

# **MODUL - 1**

## **Material Beton Bertulang**

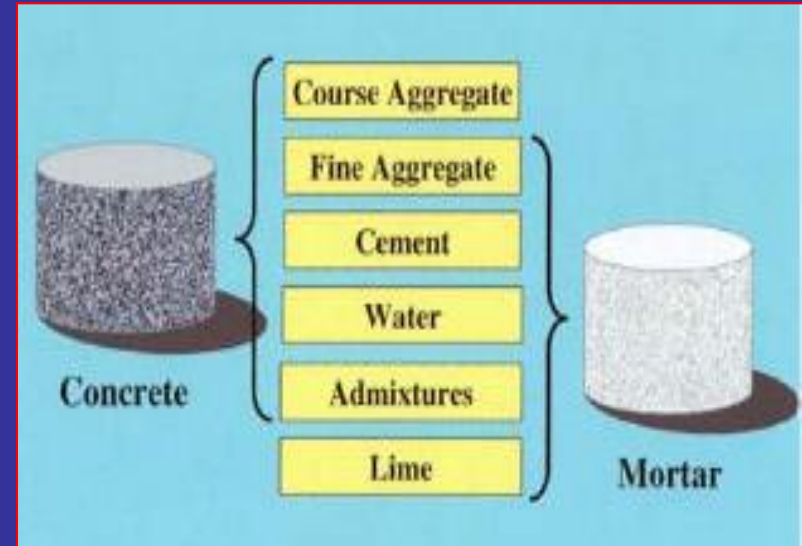
**Oleh**

**Ir. Darmansyah Tjitradi, ST., MT.**

### **CAPAIAN PEMBELAJARAN MATAKULIAH:**

- **Mahasiswa mampu memahami sifat mekanis dari Beton dan Baja Tulangan**
- **Mahasiswa mampu memahami persyaratan beton dan tulangan baja terhadap pengaruh lingkungan**
- **Mahasiswa mampu memahami prinsip dasar penempatan tulangan pada elemen struktur**

# Bahan-Bahan Campuran Beton



**Pasta ???**

**Mortar ???**

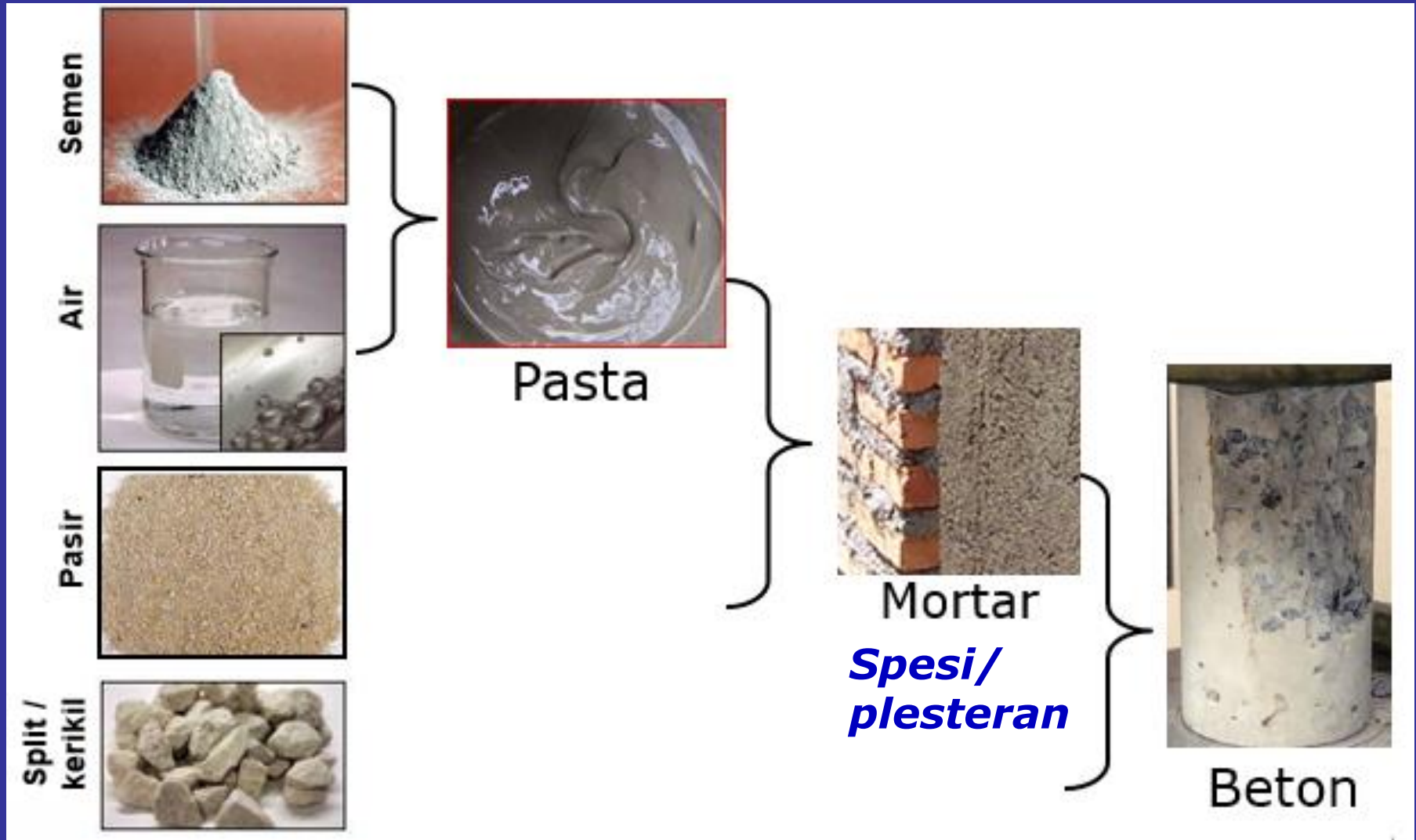
**Spesi ???**

**Plesteran ???**

**Beton ???**

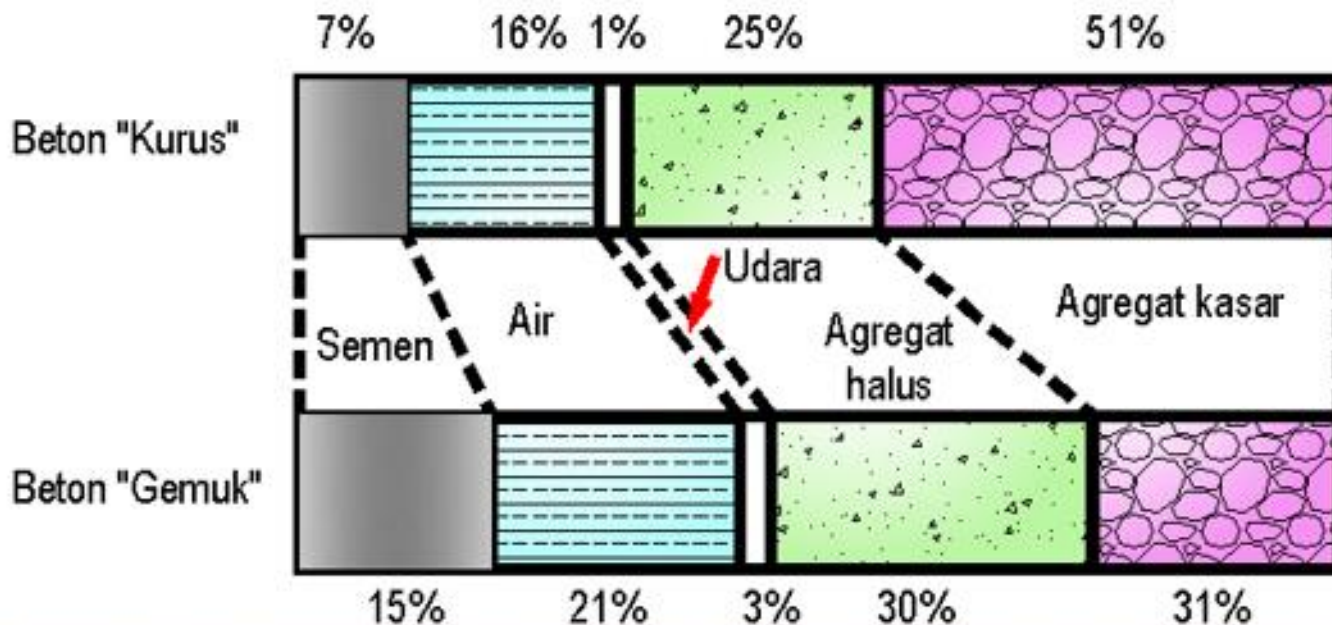


# KOMPOSISI PENYUSUN BETON



# KOMPOSISI PENYUSUN BETON

## PERSENTASE KOMPOSISI MATERIAL PENYUSUN BETON



**Beton yang baik:** setiap butir agregat seluruhnya terbungkus dengan mortal  
Ruang antar agregat harus terisi oleh mortal.  
Jadi: kualitas pasta atau mortal menentukan kualitas beton.

**Semen** adalah unsur kunci dalam beton, jumlahnya 7-15 % dari camp. Beton  
**Beton kurus/ lean concrete:** beton yang jumlah semennya sedikit (sampai 7%)  
**Beton Gemuk/ rich concrete:** beton dengan jumlah semen banyak (sampai 15%)

# Material Pembentuk Beton

## Agregat Kasar dan Agregat Halus



**Kasar  
(kerikil)**



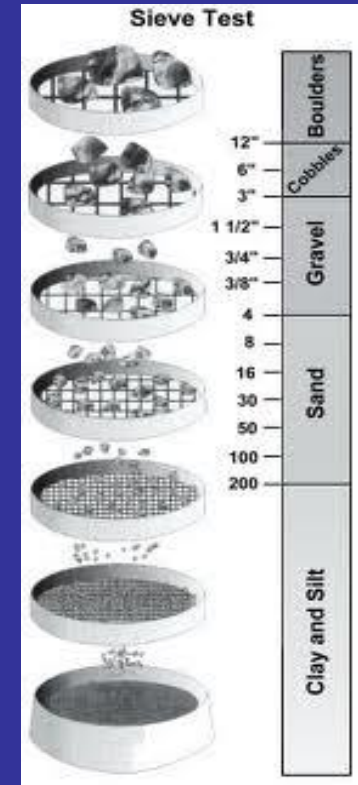
**Halus  
(pasir)**

# Material Pembentuk Beton

In development of construction of modern concrete, concrete is demanded to become high strength construction material at the same time having high performance . When pouring, is workable, low hydrate temperature ( low heat of hydration), dwindles is relative lowness at the time of drainage, good acceleration or good retardation, and easy to be pumped to high place, be some demands which must can be fulfilled high strength concrete and high performance.

To increase concrete performance, there is some ways which able to be done. Firstly, lessens concrete corrosion by the way of lessening number of water in informing against concrete. Second, adds mineral additive like silicafume, copper slog or fly ash Third, adds fiber when mixing concrete. Fourth, applies concrete with self compacting concrete. In concrete making, cements is one components that hardly determines the price of concrete. One of way of depressing the price of concrete is by lessening cements usage. but, to yield high strength concrete and high performance, number of cement lessened must be replaced with other additive matter metal industrial disposal like silicafume from industry silica and copper slag which is raffle at copper baking stove, or using fly ash from coal refinery.

# GRADASI AGREGAT



Batu → agregat yang mempunyai besar butiran  $> 40$  mm

Kerikil → agregat yang mempunyai besar butiran 4,8 mm – 40 mm

Pasir → agregat yang mempunyai besar butiran 0,15 mm – 4,8 mm

Debu (silt) → agregat yang mempunyai besar butiran  $< 0,15$  mm



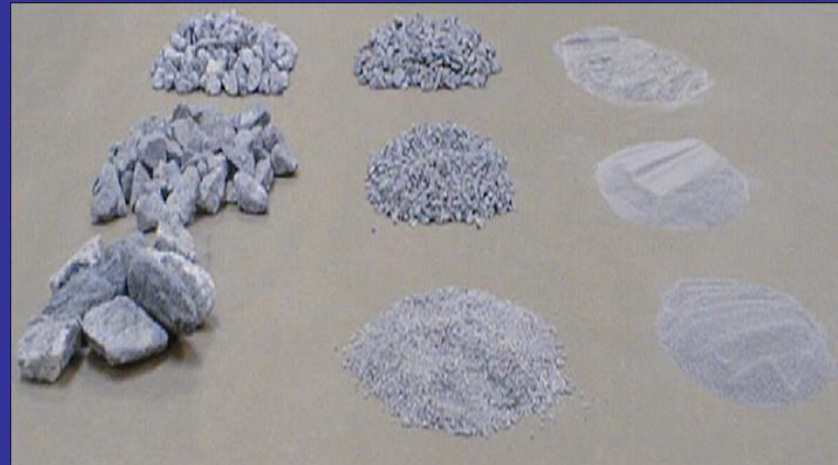
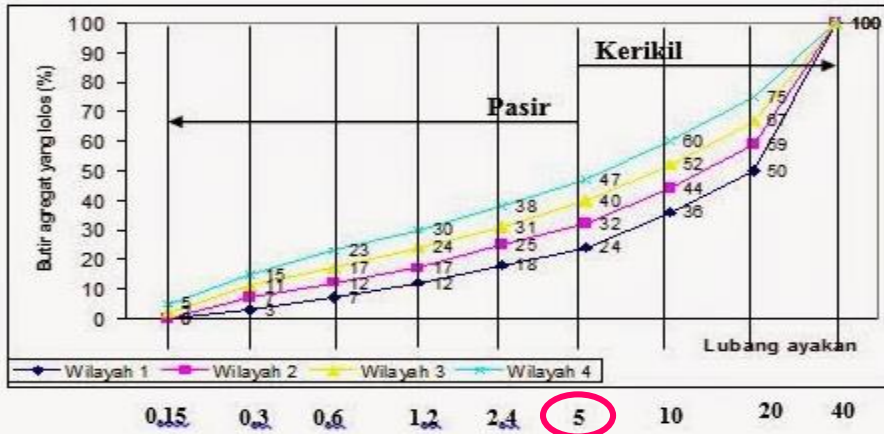
# GRADASI AGREGAT



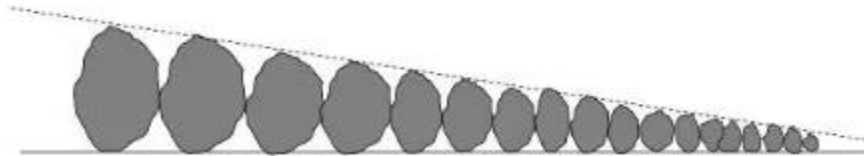
?????



# GRADASI AGREGAT

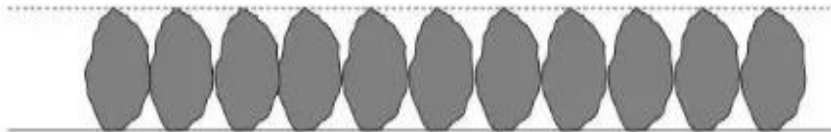


# GRADASI AGREGAT



Gambar : Agregat dengan gradasi baik

- Adalah agregat susunan butirnya dari butiran halus hingga kasar secara teratur.



