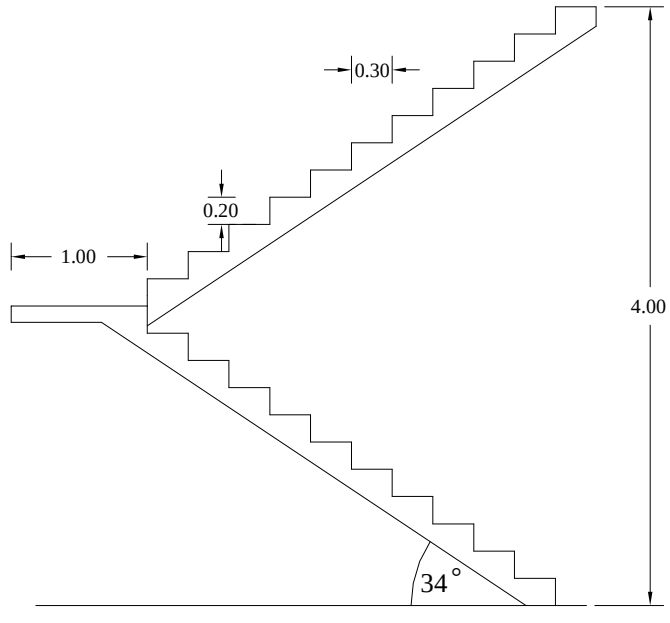
BAB 4
PERENCANAAN TANGGA

4.1. Uraian Umum

Tangga merupakan bagian dari struktur bangunan bertingkat yang sangat penting sebagai penunjang antara struktur bangunan lantai dasar dengan struktur bangunan tingkat atasnya. Penempatan tangga pada struktur suatu bangunan sangat berhubungan dengan fungsi bangunan bertingkat yang akan dioperasionalkan. Pada bangunan umum, penempatan haruslah mudah diketahui dan terletak strategis untuk menjangkau ruang satu dengan yang lainnya, penempatan tangga harus disesuaikan dengan fungsi bangunan untuk mendukung kelancaran hubungan yang serasi antara pemakai bangunan tersebut.

4.2. Data Perencanaan Tangga





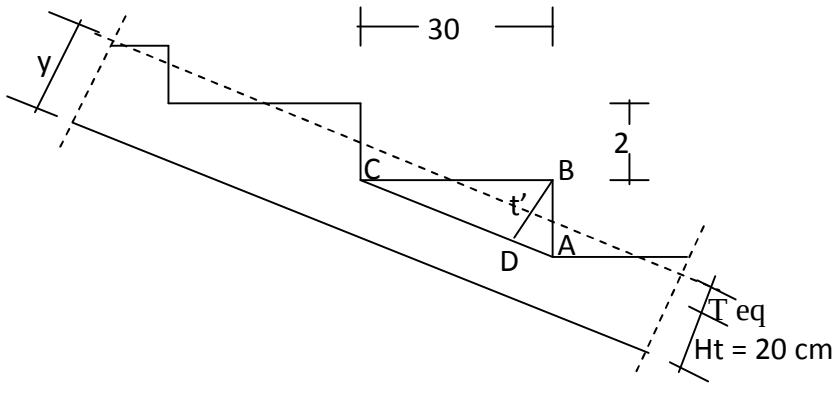
Gambar 4.1. Detail tangga

Data – data tangga :

- Tebal plat tangga = 20 cm
- Tebal bordes tangga = 20 cm
- Lebar datar = 400 cm
- Lebar tangga rencana = 150 cm
- Dimensi bordes = 100 x 400 cm
- lebar antrade = 30 cm
- Jumlah antrede = 270 / 30 = 9 buah
- Jumlah optrade = 9 + 1 = 10 buah
- Tinggi optrede = 200 / 10 = 20 cm
- α = Arc.tg (200/300) = 33,69 = 34 < 35……(Ok)

4.3. Perhitungan Tebal Plat Equivalen dan Pembebanan

4.3.1. Perhitungan Tebal Plat Equivalen



Gambar 4.2. Tebal equivalen

$$\frac{BD}{AB} = \frac{BC}{AC}$$

$$BD = \frac{AB \times BC}{AC}$$

$$= \frac{20 \times 30}{\sqrt{(20)^2 + (30)^2}}$$

= 16,64 cm ~ 17 cm

t eq = 2/3 x BD

= 2/3 x 17

= 11,33 cm

Jadi total equivalent plat tangga

Y = t eq + ht

= 11,33 + 20

= 31,33 cm

= 0,3133 m

4.3.2. Perhitungan Beban

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

1. Akibat beban mati (qD)

Berat tegel keramik (1 cm)	= 0,01 x 1,5 x 2,4	= 36	kg/m
Berat spesi (2 cm)	= 0,02 x 1,5 x 2,1	= 63	kg/m
Berat plat tangga	= 0,3133 x 1,5 x 2,4	= 1128	kg/m
Berat sandaran tangga	= 0,7 x 0,1 x 1,0	= 70	kg/m +
		qD = 1297	kg/m

