

MODUL – 6

Geser pada Balok Persegi

Oleh

Ir. Darmansyah Tjitradi, ST., MT.

Capaian Pembelajaran Matakuliah:

- Mahasiswa mampu memahami konsep dasar penulangan geser
- Mahasiswa mampu menghitung tulangan geser akibat gaya geser dan gaya normal

ILUSTRASI TULANGAN GESER



Types of Reinforcement:



Stirrup:
- usually plain

Re-bars:
- Deformed

PENDAHULUAN

Dalam merencanakan struktur beton kita harus mengamankan beban-beban yang bekerja pada struktur selama umur struktur terhadap segala ragam keruntuhan akibat beban tersebut.

Salah satu keruntuhan yang harus dicegah adalah keruntuhan akibat geser, yang mana keruntuhan geser ini akan mengurangi kekuatan elemen struktur dibawah kekuatan kapasitas lenturnya dan sangat mengurangi daktilitas dari elemen. Keruntuhan ini dalam kenyataannya merupakan keruntuhan akibat kombinasi gaya geser dan momen lentur, dan kadang-kadang gaya normal atau torsi atau kedua-duanya.



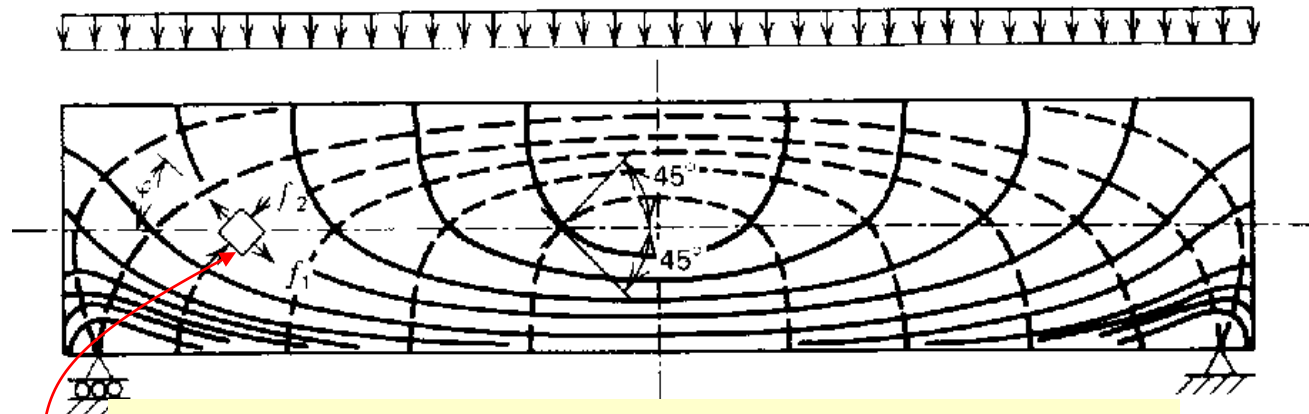
PENDAHULUAN

Tingkah laku beton adalah tidak homogen, kekuatan tarik beton kira-kira hanya 1/10 dari kekuatan tekannya. Sehingga beton mudah sekali mengalami keretakan akibat tegangan tarik sedangkan pada daerah tekan tidak mengalami keretakan.

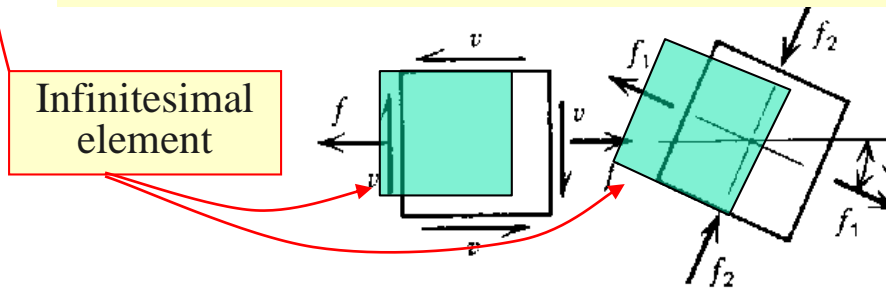
Keretakan terjadi pada daerah tumpuan karena pada daerah itu gaya geser dan tegangan geser v berharga maksimum sehingga didaerah perletakan tegangan utama tarik bekerja pada sudut sekitar 45° pada leretakan yang akan terjadi.

→ Semua konsep dasar di atas kemudian dikembangkan untuk digunakan pada analisis dan desain dari balok beton bertulang.

KOMBINASI DARI TEGANGAN GESER DAN TEGANGAN LENTUR



f_1 = principal tension dan f_2 = principal compression

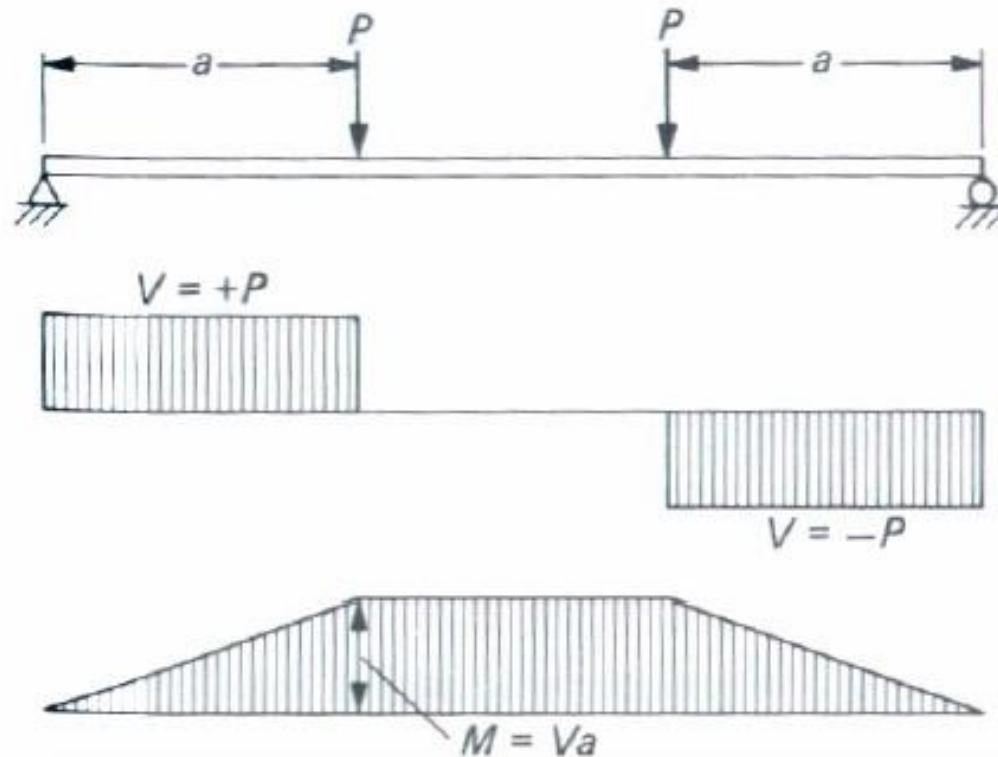


Trayektori dari principal stresses pada sebuah balok

Dengan *trajectory* tegangan utama dapat diperkirakan arah dari keretakan yang akan terjadi. Untuk mencegah keretakan ini maka diperlukan penulangan tarik diagonal.

Perilaku Balok Elastik Tanpa Retak

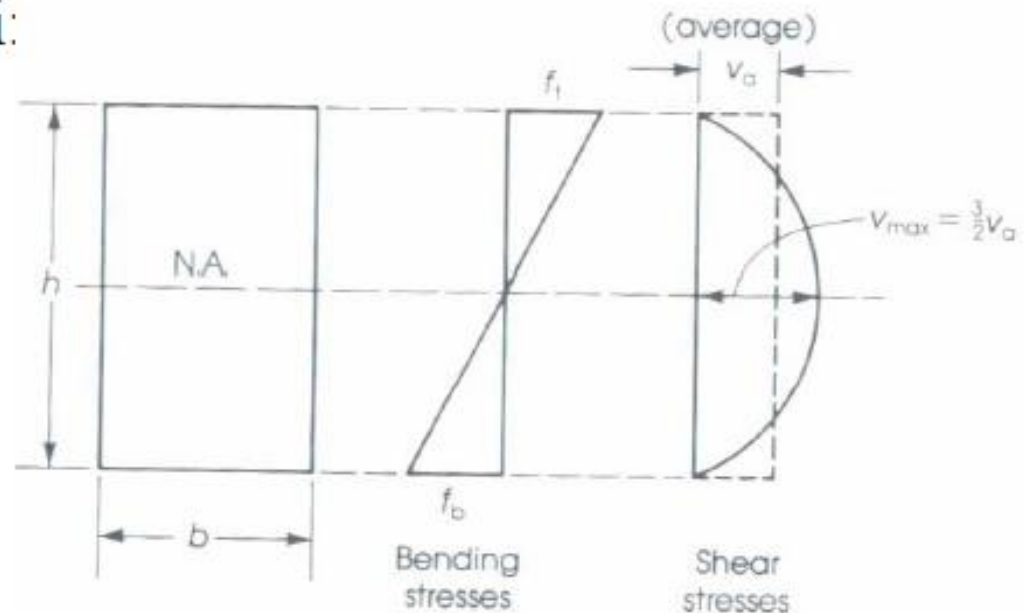
Lihat diagram lintang dan geser dibawah ini.



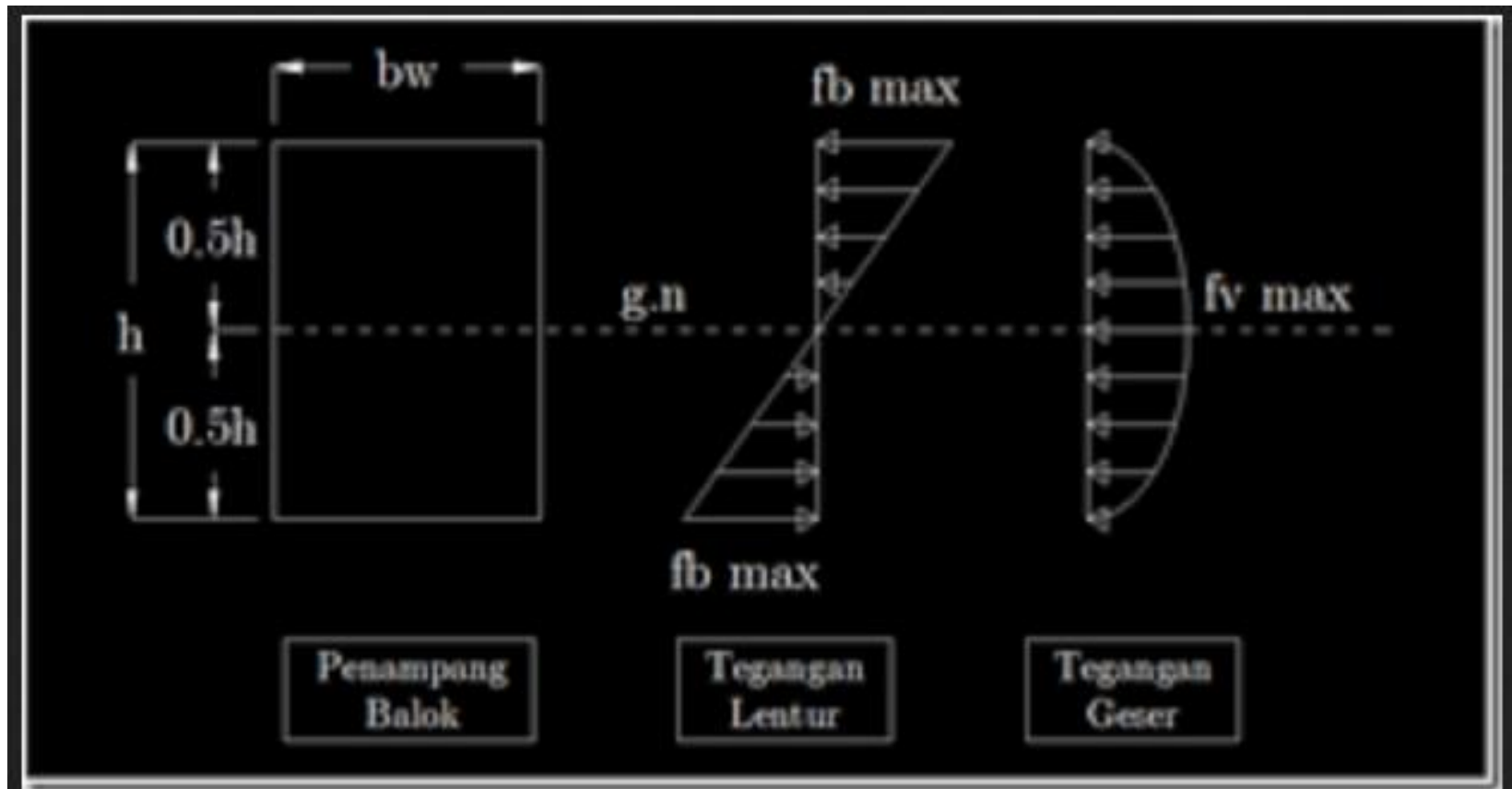
Perilaku Balok Elastik Uncracked

Distribusi tegangan geser pada penampang persegi:

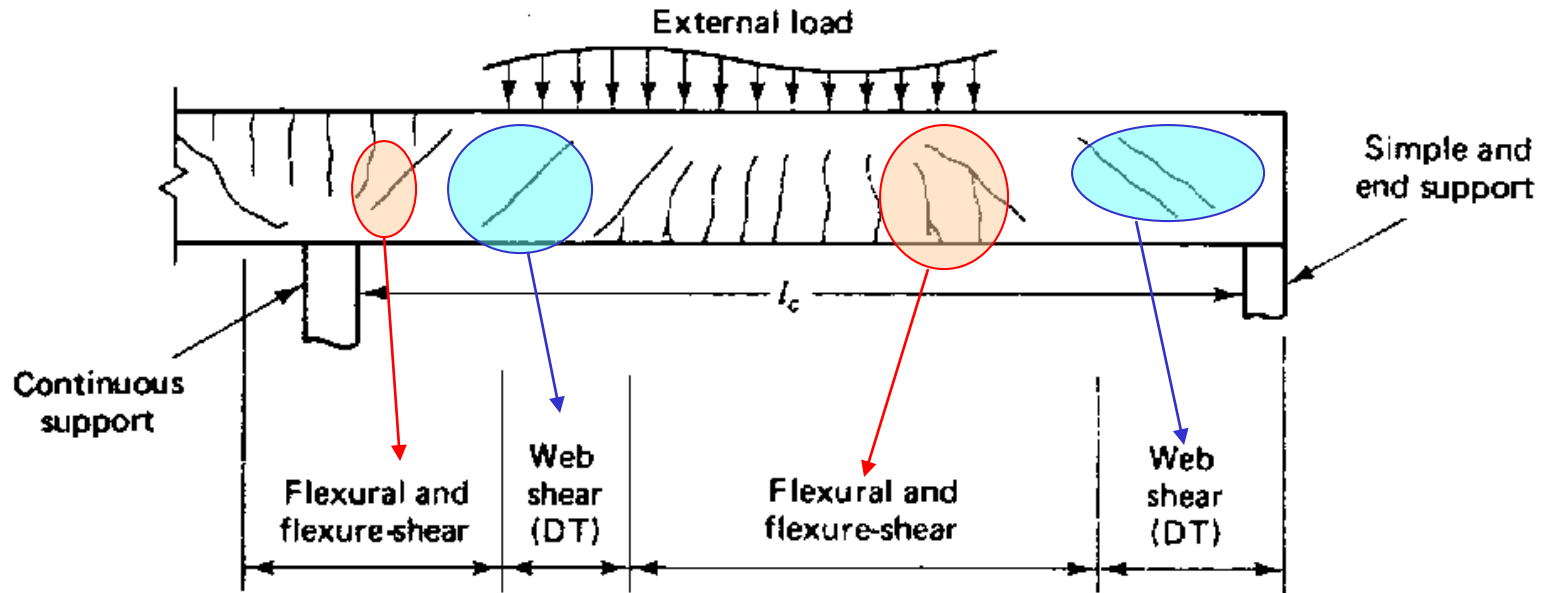
$$\tau = \frac{VQ}{Ib}$$



TEGANGAN GESER DAN TEGANGAN LENTUR



TIPE RETAK MIRING PADA BALOK BETON



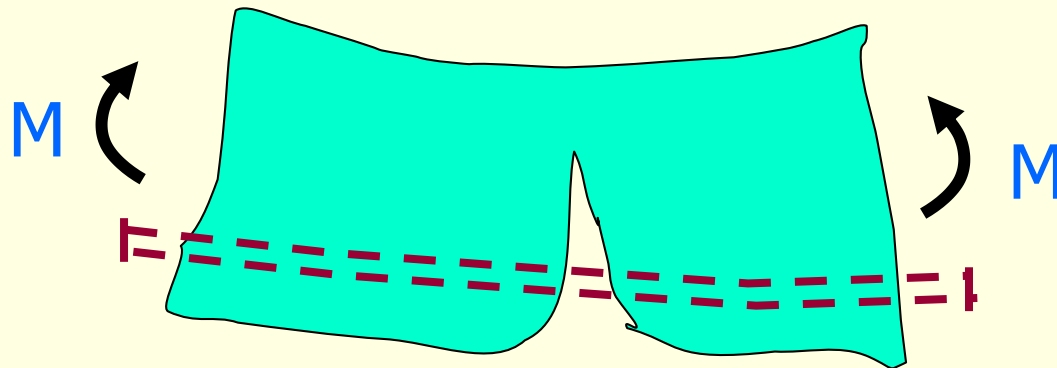
- Awalnya **web shear cracking** terjadi pada interior dari balok di mana principal tensile stresses $>$ kuat tarik dari beton di tempat tersebut;
- **Flexure-shear cracking** dimulai dengan flexural cracks. Pada saat terjadi flexural cracking, tegangan geser pada beton di atas retak bertambah. Flexure-shear crack terjadi pada saat kombinasi dari tegangan geser dan tegangan tarik melampaui kuat tarik beton.

JENIS-JENIS RETAK PADA BALOK

Flexural Crack (Retak Lentur)

Keretakan pada daerah yang mempunyai harga momen lentur besar.

Arah retak hampir tegak lurus pada sumbu balok



Gambar Retak Lentur

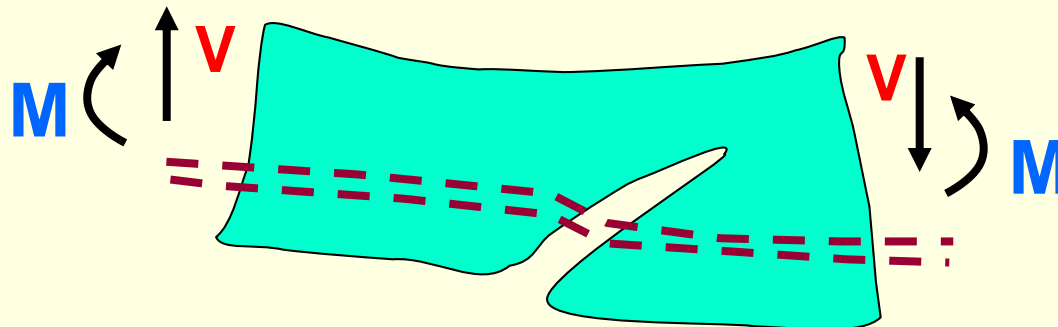
JENIS-JENIS RETAK PADA BALOK

Flexural Shear Crack (Retak Geser Lentur)
Keretakan pada daerah yang sebelumnya telah mengalami retak akibat lentur. Retak ini merupakan perambatan retak miring dari retak lentur yang sudah terjadi sebelumnya.