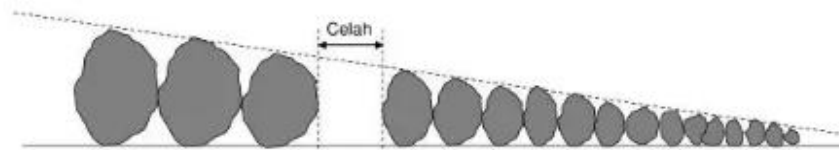
Gambar : Agregat dengan gradasi seragam (kasar)

- Agregat ini kurang baik digunakan untuk agregat beton, karena menghasilkan beton yang porous serta mudah mengalami proses segregasi (mudahnya agregat halus naik ke permukaan karena banyak rongga-rongga terbuka) dan menghasilkan kepadatan beton yang rendah.



Gambar : Agregat dengan gradasi seragam (halus)

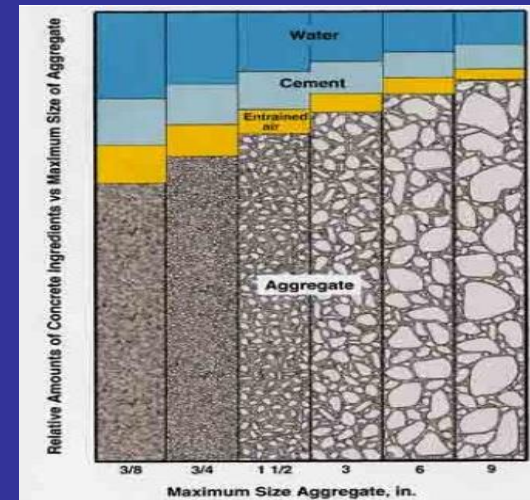
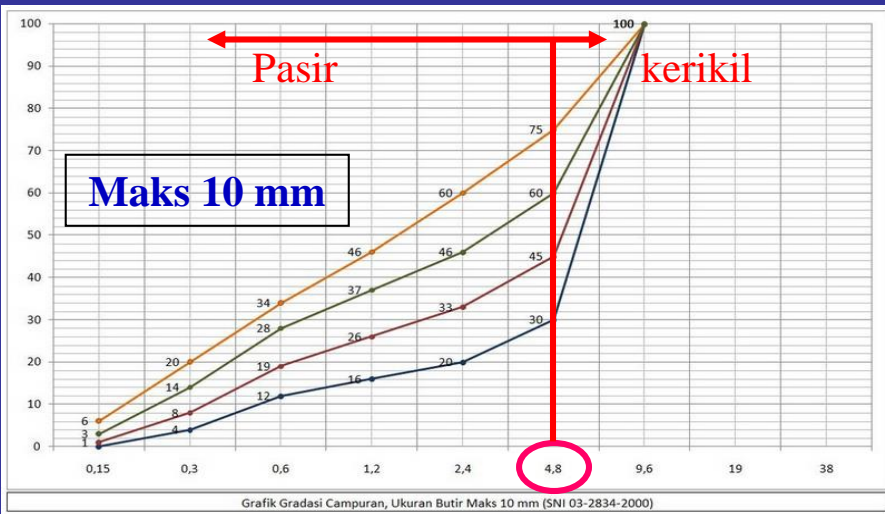
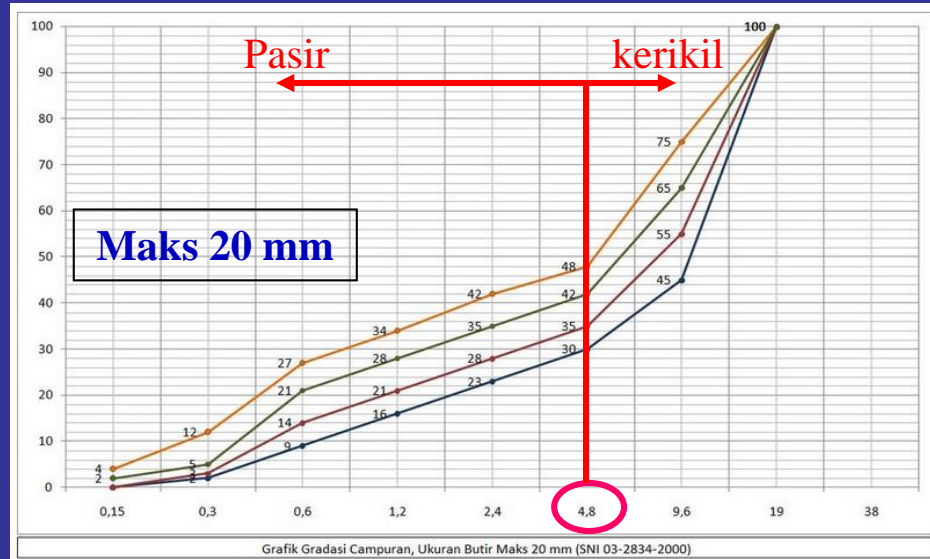
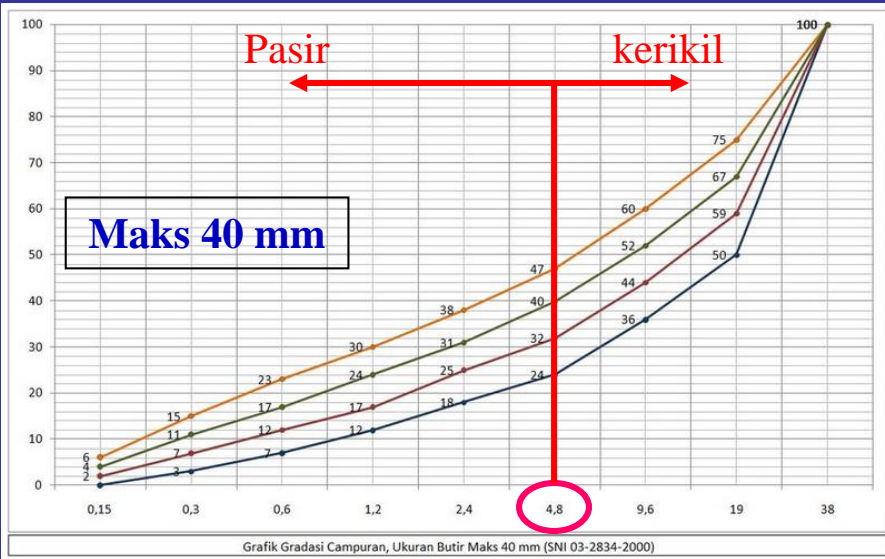
- Pengaruh agregat dengan susunan gradasi halus dan seragam hampir sama dengan butiran kasar. Selain itu, hal lain yang timbul adalah penyusutan lebih tinggi serta memerlukan kadar semen relatif tinggi untuk menutupi seluruh permukaannya.



Gambar : Agregat dengan gradasi celah

- Agregat bergradasi celah memiliki susunan butiran yang terputus. Agregat ini menghasilkan kualitas beton yang kurang baik karena kontribusi bahan pengikat tidak akan merata akibat sebagian pasta semen dan butiran agregat halus lainnya harus mengisi jumlah gradasi yang terputus tadi.

# GRADASI AGREGAT



# AGREGAT HALUS



Pengertian agregat halus adalah agregat yang semua butirnya menembus saringan :

- 4,80 mm (SII.0052-1980)
- 4,75 mm (ASTM C33,1982)
- 5.00 mm (BS.812,1976)

Penggolongan jenis agregat berdasarkan Specific Gravity :

- ringan*  
0,75 - 1,20 (750 - 1.200 kg/m<sup>3</sup>)
- normal*  
1,20 - 2,80 (1.200 - 2.800 kg/m<sup>3</sup>)
- berat*  
> 2,80 (2.800 kg/m<sup>3</sup>)

satuan Gs (Specific Gravity) umumnya dinyatakan dalam g/cm<sup>3</sup>



## Parameter Pemeriksaan Agregat Halus :

(SNI-03-2461-1991/2002; SII.0052.80; ASTM C-33)

### 1. Kadar Lumpur :

- maks. 3% berat kering (beton yang mengalami abrasi)
- maks. 5% berat kering (beton yang tidak mengalami abrasi)

### 2. Kandungan Bahan Organik :

- warna pembanding 1 & 2 → dapat digunakan tanpa dicuci
- warna pembanding 3 & 4 → harus dicuci dahulu
- warna pembanding 5 → tidak boleh digunakan

#### Pengujian Metoda Abrams-Harder :

- agregat halus (± 130 ml) direndam dengan larutan NaOH 3% (vol. total = 200 ml)
- dikocok selama 10 menit, lalu didiamkan selama 24 jam
- dibandingkan warnanya dengan warna palet pembanding



### 3. Modulus Halus (*Fineness Modulus*) :

= 1,5 - 3,8 [ASTM C-33 : 2,3 - 3,1]

variasi modulus halus agregat halus yang digunakan dalam satu campuran perencanaan beton (*desain mix*) tidak boleh lebih dari 7% [ASTM C-33 = 0,2]

### 4. Kekekalan (*Soundness*) :

- 5 siklus perendaman Natrium Sulfat ( $Na_2SO_4$ ) = maks 10% loss
- 5 siklus perendaman Magnesium Sulfat ( $MgSO_4$ ) = maks 15% loss

### 5. Indeks Kekerasan :

= 2,2 (*standar pasir kuarsa Bangka*)

### 6. Penyerapan Air (*Water Absorption*) :

= maks. 2% [BS maks 3%; ASTM maks 2,3%]

### 7. Hilang Pijar (*Loss on Ignition*) :

= maks. 5%

# AGREGAT KASAR

Penggolongan jenis agregat berdasarkan Specific Gravity :

ringan  
0,75 - 1,20 (750 - 1.200 kg/m<sup>3</sup>)

normal  
1,20 - 2,80 (1.200 - 2.800 kg/m<sup>3</sup>)

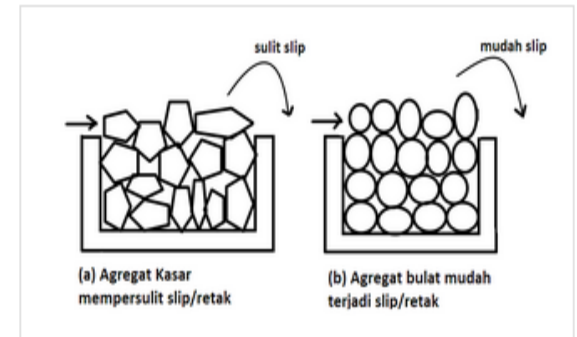
berat  
> 2,80 (2.800 kg/m<sup>3</sup>)

satuan Gs (Specific Gravity) umumnya dinyatakan dalam g/cm<sup>3</sup>

Pengertian agregat kasar adalah agregat yang semua butirnya tertahan saringan :

- 4,80 mm (SII.0052-1980)
- 4,75 mm (ASTM C33,1982)
- 5.00 mm (BS.812,1976)

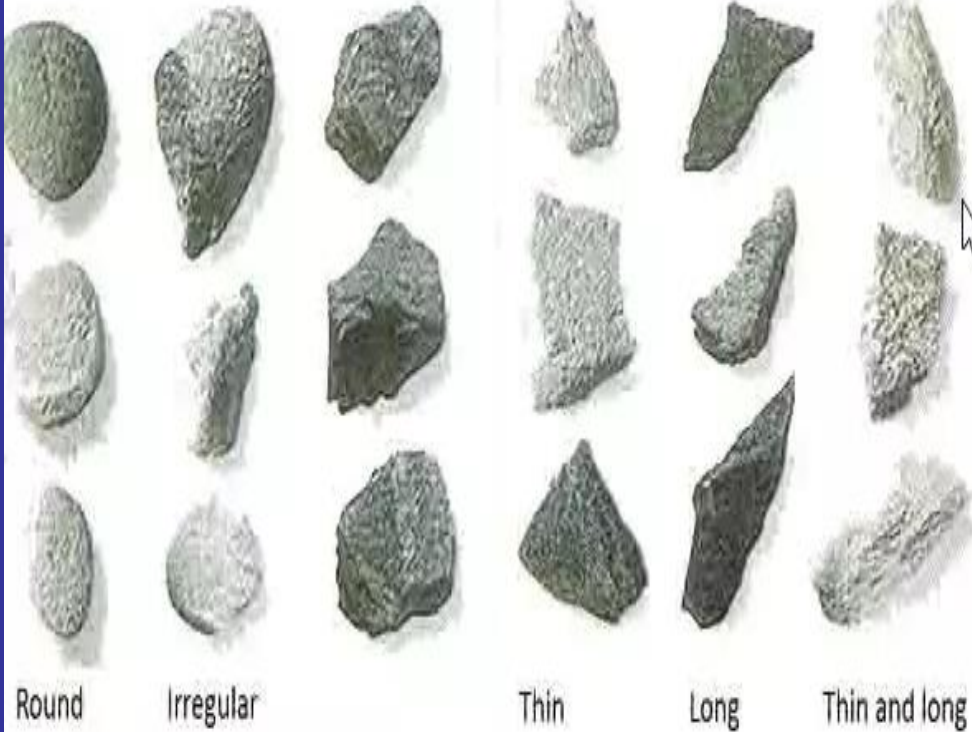
Agregat kasar yang baik untuk pengikatan dengan pasta dan mortar semen adalah yang bertekstur cukup kasar, bentuk bersudut banyak/kubikal, tidak pipih ataupun panjang



# AGREGAT FORM

Recommended

Not Recommended



# AGREGAT KASAR



## Parameter Pemeriksaan Agregat Kasar : (SNI-03-2461-1991/2002; SII.0052.80; ASTM C-33)

### 1. Kadar Lumpur :

= maks. 1% berat kering

### 2. Kandungan Bahan Organik :

- warna pembeding 1 & 2 → dapat digunakan tanpa dicuci
- warna pembeding 3 & 4 → harus dicuci dahulu
- warna pembeding 5 → tidak boleh digunakan

#### Pengujian Metoda Abrams-Harder :

- agregat halus ( $\pm 130$  ml) direndam dengan larutan NaOH 3% (vol. total = 200 ml)
- dikocok selama 10 menit, lalu didiamkan selama 24 jam
- dibandingkan warnanya dengan warna palet pembeding



### 3. Modulus Halus (Fineness Modulus) :

= 6,0 - 7,1

variasi modulus halus agregat halus yang digunakan dalam satu campuran perencanaan beton (desain mix) tidak boleh lebih dari 7% [ASTM C-33 = 0,2]

### 4. Kekekalan (Soundness) :

- 5 siklus perendaman Natrium Sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) = maks 12% loss
- 5 siklus perendaman Magnesium Sulfat ( $\text{MgSO}_4$ ) = maks 18% loss

### 5. Penyerapan Air (Water Absorption) :

= maks. 3% [BS maks 3%; ASTM maks 2%]

### 6. Kekerasan (Hardness) - dengan bejana Rudeloff, beban 20 ton :

#### 6a. bagian yang hancur < 2 mm untuk fraksi 9,5 mm - 19 mm :

- beton mutu rendah ( $\leq 20$  MPa) = maks. 32%
- beton mutu sedang (21 - 40 MPa) = maks. 24%
- beton mutu tinggi ( $> 40$  MPa) = maks. 16%

#### 6b. bagian yang hancur < 2 mm untuk fraksi 19 mm - 30 mm :

- beton mutu rendah ( $\leq 20$  MPa) = maks. 30%
- beton mutu sedang (21 - 40 MPa) = maks. 22%
- beton mutu tinggi ( $> 40$  MPa) = maks. 14%

### 7. Keausan (Abration) - dengan alat Los Angeles, 500 putaran,

bagian yang hancur < 1,7 mm :

- beton mutu rendah ( $\leq 20$  MPa) = maks. 50%
- beton mutu sedang (21 - 40 MPa) = maks. 40%
- beton mutu tinggi ( $> 40$  MPa) = maks. 27%

catatan : % keausan 100 putaran  $\leq$  20% keausan 500 putaran

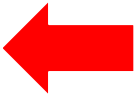
### 8. Agregat Pipih + Agregat Panjang :

