

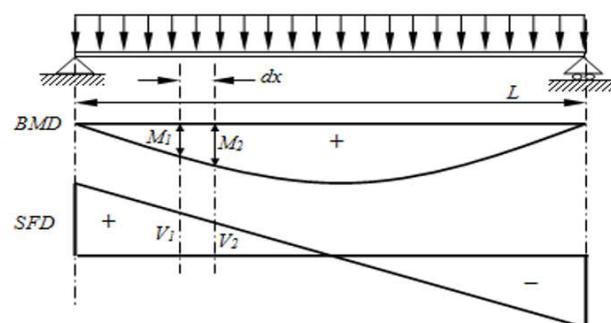
# GESER PADA STRUKTUR BALOK BETON BERTULANG

Widi Hartono, Sipil UNS

1

## Teori Dasar Geser

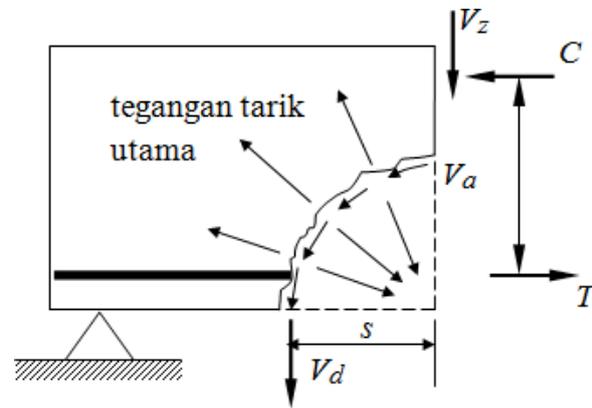
- Sebuah balok diberi beban seperti pada Gambar
- Akan muncul momen lentur dan gaya geser secara bersamaan
- Untuk dapat memikul beban tersebut dengan aman, maka balok harus didesain terhadap kedua macam gaya tersebut (yaitu momen lentur dan geser)
- Desain terhadap lentur dilakukan terlebih dahulu untuk 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.



Widi Hartono, Sipil UNS

## Mekanisme Tahanan Geser Beton Bertulang

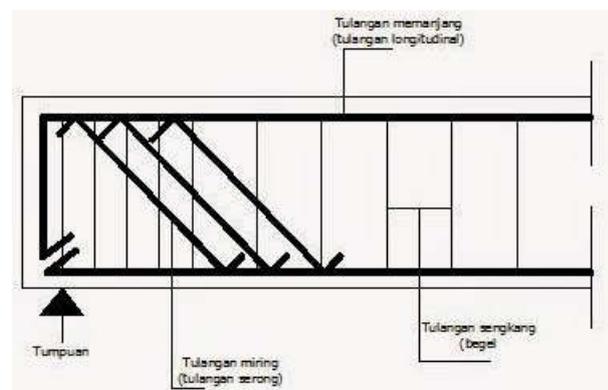
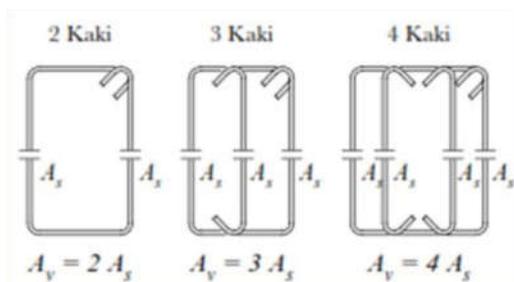
1. Tahanan geser beton yang didasarkan pada penampang yang masih utuh, belum retak,  $V_z$
2. Transfer geser antarmuka,  $V_a$ , akibat lekatan agregat sepanjang bidang retak,  $V_a$
3. Tahanan yang diberikan oleh tulangan memanjang,  $V_d$



Widi Hartono, Sipil UNS

3

## Balok Dengan Tulangan Geser



Widi Hartono, Sipil UNS

4

## 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,  $V_s$ .

$$V_n = V_c + V_s$$

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

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

- Dengan besarnya faktor reduksi,  $\phi$ , untuk geser adalah sebesar **0,75**.