JENIS-JENIS RETAK PADA BALOK

Web Shear Crack (Retak Geser Pada Badan Balok)

Keretakan miring yang terjadi pada daerah garis netral penampang dimana gaya geser maksimum dan tegangan aksial sangat kecil.

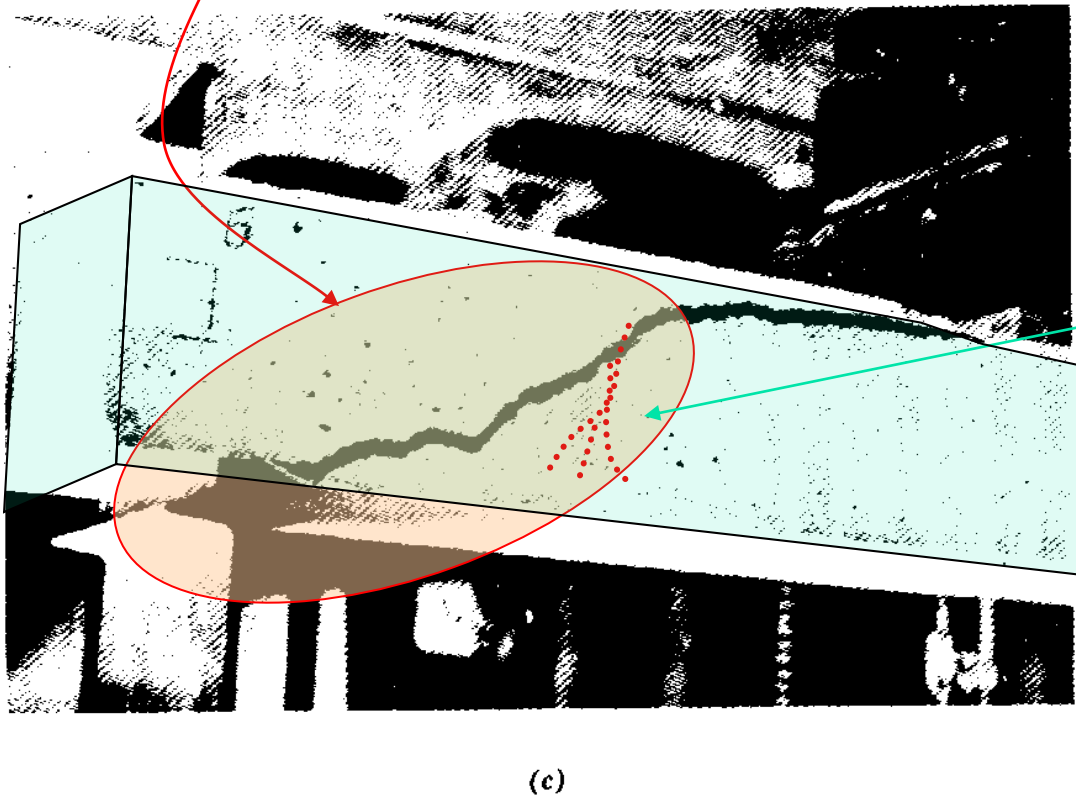
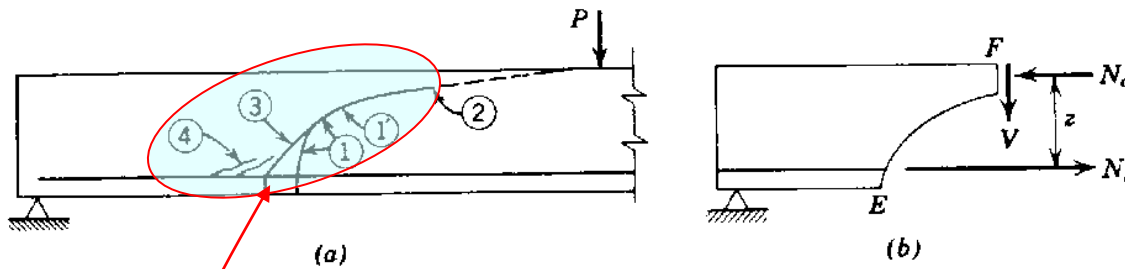


Gambar Retak Miring

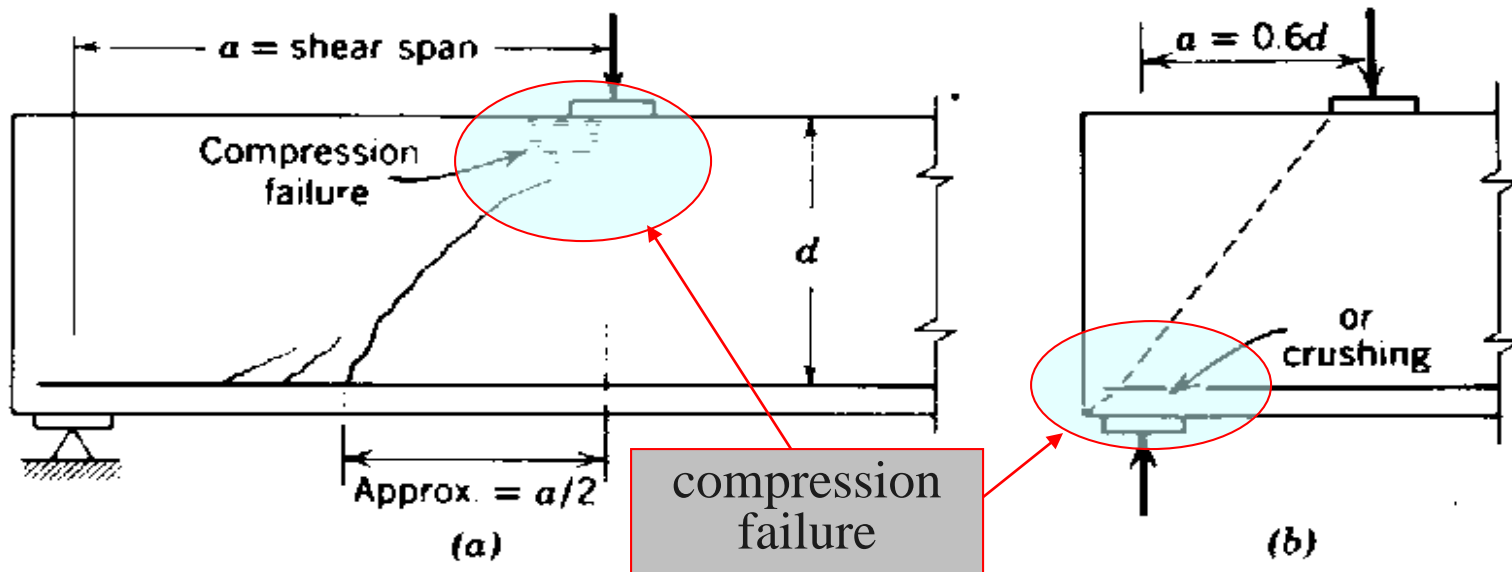
TERJADINYA DIAGONAL TENSION CRACK (SHEAR SPAN BESAR)

Penjelasan gambar.

1. Diagram (a) memperlihatkan urutan terjadinya cracks;
2. Sketsa (b) adalah keseimbangan gaya pada bagian dari balok ;
3. Keruntuhan balok. Awalnya cracks terjadi sebagai flexural cracks → (tahap 1 Gbr. a)
4. Cracks kemudian secara bertahap berubah menjadi diagonal tension cracks → lihat tahap 3 & 4 Gbr. a).

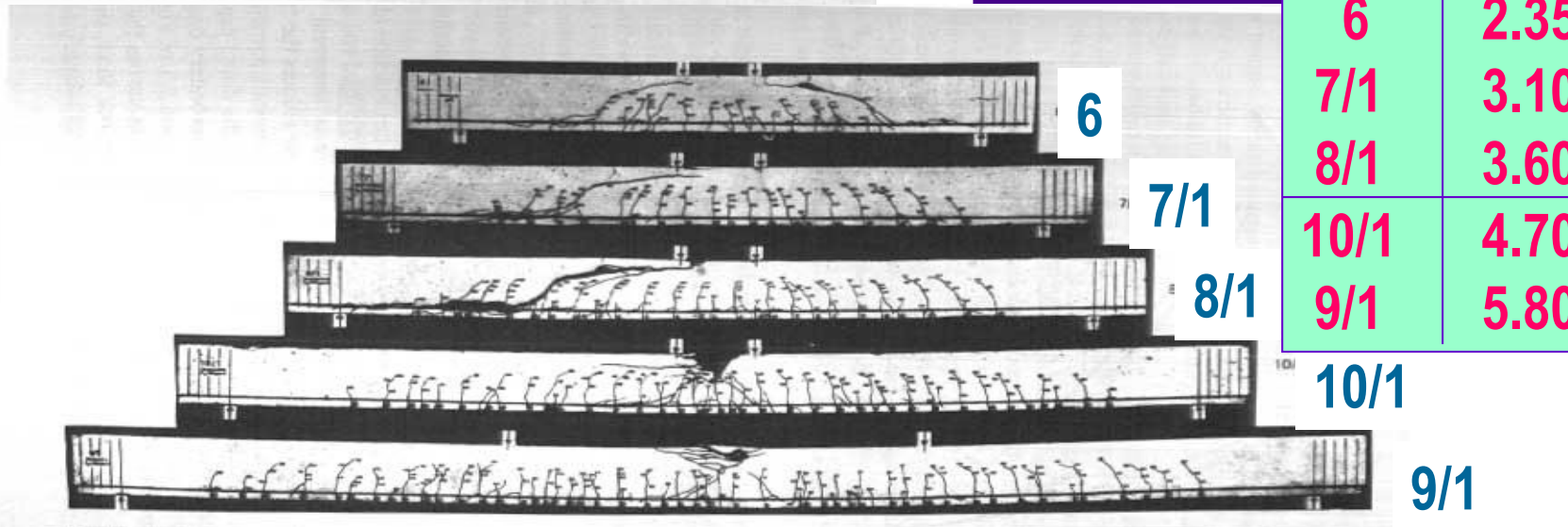
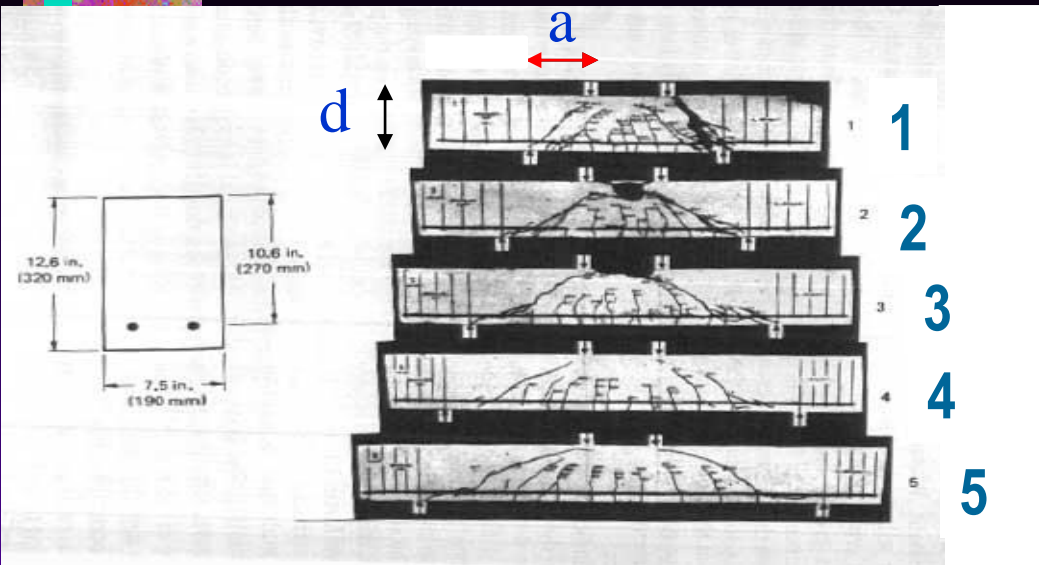


Shear Compression Failure pada Balok dengan Bentang Geser Kecil



- a) Shear compression failure untuk shear span kecil. Keruntuhan terjadi akibat adanya kompresi miring (**inclined thrust**) antara titik beban dengan tumpuan dan akibatnya praktis menghilangkan konsep diagonal tension. Concrete crushing terjadi dekat titik beban → Kuat geser ber-tambah;
- b) Shear span $< d$, di sini umumnya keruntuhan terjadi akibat mekanisme crushing dari beton pada daerah tumpuan

POLA RETAK BALOK DENGAN VARIASI BENTANG



Mark	Span (m)	a/d
1	0.90	1.0
2	1.15	1.5
3	1.45	2.0
4	1.70	2.5
5	1.95	3.0
6	2.35	4.0
7/1	3.10	5.0
8/1	3.60	6.0
10/1	4.70	8.0
9/1	5.80	7.0

10/1

9/1

KATEGORI KERUNTUHAN BALOK

Jenis I :

Jika $a/d < 1/2$ maka balok tinggi

Tegangan geser lebih menentukan daripada tegangan lentur

Jenis II :

Jika $1 < a/d < 2 1/2$ maka balok pendek

Kekuatan gesernya melampaui kapasitas keretakan miring

KATEGORI KERUNTUHAN BALOK

Jenis III:

Jika $2\frac{1}{2} < a/d < 6$ maka balok pendek

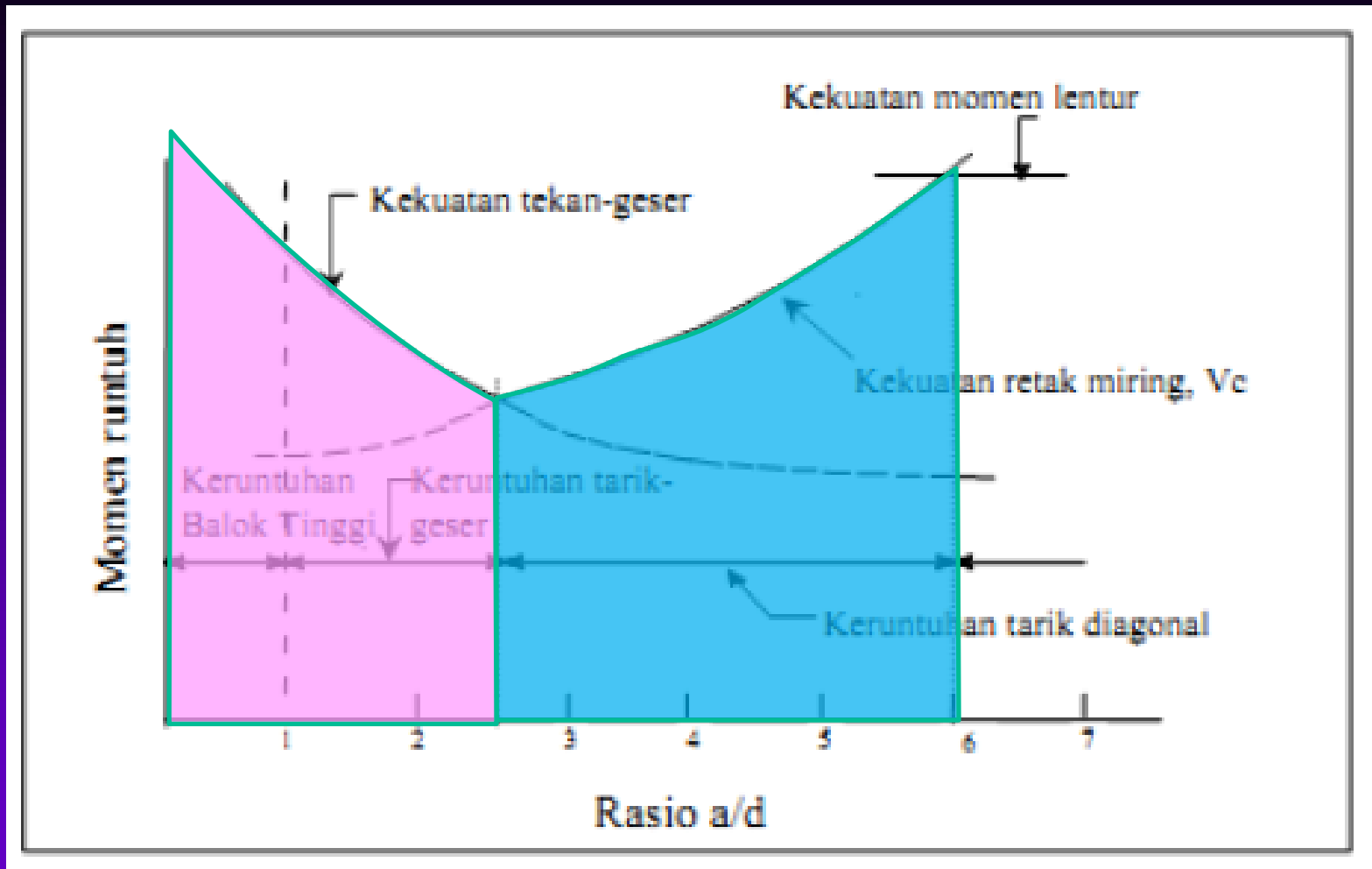
**Kekuatan gesernya samadengan kapasitas keretakan miring.
Lentur mulai bersifat dominan**

Jenis IV:

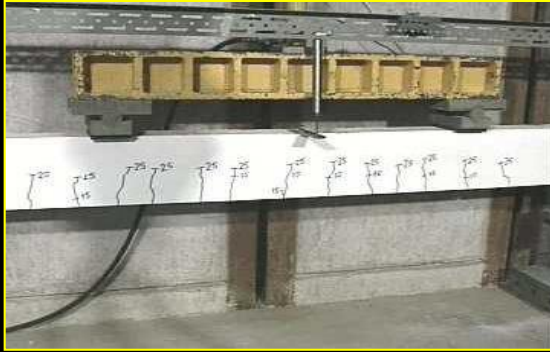
Jika $a/d > 6$ maka balok panjang

Keruntuhan yang terjadi adalah keruntuhan lentur

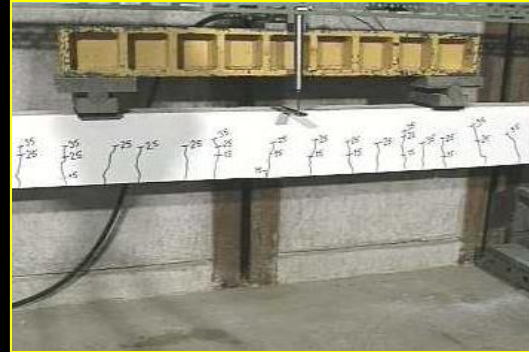
KATEGORI KERUNTUHAN BALOK



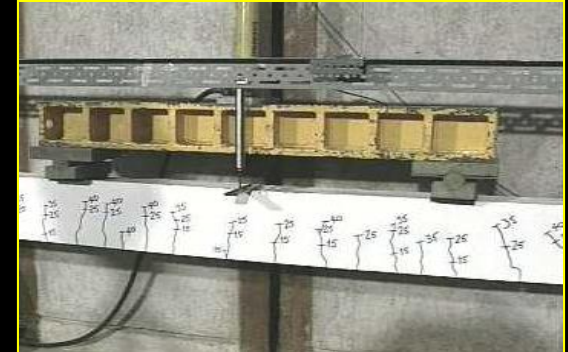
BALOK DIBEBANI GESER (Tanpa Tulangan Geser)



