

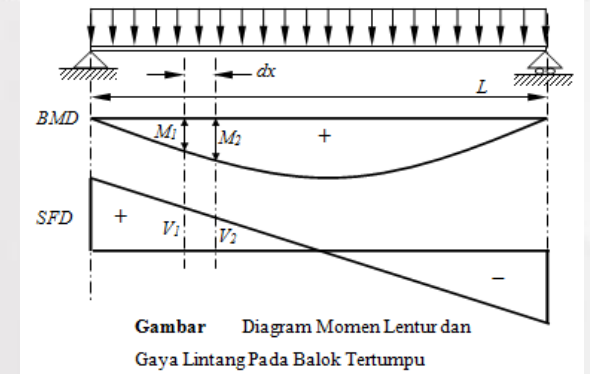
Mata Kuliah : Perancangan Struktur Beton
Kode : TSI-303
SKS : 3 sks

Tulangan Geser pada Balok

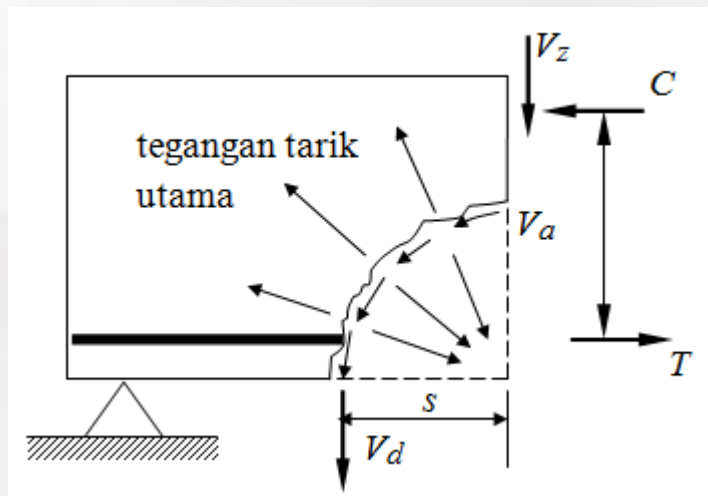
Pertemuan - 7

Teori Dasar Geser

- Sebuah balok diberi beban seperti pada Gambar
- Akan muncul momen lentur dan gaya geser secara bersamaan
- Untuk dapat memikul beban tersebut dengan aman, maka balok harus didesain terhadap kedua macam gaya tersebut (yaitu momen lentur dan geser)
- Desain terhadap lentur dilakukan terlebih dahulu untuk menentukan ukuran penampang balok serta kebutuhan tulangan utama atau tulangan lenturnya
- Selanjutnya balok harus didesain untuk mencukupi memikul gaya geser yang terjadi
- Apabila tulangan geser tidak dipasang, maka kegagalan geser akan terjadi
- Balok harus didesain sedemikian rupa sehingga kegagalan akibat geser tidak terjadi sebelum kegagalan lentur terjadi.

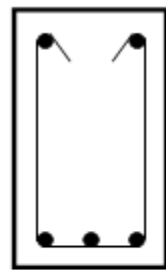


Mekanisme Tahanan Geser Beton Bertulang

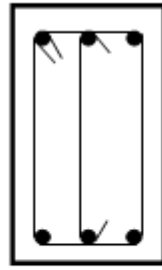


1. Tahanan geser beton yang didasarkan pada penampang yang masih utuh, belum retak, V_z
2. Transfer geser antarmuka, V_a , akibat lekatan agregat sepanjang bidang retak, V_a
3. Tahanan yang diberikan oleh tulangan memanjang, V_d

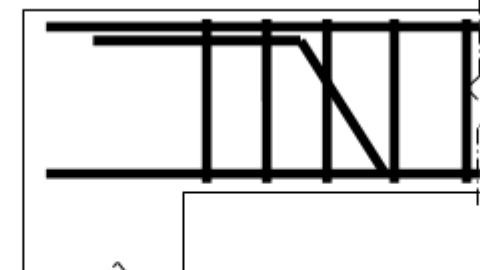
Balok Dengan Tulangan Geser



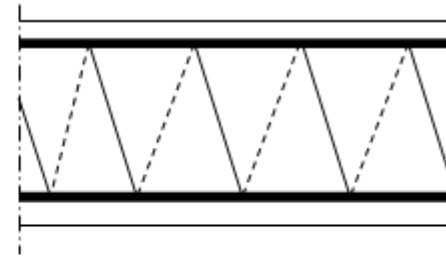
(a)



(b)



(c)



(d)

(a) Sengkang Terbuka Dengan Dua Kaki, (b) Sengkang Tertutup Dengan Tiga Kaki,
(c) Gabungan Sengkang Vertikal dan Tulangan Miring, (d) Spiral