## Balok Dengan Tulangan Geser

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

$$V_c = 0.17 \lambda \sqrt{f'_c b_w d}$$

Jika pengaruh gaya **aksial tekan** diperhitungkan

$$V_c = \left( 0.16 \lambda \sqrt{f'_c} + 17 \rho_w \frac{V_u d}{M_n} \right) b_w d$$

dengan  $M_n = M_u - N_u \left( \frac{4h-d}{8} \right)$ , dan  $\rho_w = \frac{A_s}{b_w d}$  Nilai  $V_u d / M_n$  boleh lebih dari 1

Jika pengaruh gaya **aksial tarik** diperhitungkan

$$V_c = 0.17 \left( 1 + \frac{0.29 N_u}{A_g} \right) \lambda \sqrt{f'_c b_w d}$$

Nilai  $N_u$  negatif, dan bila  $V_u$  negative maka  $V_u$  dapat diambil sama dengan nol

## Nilai Pengali ( $\lambda$ )

Penggunaan  $\lambda$  digunakan untuk mengakomodasi pemakaian beton ringan

$\lambda = 1$  untuk beton normal

$\lambda = 0.85$  untuk beton ringan pasir

$\lambda = 0.75$  untuk beton ringan total

Untuk beton ringan parsial dapat diambil nilai interpolasi dari beton ringan total dan beton ringan pasir

Bila ada data kuat tarik belah ( $f_{ct}$ ), maka nilai  $\lambda$  dapat dihitung:

$$\lambda = \frac{f_{ct}}{0.56\sqrt{f_c}} < 1.0$$

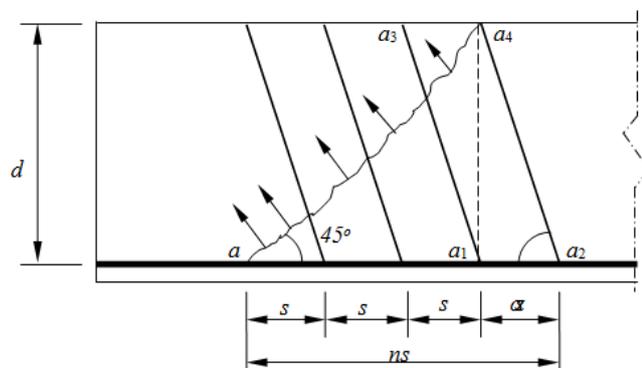
## Balok Dengan Tulangan Geser

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

Sengkok vertical  $\alpha = 90^\circ$

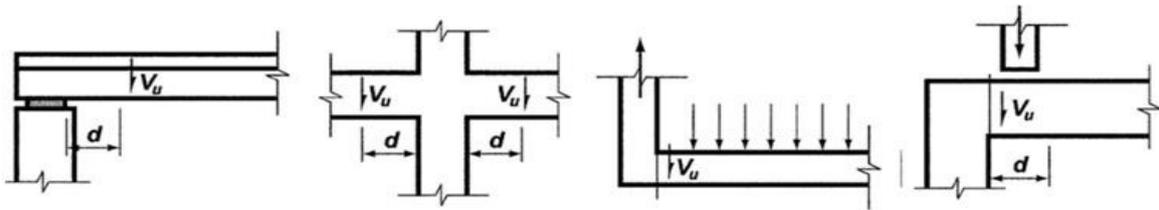
$$V_s = \frac{A_v f_{yt} d}{s}$$

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



Perhitungan Nilai  $V_s$  Dengan Analogi Rangka Batang

## Penampang Kritis Untuk Geser



Widi Hartono, Sipil UNS

9

## Tulangan Geser Minimum

Suatu komponen struktur lentur (prategang atau non prategang), harus disediakan tulangan geser minimum,  $A_{vmin}$ , apabila  $V_u$  melebihi  $0,5\phi V_c$

$$A_{vmin} = 0.062 \sqrt{f_c} \left( \frac{b_w s}{f_{yt}} \right) \geq \frac{0.35 b_w s}{f_{yt}}$$

Widi Hartono, Sipil UNS

10

## Jarak Maksimum Tulangan Geser

- Jika  $V_s \leq 0.33 \sqrt{\frac{f'_c}{b_w d}} \rightarrow s_{maks} < \frac{d}{2}$  atau 600mm
- Jika  $0.33 \sqrt{\frac{f'_c}{b_w d}} < V_s \leq 0.66 \sqrt{\frac{f'_c}{b_w d}} \rightarrow s_{maks} < \frac{d}{4}$  atau 300mm
- Jika  $V_s > 0.66 \sqrt{\frac{f'_c}{b_w d}} \rightarrow$  ukuran penampang harus diperbesar