Pola Retak beban 25 kN



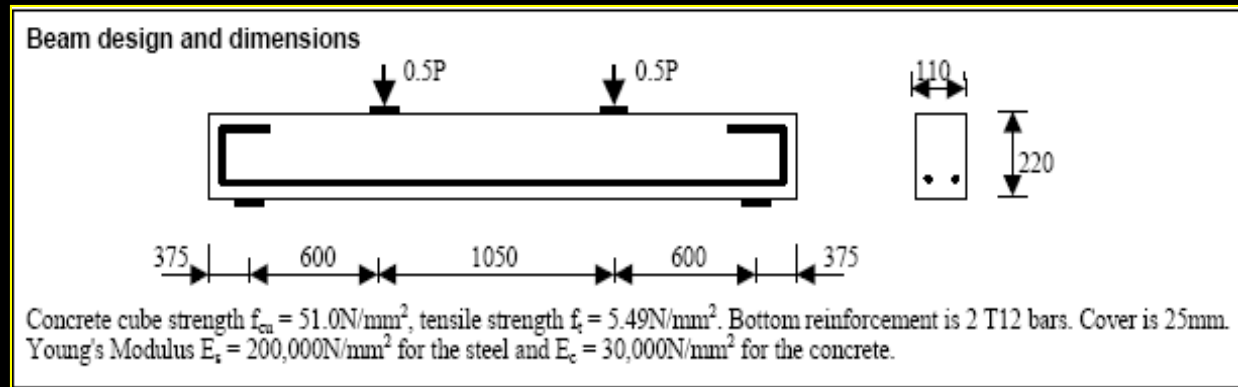
Pola Retak beban 35 kN



Pola Retak beban 40 kN



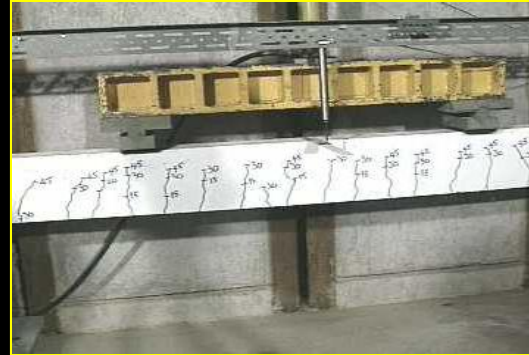
Pola Retak Beban ultimit



BALOK DIBEBANI GESER (Dengan Tulangan Geser)



Pola Retak beban 30 kN



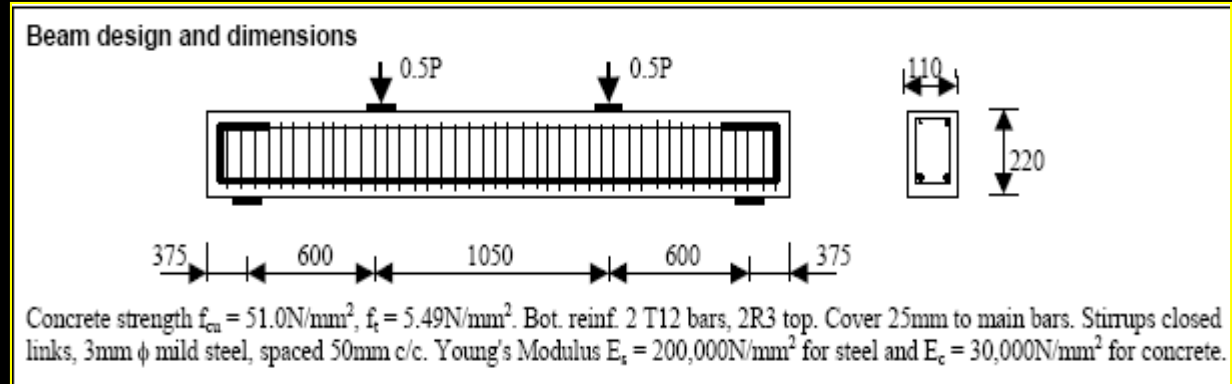
Pola Retak beban 45 kN



Pola Retak beban 60 kN



Pola Retak Beban ultimit



KASUS KEGAGALAN GESER



Berikan Komentar !!!

KASUS BALOK (Kegagalan Geser)



**Berikan
Komentar**

!!!

KASUS BALOK (Kegagalan Geser)



KASUS KEGAGALAN GESER



Gempa di Aceh 26 Desember 2004

Berikan Komentar !!!

KASUS KEGAGALAN GESER



Gempa di Aceh 26 Desember 2004

**Berikan
Komentar !!!**

SEBAB KERUNTUHAN BANGUNAN

- **Umumnya “keruntuhan” terjadi karena pelaksanaan pekerjaan tidak memenuhi ketentuan teknis yang dipersyaratkan dalam Standar Bangunan Tahan Gempa yang ada (SNI Gempa dan SNI Beton);**
- **Keruntuhan banyak terkonsentrasi pada daerah sambungan antar elemen struktur di mana yang teramati detail tulangan sengkang ikat tidak cukup hingga terjadi tekuk pada tulangan utama dari elemen struktur tegak (kolom);**
- **Pada bangunan yang praktis hancur total, umumnya di samping masalah di atas kualitas material yang digunakan tidak memenuhi ketentuan minimum yang dipersyaratkan. Hal ini bisa dilihat dari fakta bahwa bangunan disekitarnya kerusakannya biasa-biasa saja;**
- **Tidak jarang pelaku konstruksi yang terlibat tidak profesional;**

SEBAB KERUNTUHAN BANGUNAN

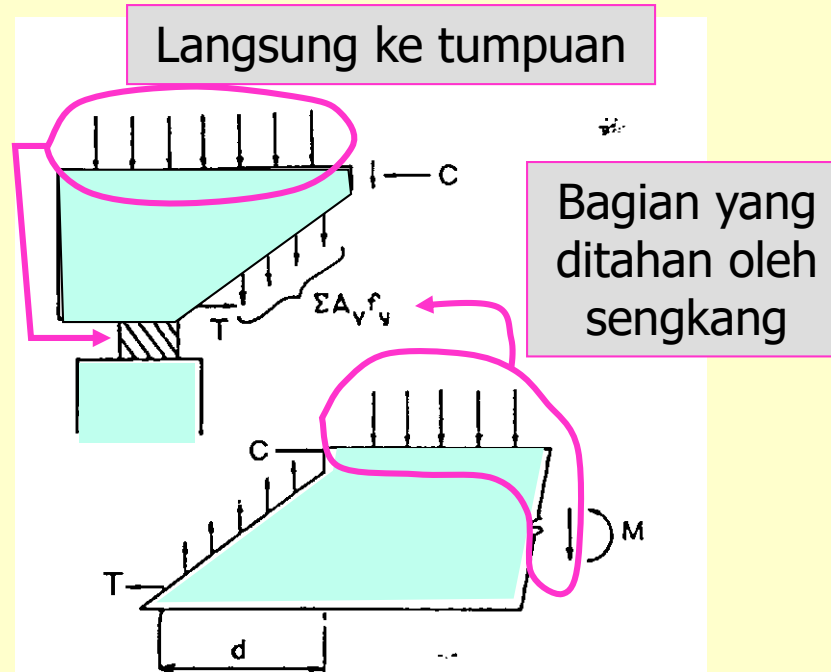
- **Harga unit pekerjaan dalam suatu bangunan umumnya sudah “standar” dan mudah dihitung serta mudah diverifikasi;**
- **Untuk jenis pekerjaan yang didapat oleh kontraktor melalui lelang, apalagi lelang terbuka, maka harga per unit pekerjaan tidak bisa lari jauh dari harga standar yang berlaku di saat itu**
- **Salah satu sebab tidak langsung, tapi signifikan kontribusinya, adalah adanya KKN dan/atau praktek penipuan pelaksanaan;**

SEBAB KERUNTUHAN BANGUNAN

- **KKN hanya mungkin terlaksana melalui 2 cara:**
 - **Manipulasi volume pekerjaan (umumnya jarang karena mudah diperiksa)**
 - **Manipulasi kualitas produk, khususnya bagian yang tidak terlihat setelah jadi, misal:**
 - **Jumlah, volume, dan kualitas tulangan**
 - **Kualitas material**
- **Dampak langsung, pekerjaan sub-standar dan rawan runtuh bila kena gempa kuat**

Sumber: Assoc. Prof. Dradjat Hoedajanto IPU HAKI (13 Juli 2005)

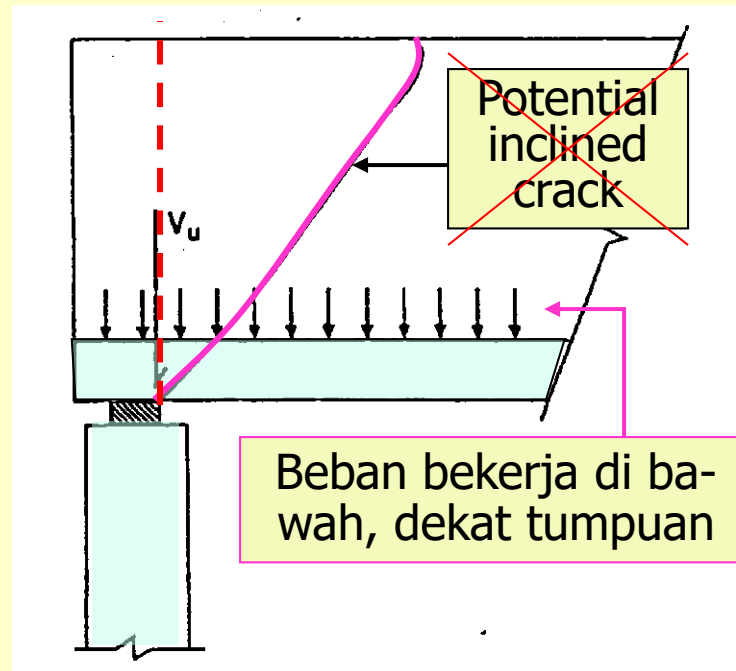
LOKASI DARI POTONGAN KRITIS V_u



A. Diagram free body dari ujung sebuah balok

Mekanisme yang menjelaskan mengapa untuk keperluan desain geser dihitung sejarak d dari tumpuan

LOKASI DARI POTONGAN KRITIS V_u



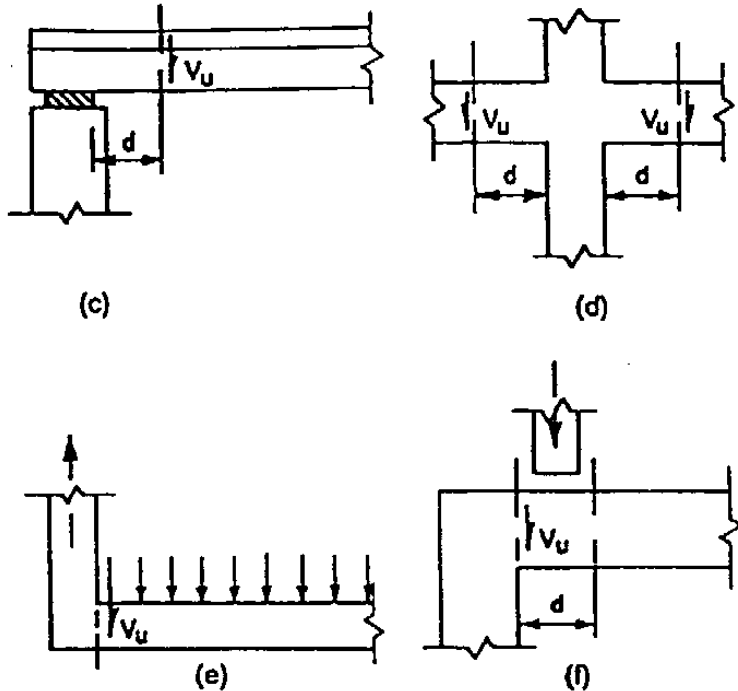
B. Lokasi potongan kritis untuk geser, balok dibebani dibagian bawah

Geser yang bekerja pada potongan kritis harus memperhitungkan semua gaya yang di bawah potongan kritis.

CARA MENGHITUNG NILAI V_u

SNI 03-2847-2002 pasal 13.1.3.c

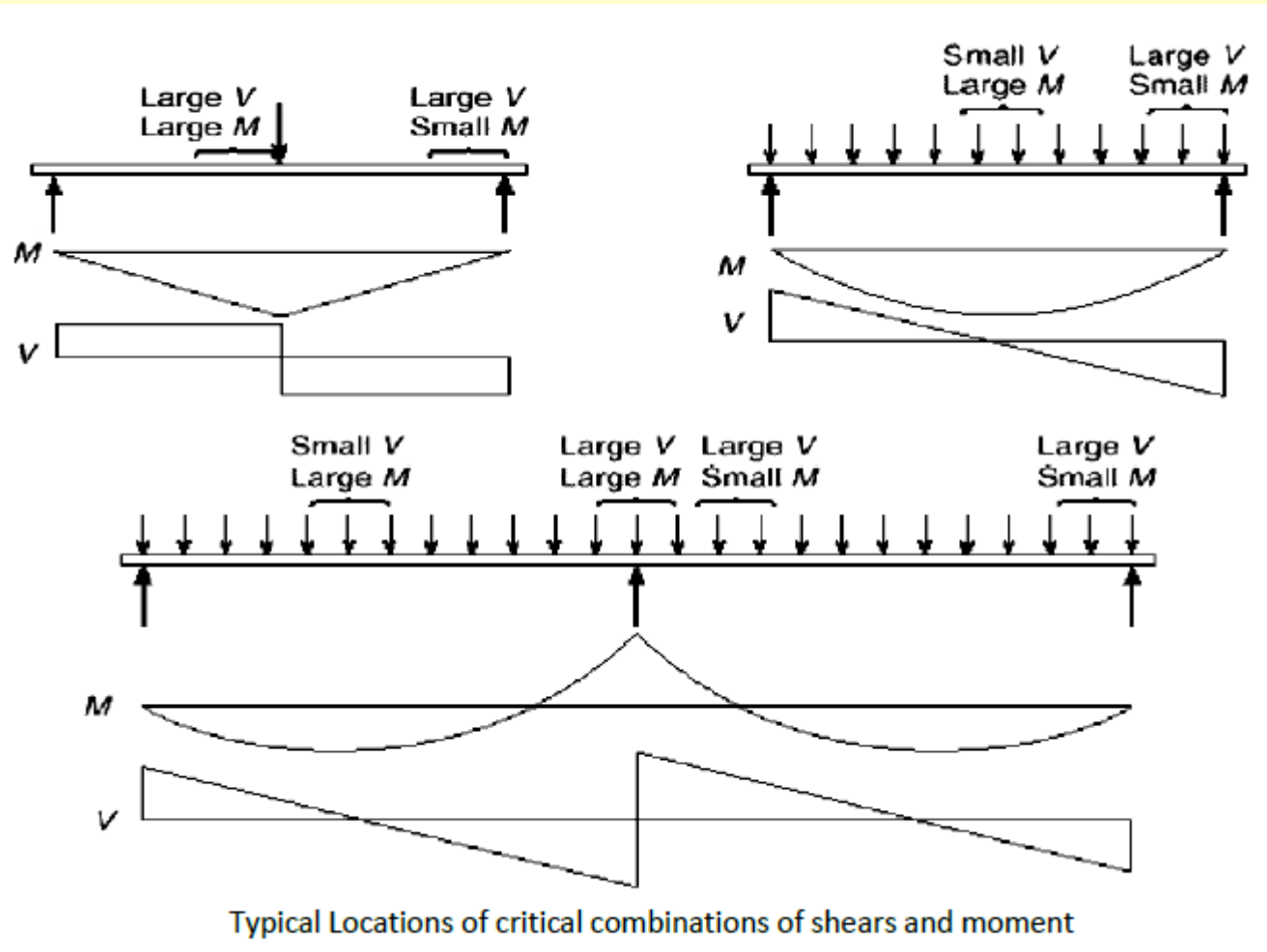
COMMENTARY



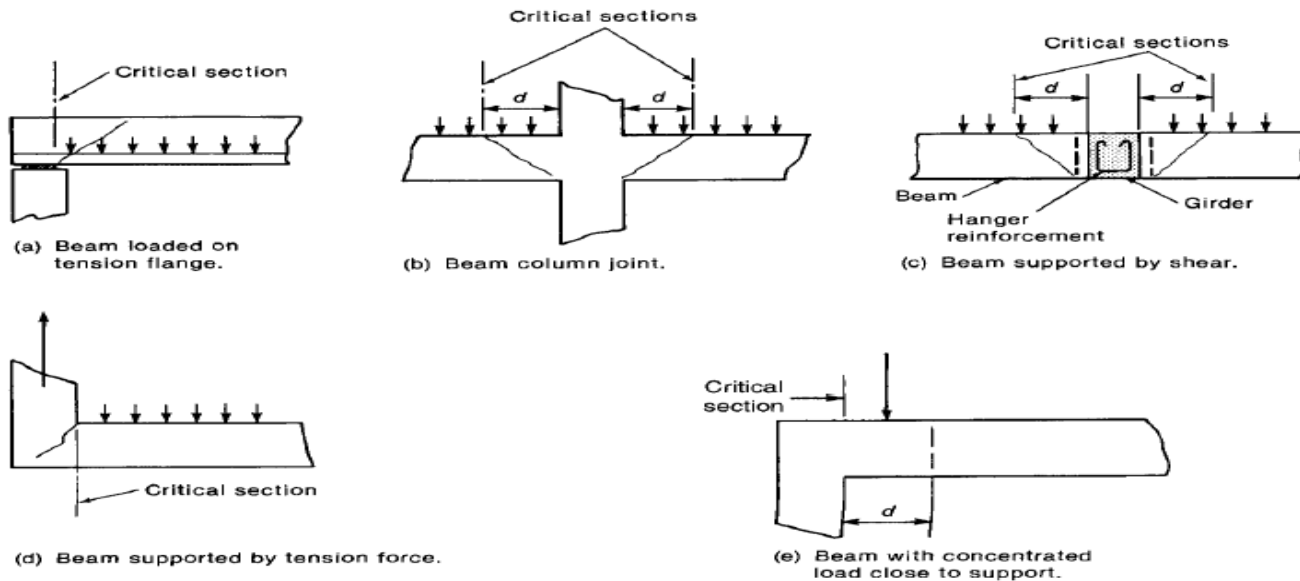
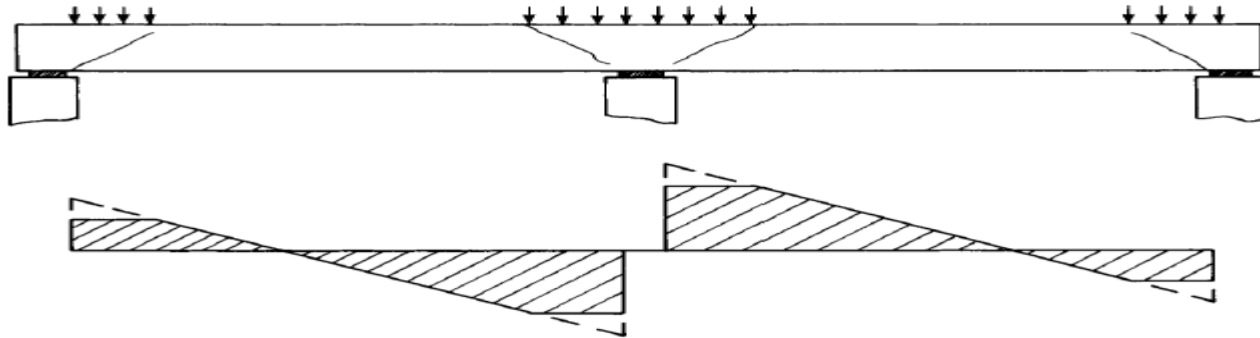
- Gambar (c), dan (d) menunjukkan kondisi di mana V_u dihitung pada jarak d dari tumpuan;
- Gambar (e) dan (f) menunjukkan kondisi di mana V_u dihitung pada bidang permukaan dari tumpuan.
- Untuk kondisi (e) perlu diperhatikan geser pada bagian "connection" dari kedua elemen, yang umumnya harus diberi tulangan khusus (*special corner reinforcement*),
- Perhatikan kasus di mana beban tidak bekerja di bagian atas balok seperti kasus (B) pada slide sebelumnya.