2. Akibat beban hidup (qL)

qL= 1,5 x 300 kg/m

= 450 kg/m

3. Beban ultimate (qU)

qU = 1,2 . qD + 1.6 . qL

= 1,2 . 1297 + 1,6 . 450

= 2276 kg/

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

1. Akibat beban mati (qD)

Berat tegel keramik (1 cm)	= 0,01 x 4,00 x 2,4	= 96	kg/m
Berat spesi (2 cm)	= 0,02 x 4,00 x 2,1	= 168	kg/m
Berat plat bordes	= 0,20 x 4,00 x 2,4	= 1920	kg/m
Berat sandaran tangga	= 0,7 x 0,1 x 1,0	= 70	kg/m +
		qD = 2254	kg/m

2. Akibat beban hidup (qL)

qL = 4,00 x 300 kg/m

= 1200 kg/m

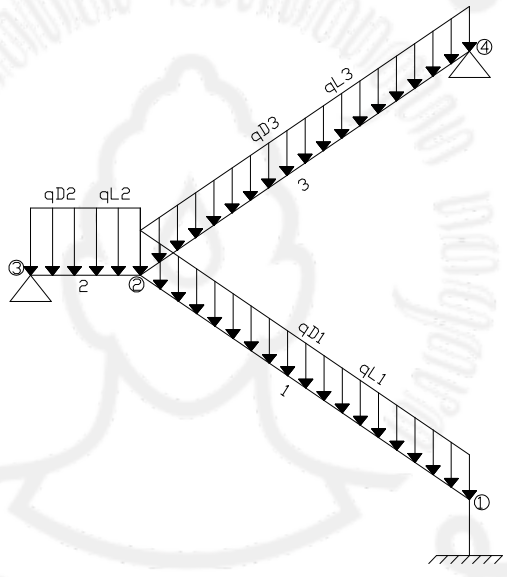
3. Beban ultimate (qU)

qU = 1,2 . qD + 1.6 . qL

= 1,2 . 2254 + 1,6 . 1200

= 4625 kg/m.

Perhitungan analisa struktur tangga menggunakan Program SAP 2000 tumpuan di asumsikan jepit, sendi, sendi seperti pada gambar berikut :



Gambar 4.4 Rencana tumpuan dan pembebanan tangga

Beban mati : qD1 = qD3 = 1297 kg/m

qD2 = 2254 kg/m

Beban hidup: qL 1 = qL3 = 450 kg/m

qL2 = 1200 kg/m

4.4. Perhitungan Tulangan Tangga dan Bordes

4.4.1. Perhitungan Tulangan Tumpuan

d = h – p-1/2∅tul

= 164 mm

Dari perhitungan **SAP 2000** diperoleh Mu :

M_u = 2693,95 kgm = $2{,}69395.10^7$ Nmm

Mn = $\frac{Mu}{\phi} = \frac{2{,}69395.10^7}{0{,}8} = 3{,}37.10^7$ Nmm

m = $\frac{fy}{0{,}85.fc} = \frac{240}{0{,}85.20} = 14{,}12$

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

= $\frac{0{,}85.20}{240}.\beta.\left(\frac{600}{600+240}\right)$

= 0,043

ρ_{max} = 0,75 . ρb

= 0,032

ρ_{min} = 0,0025

Rn = $\frac{Mn}{b.d^2} = \frac{3{,}37.10^7}{1500.(164)^2} = 0{,}84$ N/mm

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

$= \frac{1}{14,12}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2.14,12.0,84}{240}}\right)$

$= 0,0036$

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

$> \rho_{min}$

di pakai $\rho_{ada} = 0,0036$

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

$= 0,0036 \times 1500 \times 164$

$= 885,6\ mm^2$

Dipakai tulangan $\varnothing$ 12 mm $= ¼ . \pi \times 12^2 = 113,04\ mm^2$

Jumlah tulangan $= \frac{885,6}{113,04} = 7,8 \approx 8$ buah

Jarak tulangan 1 m $= \frac{1000}{8} = 125$ mm

Dipakai tulangan $\varnothing$ 12 mm – 150 mm

As yang timbul $= 8. ¼ .\pi. d^2$

$= 904,32\ mm^2 >$ As ..... Aman !