Balok Dengan Tulangan Geser

Kuat geser nominal, V_n dari balok beton bertulang dengan tulangan geser, sebagian disumbangkan oleh kuat geser beton, V_c , dan sebagian disumbangkan oleh kuat geser tulangan geser, V_s .

$$V_n = V_c + V_s \quad \text{SNI 2847-2019 ps. 22.5.1.1}$$

Gaya geser V_u yang dihasilkan oleh beban terfaktor harus kurang atau sama dengan kuat geser nominal dikalikan dengan faktor reduksi ϕ , atau :

$$V_u < \phi V_n = \phi (V_c + V_s)$$

Dengan besarnya faktor reduksi, ϕ , untuk geser adalah sebesar **0,75**.

Balok Dengan Tulangan Geser

Nilai kuat geser yang disumbangkan oleh beton dapat diperhitungkan sebagai berikut :

$$V_c = 0,17\lambda\sqrt{f'_c}b_wd$$

SNI 2847-2019 ps. 22.5.5.1

Atau menggunakan

Tabel 22.5.5.1 – Metode detail untuk menghitung V_c

V_c		
Paling kecil di antara a), b), dan c):	$\left[0,16\lambda\sqrt{f'_c} + 17\rho_w \frac{V_u d}{M_u} \right] b_w d^{[1]}$	a)
	$\left[0,16\lambda\sqrt{f'_c} + 17\rho_w \right] b_w d$	b)
	$0,29\lambda\sqrt{f'_c} b_w d$	c)

^[1] M_u dan V_u terjadi secara serentak pada penampang.

$$\sqrt{f'_c} \leq 8,3 \text{ MPa}$$

SNI 2847-2019 ps. 22.5.3.1

Batasan Dimensi Penampang

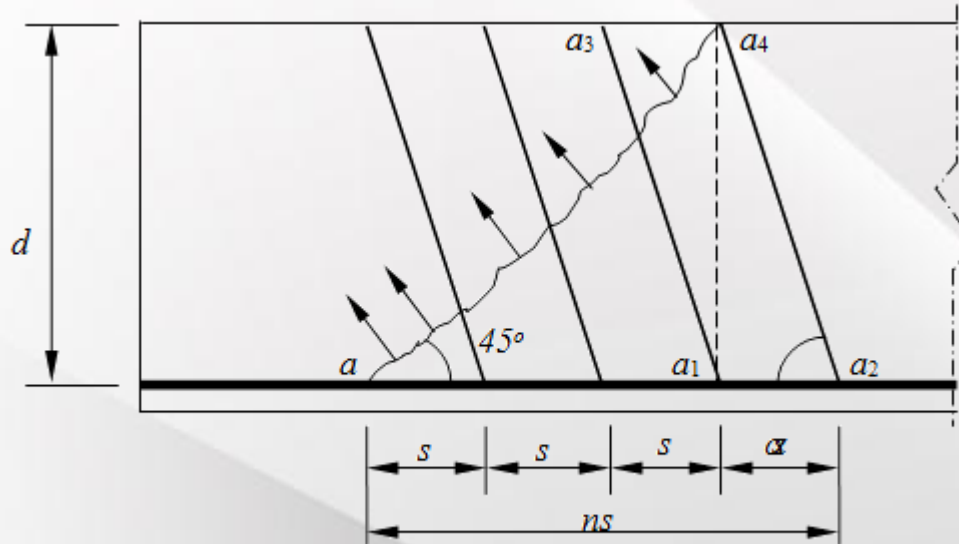
Ukuran penampang untuk desain terhadap geser harus memenuhi persamaan :

$$V_u \leq \phi \left(V_c + 0,66 \sqrt{f'_c} b_w d \right)$$

SNI 2847-2019 ps. 22.5.1.2

Batasan ini ditujukan untuk meminimalkan terjadinya keruntuhan diagonal tekan pada beton serta membatasi penjaralan retak.

Balok Dengan Tulangan Geser



Perhitungan Nilai V_r Dengan Analogi Rangka Batang

$$V_u < \phi V_n = \phi(V_c + V_s)$$



$$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s} (\sin \alpha + \cos \alpha)$$

Untuk sengkang vertikal, maka nilai $\alpha = 90^\circ$, sehingga :

$$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s} \quad \text{atau} \quad \frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_{yt} d}$$