**C. Tipikal kondisi tumpuan
untuk memperhitungkan V_u**

LOKASI DARI POTONGAN KRITIS V_u

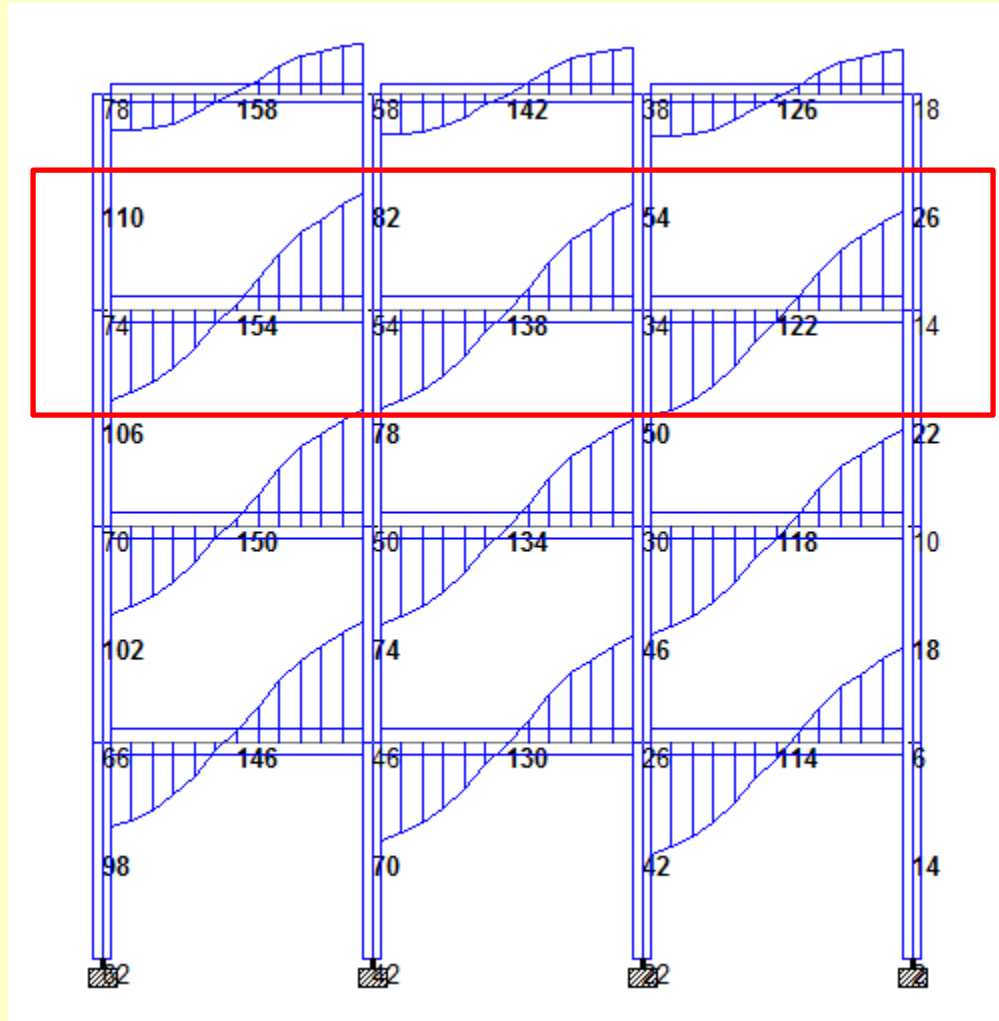


LOKASI DARI POTONGAN KRITIS V_u

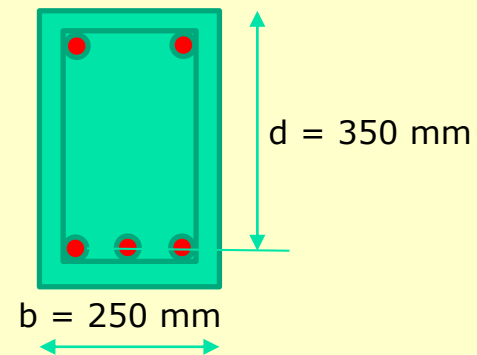
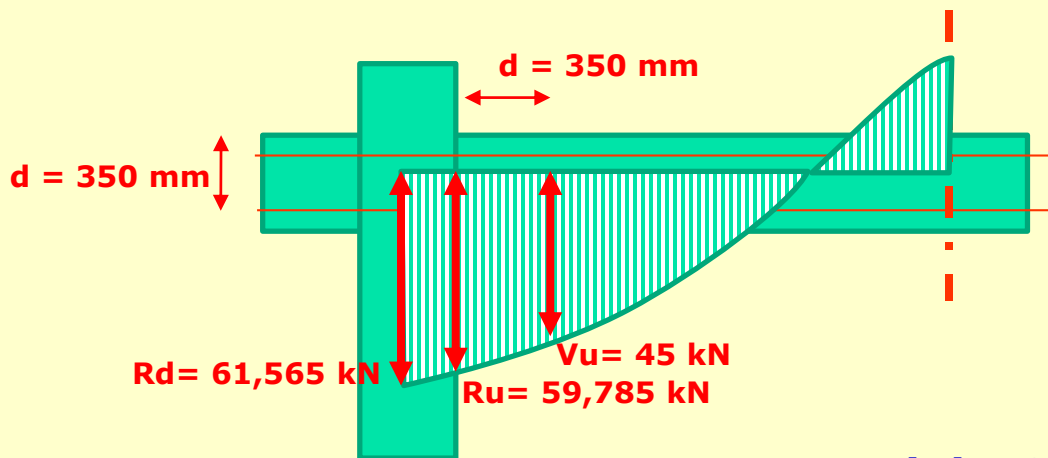
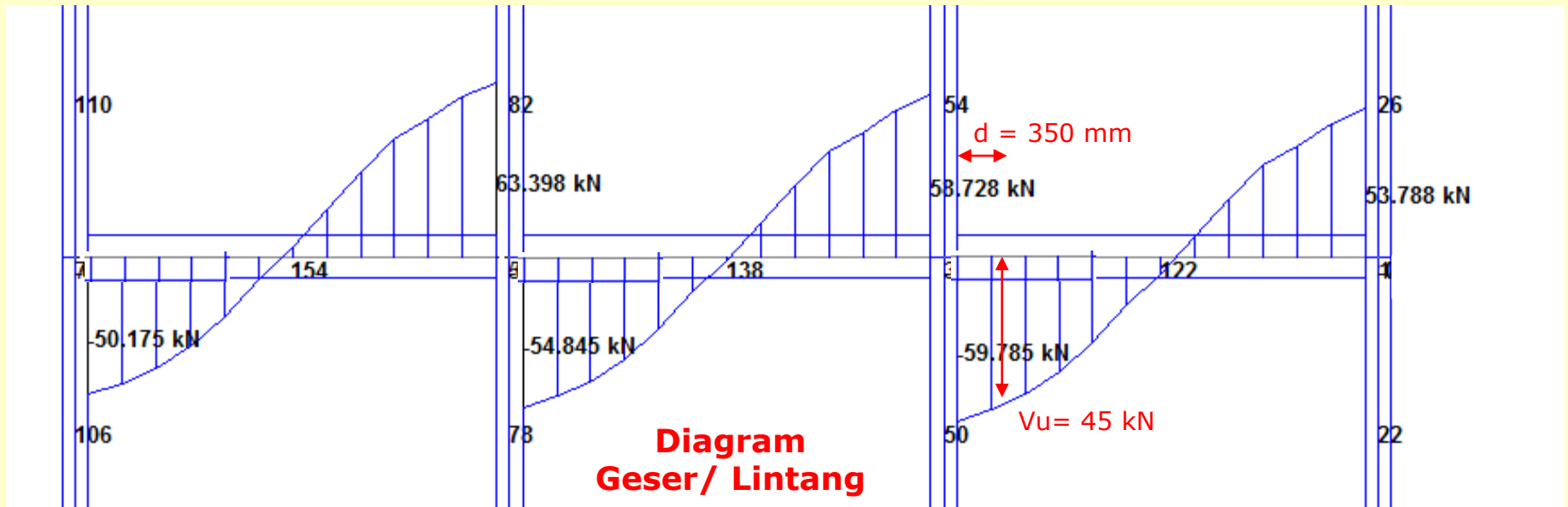


LOKASI DARI POTONGAN KRITIS V_u

**Diagram
Geser/ Lintang**
PORTAL BETON



LOKASI DARI POTONGAN KRITIS V_u



Tulangan Lapangan

MEKANISME TRANSFER GESER

PENAMPANG TANPA TULANGAN GESER

Dalam sebuah balok beton bertulang yang tidak dilengkapi dengan tulangan geser, gaya lintang dipikul oleh suatu kombinasi dari tiga unsur utama, yaitu:

- Beton didalam daerah tekan : 20 – 40 %
- Tulangan tarik yang bertindak sebagai pasak : 15 – 25 %
- Kaitan antar agregat melintasi retakan lentur : 33 – 50 %

$$V = V_{cz} + V_d + V_{ay}$$

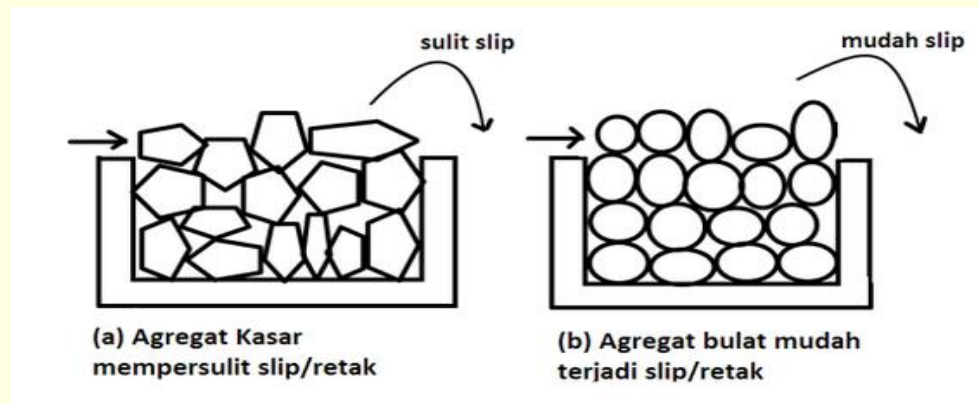
dimana:

- V_{cz} = komponen gaya geser pada daerah blok beton tekan
 V_d = komponen gaya dowel action oleh tulangan memanjang
 V_{ay} = komponen gaya geser antar permukaan retak

MEKANISME TRANSFER GESER

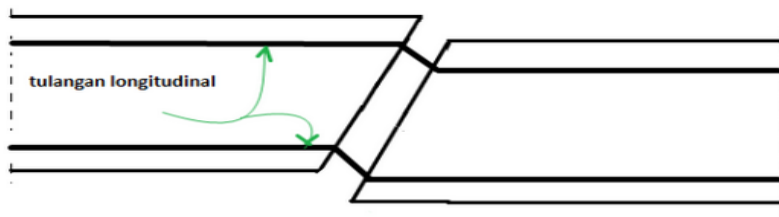
1. Bentuk dan kekasaran permukaan agregat beton (pasir dan kerikil)

Bentuk agregat yang tajam/menyudut dan permukaannya kasar sangat kuat menahan geser, karena agregat akan saling mengunci, sehingga mempersulit terjadinya slip (tidak mudah retak) seperti terlihat pada gambar (a). Tetapi jika agregat berbentuk bulat dan permukaannya halus tidak kuat menahan gaya geser karena mudah terjadi slip (mudah retak) seperti terlihat pada gambar (b).

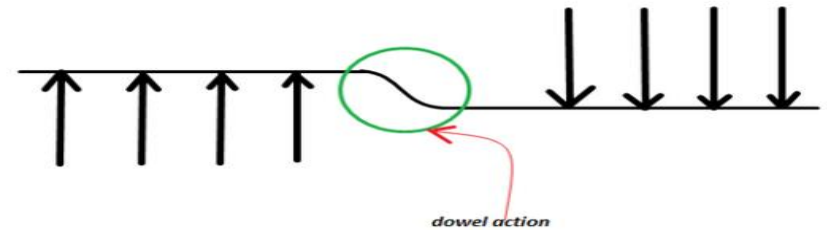


MEKANISME TRANSFER GESER

2. Retak geser ditahan oleh gaya tarik dan gaya potong (dowel action) dari tulangan longitudinal, seperti terlihat pada gambar (c) dan (d).



(c) Retak geser ditahan oleh tulangan longitudinal

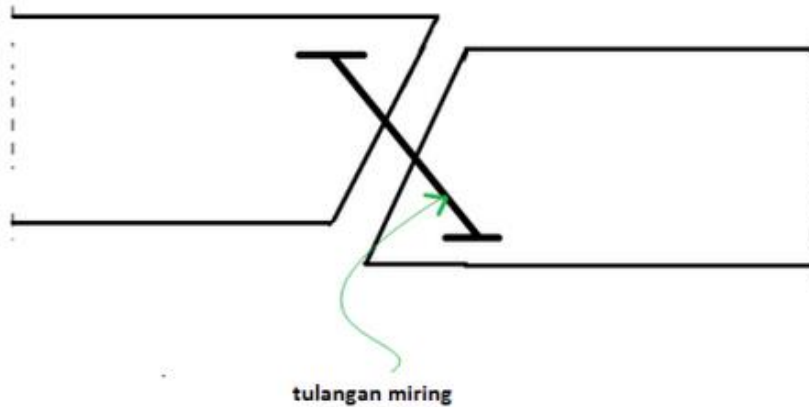


(d) Dowel action pada tulangan longitudinal

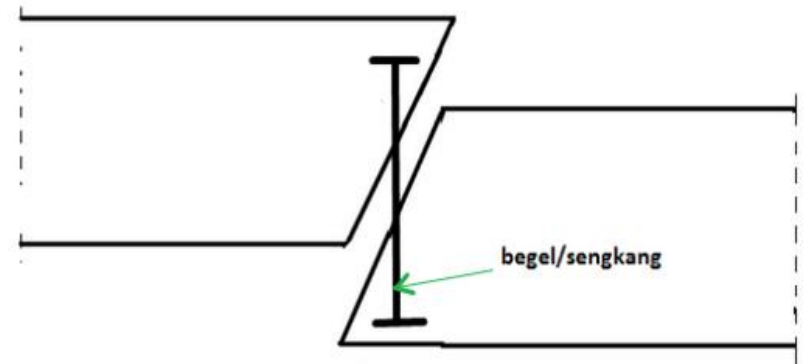
3. Retak geser ditahan oleh struktur beton.

MEKANISME TRANSFER GESER

4. Retak geser ditahan oleh gaya tarik tulangan geser, baik berupa tulangan miring maupun tulangan begel, seperti terlihat pada gambar (e) dan (f).



(e) Retak geser ditahan oleh tulangan longitudinal



(f) Retak geser ditahan oleh begel/sengkang

MEKANISME TRANSFER GESER

Menurut **SNI 03-2847-2002 pasal 13.1.1**, pada perencanaan penampang yang menahan gaya geser harus didasarkan pada kuat geser nominal ($V_n = V_c + V_s$), yang ditahan oleh 2 macam kekuatan, yaitu :

1. kuat geser nominal yang disumbangkan oleh beton (V_c) dan
2. kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser (V_s).

Dengan demikian pengaruh kekasaran agregat, gaya tarik dan gaya potong tulangan longitudinal tidak diperhitungkan, sehingga menjadi **“faktor keamanan”** pada perencanaan.

MEKANISME TRANSFER GESER

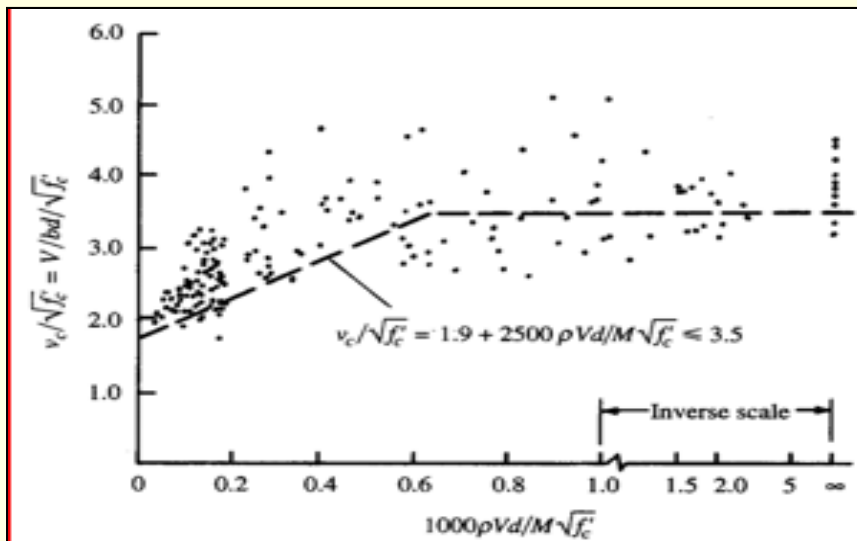
Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 13.1.2 :

2) Nilai $\sqrt{f'_c}$ yang digunakan di dalam pasal ini tidak boleh melebihi 25/3 MPa, kecuali seperti yang diizinkan di dalam 13.1(2(1)).

(1) Nilai $\sqrt{f'_c}$ yang lebih besar daripada 25/3 MPa diperbolehkan pada perhitungan V_c , V_{ci} , dan V_{cw} untuk balok beton bertulang atau beton prategang dan konstruksi pelat rusuk yang mempunyai tulangan geser minimum yang sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan menurut 13.5(5(3)) dan 13.5(5(4)) atau 13.6(5(2)).