4.4.2. Perhitungan Tulangan Lapangan

$M_u = 1324,38$ kgm $= 1,32438.10^7$ Nmm

$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{1,32438.10^7}{0,8} = 1,65.10^7$ Nmm

BAB 4 Perencanaan Tangga

$$m = \frac{fy}{0{,}85.fc} = \frac{240}{0{,}85.20} = 14{,}12$$

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

$$= \frac{0{,}85.20}{240}.\beta.\left(\frac{600}{600+240}\right)$$

$$= 0{,}043$$

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

$$= 0{,}032$$

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

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{1{,}65.10^7}{1500.(164)^2} = 0{,}4 \text{ N/mm}^2$$

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

$$= \frac{1}{14{,}12}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2.14{,}12.0{,}4}{240}}\right)$$

$$= 0{,}0016$$

$\rho_{ada} < \rho_{min}$

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

$As = \rho_{min} . b . d$

$= 0{,}0025 \times 1500 \times 164$

$= 615 \text{ mm}^2$

Dipakai tulangan $\varnothing$ 12 mm $= \frac{1}{4} . \pi \times 12^2 = 113{,}04 \text{ mm}^2$

Jumlah tulangan dalam 1 m $= \frac{615}{113{,}04} = 5{,}44 \approx 6$ buah

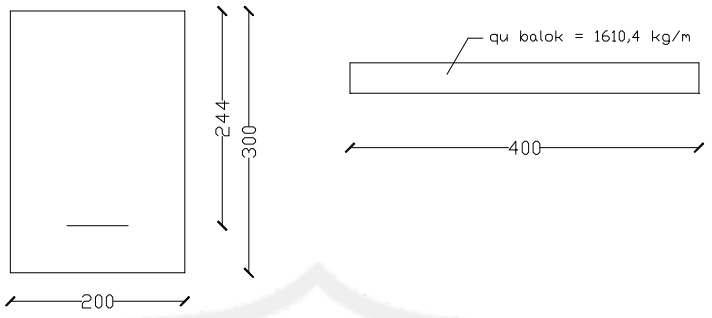
Jarak tulangan 1 m $= \frac{1000}{6} = 166{,}67$ mm ≈ 200 mm

Dipakai tulangan ∅ 12 mm – 200 mm

As yang timbul $= 6 \cdot \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$

$= 678{,}24$ mm^2 > As .....aman !

4.5. Perencanaan Balok Bordes



Data perencanaan:

h = 350 mm

b = 150 mm

d = h - Sb - ∅ Sk - 1/2 ∅ Tulangan

=350-40-8-6

=296 mm

4.5.1. Pembebanan Balok Bordes

➢ Beban mati (qD)

Berat sendiri	= 0,20 x 0,30 x 2400	= 144 kg/m
Berat dinding	= 0,15 x 2 x 1700	= 510 kg/m
Berat plat bordes	= 0,12 x 2400	= 288 kg/m +
		qD = 942 kg/m

BAB 4 Perencanaan Tangga

- Akibat beban hidup (qL)

  qL = 300 kg/m

- Beban ultimate (qU)

  qU = 1,2 . qD + 1,6. ql

  = 1,2 . 942 + 1,6 . 300

  = 1610,4 kg/m

- Beban reaksi bordes

$$qU\ Total = \frac{Re\,aksi\,bordes}{lebar\,bordes}$$

$$= \frac{0,5.1610,4.4}{4}$$

= 805,2 kg/m

4.5.2 Perhitungan tulangan lentur

$$M_u = \frac{1}{11}.qu.L^2 = \frac{1}{11}.1610,4\ .4^{\ 2} = 2342,4\ kgm = 2,342.10^7\ Nmm$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{2,342.10^7}{0,8} = 2,93.10^7\ Nmm$$

$$m = \frac{fy}{0,85.fc} = \frac{240}{0,85.20} = 14,12$$

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

$$= \frac{0,85.20}{240}.0,85.\left(\frac{600}{600+240}\right)$$

= 0,043

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

= 0,032

BAB 4 Perencanaan Tangga

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

$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{2,93.10^7}{200.(244)^2} = 2,46$ N/mm

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

$= \frac{1}{14,12}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2.14,12.2,46}{240}}\right)$

$= 0,011$

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

$> \rho_{min}$

di pakai $\rho_{ada} = 0,018$

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

= 0,011 x 200 x 244

= 536,8 mm^2

Dipakai tulangan ∅ 16 mm = ¼ . π x 16^2 = 200,96 mm^2

Jumlah tulangan $= \frac{536,8}{200,96} = 2,67 \approx$ 3 buah

As yang timbul = 3. ¼ .π. d^2

= 602,88 mm^2 > As ..... Aman !