SNI 2847-2019 ps. 22.5.10.5.3

$$V_u - \phi V_c = \phi V_s$$

$$V_s = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi}$$

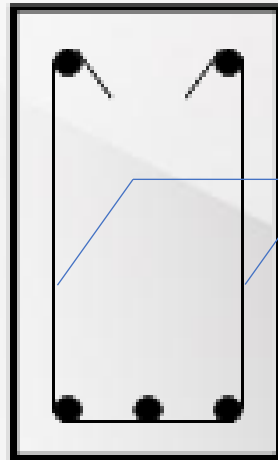
SNI 2847-2019 ps. 22.5.10.1

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_{yt}d}$$

$$V_s = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi}$$

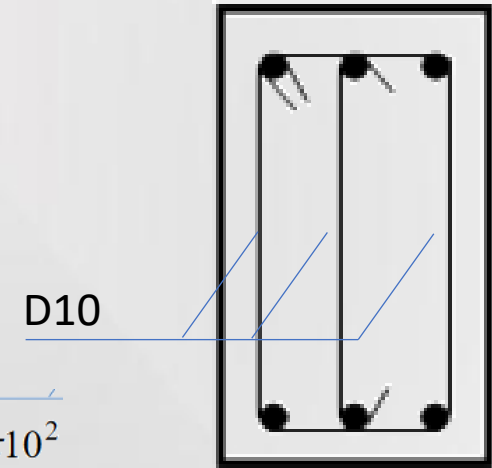
$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi f_{yt}d}$$

Cara menghitung A_v :
SNI 2847-2019 ps. 22.5.10.5.6



(a)

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \pi 10^2$$



(b)

$$A_v = 3 \times \frac{1}{4} \pi 10^2$$

Tulangan Geser Minimum

SNI 2847-2019 ps. 9.6.3.1

- Suatu komponen struktur lentur (prategang atau non prategang), harus disediakan tulangan geser minimum, $A_{v,min}$, apabila V_u melebihi $0,5\phi V_c$.
- Selain itu A_v min tidak diperlukan saat $0,5\phi V_c < V_u \leq \phi V_c$ apabila

Tabel 9.6.3.1 – Kasus dimana $A_{v,min}$ tidak diperlukan jika $0,5\phi V_c < V_u \leq \phi V_c$

Tipe balok	Kondisi
Balok tipis	$h \leq 250$ mm
Menyatu dengan pelat	$h \leq$ terbesar dari $2,5t_f$ atau $0,5b_w$ dan $h \leq 600$ mm
Dibangun dengan beton bobot normal bertulangan serat baja sesuai 26.4.1.5.1(a), 26.4.2.2(d), dan 26.12.5.1(a) dan dengan $f_c' \leq 40$ MPa	$h \leq 600$ mm dan $V_u \leq \phi 0,17\sqrt{f_c'}b_wd$
Sistem pelat berusuk satu-arah	Sesuai dengan 9.8

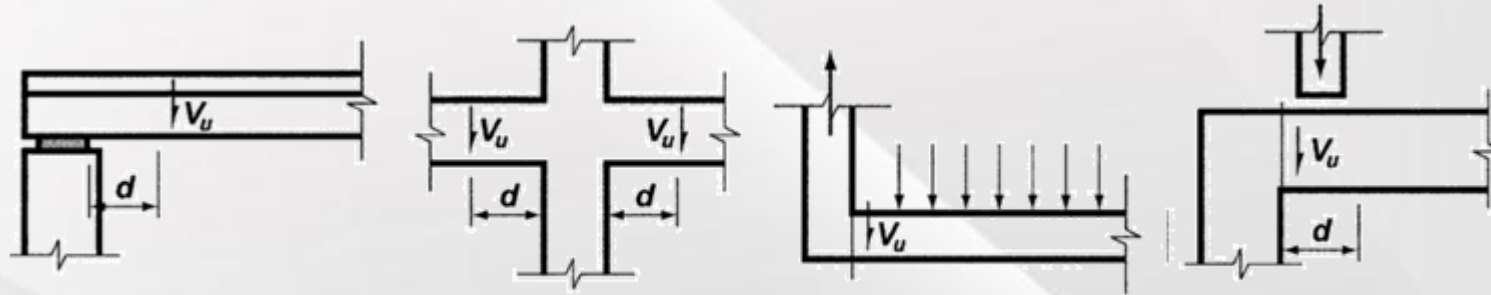
$A_{v,min}$ diambil dari nilai terbesar antara

$$\frac{A_{v,min}}{s} = 0,062\sqrt{f_c'}\left(\frac{b_w}{f_{yt}}\right)$$

$$\frac{A_{v,min}}{s} = \frac{0,35b_w}{f_{yt}}$$

Penampang Kritis Untuk Geser

SNI 2847-2019 pasal 9.4.3.2 mengizinkan untuk mengambil penampang kritis guna perhitungan kuat geser nominal **pada jarak d dari muka tumpuan (untuk beton non prategang)**