PENAMPANG TANPA TULANGAN GESER

Cara menentukan kekuatan geser balok tanpa tulangan geser berdasarkan hasil regresi dari percobaan 440 model benda uji yang dibebani lentur dan geser.



$$V_c = \left[1,9\sqrt{f'_c} + 2500 \cdot \rho_w \frac{V_u \cdot d}{M_u} \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_c < 3,5 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

Dalam SI

$$V_c = \left[\frac{1}{7} \left(\sqrt{f'_c} + 120 \cdot \rho_w \frac{V_u \cdot d}{M_u} \right) \right] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_c < 0.3 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

Dimana:

$$\frac{V_u \cdot d}{M_u} \leq 1.0$$

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w d} \quad (\text{retak tertahan})$$

$$\text{for } 0.0025 \leq \rho_w \leq 0.0075 : V_c \cong 1/6 \sqrt{f'_c} b_w d$$

PENAMPANG BALOK TANPA TULANGAN GESER

- Peraturan Indonesia (**SNI 03-2847-2002 pasal 13.3.1 sd. 13.3.3**) mengizinkan penggunaan persamaan berikut untuk perhitungan kapasitas geser, yaitu:

$$V_c = \left(\frac{1}{6} \sqrt{f_{c'}} \right) \cdot b_w \cdot d$$

- Gaya aksial tekan akan menahan terjadinya keretakan sehingga akan memperbesar kapasitas gesernya, yaitu:

$$V_c = \left(\frac{1}{6} \sqrt{f_{c'}} \right) \cdot b_w \cdot d \cdot \left(1 + \frac{N_u}{14 \cdot A_g} \right)$$

- Gaya aksial tarik N_u (negatif untuk tarik) akan mempercepat proses retak sehingga akan memperkecil kapasitas geser, yaitu:

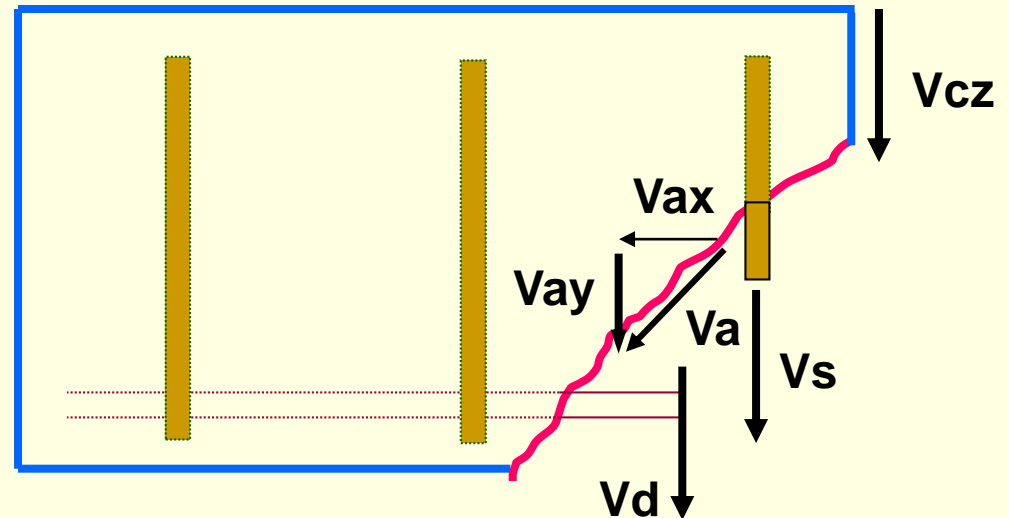
$$V_c = \left(\frac{1}{6} \sqrt{f_{c'}} \right) \cdot b_w \cdot d \cdot \left(1 + \frac{0.3 \cdot N_u}{A_g} \right)$$

PENAMPANG BALOK DENGAN TULANGAN GESER

Pada penampang beton bertulang dengan tulangan geser, selain gaya-gaya diatas terdapat satu komponen gaya lagi, yaitu sumbangan dari baja tulangan geser (V_s), sehingga persamaannya menjadi:

$$V_u = \phi(V_{cz} + V_d + V_{ay} + V_s) \text{ atau}$$

$$V_u = \phi V_c + \phi V_s$$



MANFAAT TULANGAN GESER

Penggunaan tulangan geser akan meningkatkan kekuatan balok karena:

- 1. Tulangan geser akan memikul sebagian gaya geser penampang.**
- 2. Tulangan geser akan menahan perkembangan lebar retak tarik diagonal.**
- 3. Tulangan geser yang cukup rapat akan mengikat tulangan memanjang sehingga meningkatkan *dowel capacity*.**

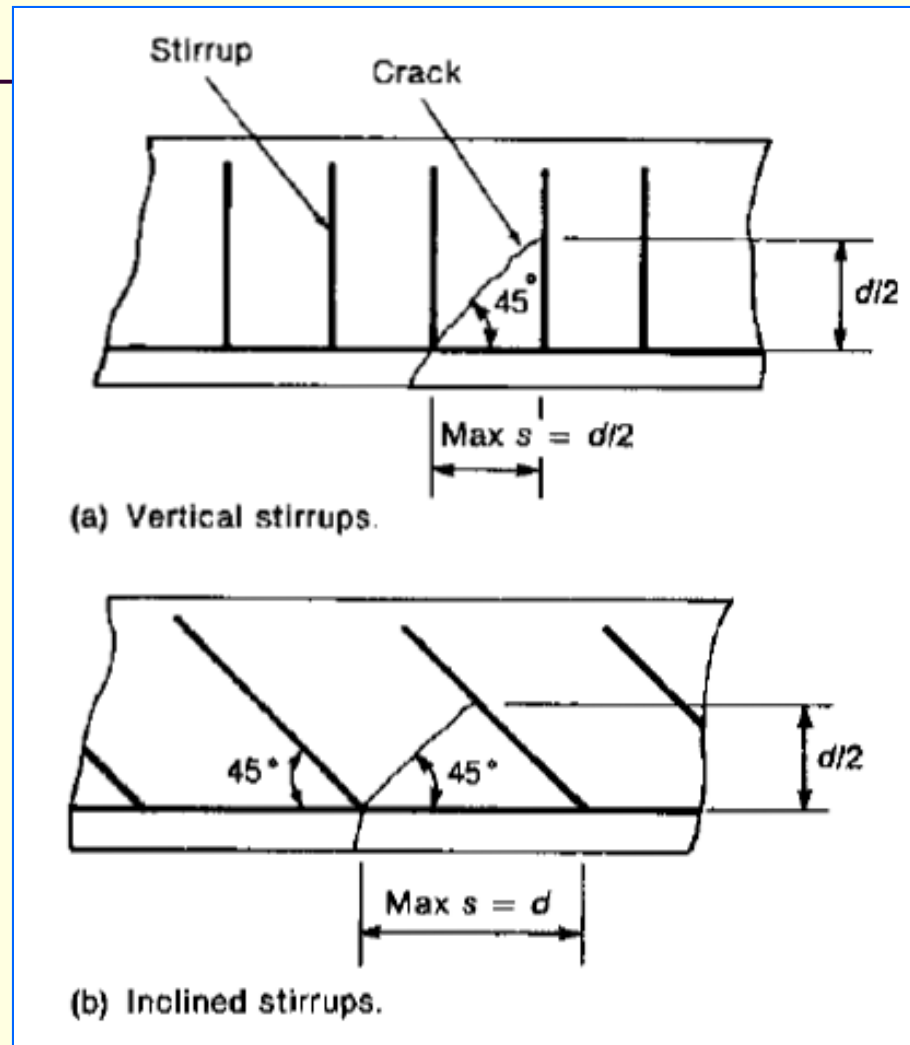
SPASI SENGGKANG MAKSIMUM

Untuk menjamin tidak terjadinya keruntuhan geser dibawah kapasitas lenturnya dan menjamin terpotongnya tulangan geser oleh retak miring maka peraturan mensyaratkan pembatasan jarak spasi tulangan geser, sbb:

Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 13.5.4.1 dan 13.5.4.3 :

SYARAT	NONPRESTRESSED	PRESTRESSED
$\phi V_s < \phi \cdot \left(\frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \right)$	$S < d/2$	$S < 0.75h$ atau $S < 600$
$\phi V_s > \phi \cdot \left(\frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \right)$	$S < d/4$	$S < 0.375.h$ atau $S < 300$

SPASI TULANGAN GESER MAKSIMUM



PEMBATASAN HARGA VS

Untuk balok beton yang mempunyai badan (web) yang sangat tipis, keruntuhan diawali dengan hancurnya beton pada badan sebelum melelehnya tulangan geser.

Untuk mencegah keruntuhan semacam ini maka tegangan tekan diagonal/tegangan geser yang terjadi pada badan harus dibatasi, yaitu dengan pembatasan harga V_s sebesar:

Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 13.5.6.9 :

$$V_s < \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$$

SYARAT SNI-2002 MENGENAI GESER

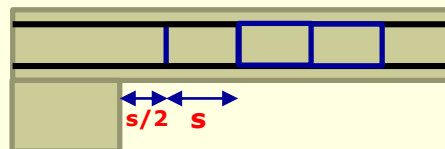
Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 13.5.2 :

2) Kuat leleh rencana tulangan geser tidak boleh diambil lebih daripada 400 MPa, kecuali bila digunakan jaring kawat baja las, kuat leleh rencananya tidak boleh lebih daripada 550 MPa.

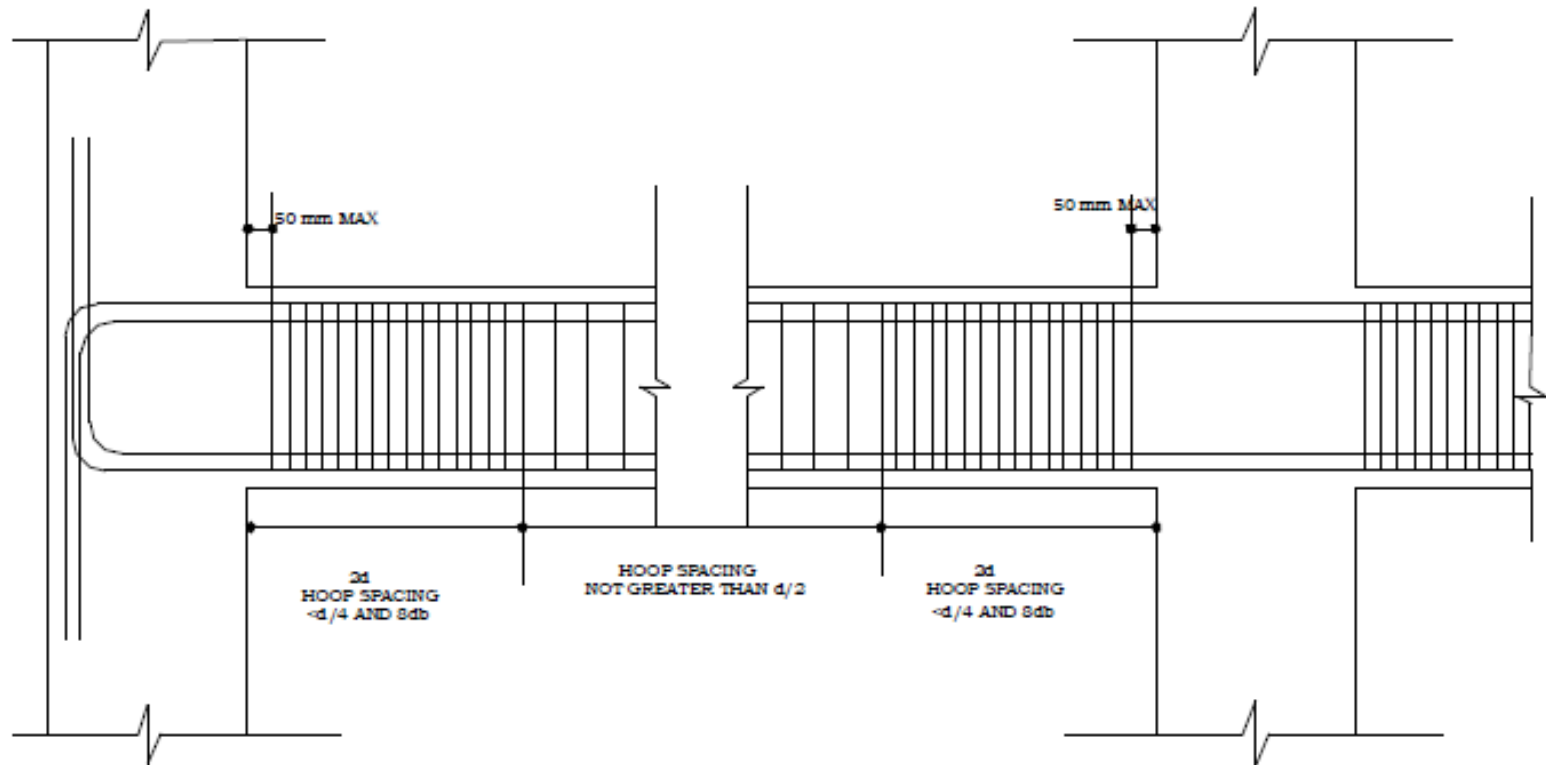
Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 23.3.3.2 :

(2) Sengkang tertutup pertama harus dipasang tidak lebih dari 50 mm dari muka tumpuan. Jarak maksimum antara sengkang tertutup tidak boleh melebihi (a) $d/4$, (b) delapan kali diameter terkecil tulangan memanjang, (c) 24 kali diameter batang tulangan sengkang tertutup, dan (d) 300 mm.

Sengkang pertama dipasang sejarak $s/2$ dari muka kolom



SYARAT SNI-2002 MENGENAI GESER



ZONASI PENULANGAN GESER

Karena keruntuhan geser pada balok tanpa tulangan geser biasanya bersifat tiba-tiba dan getas, maka SNI 03-2847-2002 pasal 13.5.5 mensyaratkan adanya tulangan geser minimum pada balok yang dikenai gaya geser V_u yang besarnya melebihi $(0,5 \cdot \phi V_c)$ dan memerlukan tulangan geser jika $V_u \geq \phi V_c$.

5) Tulangan geser minimum

(1) Bila pada komponen struktur lentur beton bertulang (prategang maupun non-prategang) bekerja gaya geser terfaktor V_u yang lebih besar dari setengah kuat geser yang disumbangkan oleh beton ϕV_c , maka harus selalu dipasang tulangan geser minimum, kecuali untuk:

- a) pelat dan fondasi telapak;
- b) konstruksi pelat rusuk yang didefinisikan dalam 10.11;
- c) balok dengan tinggi total yang tidak lebih dari nilai terbesar di antara 250 mm, 2,5 kali tebal sayap, atau 0,5 kali lebar badan.

ZONASI PENULANGAN GESER

$$\left(\phi V_c + \phi \cdot \left[\frac{2}{3} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \right] \right)$$

$$\left(\phi V_c + \phi \cdot \left[\frac{1}{3} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \right] \right)$$

$$\phi V_c$$

V_u



$$0,50 \cdot \phi V_c$$

Zona V	Luas penampang terlalu kecil	
Zona IV	Jarak tulangan geser lebih rapat	$S \leq \frac{\phi \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{\phi V_s} \text{ atau } S \leq \frac{\phi \cdot A_v \cdot f_y \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha) \cdot d}{\phi V_s}$ $S \leq 0,25 \cdot d \text{ atau } S \leq 300 \text{ mm}$
Zona III	Jarak tulangan geser	$S \leq \frac{\phi \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{\phi V_s} \text{ atau } S \leq \frac{\phi \cdot A_v \cdot f_y \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha) \cdot d}{\phi V_s}$ $S \leq 0,50 \cdot d \text{ atau } S \leq 600 \text{ mm}$
Zona II	Tulangan geser minimum	$S \leq \frac{3 \cdot A_v \cdot f_y}{b_w}$ $S \leq 0,5 \cdot d \text{ atau } S \leq 600 \text{ mm}$
Zona I	Tidak perlu tulangan geser	

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

SNI-92 : $\phi = 0,60$
SNI-02/13: $\phi = 0,75$

ZONASI PENULANGAN GESER

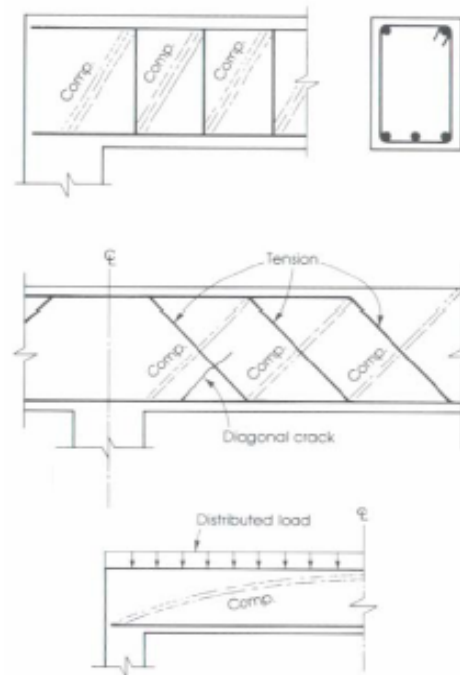
SNI 03-2847-2002 pasal 13.5.6:

Sengkok (stirrup) – tegak lurus thd sumbu elemen

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

SNI Pers. 58

$$\alpha = 90^\circ \Rightarrow V_s = \frac{A_v f_y d}{s}$$

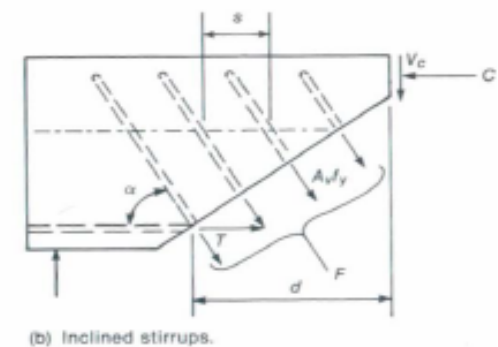
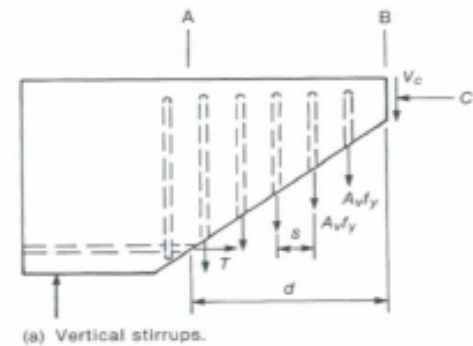