= maks. total 20%

pipih = (tebal)/(lebar)  $< 1/3$  atau ukuran terkecil  $< 3/5$  ukuran rata-rata

panjang = (lebar)/(panjang)  $< 1/3$  atau ukuran terbesar  $> 9/5$  ukuran rata-rata

ukuran rata-rata = [(uk. saringan lolos) + (uk. saringan tertahan)] / 2

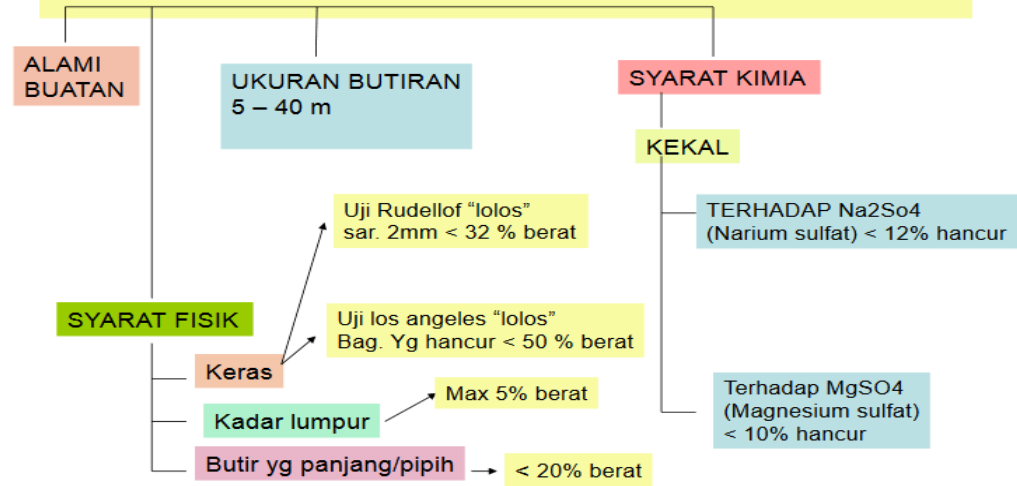


# Syarat Material Pembentuk Beton

## AGREGAT HALUS



## AGREGAT KASAR





# Bahan-Bahan Campuran Beton



semen



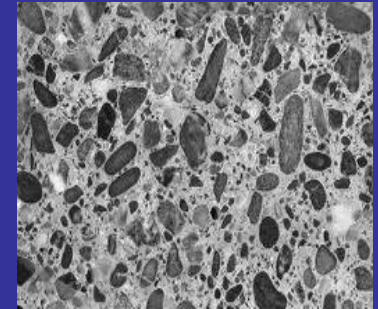
agregat kasar (kerikil)



agregat halus (pasir)



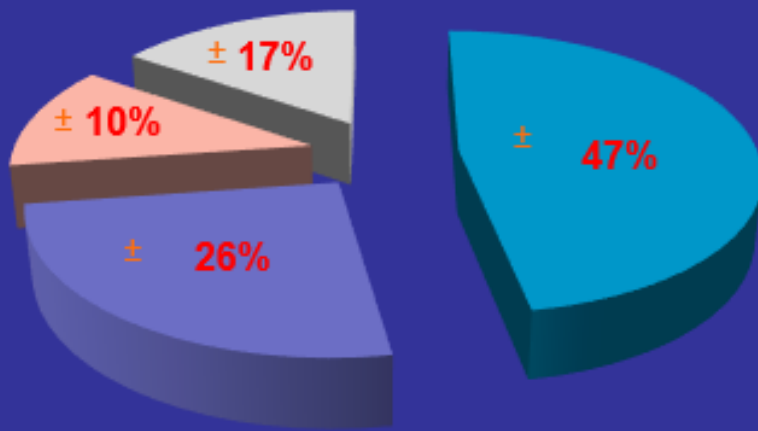
air



# KOMPOSISI PENYUSUN BETON

## Perbandingan Volume

■ Kerikil ■ Pasir ■ Semen ■ Air



- ✓ 11% – Semen
- ✓ 41% – Batu koral – Agregat (split)
- ✓ 26% – Pasir kasar
- ✓ 16% – Air



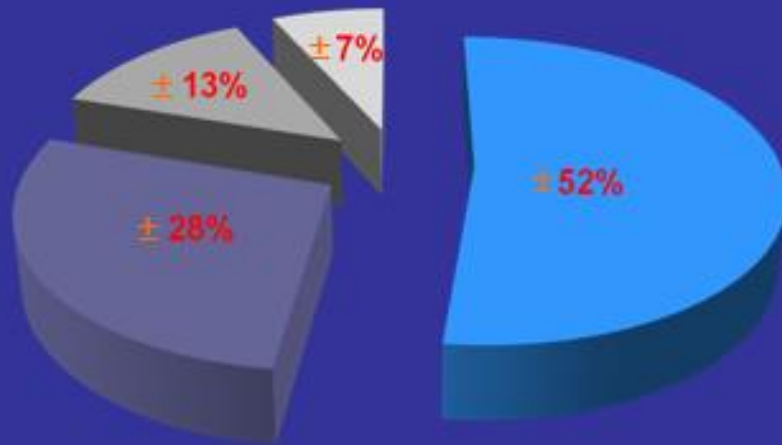
**1 Zak Semen 40 kg**  
**4 Tong Pasir Cor**  
**3 Tong Batu Koral**  
**1,5 Tong Air**

Pedoman Beton 1989, perbandingan volume di atas hanya boleh dilakukan untuk beton mutu kurang dari 10 MPa atau beton K100, dengan nilai slam (slump) tidak lebih dari 10 cm.

# KOMPOSISI PENYUSUN BETON

## Perbandingan Berat

■ Kerikil ■ Pasir ■ Semen ■ Air



No	URAIAN	TABEL, KURVA, PERHITUNGAN	NILAI	KETERANGAN
1	Kuat tekan karakteristik ( $f_{cu}$ ) ( $kg/cm^2$ )	Ditentukan	300 $kg/cm^2$	umur 28 hari dengan cacat 5% benda uji 200 buah, K-1,64
2	Deviasi Standar rencana ( $kg/cm^2$ )	Diperkirakan	60 $kg/cm^2$	
3	Nilai tambahan (margin) ( $kg/cm^2$ )	$1.64 \times (2)$	100 $kg/cm^2$	$M = 1.64 \times Sr$ $= 1.64 \times 60 = 98.4$ $kg/cm^2$ $\approx 100$ $kg/cm^2$ $\sigma_{cu} - \sigma_{cu} = M$
4	Kuat tekan rata-rata ( $\sigma_{cu}$ )	$(1) + (3)$	400 $kg/cm^2$	
5	Jenis/tipe semen	Ditentukan	Tipe 1 (sem)	
6	a. Tipe agregat halus b. Tipe agregat kasar	Non bt. Pecah / bt. Pecah Non bt. Pecah / bt. Pecah	- Pasir-Air - Batu-Pecah	
7	Faktor air semen bebas	Tabel 4.1, Gambar 4.1	0.584	
8	Slump beton (mm)/VeBe(dik)	Ditentukan	75 - 100mm	
9	Besar butir agregat maks. (mm)	Ditentukan	20 mm	
10	Jumlah air pengaduk (liter/ $m^3$ )	Tabel 4.2	225 liter/ $m^3$	
11	Jumlah semen ( $kg/m^3$ )	$(10) / (7)$	385.417 $kg/m^3$	
12	Jumlah butir agregat halus (%)	Zona ..... (BS)	Zona 2	
13	Agregat halus : Agregat kasar	Gambar 4.3a, b, c	45% : 55 %	Perhitungan (9) dan (12)
14	Berat jenis agregat gabungannya	Data lab. X (13)	2.6004 $Kg/m^3$	B.J SSD agregat gab. 45% x 2.585 + 55% x 2.613
15	Berat volume beton segar ( $kg/m^3$ )	Gambar 4.2	2325 $kg/m^3$	Perhitungan (6) dan (10)
16	Berat agregat gabungannya ( $kg/m^3$ )	$(15) - (10) - (11)$	1714.583 $kg/m^3$	$2325 - 225 - 385.417 = 1714.583$
17	Berat agregat halus ( $kg/m^3$ )	$(16) \times$ % agregat halus	771.562 $kg/m^3$	$45\% \times 1714.583$
18	Berat agregat kasar ( $kg/m^3$ )	$(16) - (17)$	943.021 $kg/m^3$	$55\% \times 1714.583$
Proporsi campuran untuk lnf beton segar, agregat dalam kondisi SSD adalah :				
19	Semen ( $kg$ )	(11)	385.417 $kg$	
20	Air ( $kg$ )	(10)	225 $kg$	
21	Agregat halus ( $kg$ )	(17)	771.562 $kg$	
22	Agregat kasar ( $kg$ )	(18)	943.021 $kg$	
23	Penyerapan air SSD agregat halus (%)	Data lab	3.39 %	
24	Kadar air lapangan agregat halus (%)	Data lab	1.06 %	
25	Penyerapan air SSD agregat kasar (%)	Data lab	4.44 %	
26	Kadar air lapangan agregat kasar (%)	Data lab	2.5 %	
Koreksi kadar air lapangan adalah :				
27	Agregat halus ( $kg$ )	$(21) \times \{ (24) - (23) \}$	17.977 $kg$	$771.562(1.06 - 3.39)\% = 17.977$
28	Agregat kasar ( $kg$ )	$(22) \times \{ (26) - (25) \}$	18.245 $kg$	$943.021(2.5 - 4.44) = 18.245$
29	Air ( $kg$ )	$(27) + (28)$	36.222 $kg$	$41.41 - 26.91 = 14.49$
Proporsi campuran untuk lnf beton segar, setelah dikoreksi kadar air lapangan agregat adalah :				
30	Semen ( $kg$ )	(19)	385.417 $kg$	
31	Air ( $kg$ )	$(10) + (29)$	261.272 $kg$	$225 + 36.272 = 261.49$
32	Agregat halus ( $kg$ )	$(21) - (27)$	753.585 $kg$	$771.562 - 17.977 = 753.585$
33	Agregat kasar ( $kg$ )	$(22) - (28)$	924.776 $kg$	$943.021 - 18.245 = 924.776$

# KOMPOSISI CAMPURAN BETON

tabel komposisi berat semen, pasir, dan kerikil, serta volume air yang dibutuhkan untuk membuat 1 m<sup>3</sup> beton dengan mutu tertentu.

Mutu Beton	Semen (kg)	Pasir (kg)	Kerikil (kg)	Air (liter)	w/c ratio
7.4 MPa (K 100)	247	869	999	215	0.87
9.8 MPa (K 125)	276	828	1012	215	0.78
12.2 MPa (K 150)	299	799	1017	215	0.72
14.5 MPa (K 175)	326	760	1029	215	0.66
16.9 MPa (K 200)	352	731	1031	215	0.61
19.3 MPa (K 225)	371	698	1047	215	0.58
21.7 MPa (K 250)	384	692	1039	215	0.56
24.0 MPa (K 275)	406	684	1026	215	0.53
26.4 MPa (K 300)	413	681	1021	215	0.52
28.8 MPa (K 325)	439	670	1006	215	0.49
31.2 MPa (K 350)	448	667	1000	215	0.48

Referensi tabel :

SNI DT – 91- 0008 – 2007 Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton, oleh Dept Pekerjaan Umum.

$$\text{Mutu Beton (MPa)} = 0,147 \cdot \text{Semen (kg)} - 0,015 \cdot \text{Pasir (kg)} - 0,037 \cdot \text{Kerikil (kg)} + 24 \cdot \text{fas}$$

*Referensi: usulan analisis prediksi mutu beton oleh Darmansyah T., 2016*

# KOMPOSISI CAMPURAN BETON

Mutu Beton		Bahan / m <sup>3</sup> beton			
K	f' <sub>c</sub>	Air (liter)	PCI (Kg)	Pasir (Kg)	Kerikil (Kg)
175	145	190	274	784	1152
225	185	190	298	755	1157
300	250	190	336	721	1153
350	290	190	362	664	1164
450	375	190	415	637	1158
500	415	190	434	622	1154

\* Diambil dari [www.semengresik.com](http://www.semengresik.com)

\* Semen Gresik OPC

\* Agregat dalam kondisi SSD dengan ukuran maks. 40 mm

\* Proporsi tersebut mempunyai toleransi + 5 %

Setelah membuat mix design, trial mix dalam volume yang kecil (misalnya 0.1 atau 0.05 m<sup>3</sup>) akan dibuat untuk memastikan mix design tersebut telah sesuai. Trial mix ini harus diuji dari segi:

- Kuat Tekan
- Slump
- Sifat-sifat lain yang sesuai spesifikasi

# KOMPOSISI CAMPURAN BETON

**Campuran 1 PC : 1½ Pasir : 2½ Krkl**

→ Beton struktur kedap air,

**Campuran 1 PC : 2 Pasir : 3 Krkl**

→ Beton struktur secara umum,

**Campuran 1 PC : 2 Pasir : 4 Krkl**

→ Beton non-struktur untuk Lantai,  
mis. Pabrik, Bengkel, Gudang

**Campuran 1 PC : 3 Pasir : 5 Krkl**

→ Beton non-struktur untuk Lantai,  
mis. Rabat, Saluran.



Hasil beton yang bagus  
(Kompak)



Hasil beton yang tidak bagus  
(Tidak kompak)

# KOMPOSISI CAMPURAN BETON

**Komposisi Ratio  
semen:pasir:batu split  
1:2:3**



**1 semen**



**2 Pasir**



**3 Batu Split**



**BETON**

**1 semen + 2 pasir + 3 Kerikil**



1 Semen

2 Pasir

3 Kerikil

1/2 Air

Petunjuk Praktis Penggunaan :

BAHAN	BETON		PASANGAN DAN PLESTERAN		ACIAN	
	1	2	1	2	1	2
SEMEN	1		1		1	
PASIR	2		6			
SPLIT	3					
<b>KETERANGAN</b>						
1. Menggunakan air bersih dengan pH normal secukupnya		✓		✓		✓
2. Pasir tidak mengandung lumpur		✓		✓		
3. Tebal plesteran / acian				1 - 3 cm		3 mm

Example: **too much water**



**good**





# PENCAMPURAN BETON

## Mengaduk beton

Molen kapasitas 300 liter dengan 50 – 60 putaran per menit

Urutan pemasukan material ke dalam bowl Molen:

- Air secukupnya 10 % - 50%
- Agregat kasar 100%
- Agregat halus 100 %
- Semen 100%
- Sisa air (sesuai dengan koreksi yang ada)



Mesin Molen Beton 350 Liter 50 KG 1 sak semen

# Semen Portland



+

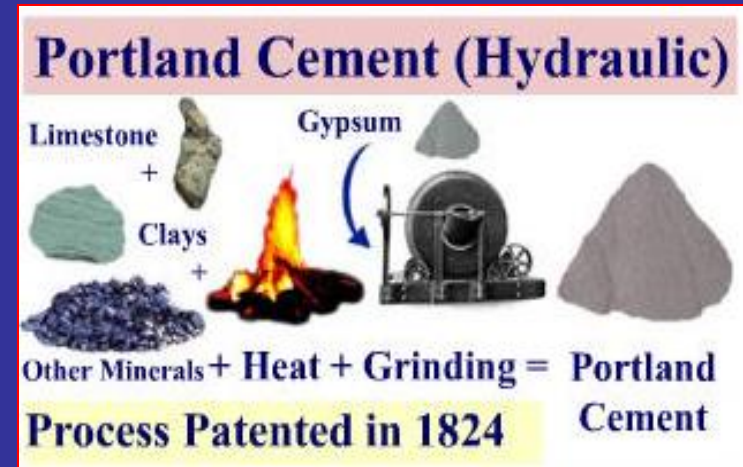


=



Semen portland ini merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan jalan menghaluskan terak yang mengandung senyawa-senyawa **kalsium silikat** dan biasanya juga mengandung satu atau lebih senyawa-senyawa **kalsium sulphat** yang ditambahkan pada penggilingan akhir.