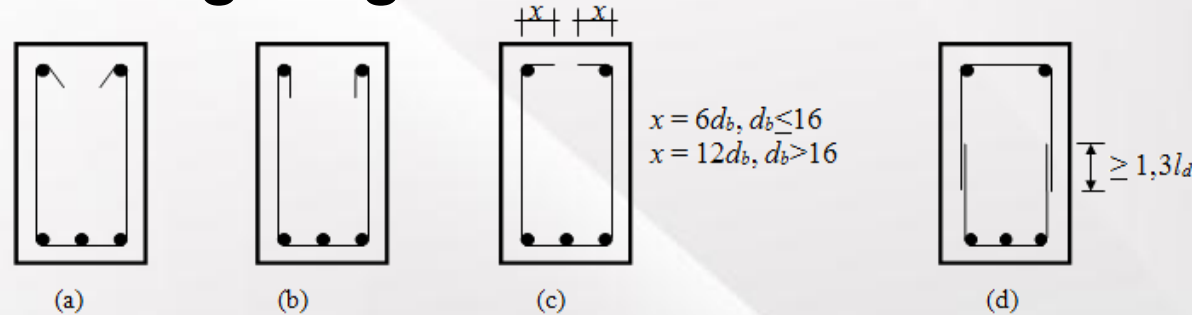


Jarak Maksimum Tulangan Geser

SNI 2847-2019 ps. 9.7.6.2.2

1. Jika $V_s \leq 0,33\sqrt{f'_c}b_wd$ $s_{maks} < d/2$ atau 600 mm
2. Jika $V_s > 0,33\sqrt{f'_c}b_wd$ $s_{maks} < d/4$ atau 300 mm

Pengangkur Senggang



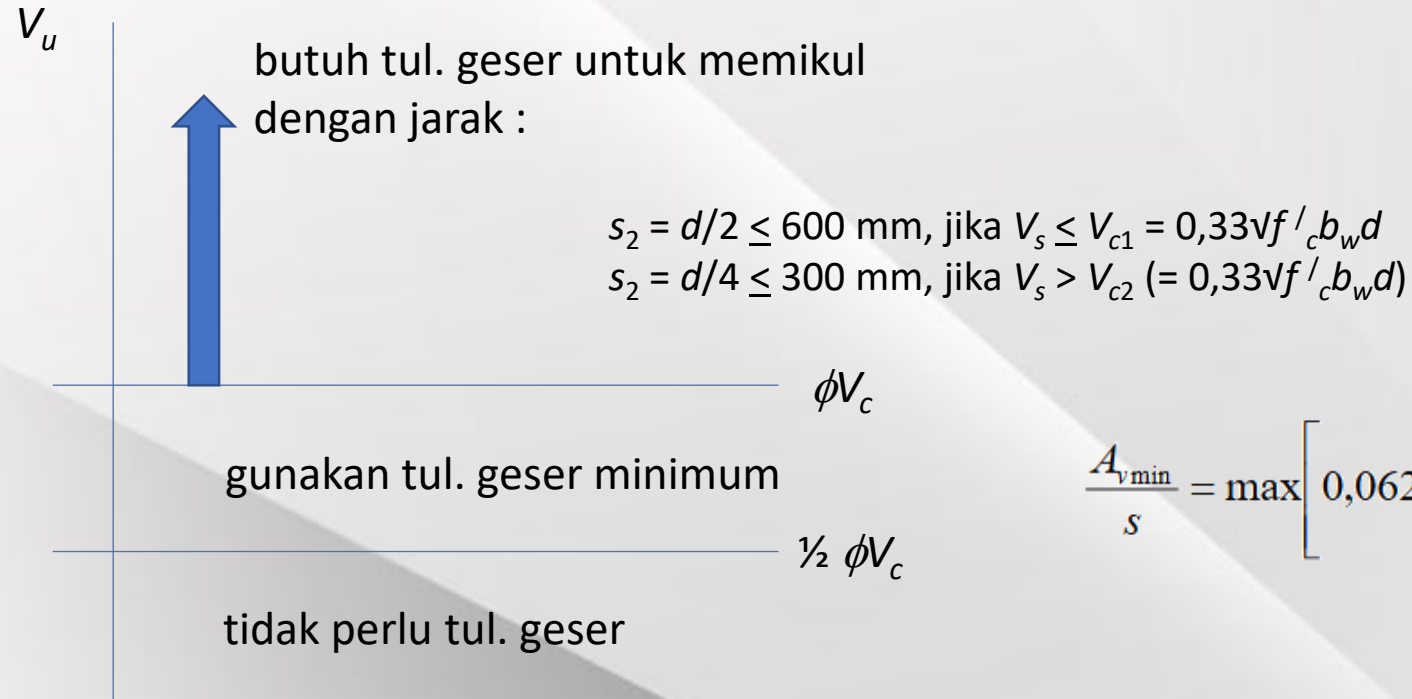
(a) Kait 135°, (b) Kait 180°, (c) Kait 90°, (d) Senggang U Ganda

Senggang Pertama

SNI 2847-2019 pada pasal 9.4.3.2 menyebutkan bahwa **tulangan geser harus disediakan pada daerah antara muka kolom hingga sejarak d** , pada daerah ini balok didesain terhadap gaya geser V_u yang besarnya sama dengan gaya geser yang terjadi pada lokasi penampang kritis.