ZONASI PENULANGAN GESER

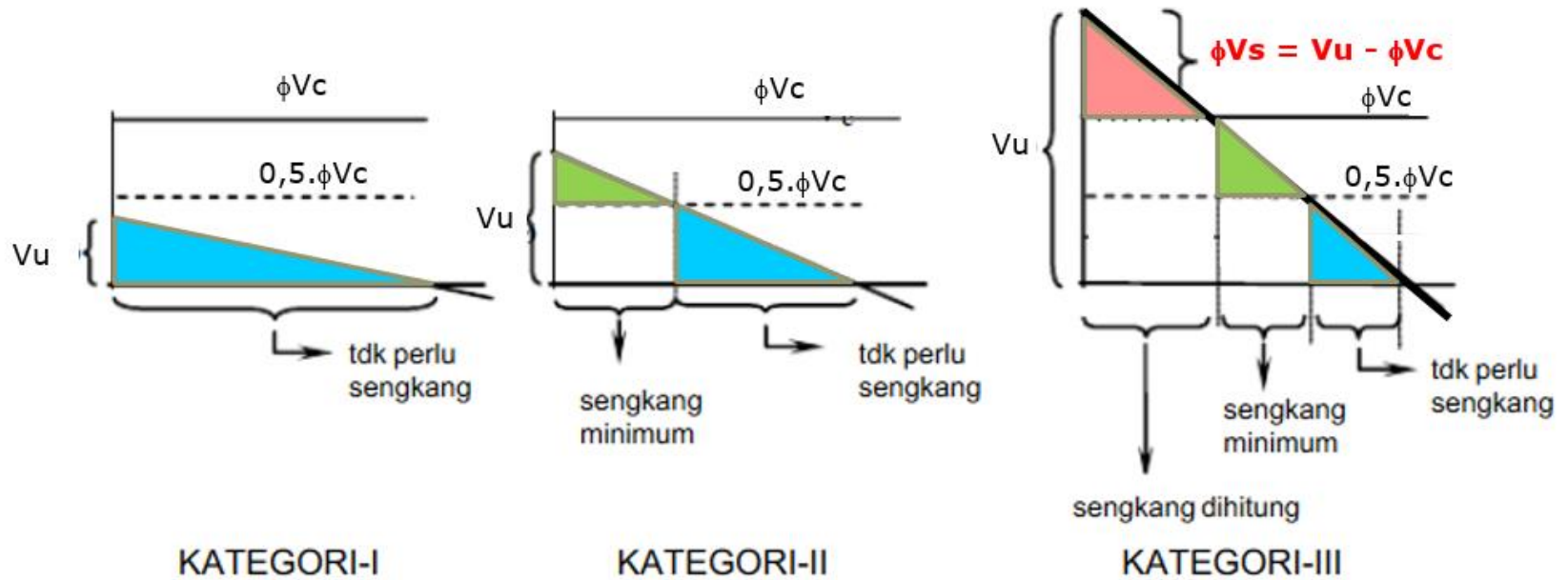
Tulangan yang ditekuk \rightarrow lihat persyaratan 13.5.6

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

$$\alpha = 45^\circ \Rightarrow V_s = \frac{1.41 A_v f_y d}{s}$$



ZONASI PENULANGAN GESER



FAKTOR REDUKSI KEKUATAN

NO.	JENIS KEKUATAN	FAKTOR REDUKSI KEKUATAN (ϕ)				
		SNI-92	SNI-02	ACI 318M-05	ACI 318R-08	Usul Mac.G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(5)	(6)
1	Lentur murni	0,80	0,80	0,90	0,90	0,85
2	Aksial tarik, aksial tarik dan lentur	0,80	0,80	0,90	0,90	0,70
3	Aksial tekan, aksial tekan dan lentur					
	a.dgn tulangan spiral	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
	b.dgn tulangan sengkang	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
4	Geser dan torsi	0,60	0,75	0,75	0,75	0,70
5	Tumpuan pada beton	0,70	0,65	0,65	0,65	0,60

NB: Utk SNI-02 Diameter tulangan geser \geq 10 mm

SNI-2847-2013

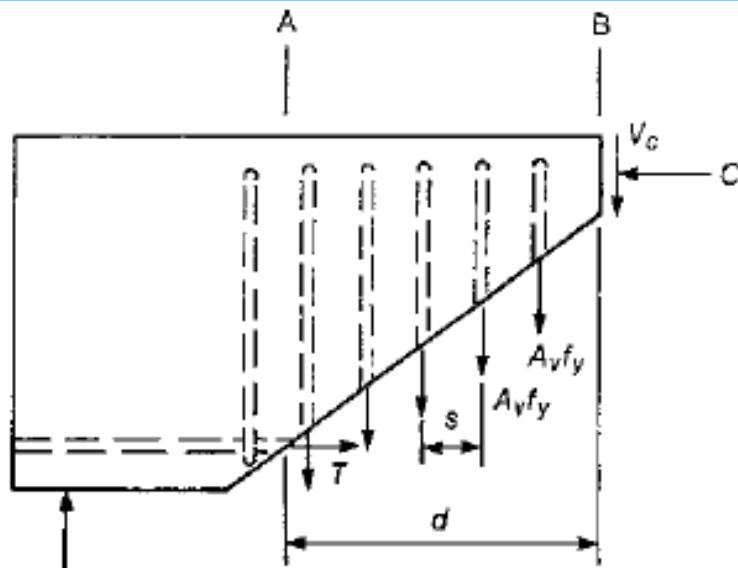
Faktor Reduksi Kekuatan

Kuat nominal dari suatu komponen struktur (baik yang memikul lentur, beban aksial, geser maupun puntir), yang dihitung berdasarkan kaidah – kaidah yang berlaku, harus dikalikan dengan suatu faktor reduksi yang besarnya kurang dari satu.

Dalam SNI 2847:2013, pasal 9.3 digunakan beberapa nilai faktor reduksi kekuatan, ϕ , sebagai berikut :

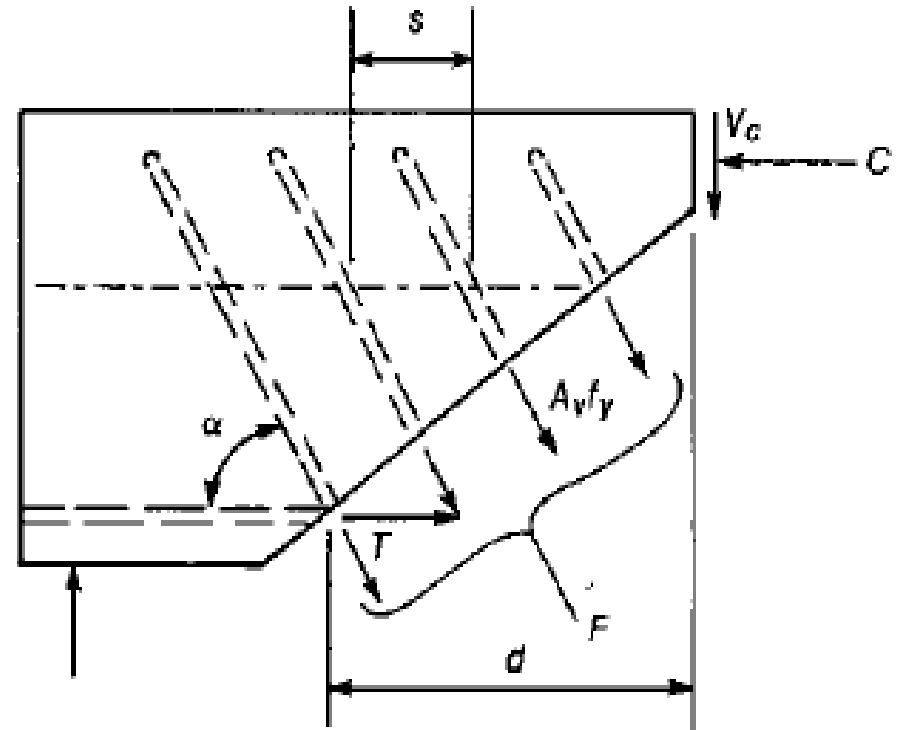
- untuk penampang dominan tarik $\phi = 0,90$
- untuk penampang dominan tekan
 - dengan tulangan spiral $\phi = 0,75$
 - tulangan non-spiral $\phi = 0,65$
- untuk geser dan puntir $\phi = 0,75$
- untuk tumpu pada beton $\phi = 0,65$

Komponen Penahan Geser



(a) Vertical stirrups.

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s}$$

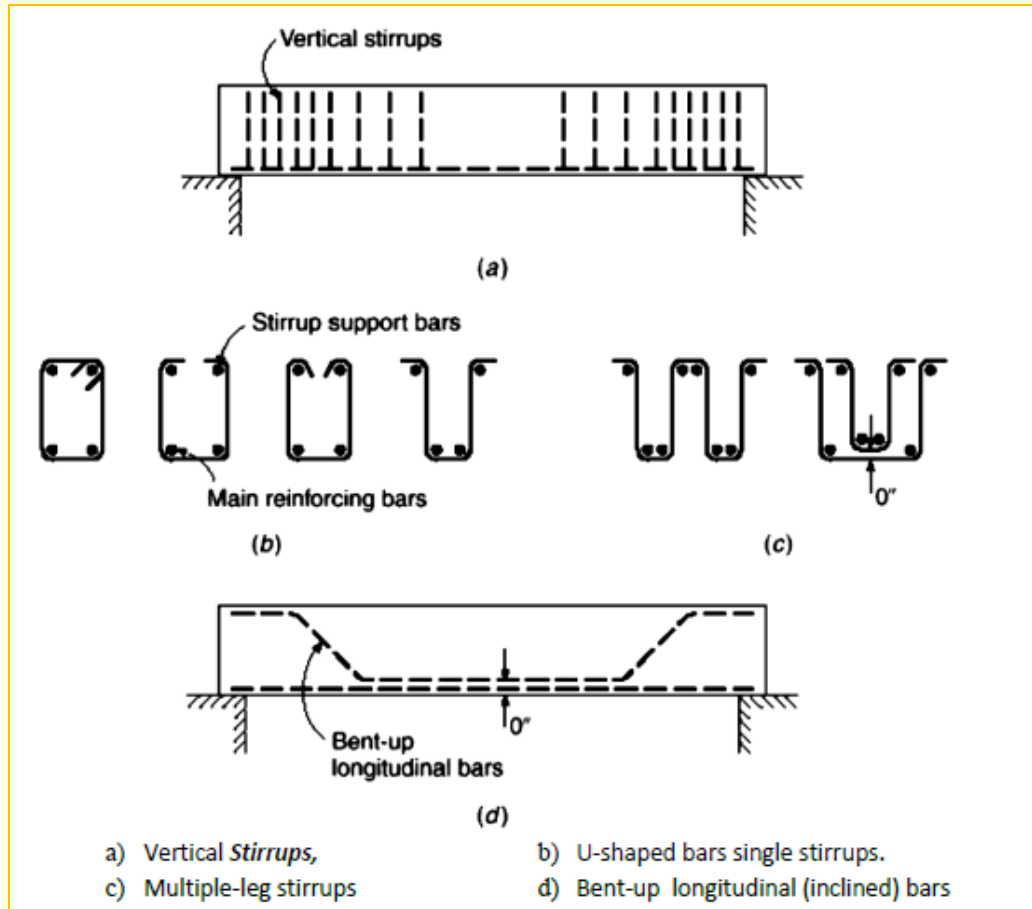


(b) Inclined stirrups.

$$F = A_v f_y \left[\frac{d(1 + \cot \alpha)}{s} \right]$$

$$V_s = A_v f_y \left(\sin \alpha + \cos \alpha \right) \frac{d}{s}$$

MODEL TULANGAN GESER



MODEL TULANGAN GESER

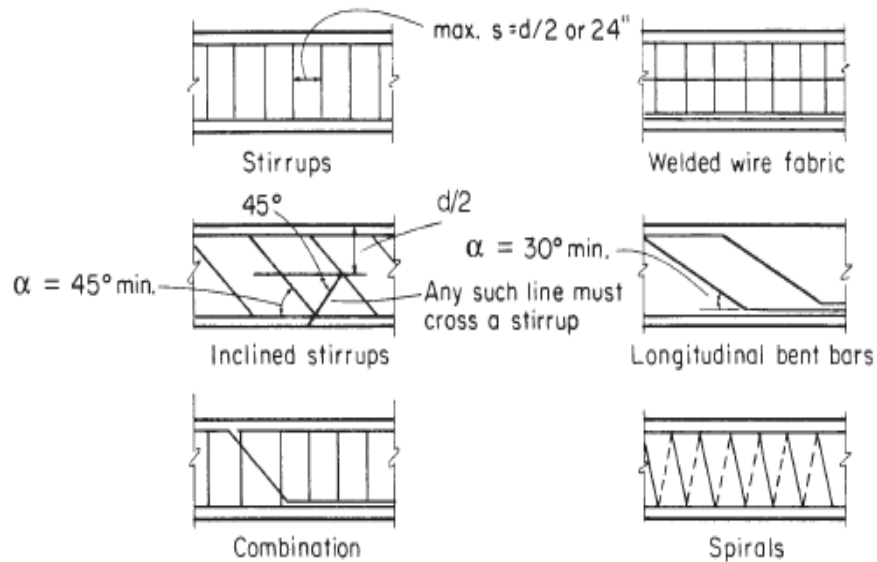


Figure 14-7 Types and Arrangements of Shear Reinforcement

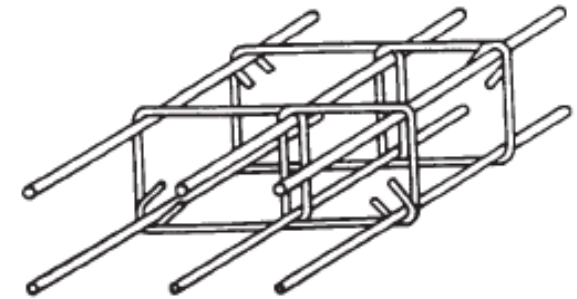


Figure 18-6 Slab Stirrups

PERENCANAAN TULANGAN GESER

Langkah-langkah dalam perencanaan tulangan geser:

1. Hitung gaya geser berfaktor V_u berdasarkan penampang kritis

2. Jika $V_u \leq \frac{1}{2}\phi V_c$ maka tidak perlu tulangan geser

3. Gunakan tulangan geser minimum bila $\frac{1}{2}\phi V_c < V_u \leq \phi V_c$

Luas tulangan geser minimum:

$$A_v = \frac{b_w \cdot S}{3 \cdot f_y}$$

PERENCANAAN TULANGAN GESER

4. Bila, $V_u \leq \phi \cdot V_c + \phi \cdot \left[\frac{2}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \right]$ tulangan geser harus
diberikan

dimana: $S = \frac{\phi \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{\phi V_s}$ untuk sengkang vertikal

$S = \frac{\phi \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{\phi V_s} (\sin \alpha + \cos \alpha)$ untuk sengkang miring

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

Cat: gunakan diameter 10, 13. dan 16 mm

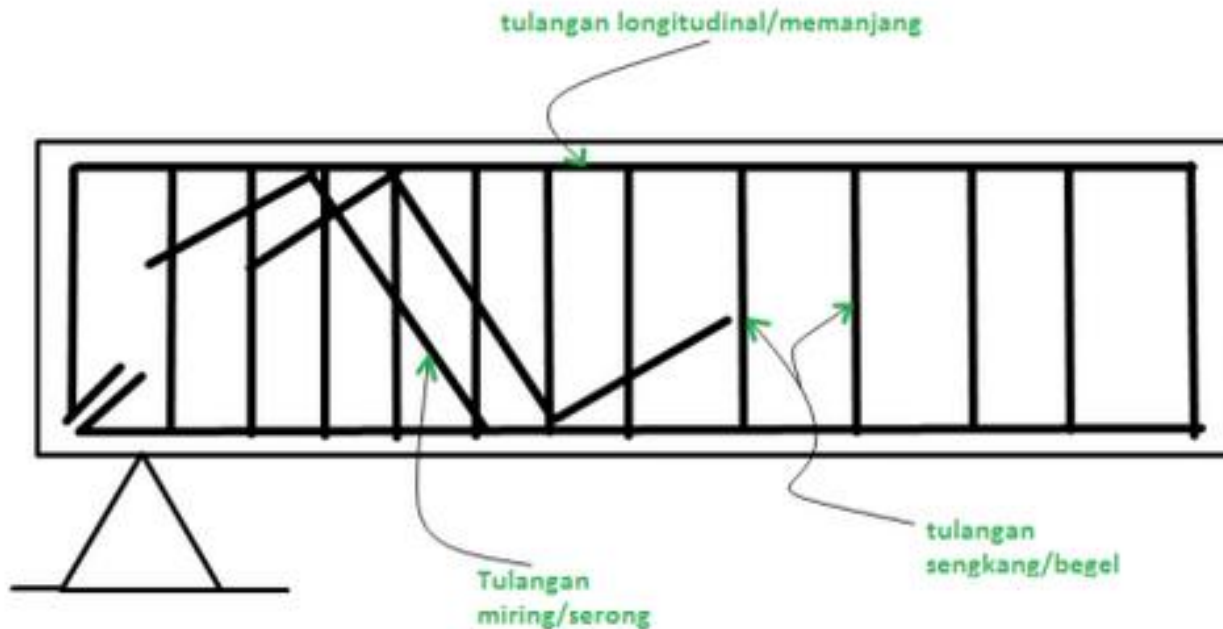
PERENCANAAN TULANGAN GESER

5. Jarak maksimum tulangan geser:

Syarat	Nonprestressed	Prestressed
$\phi V_s < \phi \cdot \left(\frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \right)$	$S < d/2$	$S < 0.75 \cdot h$ atau $S < 600$
$\phi V_s > \phi \cdot \left(\frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \right)$	$S < d/4$	$S < 0.375 \cdot h$ atau $S < 300$

6. Bila $V_u \geq \phi \cdot V_c + \phi \cdot \left(\frac{2}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \right)$, maka dimensi penampang balok harus diperbesar

PERENCANAAN TULANGAN GESER

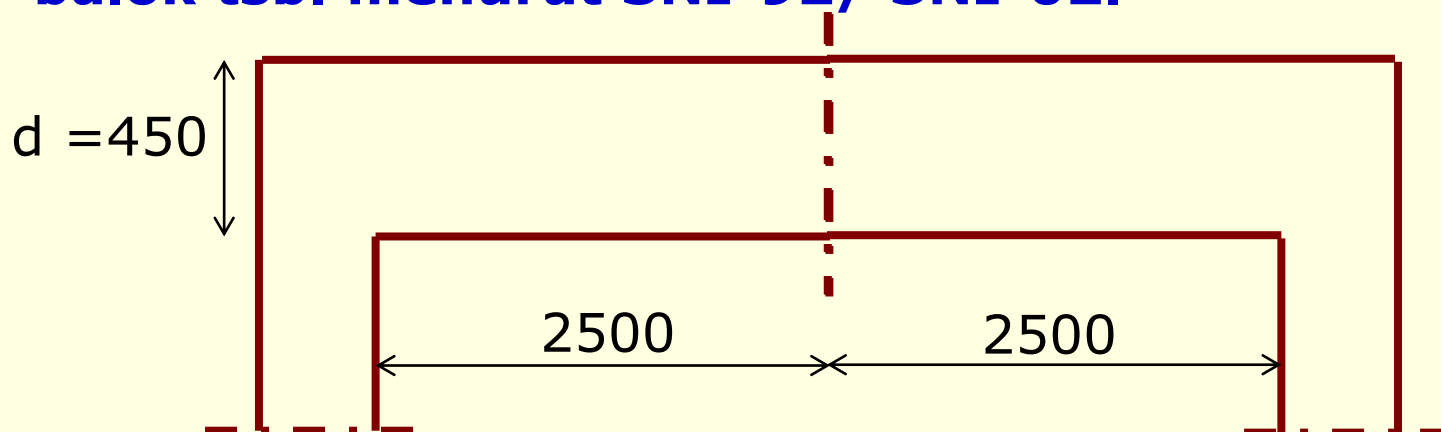


Pemasangan Tulangan geser balok (digambar setengah bentang)