Jarak untuk tulangan geser juga ditentukan berdasarkan kebutuhan minimum luas tulangan geser

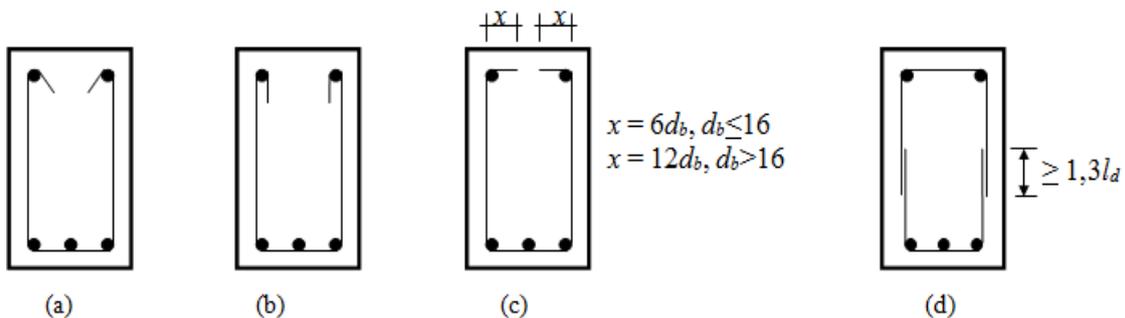
$$s_{maks} = \frac{A_v f_{yt}}{0.062 \sqrt{f'_c} b_w} \rightarrow f'_c > 30 \text{ MPa}$$

$$s_{maks} = \frac{A_v f_{yt}}{0.35 b_w} \rightarrow f'_c \leq 30 \text{ Mpa}$$

Widi Hartono, Sipil UNS

11

## Pengangkuran Sengkan



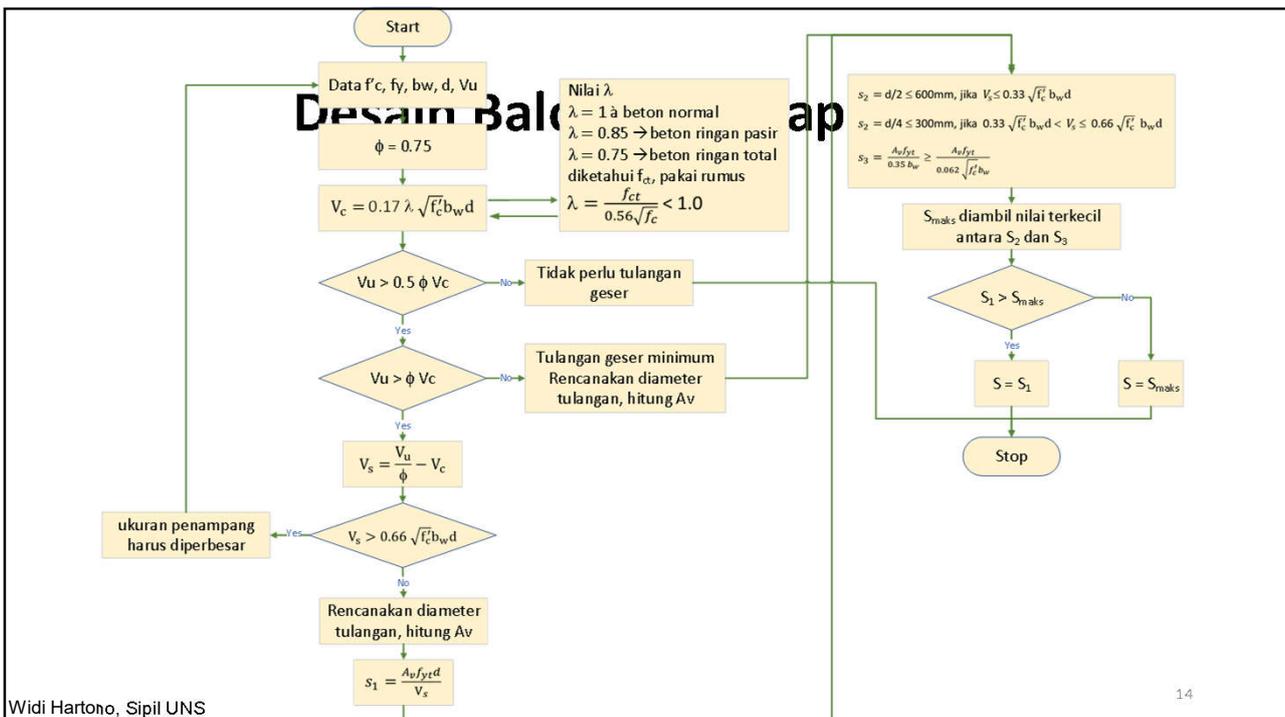
(a) Kait 135°, (b) Kait 180°, (c) Kait 90°, (d) Sengkan U Ganda