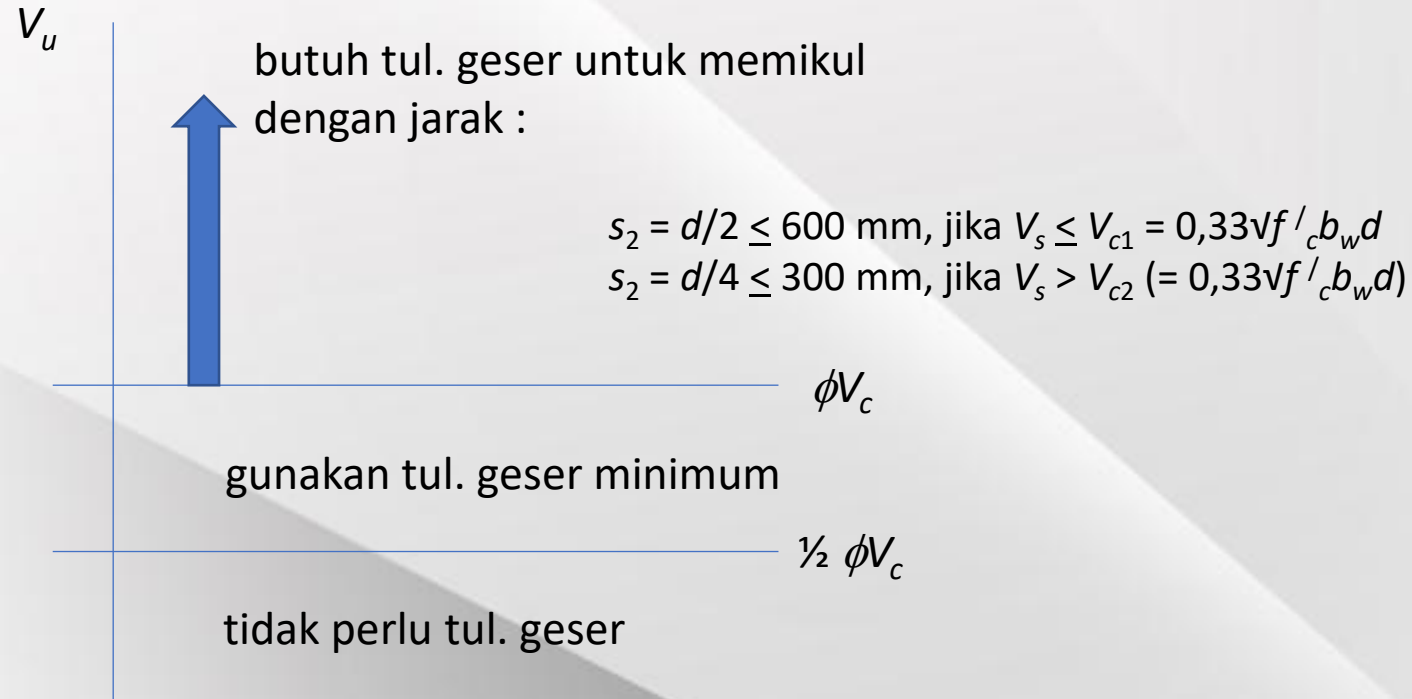
Sedangkan **senggang pertama pada umumnya dipasang sejarak $s/2$ dari muka kolom**.