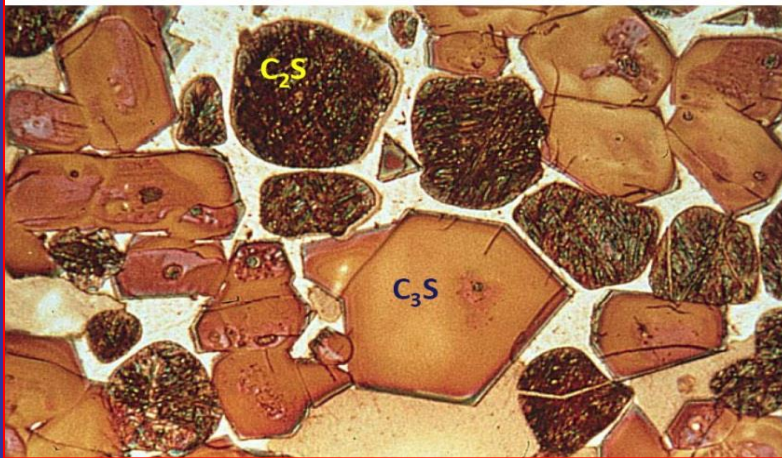
Semen portland adalah semen yang diperoleh dengan menghaluskan terak yang terutama terdiri dari **silikat-silikat, kalsium** yang bersifat hidrolis bersama bahan tambahan biasanya **gypsum**.



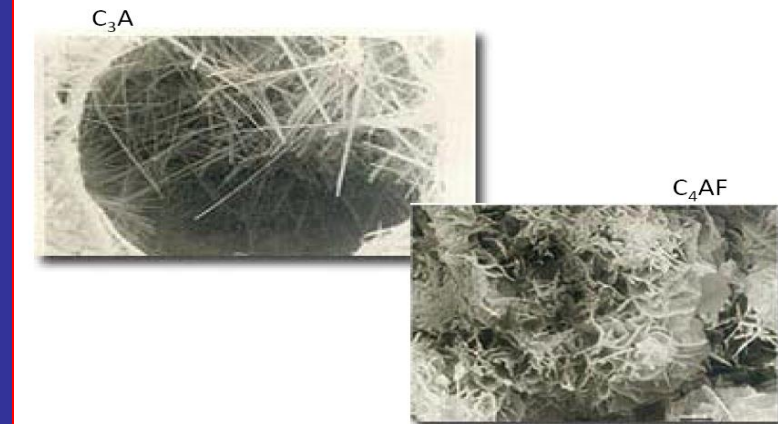
# Komposisi Semen Portland

Chemical formula	Name	Shorthand	Weight %
$(\text{CaO})_2 \text{SiO}_2$	Dicalcium Silicate	$\text{C}_2\text{S}$	25
$(\text{CaO})_3 \text{SiO}_2$	Tricalcium Silicate	$\text{C}_3\text{S}$	50
$(\text{CaO})_3 \text{Al}_2\text{O}_3$	Tricalcium Aluminate	$\text{C}_3\text{A}$	12
$(\text{CaO})_4 \text{Al}_2\text{O}_3 \text{Fe}_2\text{O}_3$	Tetracalcium Aluminoferrite	$\text{C}_4\text{AF}$	8
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Calcium sulphate dehydrate (gypsum)	$\text{C}\bar{\text{S}}\text{H}_2$	3.5

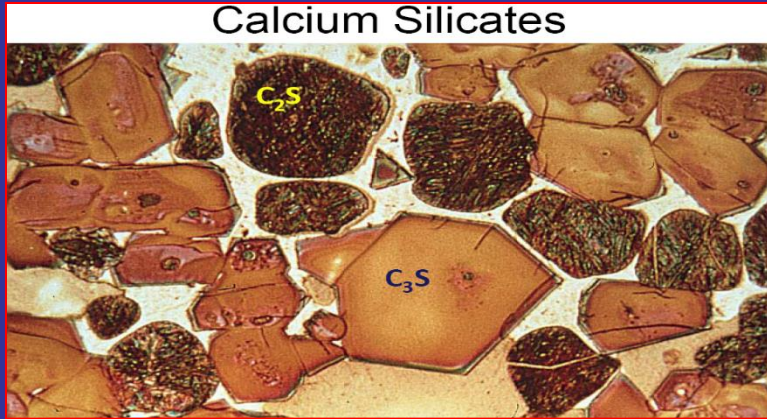
Calcium Silicates



The Aluminates



# PROSES TERJADINYA BETON



**Semen (CS)**

+

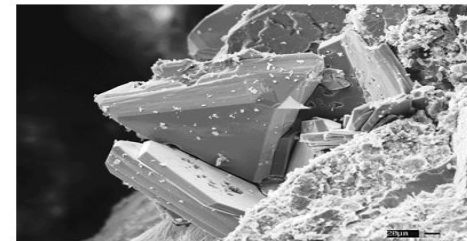


**Air ( $H_2O$ )**



+

**CALCIUM HYDROXIDE**  
**Ca(OH)<sub>2</sub> or 'CH'**



# Material Pembentuk Beton

## Semen Portland (OPC)

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis (mengeras bila bersentuhan dengan air) dengan gips sebagai bahan tambah.



# Material Pembentuk Beton

## Semen Pozoland



Portland Composite Cement (PCC)

Semen Portland Pozolan (SPP) /  
Portland Pozoland Cement (PPC)

# KORELASI KUAT TEKAN TERHADAP UMUR BETON MENGGUNAKAN SEMEN YANG BEREDAR DI PASARAN

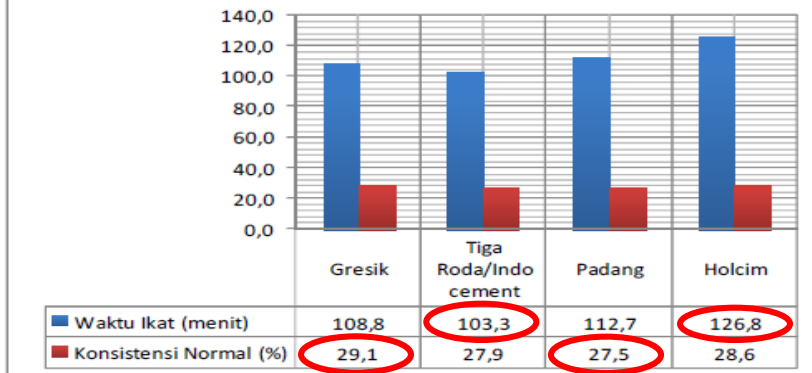
Yulita Arni Priastiw<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro; Jl. Prof Sudarto, Tembalang ;Telp. 024-7474770.  
Email: [yulita\\_tiw@gmail.com](mailto:yulita_tiw@gmail.com)

MUTU NORMAL ( 25 MPa)	Kekuatan Tekan Beton (%)						
Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	56	90
PBI 1971 - PC Biasa	40.0	65.0	88.0	95.0	100.0	112.4	120.0
Semen Gresik	61.4	67.9	94.9	98.1	100.0	108.4	141.4
Semen Holcim	37.9	65.0	80.4	98.6	100.0	108.2	120.7
Semen Tiga Roda/Indocement	66.7	81.8	86.7	91.3	100.0	133.0	136.4
Semen Padang	47.9	59.7	81.4	91.4	100.0	109.7	118.6

MUTU TINGGI ( 45 MPa)	Kekuatan Tekan Beton (%)						
Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	56	90
PBI 1971 - PC Biasa	40.0	65.0	88.0	95.0	100.0	112.4	120.0
Semen Gresik	54.4	71.2	89.8	99.5	100.0	111.6	122.4
Semen Holcim	54.5	70.8	90.4	96.1	100.0	114.3	138.8
Semen Tiga Roda/Indocement	60.7	67.4	87.5	96.1	100.0	103.2	105.3
Semen Padang	70.0	77.9	88.0	90.4	100.0	113.5	117.0

GRAFIK WAKTU IKAT-KONSISTENSI NORMAL

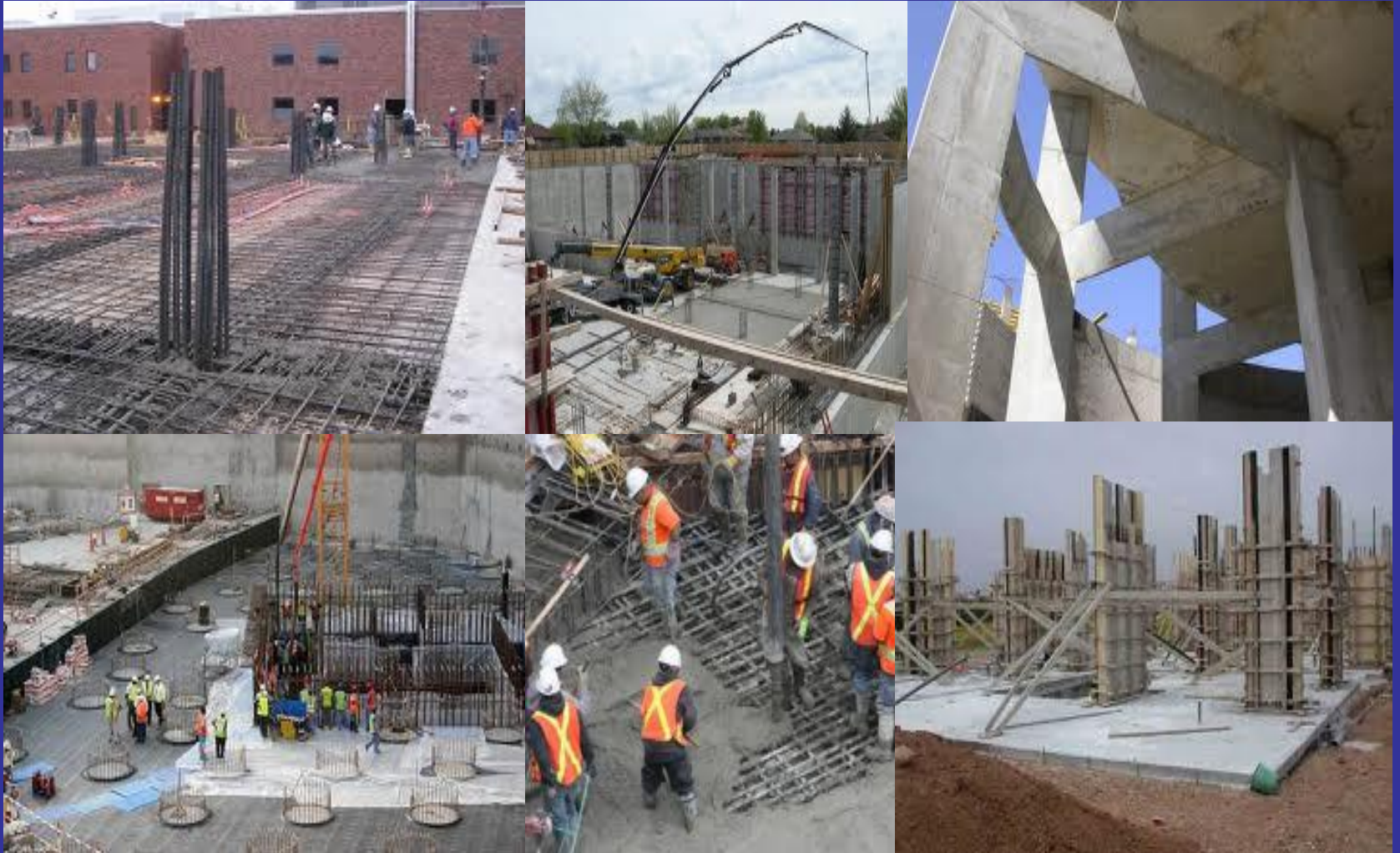


Konsistensi Normal Semen adalah kondisi standar pasta semen dimana campuran air dapat merata.  
 $KN = \frac{\text{jumlah air}}{\text{jumlah semen}}$



# Produk Beton

## Cetak di tempat (cast in situ)





# Produk Beton

## Beton Pracetak



# Material Pembentuk Beton

## Komposisi Kimia Semen

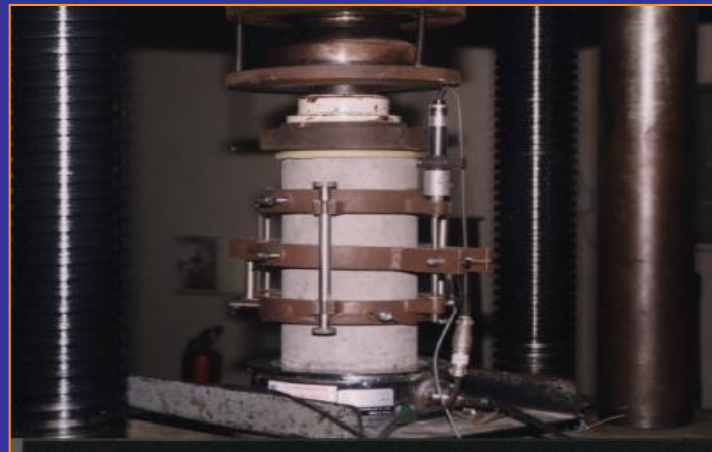
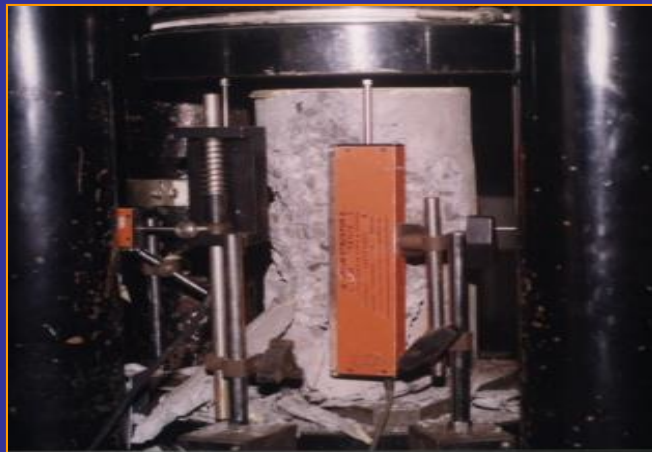
	Komposisi dalam persen (%)							Karakteristik Umum
	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF	CaSO <sub>4</sub>	CaO	MgO	
Tipe I, Normal	49,00	25,00	12,00	8,00	2,90	0,80	2,40	Semen untuk semua tujuan
Tipe II, Modifikasi	46,00	29,00	6,00	12,00	2,80	0,60	3,00	Relatif sedikit pelepasan panas, digunakan utk struktur besar
Tipe III, Kekuatan Awal Tinggi	56,00	15,00	12,00	8,00	3,90	1,40	2,60	Mencapai kekuatan awal yang tinggi pada umur 3 hari
Tipe IV, Panas Hidrasi Rendah	30,00	48,00	5,00	13,00	2,90	0,30	2,70	Dipakai pada bendungan beton
Tipe V, Tahan Sulfat	43,00	36,00	4,00	12,00	2,70	0,40	1,60	Dipakai pada saluran dan struktur yang diekspose thd sulfat