Widi Hartono, Sipil UNS

12

## Sengkang Pertama

ACI 318M-11 pada pasal 11.1.3.1 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 sengkang pertama pada umumnya dipasang sejarak  $s/2$  dari muka kolom.



## Contoh

Sebuah balok dengan dimensi penampang  $b = 250\text{mm}$ ,  $h = 500\text{mm}$  dan  $d = 440\text{mm}$ , menerima gaya geser ultimit sebesar  $V_u = 22\text{ ton}$ . Beton merupakan beton normal dengan  $f'_c = 26\text{MPa}$ , mutu baja tulangan geser  $f_yt = 300\text{MPa}$ . Berapakan kebutuhan untuk tulangan gesernya?

## Penyelesaian

Data

$$f'_c = 26\text{MPa}$$

$$f_yt = 300\text{MPa}$$

$$b = 250\text{mm}$$

$$d = 440\text{mm}$$

$$V_u = 22\text{ T} = 220.000\text{ N}$$

Beton berjenis beton normal, maka  $\lambda = 1$

$$V_c = 0.17 \lambda \sqrt{f'_c} b_w d = 0.17 * 1 * \sqrt{26} * 250 * 440$$

$$V_c = 95.352\text{ N}$$

## Penyelesaian

$$V_u > 0.5 \phi V_c, V_u > 0.5 * 0.75 * 95.352$$

$$220.000 > 35.757 \rightarrow \text{Ok, penampang cukup}$$

$$V_u > \phi V_c, V_u > 0.75 * 95.352$$

$$220.000 > 71.514 \rightarrow \text{Ok, perlu tulangan geser}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{220.000}{0.75} - 95.352$$

$$V_{c1} = 0.33 \sqrt{26} * 25 * 440 = 185.094 \text{ N}$$

$$V_{c2} = 0.66 \sqrt{26} * 25 * 440 = 370.189 \text{ N}$$

$$V_s = 197.982 \text{ N}$$

$$V_s > V_{c2} \rightarrow \text{No, penampang cukup}$$

Widi Hartono, Sipil UNS

17

## Penyelesaian

Direncanakan

Diameter = 10 mm

$$A_v = 2 * 0,25 * 3,15 * 10^2 = 157 \text{ mm}^2$$

$$S_1 = \frac{A_v f_{yt} d}{v_s} = \frac{157 * 26 * 440}{197.982}$$

$$S_1 = 105 \text{ mm}$$

$$S_2 = 440/4 = 110 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \rightarrow V_{c1} < V_s \leq V_{c2}$$

$$S_3 = \frac{A_v f_{yt}}{0.35 b_w} \geq \frac{A_v f_{yt}}{0.062 \sqrt{f'_c} b_w} = \frac{157 * 26}{0.35 * 250} \geq \frac{157 * 300}{0.062 \sqrt{26} * 250}$$