• Desain Balok Terhadap Geser



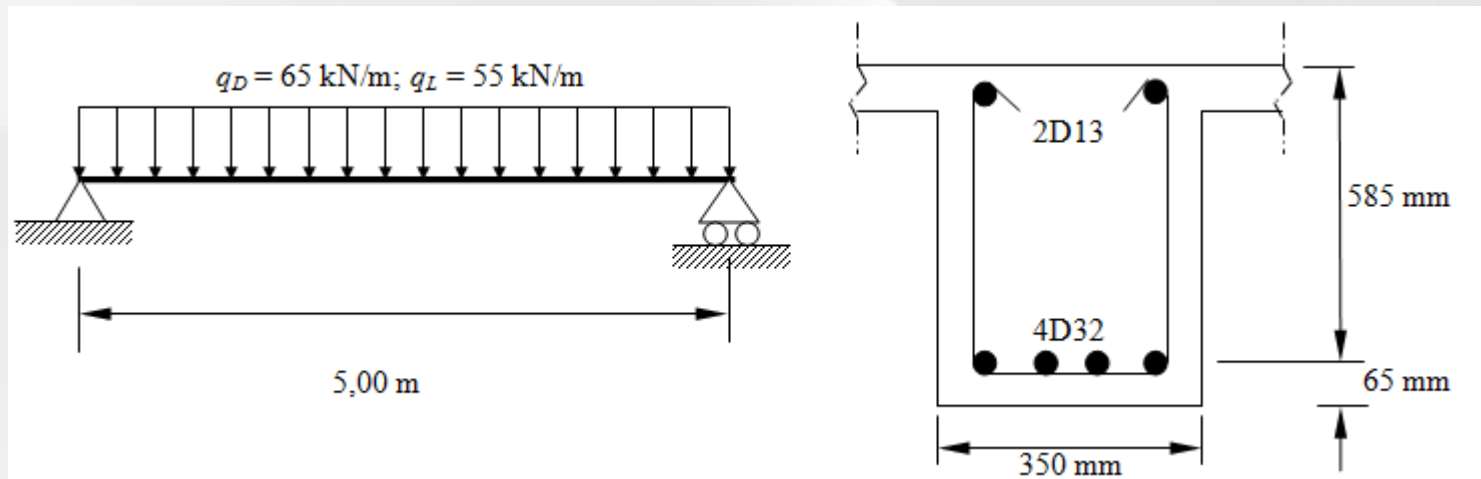
$$\frac{A_{vmin}}{s} = \max \left[0,062\sqrt{f'_c} \left(\frac{b_w}{f_{yt}} \right); \frac{0,35b_w}{f_{yt}} \right]$$

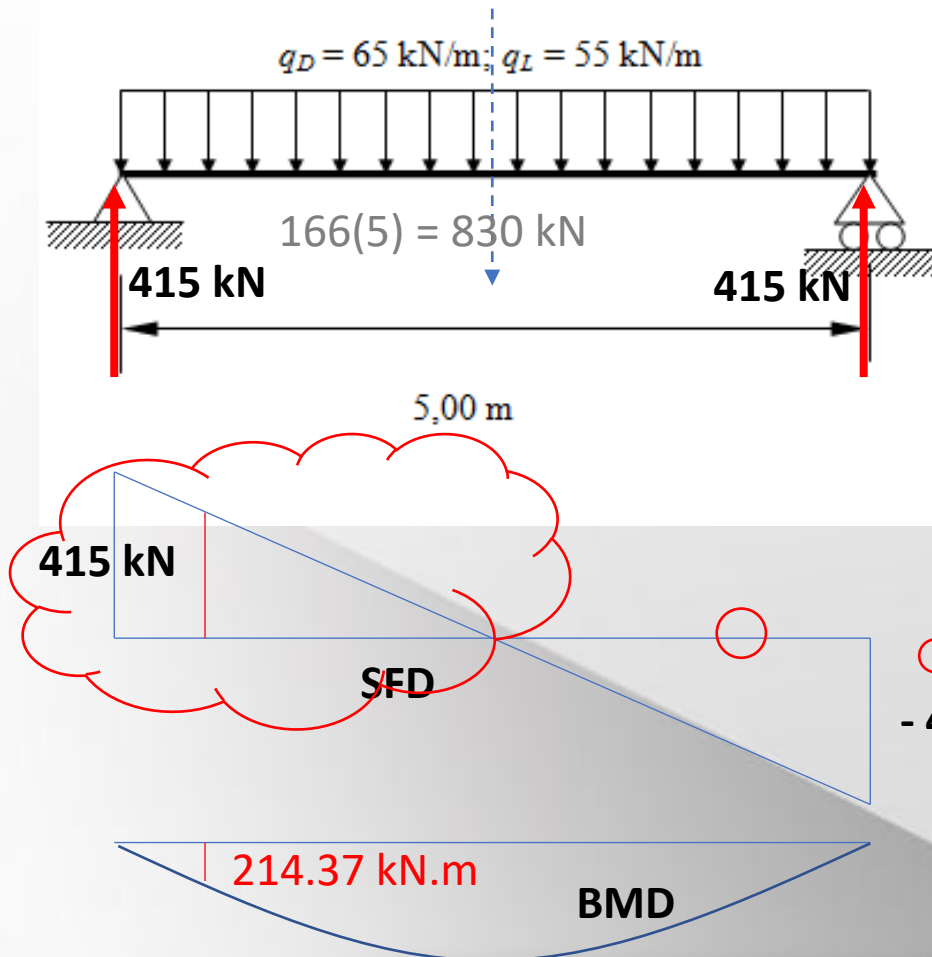
• Desain Balok Terhadap Geser



Contoh

Sebuah balok beton bertulang tertumpu sederhana dengan bentang 5 m. Balok memikul beban merata yang terdiri dari beban mati 65 kN/m dan beban hidup 55 kN/m. Periksa ukuran penampang terhadap gaya geser dan hitung kebutuhan tulangan geser. Beton yang digunakan adalah jenis beton normal ($\lambda = 1,0$). Gunakan $f'_c = 20$ MPa dan $f_{yt} = 400$ MPa