- Jika kandungan C<sub>3</sub>S lebih BANYAK, maka akan terbentuk Semen dengan KEKUATAN AWAL YANG TINGGI dan PANAS HIDRASI TINGGI
- Jika kandungan C<sub>2</sub>S lebih BANYAK, maka akan terbentuk Semen dengan KEKUATAN AWAL YANG RENDAH dan KETAHANAN THD SERANGAN KIMIA YANG TINGGI
- C<sub>3</sub>A beraksi SANGAT CEPAT, memberikan KEKUATAN AWAL YANG SANGAT CEPAT PADA 24 JAM PERTAMA, dan jika C<sub>3</sub>A < 5% AKAN TAHAN THD SERANGAN SULFAT

# PEMAKAIAN TYPE PC DAN PPC

JENIS KONSTRUKSI	TYPE PC (SEMEN PORTLAND)					PPC (SPP)
	I	II	III	IV	V	
Perumahan	X	-	-	-	-	X
Bangunan Gedung	X	-	-	-	-	X
Bendungan	X	X	-	X	-	X
Irigasi Primer	-	X	-	-	-	X
Irigasi Sekunder	-	X	-	-	-	X
Jalan	X	-	-	-	-	X
Jembatan	X	X	-	-	-	X
Fly Over	X	-	X	-	-	-
Jalan Kereta api	X	-	X	-	-	-
Pelabuhan Laut	X	X	X	-	X	-
Pelabuhan Udara	X		X	-	-	-

# TEST TEKAN SPESIMEN BETON



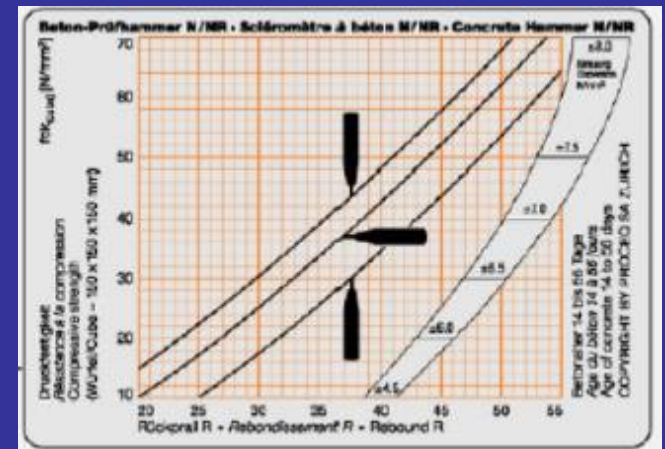
Uji sampel dengan kecepatan alat pembebanan 2,0 s/d 4,0 kg/cm<sup>2</sup> (SNI 03-1974-1990)  
hingga benda uji hancur

# TEST TEKAN SPESIMEN BETON

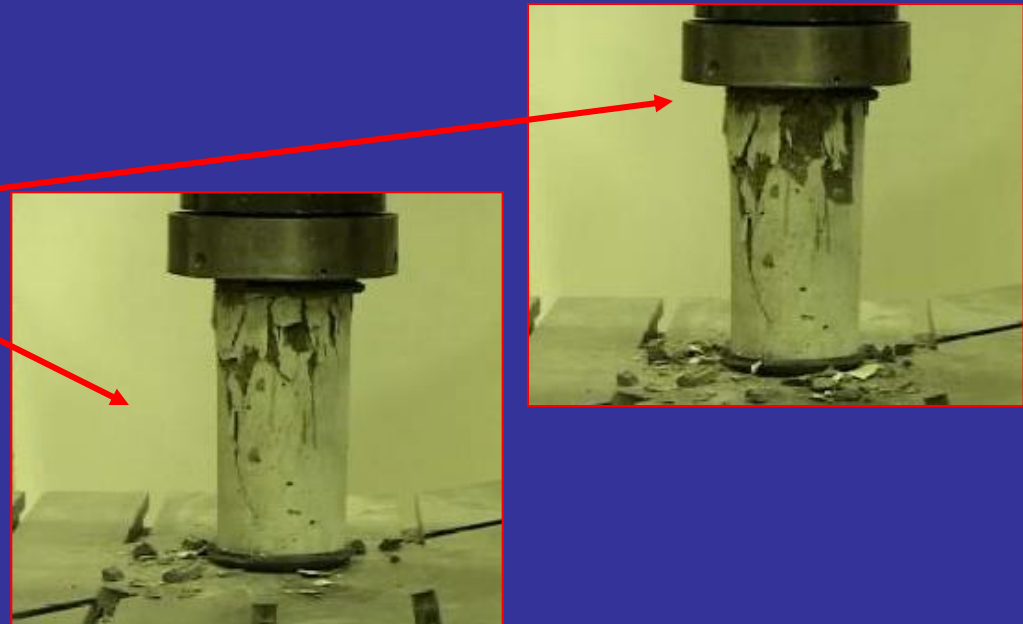
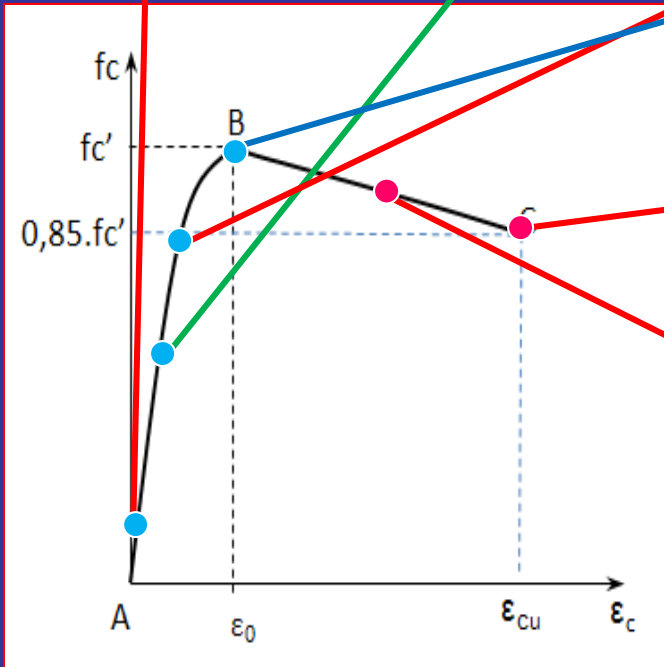
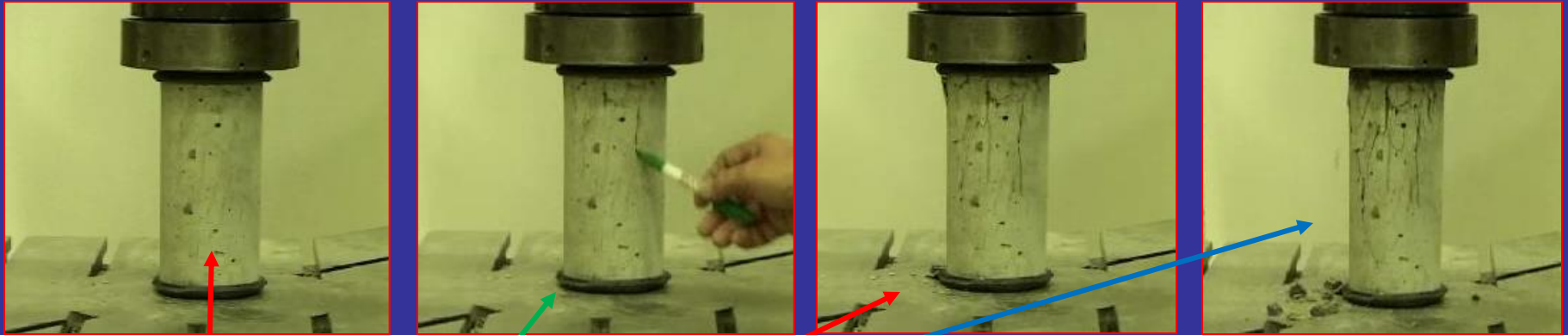
Core drill