$$S_3 = 538,2857 \text{ mm} \geq 192,1849 \text{ mm} \rightarrow \text{ok}$$

$$S_{\text{maks}} = 110 \text{ mm, nilai terkecil dari } S_2 \text{ dan } S_3$$

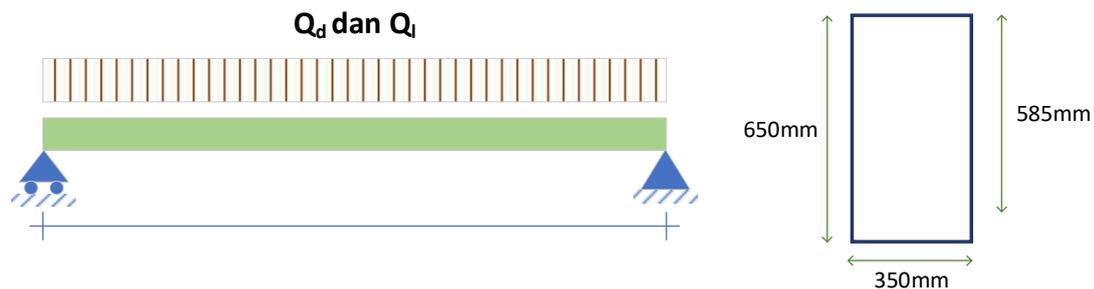
$$S = 105 \text{ mm, nilai terkecil dari } S_1 \text{ dan } S_{\text{maks}}$$

Widi Hartono, Sipil UNS

18

## Contoh

Sebuah balok beton bertulang ditumpu dengan tumpuan sederhana memiliki bentang 8m. Balok dibebani beban merata berupa beban mati 7 ton/m dan beban hidup 5 ton/m. Dimensi penampang balok dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Mutu beton  $f_c' = 24 \text{ MPa}$  dan mutu baja tulangan  $f_y = 340 \text{ MPa}$ , beton yang digunakan adalah beton normal. Rencanakan kebutuhan tulangan gesernya?



Widi Hartono, Sipil UNS

19

## Penyelesaian

$$b = 350 \text{ mm}$$

$$h = 650 \text{ mm}$$

$$d = 585 \text{ mm}$$

$$L = 7 \text{ m}$$

$$f_c' = 24 \text{ MPa}$$

$$f_y = 340 \text{ MPa}$$

$$q_d = 6 \text{ T/m}$$

$$q_l = 3 \text{ T/m}$$

$$q_u = 1.2 q_d + 1.6 q_l = 1.2 * 6 + 1.6 * 3 = 12 \text{ T/m}$$

Widi Hartono, Sipil UNS

20

## Penyelesaian

$$V_u = \frac{q_u L}{2}$$

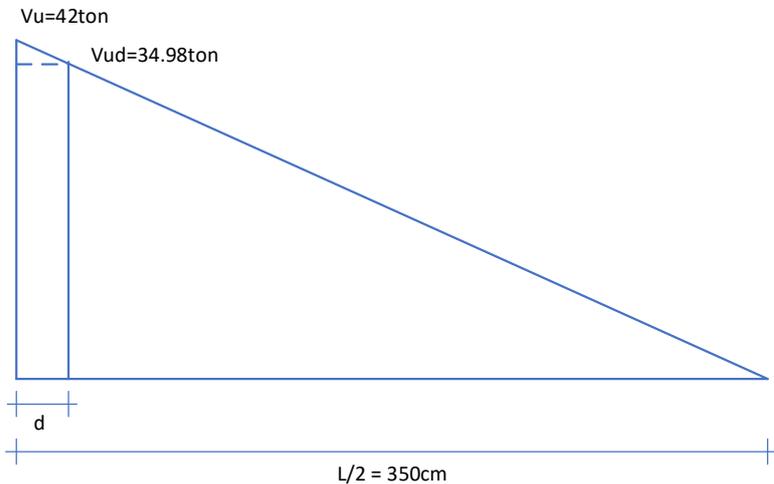
$$V_u = \frac{12 * 7}{2}$$

$$V_u = 42 \text{ Ton}$$

Gaya geser berjarak d dari tepi tumpuan

$$V_{ud} = \left(\frac{7}{2}\right) - \frac{585/1000}{\left(\frac{7}{2}\right)} 42$$

$$V_{ud} = 34,98 \text{ Ton}$$



Widi Hartono, Sipil UNS

21

## Penyelesaian

Data

$$f'_c = 24 \text{ MPa}$$

$$f_{yt} = 340 \text{ MPa}$$

$$b = 350 \text{ mm}$$

$$d = 585 \text{ mm}$$

$$V_u = 34,98 \text{ T} = 349.800 \text{ N}$$

Beton berjenis beton normal, maka  $\lambda = 1$

$$V_c = 0.17 \lambda \sqrt{f'_c} b_w d = 0.17 * 1 * \sqrt{24} * 350 * 585$$

$$V_c = 170.521 \text{ N}$$

Widi Hartono, Sipil UNS

## Penyelesaian

$$V_u > 0.5 \phi V_c, V_u > 0.5 * 0.75 * 170.521$$

349.800 > 63.945 → Ok, perlu tulangan geser

$$V_u > \phi V_c, V_u > 0.75 * 170.521$$

349.800 > 127.891 → Ok, perlu tulangan geser

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{349.800}{0.75} - 170.521 = 295.879 \text{ N}$$