Hitung gaya geser ultimit yang terjadi akibat beban luar :

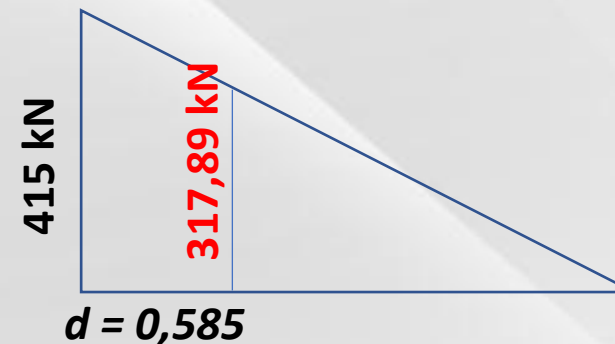
$$q_u = 1,2q_D + 1,6q_L$$

$$= 1,2(65) + 1,6(55) = \mathbf{166 \text{ kN/m}}$$

$$V_u = 415 \text{ kN}$$

(di muka tumpuan)

Nilai V_u untuk desain (sejarak d di muka tumpuan) = $415 - \mathbf{166}(0,585) = \mathbf{317,89 \text{ kN}}$



Hitung Nilai V_c , diambil dari nilai minimum antara

- $0,17\lambda\sqrt{f'_c}b_wd = 0,17(1,0)(\sqrt{20})(350)(585) = 155,663.87 \text{ N}$
- $\left[0,16\lambda\sqrt{f'_c} + 17\rho_w \frac{V_u d}{M_u} \right] b_w d = \left[0,16(1,0)\sqrt{20} + 17\left(\frac{4 \times 804}{350 \times 585} \right) \frac{(317.89 \cdot 1000)(585)}{(214.37 \cdot 10^6)} \right] (350)(585)$
 $= 193,935.05 \text{ N}$
- $\left[0,16\lambda\sqrt{f'_c} + 17\rho_w \right] b_w d = \left[0,16(1,0)\sqrt{20} + 17\left(\frac{4 \times 804}{350 \times 585} \right) \right] (350)(585)$
 $= 201,179.17 \text{ N}$
- $0,29\lambda\sqrt{f'_c}b_wd = 0,29(1,0)\sqrt{20}(350)(585) = 265,544.25 \text{ N}$

Ambil $V_c = 155.663,87 \text{ kN}$

- Periksa kecukupan penampang

$$\begin{aligned}\phi(V_c + 0,066\sqrt{f'_c}b_wd) &= 0,75(155.663,87 + 0,66\sqrt{20}(350)(585)) \\ &= 570,004.47 \\ &= 570 \text{ kN} > V_u = 317,89 \text{ kN} \quad \text{o.k.}\end{aligned}$$

Hitung $\phi V_c, \frac{1}{2} \phi V_c, V_{c1}$:

$$\begin{aligned}\phi V_c &= \phi(0,17\lambda\sqrt{f'_c}b_wd) \\ &= 0,75(0,17)(1,0)(\sqrt{20})(350)(585) = 116.747,9 \text{ N} \\ \frac{1}{2} \phi V_c &= 0,5(116.747,9) = 58.373,95 \text{ N} \\ V_{c1} &= 0,33\sqrt{f'_c}b_wd = 0,33(\sqrt{20})(350)(585) = 302.171 \text{ N}\end{aligned}$$

Senggang daerah Tumpuan (hingga $\frac{1}{4} L = 1,25$ m dari tumpuan)

$V_u = 317,89 \text{ kN} > \phi V_c$, sehingga tulangan geser harus disediakan,
Hitung nilai A_v/s maksimum dari 3 nilai berikut :