Hammer Test



# TEST TEKAN SPESIMEN SILINDER BETON



# TEST TEKAN SPESIMEN SILINDER BETON



# TEST TEKAN SPESIMEN BETON



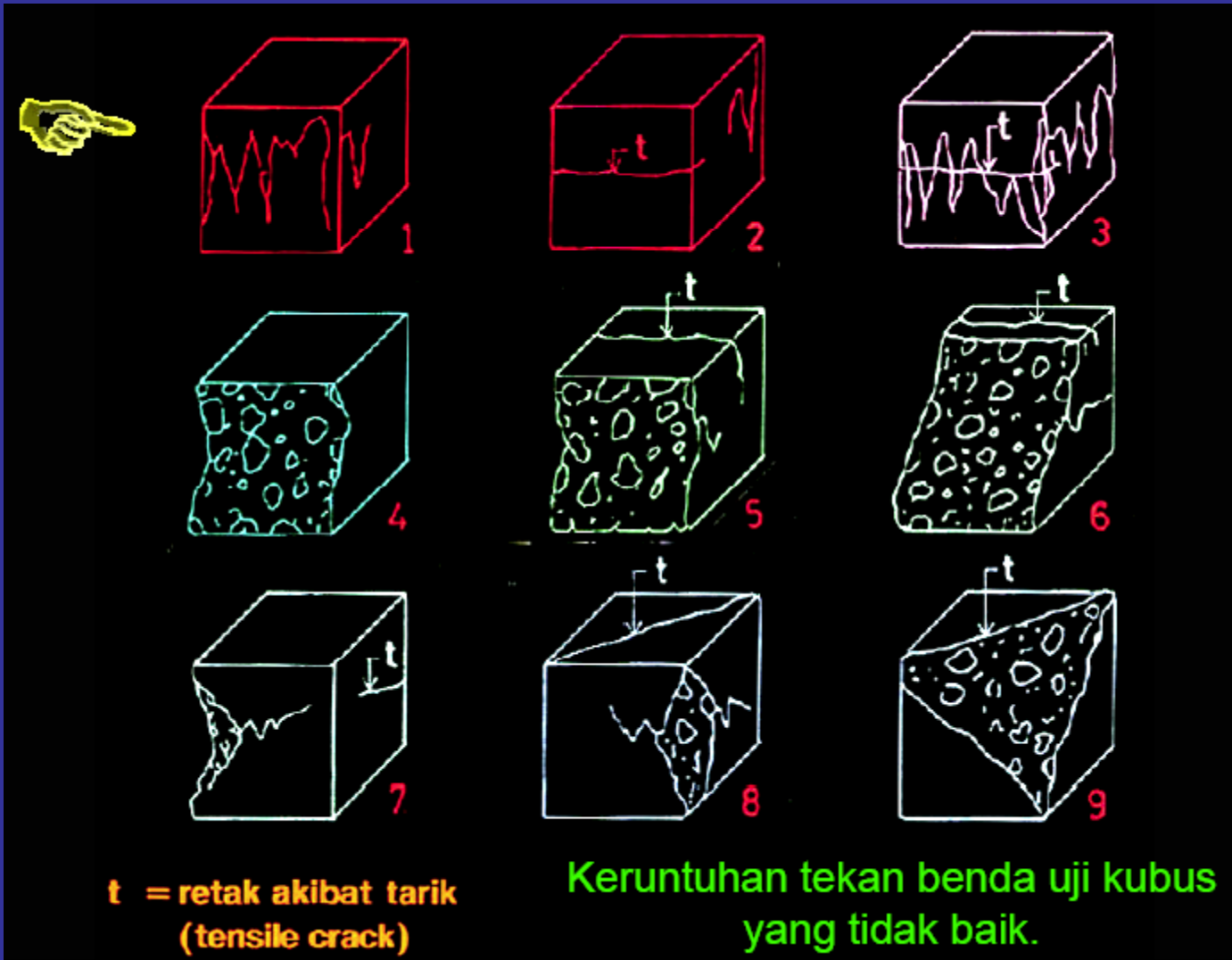
**Kubus**



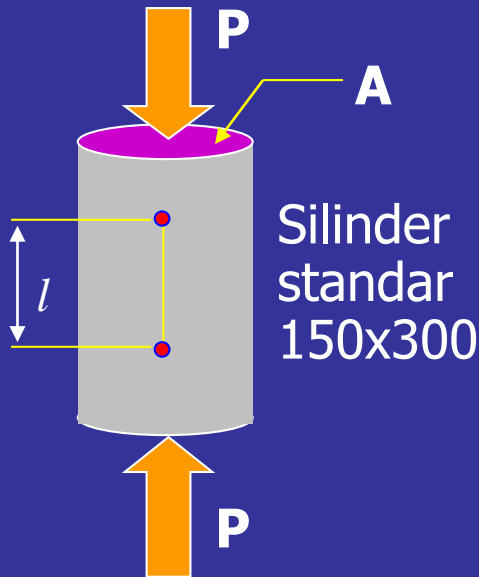
**Silinder**



# TEST TEKAN SPESIMEN KUBUS BETON



# Kurva Beton f-ε Tekan



$$f_c = \frac{P}{A}$$

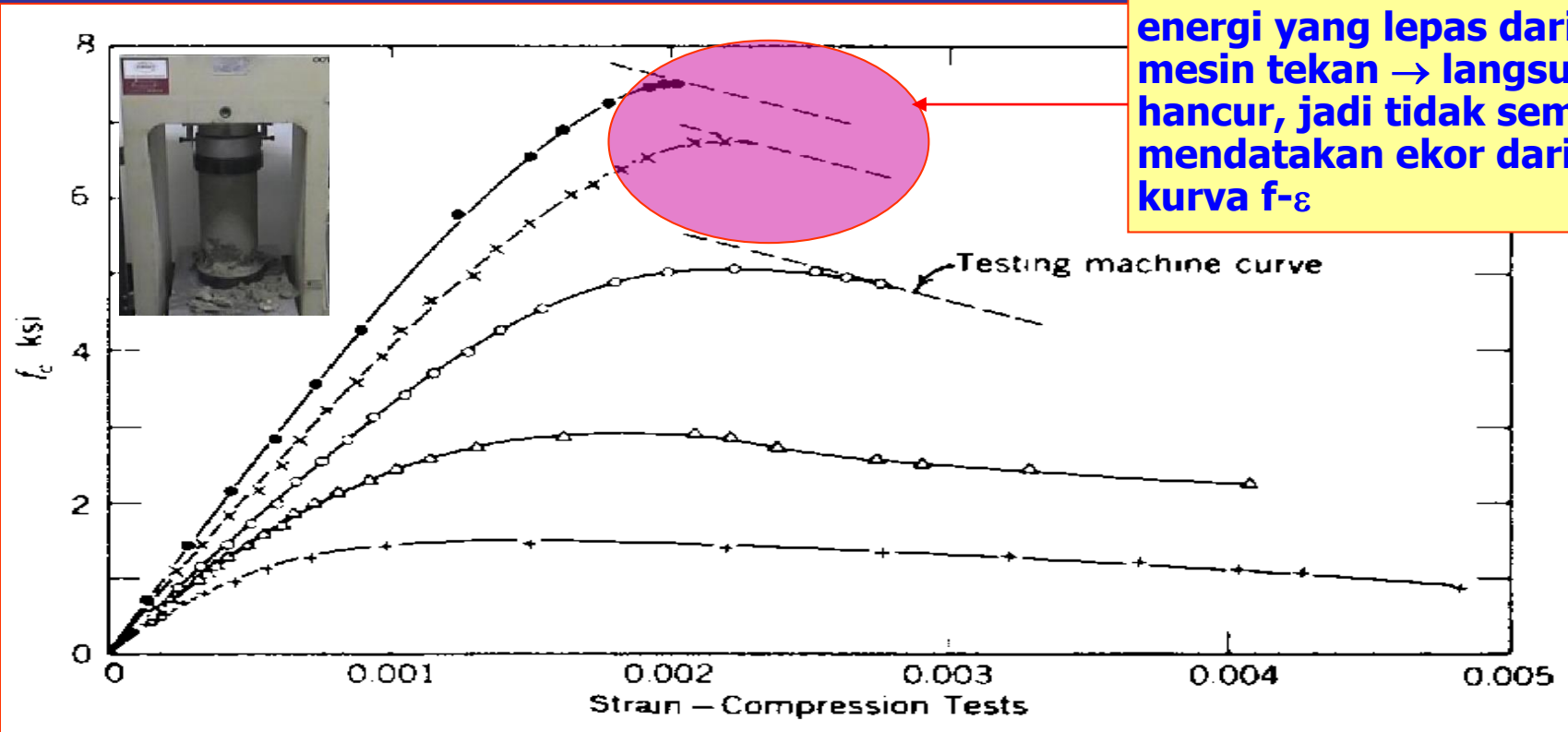
$$\varepsilon_c = \frac{\Delta l}{l}$$

$$\mu_c = \frac{\varepsilon_{lateral}}{\varepsilon_{aksial}} \approx 0,2$$

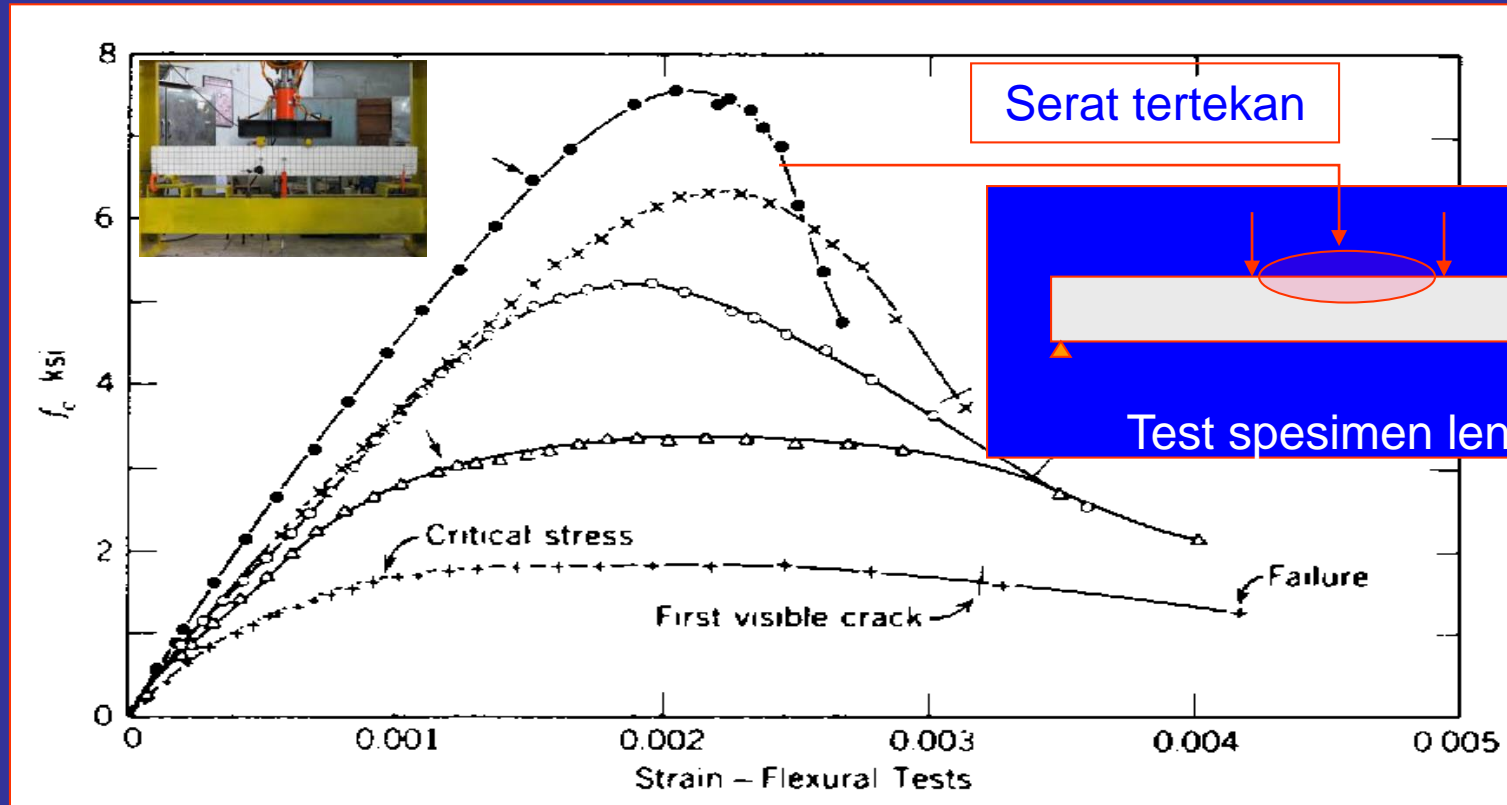
- Umumnya perilaku dari material beton digambarkan sebagai responnya terhadap beban uniaxial tekan dari test kuat silinder umur 28 hari
- Diperlukan mesin tekan yang kuat (kaku) untuk mendapat kurva yang lengkap (kurva setelah melampaui titik puncak).

# Kurva Tegangan-Regangan Beton (Benda Uji Silinder)

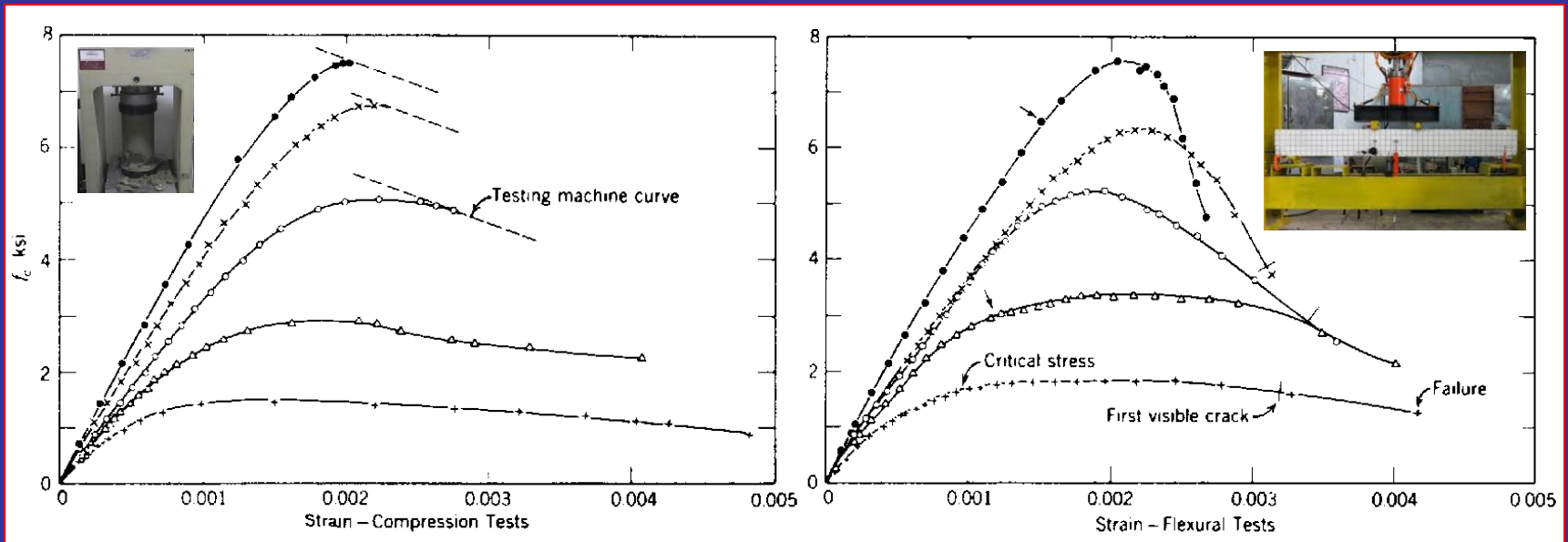
Spesimen silinder sesudah mengalami retak-retak daya tahan tekannya turun dan tidak kuat menahan energi yang lepas dari mesin tekan → langsung hancur, jadi tidak sempat mendatakan ekor dari kurva  $f_c - \epsilon$



# Kurva Tegangan-Regangan Beton (Benda Uji Balok)

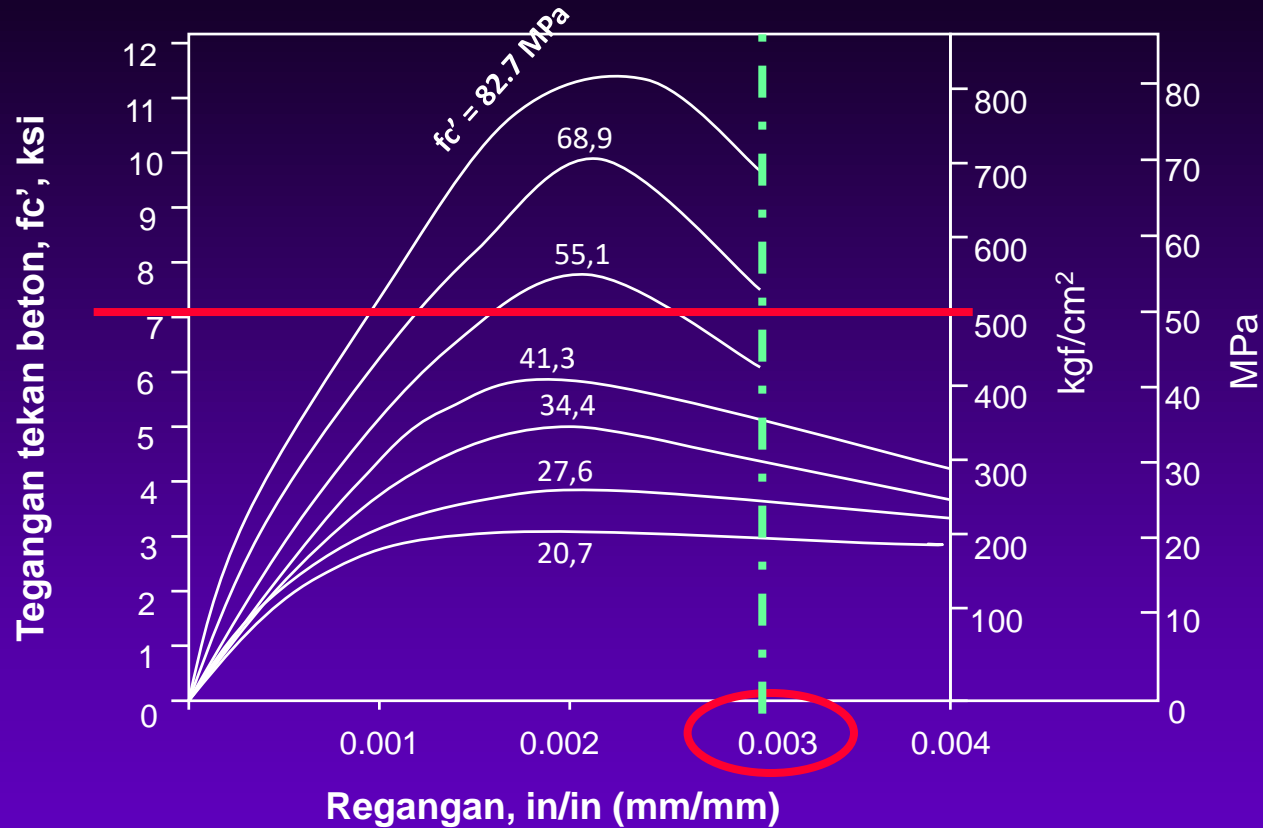


# Kurva Tegangan-Regangan Beton (Benda Uji Silinder vs Balok)



- Perbandingan antara kurva  $f$ - $\epsilon$  beton yang didapat dari
  - (kiri) Test tekan silinder standar 150x300, dan
  - (kanan) Test lentur specimen lentur standar ukuran 5x8x16 inch
- Hasil menunjukkan kecenderungan kesamaan sifat dan perilaku karakteristik yang baik
- Test tekan silinder lebih mudah dilakukan.