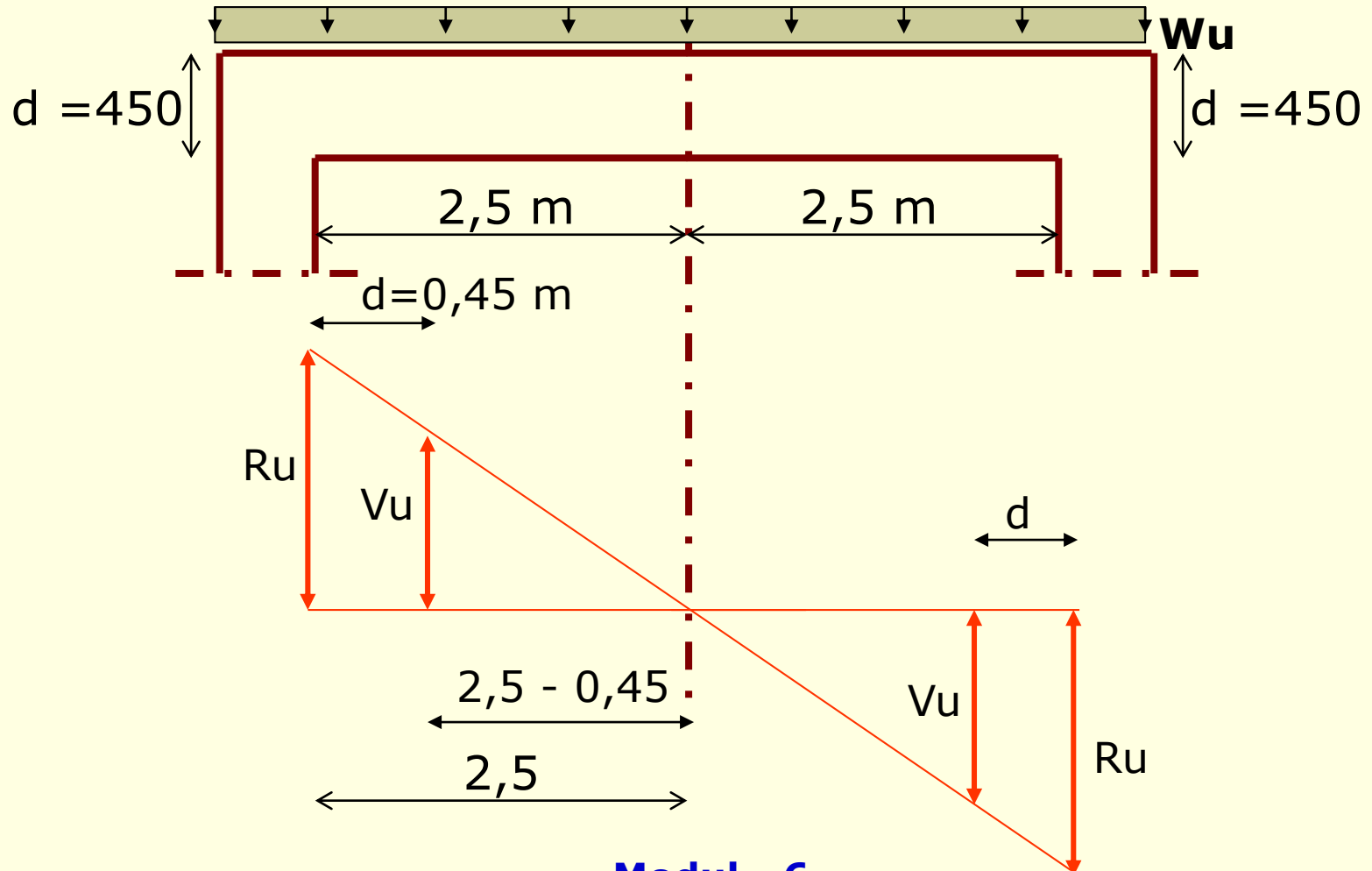
PERENCANAAN TULANGAN GESER

Contoh Soal:

Sebuah balok terletak pada tumpuan sederhana panjang bentang bersih 5 m dan mendukung beban mati merata sebesar 21,5 kN/m (termasuk beban sendiri) dengan beban hidup merata 34,5 kN/m, bila $f'_c = 24$ MPa dan $f_{yh} = 275$ MPa serta penampang berukuran $b_w = 350$ mm. Rencanakan penulangan geser balok tsb. menurut SNI-92/ SNI-02.



PERENCANAAN TULANGAN GESER



PERENCANAAN TULANGAN GESER

Penyelesaian:

- Tahap 1:

Beban merata berfaktor:

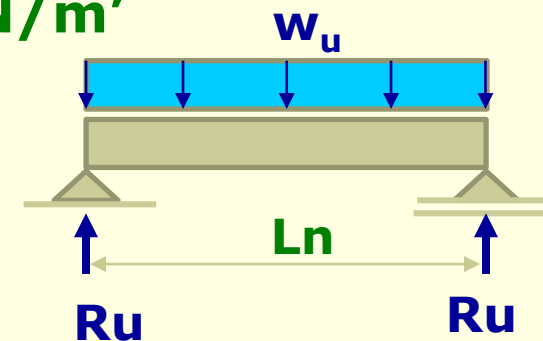
$$W_u = 1,2 \times w_{DL} + 1,6 \times w_{LL}$$

$$W_u = 1,2 \times 21,50 + 1,6 \times 34,50 = 81 \text{ kN/m'}$$

Gaya geser pada muka tumpuan:

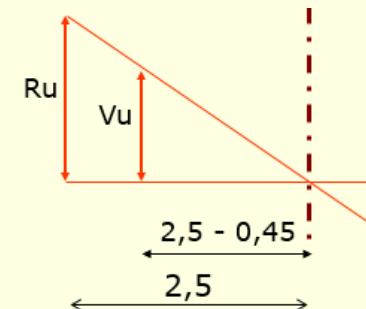
$$R_u = \frac{1}{2} \times W_u \times L_n$$

$$R_u = \frac{1}{2} \times 81 \times 5,0 = 202,50 \text{ kN}$$



Gaya geser pada jarak d dari muka tumpuan :

$$V_u = \frac{2,50 - 0,45}{2,50} \times 202,50 = 166,05 \text{ kN}$$



PERENCANAAN TULANGAN GESER

- Tahap 2:

Kekuatan geser yang diberikan beton:

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{24} \times 0,35 \times 0,45 = 0,1285 \text{ MN} = 128,50 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 0,60 \times 128,50 = 77,100 \text{ Kn}$$

$$\frac{1}{2} \phi \cdot V_c = 38,55 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 0,75 \times 128,50 = 96,375 \text{ Kn}$$

$$\frac{1}{2} \phi \cdot V_c = 48,188 \text{ kN}$$

SNI-92	: $\phi = 0,60$
SNI-02/13	: $\phi = 0,75$

karena $V_u > \phi V_c$ maka diperlukan tulangan geser

PERENCANAAN TULANGAN GESER

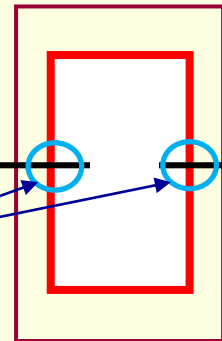
• Tahap 3:

Penulangan geser pada daerah yang perlu tulangan geser:
Kekuatan geser yang diberikan tulangan baja:

$$\phi V_s = V_u - \phi V_c = 166,05 - 77,10 = 88,95 \text{ kN} \quad \text{SNI-92}$$

$$\phi V_s = V_u - \phi V_c = 166,05 - 96,375 = 69,675 \text{ kN} \quad \text{SNI-02}$$

Dicoba $\phi = 10 \text{ mm}$ (Luas satu kaki = $78,5 \text{ mm}^2$)
Jadi $A_v = 2 \times 78,5 = 157 \text{ mm}^2$



Jarak spasi tulangan geser ($\alpha = 90^\circ$):

$$S = \frac{\phi \cdot A_v \cdot f_{yh} \cdot d}{\phi V_s} = \frac{0,6 \cdot 157 \cdot 275 \cdot 450}{88,95 \times 10^3} = 131 \text{ mm} \quad \text{--- dipakai } S = 125 \text{ mm}$$

$$S = \frac{\phi \cdot A_v \cdot f_{yh} \cdot d}{\phi V_s} = \frac{0,75 \cdot 157 \cdot 275 \cdot 450}{69,675 \times 10^3} = 209,136 \text{ mm} \quad \text{--- dipakai } S = 200 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan geser $\phi 10-125$ (SNI-92) atau $\phi 10-200$ (SNI-02)

PERENCANAAN TULANGAN GESER

Penulangan geser pada daerah yang cukup tulangan geser minimum:

Syarat tulangan geser minimum jika: $\frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c < V_u \leq \phi \cdot V_c$

$$\phi \cdot \left(\frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \right) = 0,60 \cdot \left(\frac{1}{3} \sqrt{24} \cdot 0,35 \cdot 0,45 \right) \times 1000 = 154,264 \text{ kN (SNI-92)}$$

$$\phi \cdot \left(\frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \right) = 0,75 \cdot \left(\frac{1}{3} \sqrt{24} \cdot 0,35 \cdot 0,45 \right) \times 1000 = 192,897 \text{ kN (SNI-02)}$$

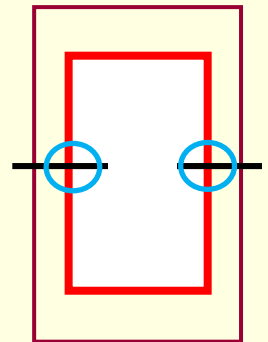
Karena $\phi V_s < \phi \cdot \left(\frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \right)$ maka:

$$S_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{450}{2} = 225 \text{ mm} \text{ -- dipakai } S = 200 \text{ mm}$$

$$A_v = \frac{b_w \cdot S}{3 \cdot f_y} = \frac{350 \cdot 200}{3 \cdot 275} = 85 \text{ mm}^2 \text{ (Luas total 2 kaki)}$$

Luas 1 kaki tulangan geser = $85/2 = 42,50 \text{ mm}^2$
----- dipakai $\phi_s = 10 \text{ mm}$ ($A_s = 78,5 \text{ mm}^2$)

Jadi dipakai tulangan geser $\phi 10-200$.



PERENCANAAN TULANGAN GESER

SNI-92:

Batasan daerah tulangan geser:

$$x1 = \frac{R_u - \phi V_c}{R_u} \cdot (0,5 \cdot L_n) = \frac{202,50 - 77,10}{202,50} \cdot 2500 = 1550 \text{ mm}$$

$$x2 = \frac{R_u - \frac{1}{2} \cdot \phi V_c}{R_u} \cdot (0,5 \cdot L_n) = \frac{202,50 - 38,55}{202,50} \cdot 2500 = 2000 \text{ mm}$$

Daerah perlu tulangan geser:

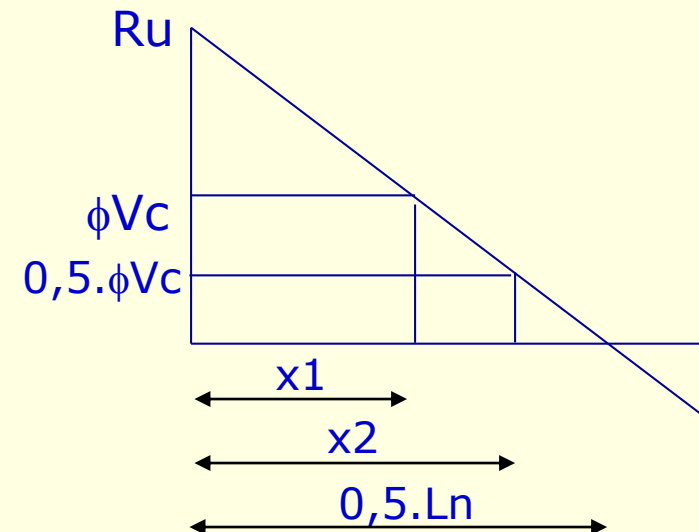
$$x1 = 1550 \text{ mm}$$

Daerah tulangan sengkang minimum:

$$x2 - x1 = 2000 - 1550 = 450 \text{ mm}$$

Daerah tidak perlu tulangan geser:

$$0,5 \cdot L_n - x2 = 2500 - 2000 = 500 \text{ mm}$$



PERENCANAAN TULANGAN GESER

SNI-02:

Batasan daerah tulangan geser:

$$x1 = \frac{Ru - \phi Vc}{Ru} \cdot (0,5 \cdot Ln) = \frac{202,50 - 96,375}{202,50} \cdot 2500 = 1310,185 \text{ mm}$$

$$x2 = \frac{Ru - \frac{1}{2} \cdot \phi Vc}{Ru} \cdot (0,5 \cdot Ln) = \frac{202,50 - 48,188}{202,50} \cdot 2500 = 1905,086 \text{ mm}$$

Daerah perlu tulangan geser:

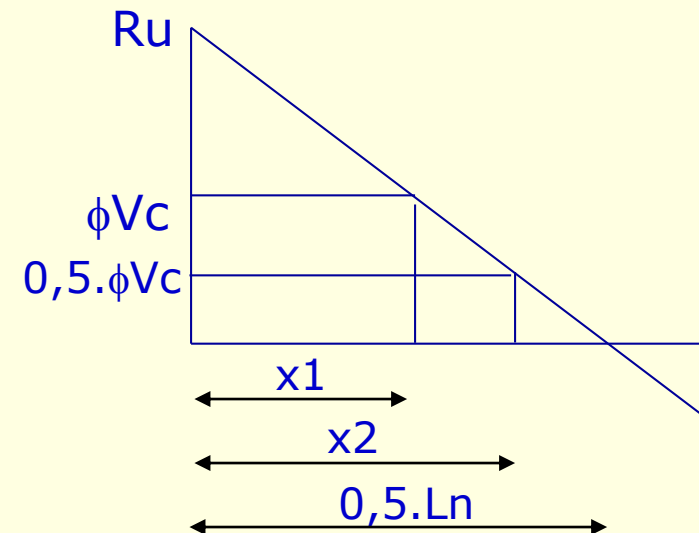
$$x1 = 1310 \text{ mm}$$

Daerah tulangan sengkang minimum:

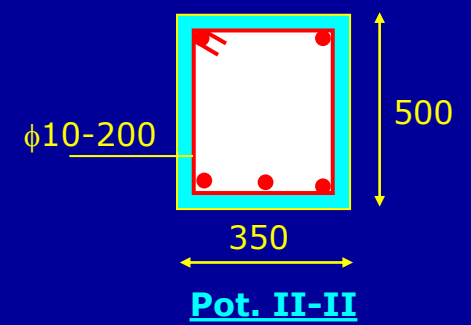
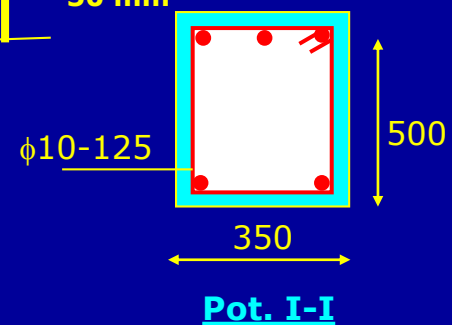
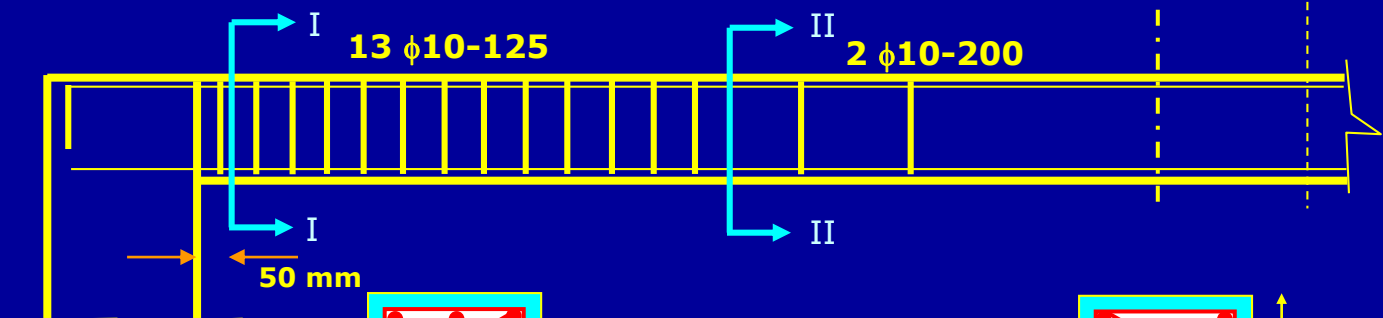
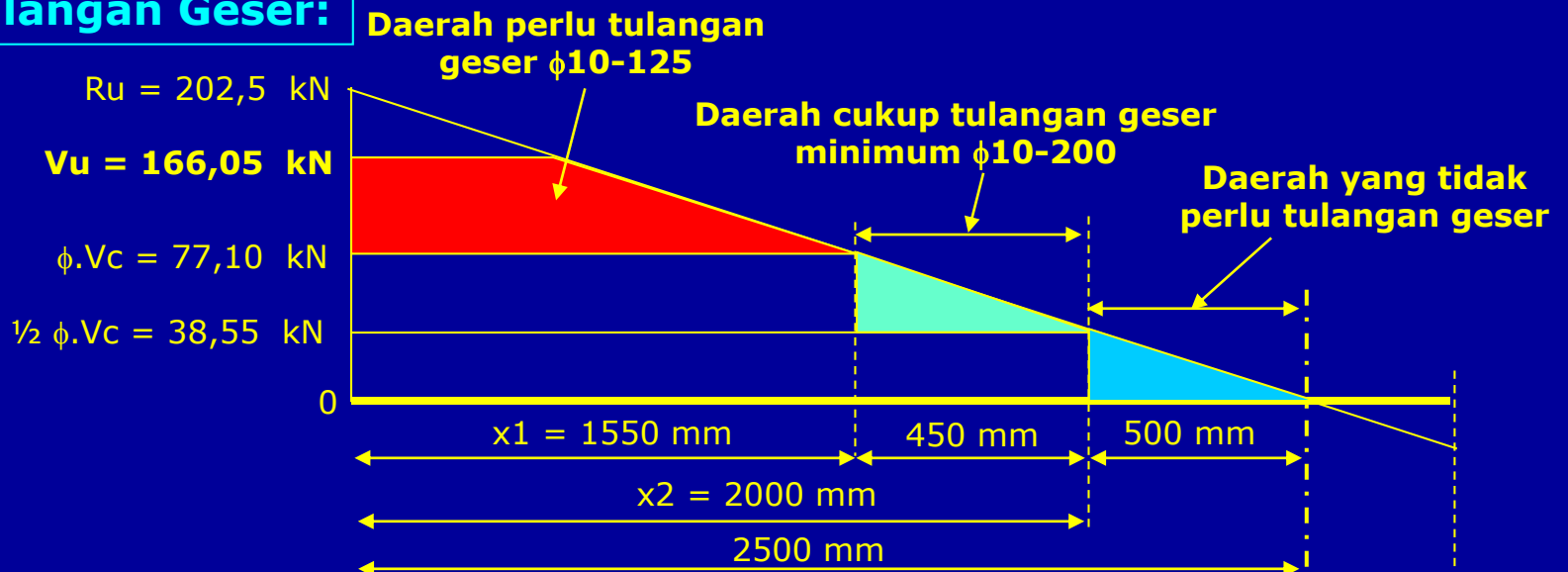
$$x2 - x1 = 1905 - 1310 = 595 \text{ mm}$$

Daerah tidak perlu tulangan geser:

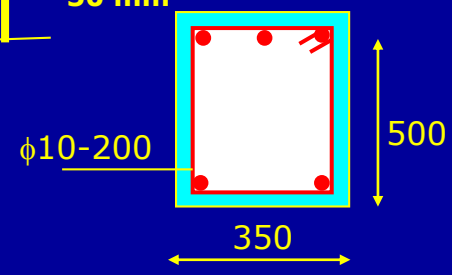
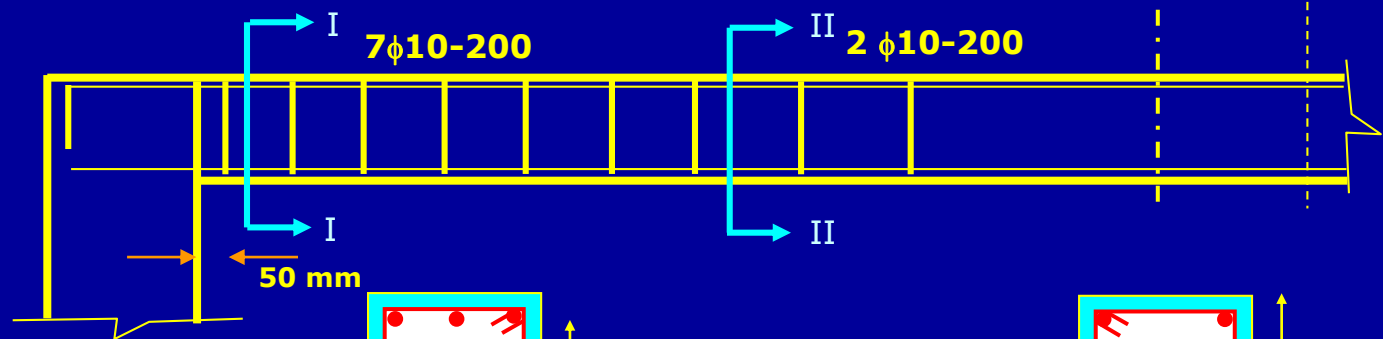
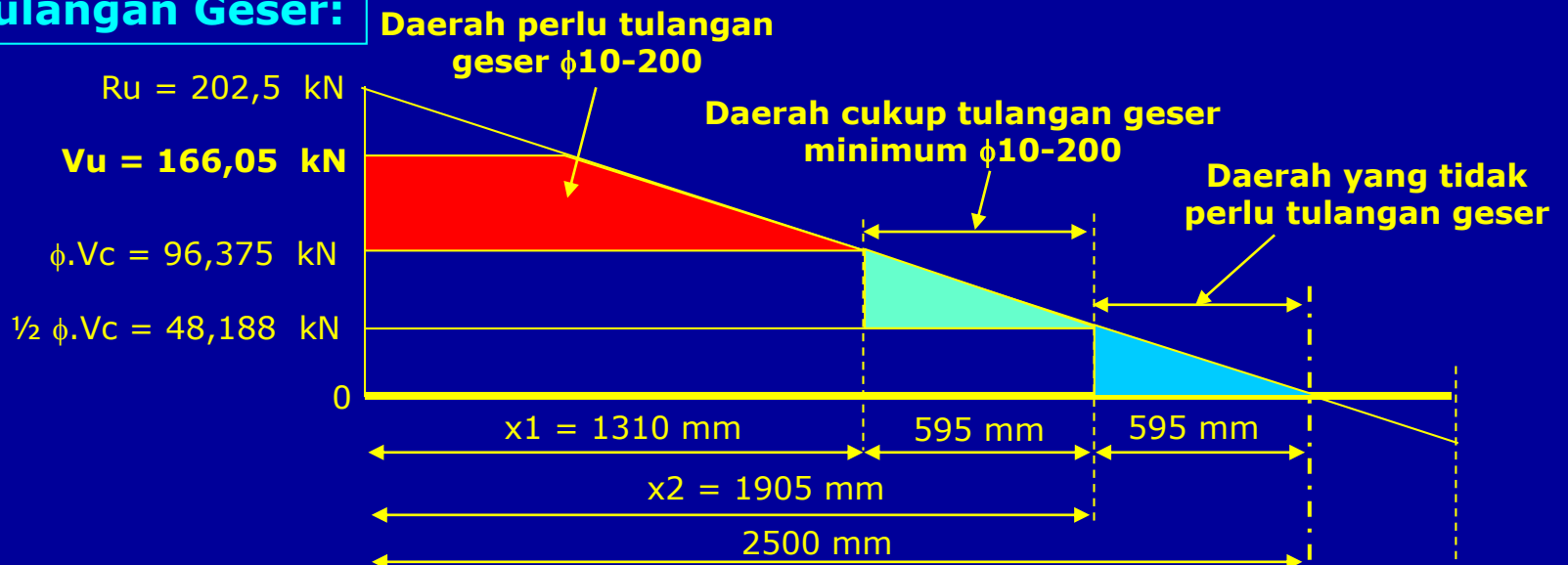
$$0,5 \cdot Ln - x2 = 2500 - 1905 = 595 \text{ mm}$$



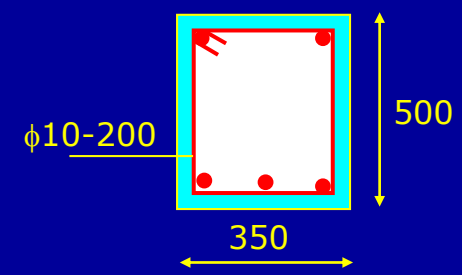
Tahap 4: SNI-92
Sketsa Tulangan Geser:



Tahap 4: SNI-02
Sketsa Tulangan Geser:



Pot. I-I



Pot. II-II

TULANGAN GESER



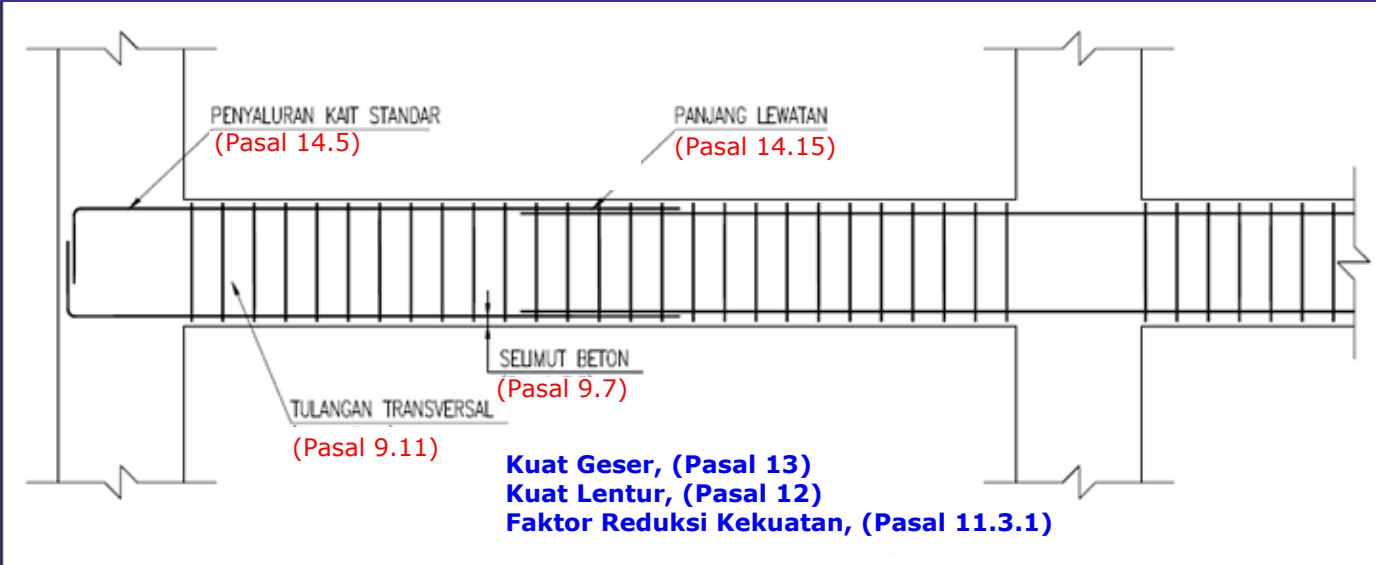
TULANGAN GESER



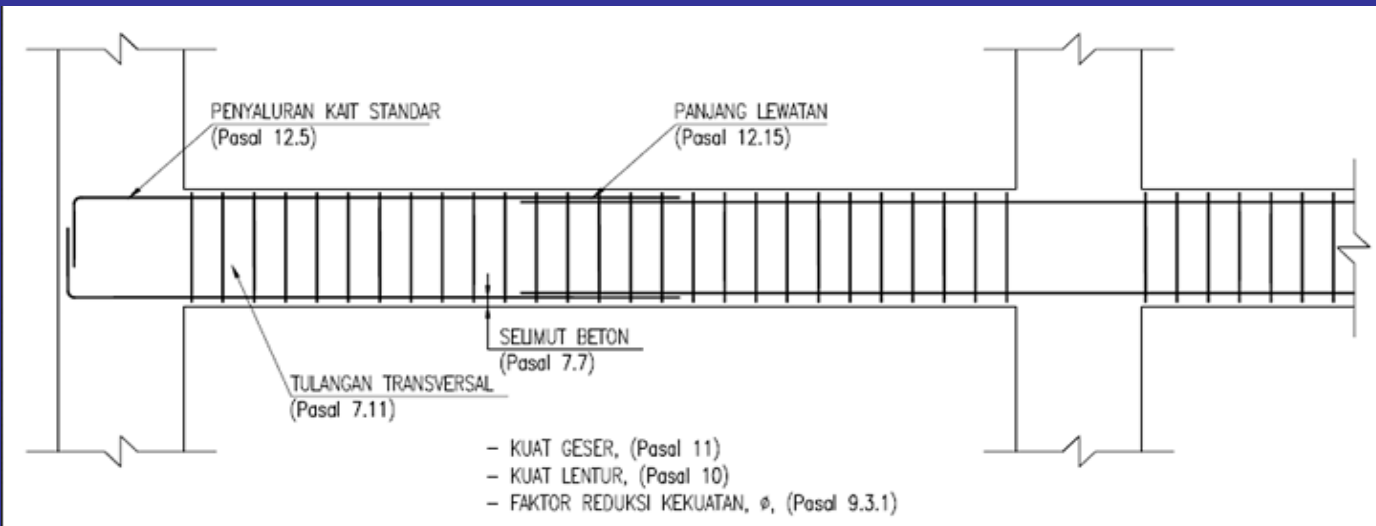
TULANGAN GESER



SNI UNTUK ELEMEN BALOK



SNI
03-2847:2002



SNI
2847:2013

SNI UNTUK ELEMEN KOLOM



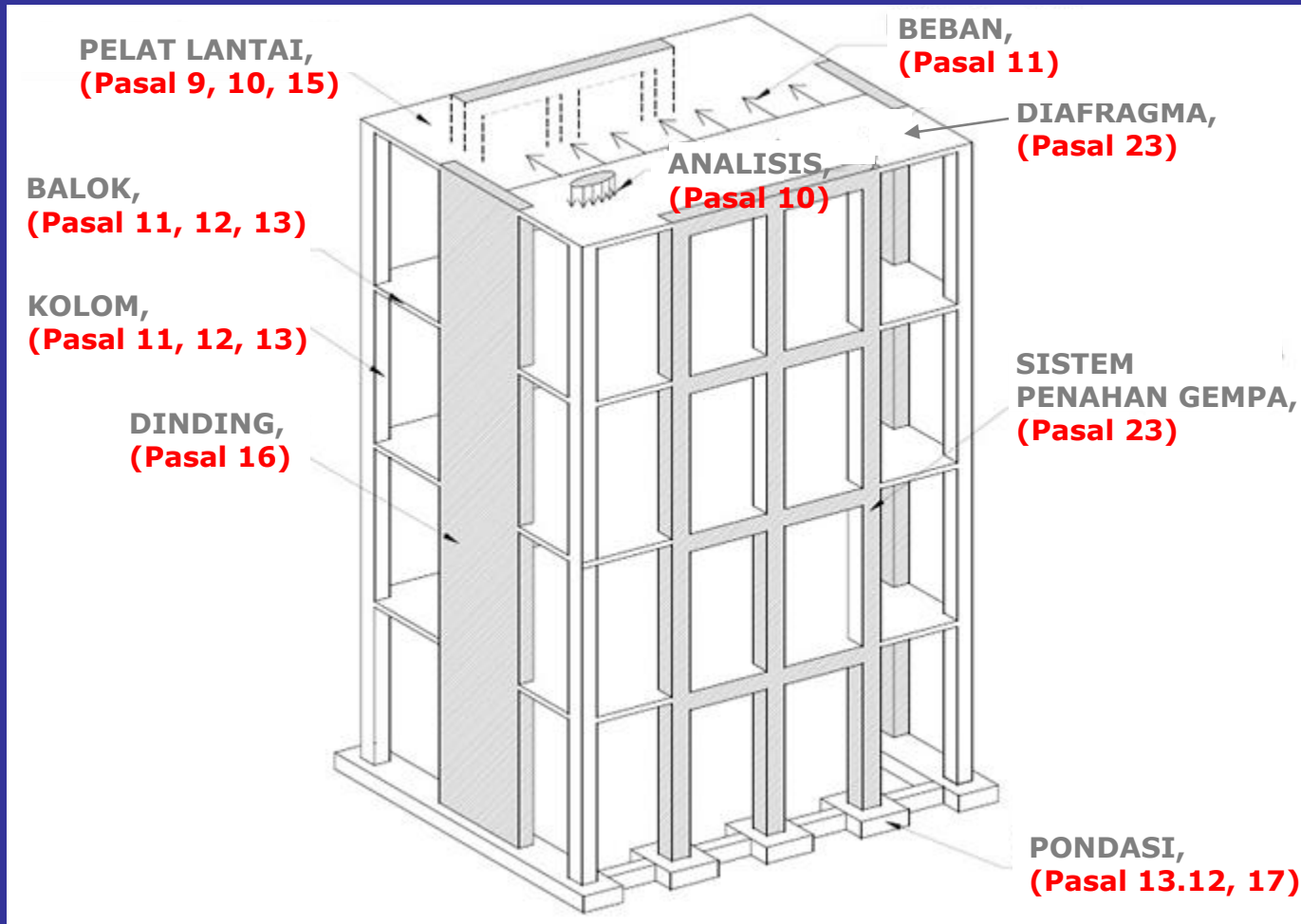
**SNI
03-2847:2002**



**SNI
2847:2013**

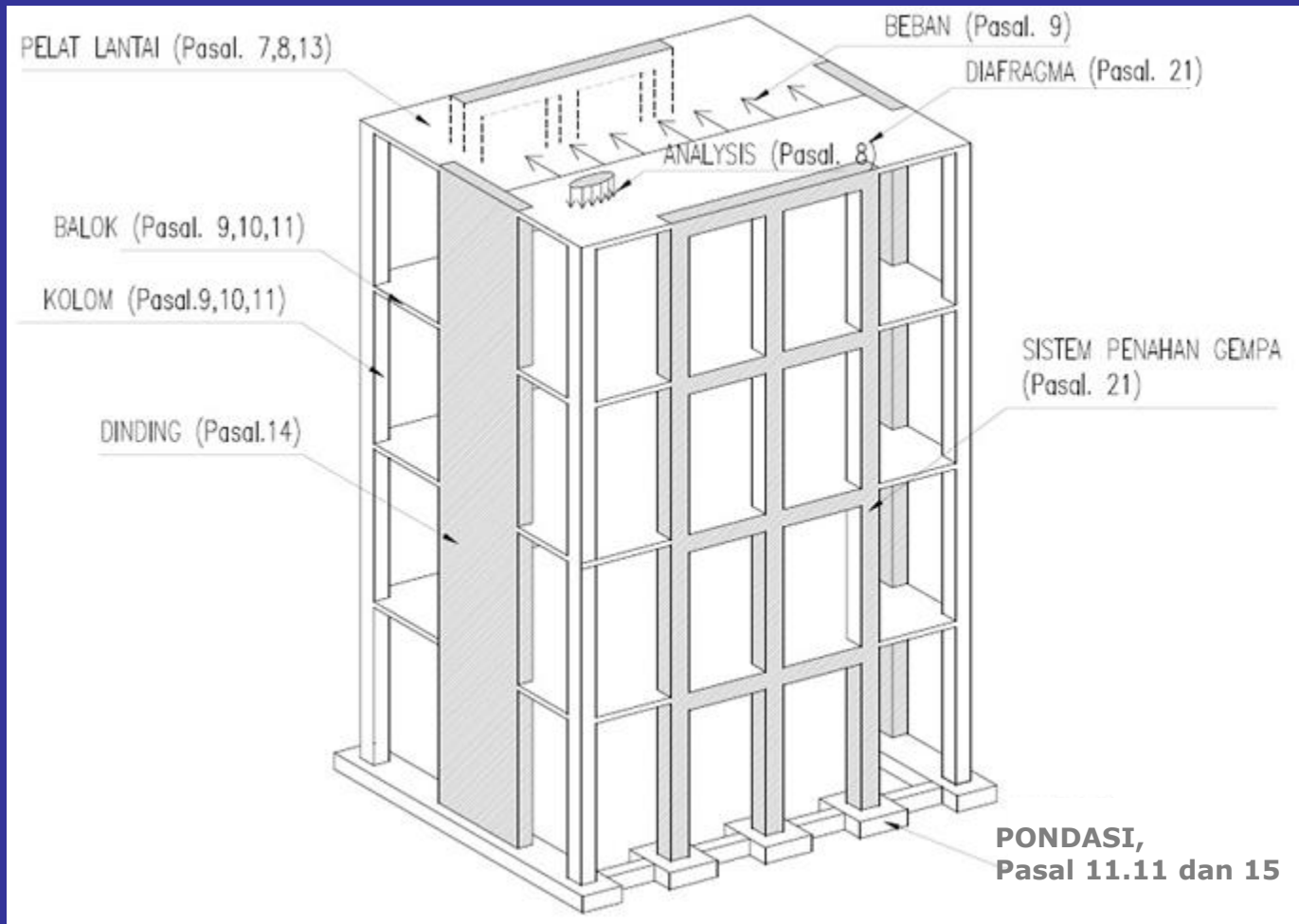
SNI UNTUK ELEMEN DAN SISTEM STRUKTUR

SNI 03-2847:2002



SNI UNTUK ELEMEN DAN SISTEM STRUKTUR

SNI 2847:2013



Umpan Balik Modul 6

Soal 1:

Sebuah balok pada struktur portal dengan panjang bentang bersih 5 m mempunyai hasil analisa gaya lintang seperti pada gambar dibawah ini, rencanakan dan gambarlah tulangan geser balok tersebut.

Data :

Nim Ganjil:

$f_{yh} = 350 \text{ MPa}$, $f_c' = 28 \text{ MPa}$., $bw = 30 \text{ cm}$, $d = 45 \text{ cm}$,
 $Nu = 2,50 \text{ ton (tekan)}$, dan $Nu=0$

Nim Genap:

$f_{yh} = 400 \text{ MPa}$, $f_c' = 35 \text{ MPa}$., $bw = 35 \text{ cm}$, $d = 50 \text{ cm}$,
 $Nu = 2,00 \text{ ton (tarik)}$, dan $Nu=0$

Umpan Balik Modul 6