Dipakai tulangan 3 ∅ 16 mm

$a = \frac{Asada.fy}{0,85.fc'.b} = \frac{602,88.240}{0,85.20.200} = 42,55$

BAB 4 Perencanaan Tangga

Mn ada = As.fy.(d-a/2)

$= 602{,}88.240.(244-\frac{42{,}55}{2})$

$= 3{,}22.10^{7}$ Nmm

Mn ada > Mn .....aman!!

Kontrol spasi = $\frac{b-2p-2\phi sk-n\phi tul}{n-1}$

$= \frac{200-2.40-2.8-3.16}{3-1}$

= 28 > 25 mm ⟶ oke..

Dipakai tulangan 3 ∅ 16 mm

4.5.3 Perhitungan Tulangan Geser

Vu = ½.805,2. 4,00 = 1610,4 kg = 16104 N

Vc = $1/6 . b.d.\sqrt{f'c}$.

= $1/6 . 200 . 244.\sqrt{20}$.

= 36373,37 N

∅ Vc = 0,75 . Vc

= 27280,03 N

3∅ Vc = 3 . 27280,03

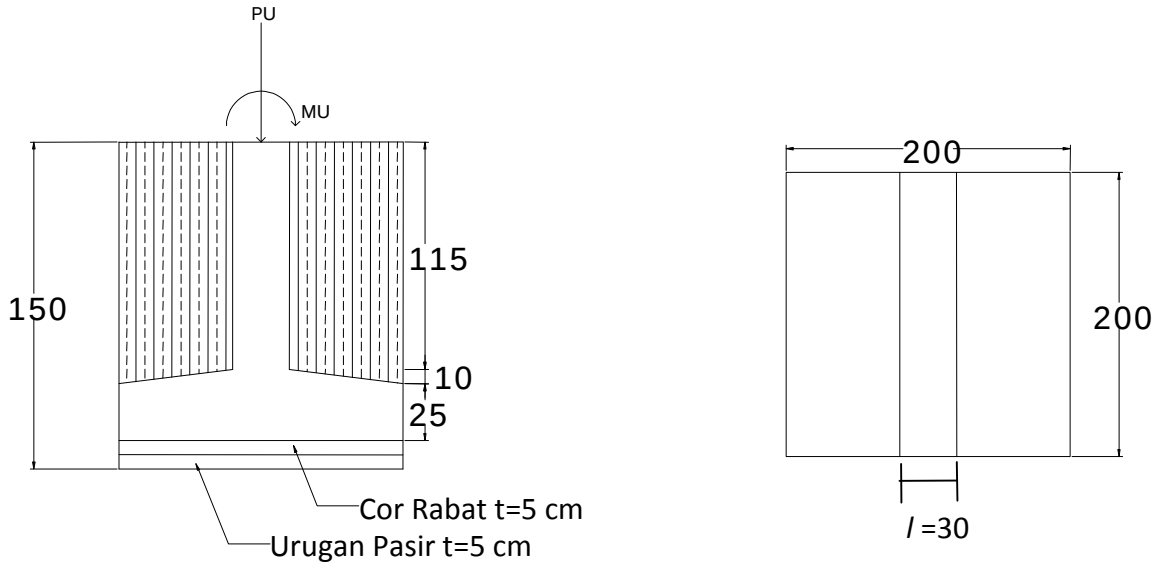
= 81840,09 N

Vu < ∅ Vc tidak perlu tulangan geser

Jadi dipakai sengkang ∅ 8 – 200 mm

BAB 4 Perencanaan Tangga

4.6. Perhitungan Pondasi Tangga



Gambar 4.3. Pondasi Tangga

Direncanakan pondasi telapak dengan kedalaman 1 m, panjang 2 m dan 2 m

- Tebal = 30 cm
- Ukuran alas = 2000 x 2000 mm
- γ tanah = 1,7 t/m^3 = 1700 kg/m^3
- σ tanah = 2 kg/cm^2 = 20000 kg/m^2
- Pu = 14832,31 kg (Perhitungan SAP)
- Mu = 2693,95 kg (Perhitungan SAP)