# KURVA TEGANGAN-REGANGAN BETON



1 psi = 0,006895 MPa

Beton Mutu Normal  $f_c' < 50$  MPa = 7251 psi

# KUAT TEKAN BETON SNI 03-2847-2002

**SNI 03-2847-2002 (Ps. 3.33, 7.6.2.4, 7.6.3)**

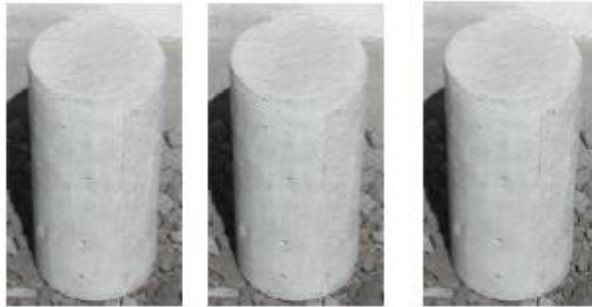


Nilai kuat tekan rata-rata dari  
2 silinder 150 mm X 300 mm  
pada umur 28 hari

# KUAT TEKAN BETON SNI 2847:2013



Nilai kuat tekan rata-rata dari  
2 silinder 150 mm X 300 mm  
pada umur 28 hari



Nilai kuat tekan rata-rata dari  
3 silinder 100 mm X 200 mm  
pada umur 28 hari

**SNI 2847:2013**

**Ps. 5.1.2,**

**5.3.3.2.d,**

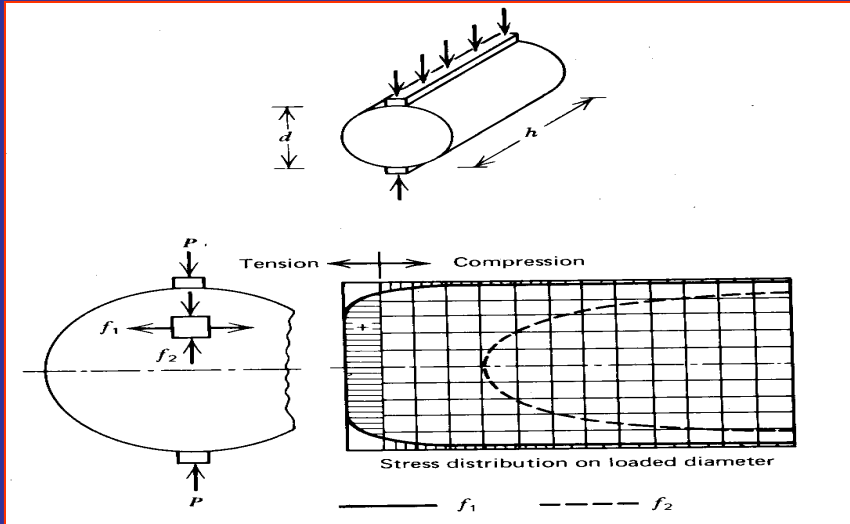
**5.6.2.4,**

**5.6.3.2**

**5.6.3.3**

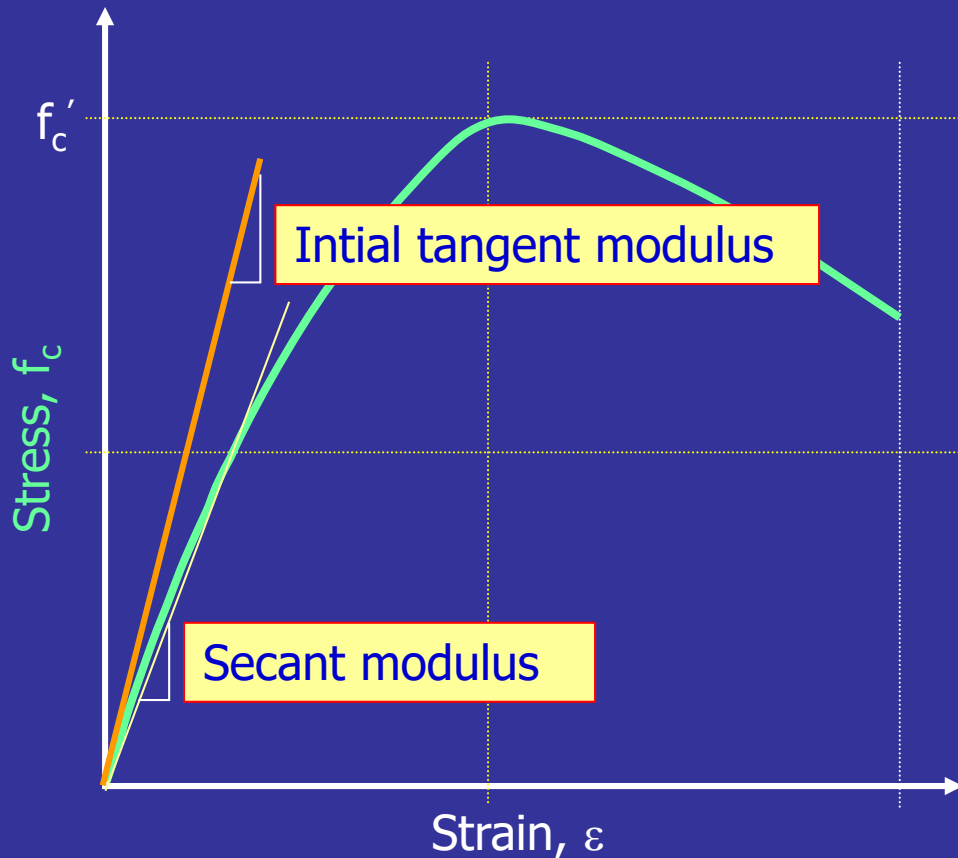


# Kekuatan Tarik Beton



- kuat tarik beton jauh lebih rendah dari kuat tekannya;
  - salah satu cara untuk mencari data dengan split cylinder test;
  - dari test didapat hubungan (approximate) dari modulus of rupture beton;
  - $f_r = K\sqrt{f_c'}$
  - $f_c'$  dalam psi, dan nilai K antara 7 dan 13;
  - ACI 318 mengambil  $K = 7,5$ , dan bila dikonversi dalam MPa, maka  $K = 0,7$
- $f_r = 0,7\sqrt{f_c'} \text{ (MPa)}$

# Modulus Elastisitas Beton ( $E_c$ )



Kurva Stress-Strain Beton

- Modulus elastisitas beton selalu berubah, tergantung pada kuat tekannya;
- Nilainya juga tergantung pada umur beton;
- Biasanya yang dianggap cukup mewakili adalah secant modulus untuk 25 s/d 50% x  $f_c'$ ;
- SNI-2002 menentukan untuk beton normal:
  - $E_c = 4700\sqrt{f_c'}$  (MPa)
  - SNI-2002 menetapkan regangan tekan beton maksimum  $\epsilon_{cu} = 0,003$

# MODULUS ELASTISITAS (E)

## BETON MUTU NORMAL:

### PBI'71:

$$E_c = 6400 \cdot \sqrt{\sigma'_{bk}}$$

(Pembebanan tetap)

$$E_c = 9600 \cdot \sqrt{\sigma'_{bk}}$$

(Pembebanan sementara)

### SNI-2002/2013:

$$E_c = 4700 \cdot \sqrt{f_c'}$$

Keterangan:


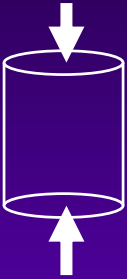

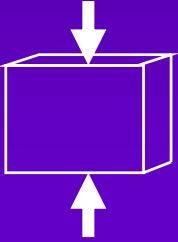
$\sigma'_{bk}$  = Tegangan beton karakteristik benda uji Kubus (Kg/cm<sup>2</sup>)

$f_c'$  = Tegangan beton karakteristik benda uji Silinder (MPa)

### BAJA:

$$E_s = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

# KONVERSI KUAT TEKAN BETON

Benda Uji	Kokoh tekan beton
<p data-bbox="492 335 801 499">Silinder 15 x 30 cm (0,83)</p>  	<p data-bbox="1110 485 1642 621"><math>f'_c = 15, 20, 25, 30, \dots</math> (MPa)</p>
<p data-bbox="434 835 879 1021">Kubus 15 x 15 x 15 cm (1,0)</p>  	<p data-bbox="1110 999 1651 1142">K - 175, 225, 300, .....</p> <p data-bbox="1110 1078 1477 1142"><math>\sigma_{bk}'</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</p>

# KONVERSI KUAT TEKAN BETON (KUBUS VS SILINDER)

**Benda Uji Kubus**  
(150 mm x 150 mm x 150 mm)  
(MPa)

15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55

**Benda Uji Silinder**  
(150 mm x 300 mm)  
(MPa)

12  
16  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50

$$f_c' = \left[ 0,76 + 0,2 \cdot 10^{\log \left( \frac{\sigma'_{bk}}{15} \right)} \right] \cdot \sigma'_{bk}$$

$$f_c' = f'_{ck} - \frac{20}{\sqrt{f'_{ck}}}$$

$$f'_{ck} = f'_c + \frac{19}{\sqrt{f'_c}}$$

atau  $f_c' = 0,85 \cdot (0,0981) \cdot \sigma'_{bk}$   
 $f_c' = 0,83 \cdot \sigma'_{bk}$

# KONSEP KEAMANAN KUAT TEKAN BETON

## PBI-1971 Pasal 4.5.2:

$$\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} - 1,64 Sd$$

$\sigma'_{bk}$  = nilai kuat tekan karakteristik dari desain mix,  
harus tidak boleh lebih kecil dari desain

$\sigma'_{bm}$  = nilai kuat tekan rata-rata dari keseluruhan sample yang diuji

$Sd$  = nilai deviasi standar

Kuat tekan karakteristik ditetapkan sebagai :

*Kekuatan tekan, dimana dari sejumlah besar hasil-hasil pemeriksaan, kemungkinan adanya kekuatan tekan yang kurang dari nilai itu terbatas sampai 5% saja*

Jika tidak ditetapkan lain oleh Konsultan Perencana atau Pengawas, maka yang diartikan dengan kekuatan tekan beton adalah senantiasa berupa kekuatan tekan beton yang diperoleh dari pemeriksaan benda uji kubus yang bersisi 15 ( ± 0,06 ) cm pada umur 28 hari.

# KONSEP KEAMANAN KUAT TEKAN BETON

## SNI 03-2847-2002 (Ps. 7.3.2)

$$f_{cr}' = f_c' + 1,34 S_d$$

$$f_{cr}' = f_c' + 2,33 S_d - 3,5$$

$f_{cr}'$  = nilai kuat tekan rata-rata dari keseluruhan sample desain/trial mix yang diuji

$f_c'$  = nilai kuat tekan beton yang disyaratkan dari desain

$S_d$  = nilai deviasi standar,

Tabel 5 Kuat tekan rata-rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar

Persyaratan kuat tekan, $f_c'$ MPa	Kuat tekan rata-rata perlu, $f_{cr}'$ MPa
Kurang dari 21	$f_c' + 7,0$
21 sampai dengan 35	$f_c' + 8,5$
Lebih dari 35	$f_c' + 10,0$

## SNI 2847:2013 (Ps. 5.3.2.1)

Tabel 5.3.2.1 Kekuatan tekan rata-rata perlu bila data tersedia untuk menetapkan deviasi standar benda uji

Kekuatan tekan disyaratkan, MPa	Kekuatan tekan rata-rata perlu, MPa
$f_c' \leq 35$	Gunakan nilai terbesar yang dihitung dari Pers. (5-1) dan (5-2)
	$f_{cr}' = f_c' + 1,34 s_e$ (5-1)
	$f_{cr}' = f_c' + 2,33 s_e - 3,5$ (5-2)
$f_c' > 35$	Gunakan nilai terbesar yang dihitung dari Pers. (5-1) dan (5-3)
	$f_{cr}' = f_c' + 1,34 s_e$ (5-1)
	$f_{cr}' = 0,90 f_c' + 2,33 s_e$ (5-3)

Tabel 5.3.2.2 Kekuatan tekan rata-rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar benda uji

Kekuatan tekan disyaratkan, MPa	Kekuatan tekan rata-rata perlu, MPa
$f_c' < 21$	$f_{cr}' = f_c' + 7,0$
$21 \leq f_c' \leq 35$	$f_{cr}' = f_c' + 8,3$
$f_c' > 35$	$f_{cr}' = 1,10 f_c' + 5,0$

# KONSEP KEAMANAN KUAT TEKAN BETON

## Standar Deviasi vs Kontrol Kualitas

### Untuk Beton Standar

<i>Standar Deviasi (Mpa)</i>	<i>Tingkat Kontrol Kualitas</i>
<i>2.10 – 2.80</i>	<i>Excellent</i>
<i>2.80 – 3.50</i>	<i>Good</i>
<i>3.50 – 4.20</i>	<i>Fair</i>
<i>&gt; 4.20</i>	<i>Poor</i>

### Untuk Beton Kuat Tekan Sangat Tinggi (HPC) dengan Kuat Tekan $f_c' > 70$ MPa

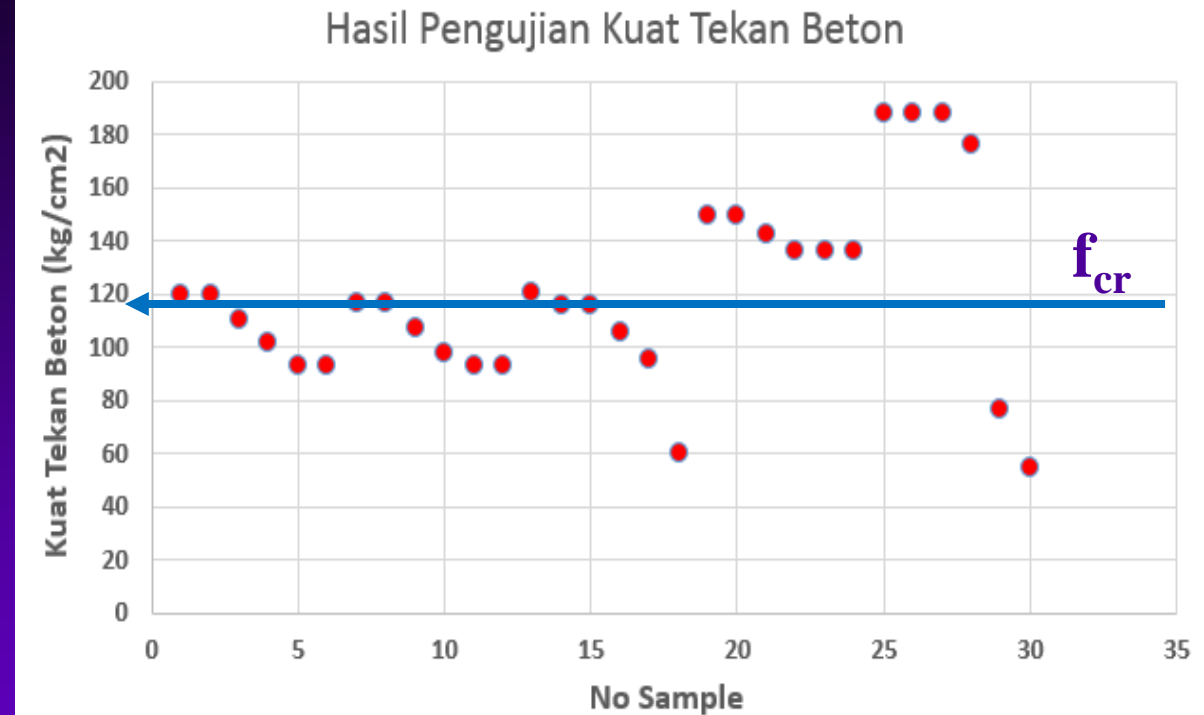
<i>Standar Deviasi (Mpa)</i>	<i>Tingkat Kontrol Kualitas</i>
<i>2.10 – 3.50</i>	<i>Excellent</i>
<i>3.50 – 5.00</i>	<i>Good</i>
<i>&gt; 5.00</i>	<i>Poor</i>



# KONSEP KEAMANAN KUAT TEKAN BETON

## DATA HASIL PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON

No.	Kekuatan tekan 28 hari (kg/cm <sup>2</sup> )	No.	Kekuatan tekan 28 hari (kg/cm <sup>2</sup> )
1	119.422	16	105.556
2	119.422	17	95.455
3	110.578	18	60.101
4	101.733	19	149.675
5	92.889	20	149.675
6	92.889	21	142.906
7	116.398	22	136.068
8	116.398	23	136.068
9	107.088	24	136.068
10	97.778	25	187.778
11	93.099	26	187.778
12	93.099	27	187.778
13	120.606	28	176.667
14	115.606	29	76.667
15	115.606	30	54.444