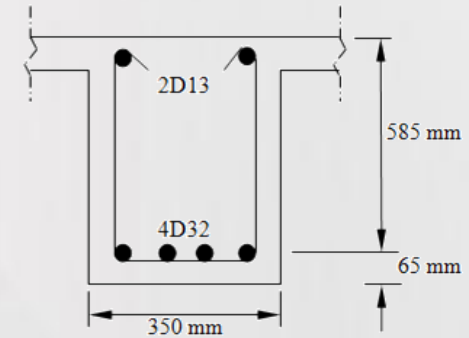
$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi f_{yt} d} = \frac{317,89 \cdot 10^3 - 0,75(116.747,9)}{0,75 \times 400 \times 585} = 1,146$$

$$\frac{A_{v,min}}{s} = 0,062 \sqrt{f'_c} \left(\frac{b_w}{f_{yt}} \right) = 0,062 \sqrt{20} \left(\frac{350}{400} \right) = 0,2426$$

$$\frac{A_{v,min}}{s} = \frac{0,35 b_w}{f_{yt}} = \frac{0,35 \times 350}{400} = 0,30625$$

Maka dipilih $A_v/s = 1,3124$

$$s_1 = \frac{2 \times 0,25 \times \pi \times 10^2}{1,3124} = 137 \text{ mm}$$



$$V_s = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi} = 268,189.47$$

$$V_s < V_{c1} = 302.171 \text{ N}$$

$$s_2 = d/2 = 585/2 = 292,5 \text{ mm}$$

$$s_3 = 600 \text{ mm}$$

dipasang D10 – 125

Senggang daerah Lapangan ($\frac{1}{4} L$ hingga $\frac{1}{2} L$ dari tumpuan)

$V_u = 207,5 \text{ kN} > \phi V_c$, sehingga tulangan geser harus disediakan
Hitung nilai A_v/s maksimum dari 3 nilai berikut :

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi f_{yt} d} = \frac{207,5 \cdot 10^3 - 0,75(155.663,87)}{0,75 \times 400 \times 585} = 0,517$$

$$\frac{A_{v,min}}{s} = 0,062 \sqrt{f'_c} \left(\frac{b_w}{f_{yt}} \right) = 0,062 \sqrt{20} \left(\frac{350}{400} \right) = 0,2426$$

$$\frac{A_{v,min}}{s} = \frac{0,35 b_w}{f_{yt}} = \frac{0,35 \times 350}{400} = 0,30625$$

$$V_s = \frac{V_u - \phi V_c}{\phi} = 121.002,79$$

Maka dipilih $A_v/s = 0,517$

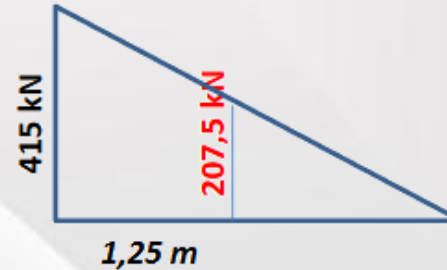
$$V_s < V_{c1} = 302.171 \text{ N}$$

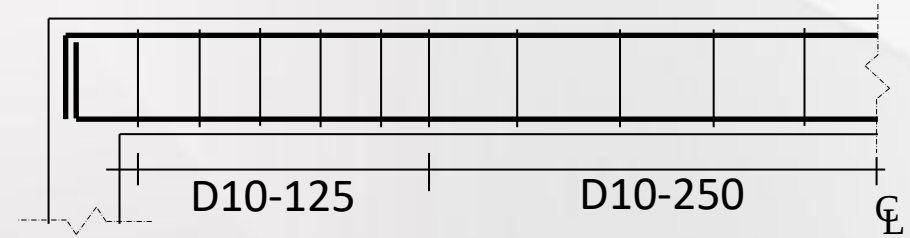
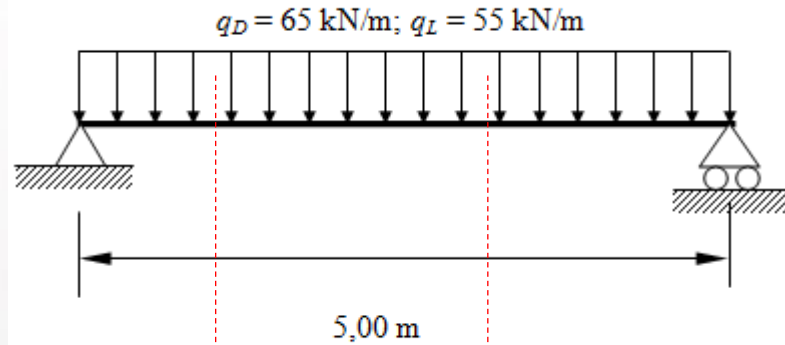
$$s_1 = \frac{2 \times 0,25 \times \pi \times 10^2}{0,517} = 303,83 \text{ mm}$$

$$s_2 = d/2 = 585/2 = 292,5 \text{ mm}$$

$$s_3 = 600 \text{ mm}$$

dipasang D10 – 250





	Tumpuan	Lapangan
Tulangan Atas	2D13	2D13
Tulangan Bawah	2D32	4D32
Sengkang	D10-125	D10-250