$$V_{c1} = 0.33 \sqrt{24} * 350 * 585 = 331.012 \text{ N}$$

$$V_{c2} = 0.66 \sqrt{24} * 350 * 585 = 662.024 \text{ N}$$

$V_s > V_{c2}$  → No, penampang cukup

## Penyelesaian

Direncanakan

Diameter = 10 mm

$$A_v = 2 * 0,25 * 3,14 * 10^2 = 157 \text{ mm}^2$$

$$S_1 = \frac{A_v f_{yt} d}{V_s} = \frac{157 * 24 * 585}{295.879}$$

$$S_1 = 105,54 \text{ mm}$$

$$S_2 = 585/4 = 146.25 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \rightarrow V_{c1} < V_s \leq V_{c2}$$

$$S_3 = \frac{A_v f_{yt}}{0.35 b_w} \geq \frac{A_v f_{yt}}{0.062 \sqrt{f'_c} b_w} = \frac{157 * 24}{0.35 * 350} \geq \frac{157 * 340}{0.062 \sqrt{24} * 350}$$

$$S_3 = 435,7551 \text{ mm} \geq 131,4876 \text{ mm} \rightarrow \text{ok}$$

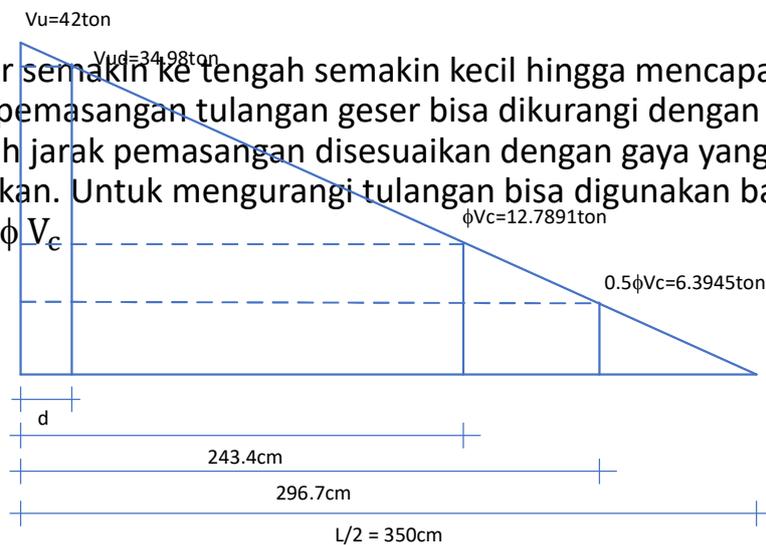
$S_{maks} = 146.25 \text{ mm}$ , nilai terkecil dari  $S_2$  dan  $S_3$

$S = 105.54 \text{ mm}$ , nilai terkecil dari  $S_1$  dan  $S_{maks}$

$$S \approx 100 \text{ mm}$$

## Penyelesaian

Gaya geser semakin ke tengah semakin kecil hingga mencapai nilai nol, untuk itu pemasangan tulangan geser bisa dikurangi dengan menambah jarak pemasangan disesuaikan dengan gaya yang direncanakan. Untuk mengurangi tulangan bisa digunakan batasan tulangan:  $\phi V_c$



Widi Hartono, Sipil UNS

25

## Penyelesaian

$$s_2 = 585/2 = 292,5 \text{ mm} \leq 600 \text{ mm}$$

$$s_3 = \frac{A_v f_{yt}}{0.35 b_w} \geq \frac{A_v f_{yt}}{0.062 \sqrt{f'_c} b_w} = \frac{157 \cdot 24}{0.35 \cdot 350} \geq \frac{157 \cdot 340}{0.062 \sqrt{24} \cdot 350}$$

$$s_3 = 435,7551 \text{ mm} \geq 131,4876 \text{ mm} \rightarrow \text{ok}$$

$$s = 292,5 \text{ mm}$$

$$s \approx 290 \text{ mm}$$

Widi Hartono, Sipil UNS

26



Selesai