Dimensi Pondasi

$$\Sigma\text{tanah } \frac{Pu}{A} =$$

$$A = \frac{Pu}{\sigma \tan ah} = \frac{14832,3}{20000} = 0,74 \text{ m}^2$$

$$B=L=\sqrt{A} = \sqrt{0,74} = 0,86 \text{ m}$$

Digunakan dimensi = 2 x 2 m

4.5.1. Perencanaan kapasitas dukung pondasi

a. Perhitungan kapasitas dukung pondasi

➢ Pembebanan pondasi

Berat telapak pondasi	= 2,0 x 2,0 x 0,30 x 2400	=	2880	kg
Berat tanah	= 2 (0,30 x 2,0 x 0,85) x 1700	=	1683	kg
Berat kolom	= 0,20 x 2,0 x 0,825 x 2400	=	792	kg
Pu		=	14832,3	kg
	Vtot	=	20187,3	kg

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

$$\sigma_{\text{yang terjadi}} = \frac{20187,3}{2,0.2,0} + \frac{2693,95}{1/6.2,0.(2,0)^2}$$

$$= 7067,29 \text{ kg/m}^2 < 20000 \text{ kg/m}^2$$

$$= \sigma_{\text{yang terjadi}} < \sigma \text{ ijin tanah}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\text{Ok!}$$

Tebal telapak pondasi :

$$d \geq \frac{6.Vu}{\sqrt{f'c.b_w}}$$

$$\geq \frac{6.20,1873.10^4}{\sqrt{20.2000}}$$

$$\geq 135,4 \text{ mm}$$

Direncanakan d = 180 mm

Sehingga $h = d + t_{\text{beton}}$

$= 180 + 20 = 200$ mm

BAB 4 Perencanaan Tangga

Kontrol eksentrisitas

$$e = \frac{Mu}{Vu} = \frac{2693,95}{20187,3} = 0,\ 13$$

$e \leq 1/6 \times L$

$\leq 1/6 \times 2$

$\leq 0,33$ m……..ok!

4.5.2. Perhitungan Tulangan Lentur

$Mu = ½ \cdot qu \cdot t^2 = ½ \cdot 7067,29.(0,85)^2 = 2553,06$ kgm

$= 2,55306.10^7$ Nmm

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{2,55306.10^7}{0,8} = 3,19.10^7 \text{ N/mm}$$

$$m = \frac{fy}{0,85.fc} = \frac{360}{0,85.20} = 21,18$$

$$\rho b = \frac{0,85 \cdot f'c}{fy} \beta \left(\frac{600}{600 + fy} \right)$$

$$= \frac{0,85.20}{360} .0,85. \left(\frac{600}{600 + 360} \right)$$

$= 0,025$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{3,19.10^7}{2000.(200)^2} = 0,399$$

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

$= 0,0188$

$\rho_{min} = 0,0039$

BAB 4 Perencanaan Tangga

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

$$= \frac{1}{21{,}18}.\left(1-\sqrt{1-\frac{2.21{,}18.0{,}399}{360}}\right)$$

$$= 0{,}0011$$

$\rho_{perlu} < \rho_{min}$

dipakai $\rho_{min} = \frac{1{,}4}{fy} = \frac{1{,}4}{360} = 0{,}0039$

- Untuk Arah Sumbu Panjang dan Pendek adalah : Sama

$As_{perlu} = \rho_{min}. b . d$

$= 0{,}0039 . 2000 . 200$

$= 1560\ mm^2$

digunakan tul ∅ 12 $= ¼ . \pi . d^2$

$= ¼ . 3{,}14 . (19)^2$

$= 283{,}38\ mm^2$

Jumlah tulangan (n) $= \frac{1500}{283{,}38} = 5{,}5 \sim 6$ buah

Jarak tulangan $= \frac{1000}{6} = 166{,}67$ mm

As yang timbul $= 6 \times 283{,}38$

$= 1700{,}28 > As$……..Ok!

Sehingga dipakai tulangan ∅ 12 – 150 mm

4.5.3. Perhitungan Tulangan Geser

Vu = σ x A efektif

= 7067,29 x (0,3x 2,0)

= 12014,39 N

Vc = $1/6 . \sqrt{f'c} . b . d$

= $1/6 . \sqrt{20} . 2000 . 200$

= 298142,397 N

∅ Vc = 0,75 . Vc

= 223606,8 N

0,5∅Vc = 0,5. 298142,397

= 111803,4 N

Vu < 0,5 ∅ Vc ⟶ tidak perlu tulangan geser

Tulangan geser minimum **∅ 8 – 200 mm**