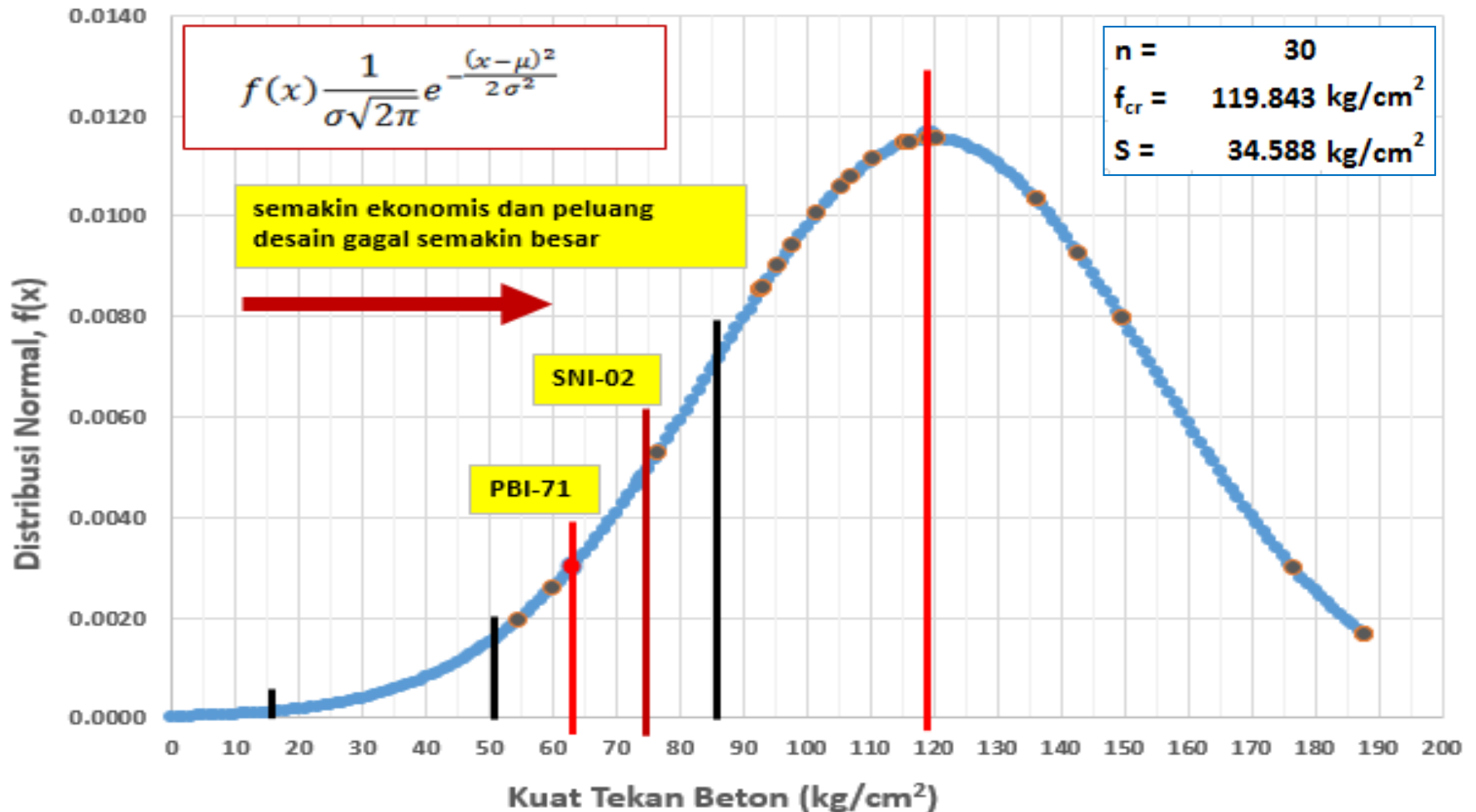
$$n = 30$$

$$f_{cr} = 119.843 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = 34.588 \text{ kg/cm}^2$$

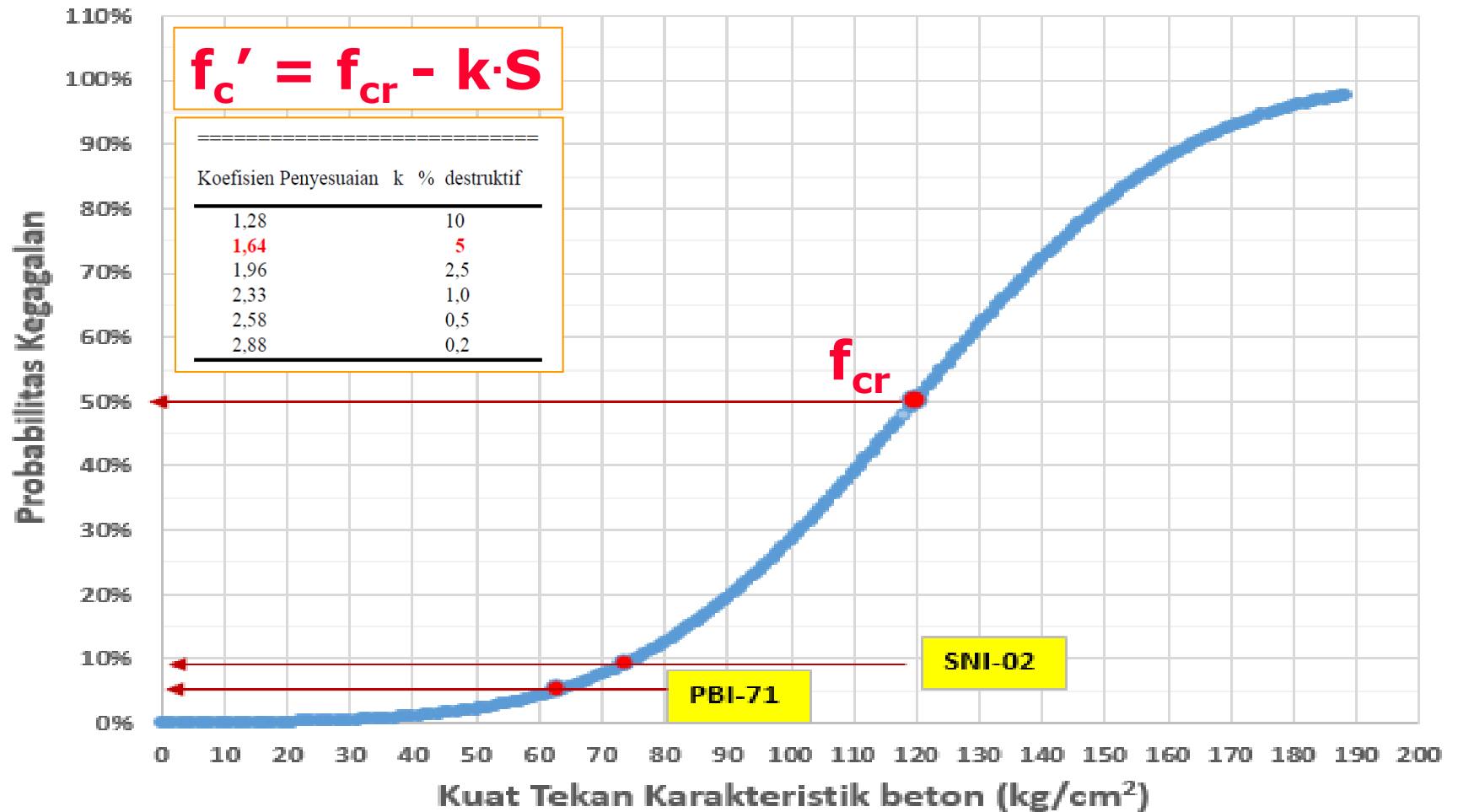
# KONSEP KEAMANAN KUAT TEKAN BETON

## Distribusi Normal



# KONSEP KEAMANAN KUAT TEKAN BETON

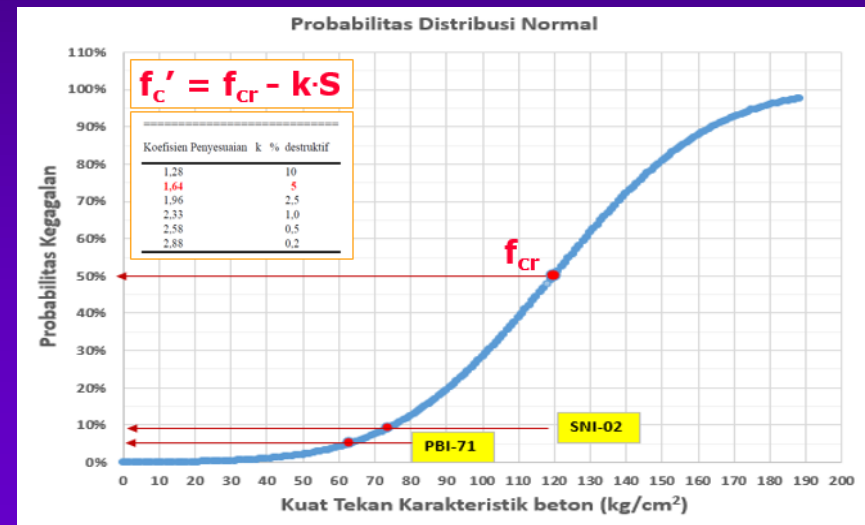
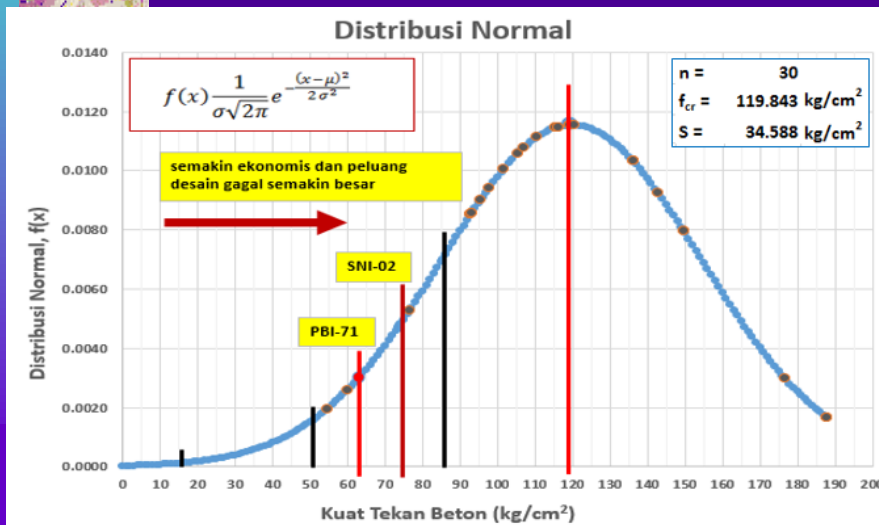
Probabilitas Distribusi Normal



# KONSEP KEAMANAN KUAT TEKAN BETON

## Kesimpulan:

1. Standar deviasi akan terus bertambah besar sebanding dengan bertambahnya kuat tekan beton karakteristik, hingga mendekati suatu harga tertentu, dan setelah melewati batas tersebut, standar deviasi tidak lagi tergantung pada penambahan besar kuat tekan beton karakteristik.
2. Nilai k semakin besar maka semakin kecil nilai prosen kegagalan dan  $f_c'$  semakin kecil shg. desain semakin aman
3. Nilai k semakin besar maka semakin besar selisih antara  $f_{cr}$  dengan  $f_c'$  shg. desain semakin boros/tidak ekonomis
4. Nilai k PBI-71 memiliki nilai kegagalan 5% sehingga lebih tidak ekonomis
5. Nilai k SNI-02 memiliki nilai kegagalan 9% sehingga lebih ekonomis
6. Prosen kegagalan semakin besar maka semakin hemat/ ekonomis desain
7. Prosen kegagalan semakin kecil maka semakin boros/ tidak ekonomis desain

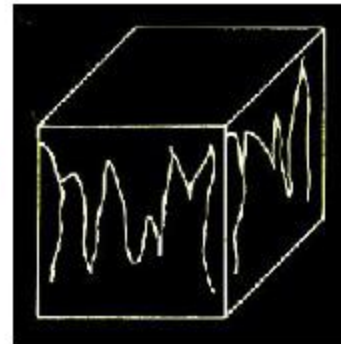
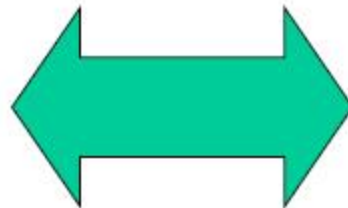


# KONVERSI KUAT TEKAN BETON (KUBUS VS SILINDER)

Menurut A.M. Neville:

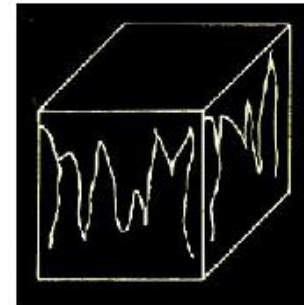
Kuat tekan benda uji Silinder vs benda uji Kubus.

Kuat tekan ( N/mm <sup>2</sup> )	7.00	15.50	20.00	24.50	27.00	34.50	37.00	41.50	45.00	51.50
Kuat ratio (silinder/kubus)	0.76	0.77	0.81	0.87	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96



# KONVERSI KUAT TEKAN BETON (KUBUS VS SILINDER)

Menurut ISO Standard 3893-1977(E).



Kuat tekan Silinder vs Kubus.

Kuat tekan 50 Silinder(N/mm <sup>2</sup> )	2	4	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45
Kuat tekan 55 Kubus(N/mm <sup>2</sup> )	2.5	5	7.5	10	12.5	15	20	25	30	35	40	45	50

# KUAT TEKAN BETON MINIMUM

## SNI 2847:2013

1.1.1 Standar ini memberikan persyaratan minimum untuk desain dan konstruksi komponen struktur beton semua struktur yang dibangun menurut persyaratan peraturan bangunan gedung secara umum yang diadopsi secara legal dimana Standar ini merupakan bagiannya. Di daerah tanpa peraturan bangunan gedung yang diadopsi secara legal, Standar ini menentukan standar minimum yang dapat diterima untuk bahan, desain, dan praktek konstruksi. Standar ini juga memuat evaluasi kekuatan struktur beton yang sudah dibangun.

Untuk beton struktur,  $f'_c$  tidak boleh kurang dari 17 MPa. Nilai maksimum  $f'_c$  tidak dibatasi kecuali bilamana dibatasi oleh ketentuan Standar tertentu.

### 21.1.4 Beton pada rangka momen khusus dan dinding struktur khusus

21.1.4.1 Persyaratan dari 21.1.4 berlaku untuk rangka momen khusus, dinding struktur khusus, dan semua komponen dinding struktur khusus termasuk balok kopel (*coupling*) dan pier dinding.

21.1.4.2 Kekuatan tekan beton yang ditetapkan,  $f'_c$ , tidak boleh kurang dari 20 MPa.

**ACI:  $f'_c$  minimum = 21 MPa**

# KELAS DAN MUTU BETON

Berdasar kuat tekan karakteristik (PBI 1971 N.I.-2) :  
dari benda uji kubus (15 cm x 15 cm x 15 cm)

## Kelas dan Mutu Beton

Kelas	Mutu	$\sigma'_{bk}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'_{bm}$ dengan $S_d = 46$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Pemakaian	Pengawasan	
					Mutu agregat	Kekuatan tekan
I	B <sub>0</sub>	–	–	non struktur	ringan	–
II	B <sub>1</sub>	–	–	struktur	sedang	–
	K-125	125	200	struktur	ketat	kontinyu
	K-175	175	250	struktur	ketat	kontinyu
	K-225	225	300	struktur	ketat	kontinyu
III	di atas K-225	di atas 225	di atas 300	struktur	ketat	kontinyu

Berdasarkan kuat tekan (SNI 03-6468-2000, ACI 318, ACI 363R-92) :  
dari benda uji silinder (dia. 15 cm, tinggi 30 cm)

- Beton mutu rendah (low strength concrete) :  $f_c' < 20$  MPa
- Beton mutu sedang (medium strength concrete) :  $f_c' = 21$  MPa – 40 MPa
- Beton mutu tinggi (high strength concrete) :  $f_c' \geq 41$  MPa



# KELAS DAN MUTU BETON

**Berdasar berat satuan (SNI 03-2847-2002) :**

- **Beton ringan** : berat satuan  $\leq 1.900 \text{ kg/m}^3$
- **Beton normal** : berat satuan  $2.200 \text{ kg/m}^3 - 2.500 \text{ kg/m}^3$
- **Beton berat** : berat satuan  $> 2.500 \text{ kg/m}^3$

SNI tidak menggolongkan beton berat, namun pada umumnya beton dengan berat satuan di atas  $2.500 \text{ kg/m}^3$  dikategorikan beton berat, walaupun ada yang menerapkan nilai  $3.200 \text{ kg/m}^3$  sebagai batas bawah beton berat.

Beton yang berat satuannya berada di antara kategori di atas pada umumnya tidak efektif perbandingan berat sendiri dan kekuatannya, walaupun tidak ada larangan untuk membuat beton dengan berat satuan di antara  $1.900 \text{ kg/m}^3 - 2.200 \text{ kg/m}^3$ .

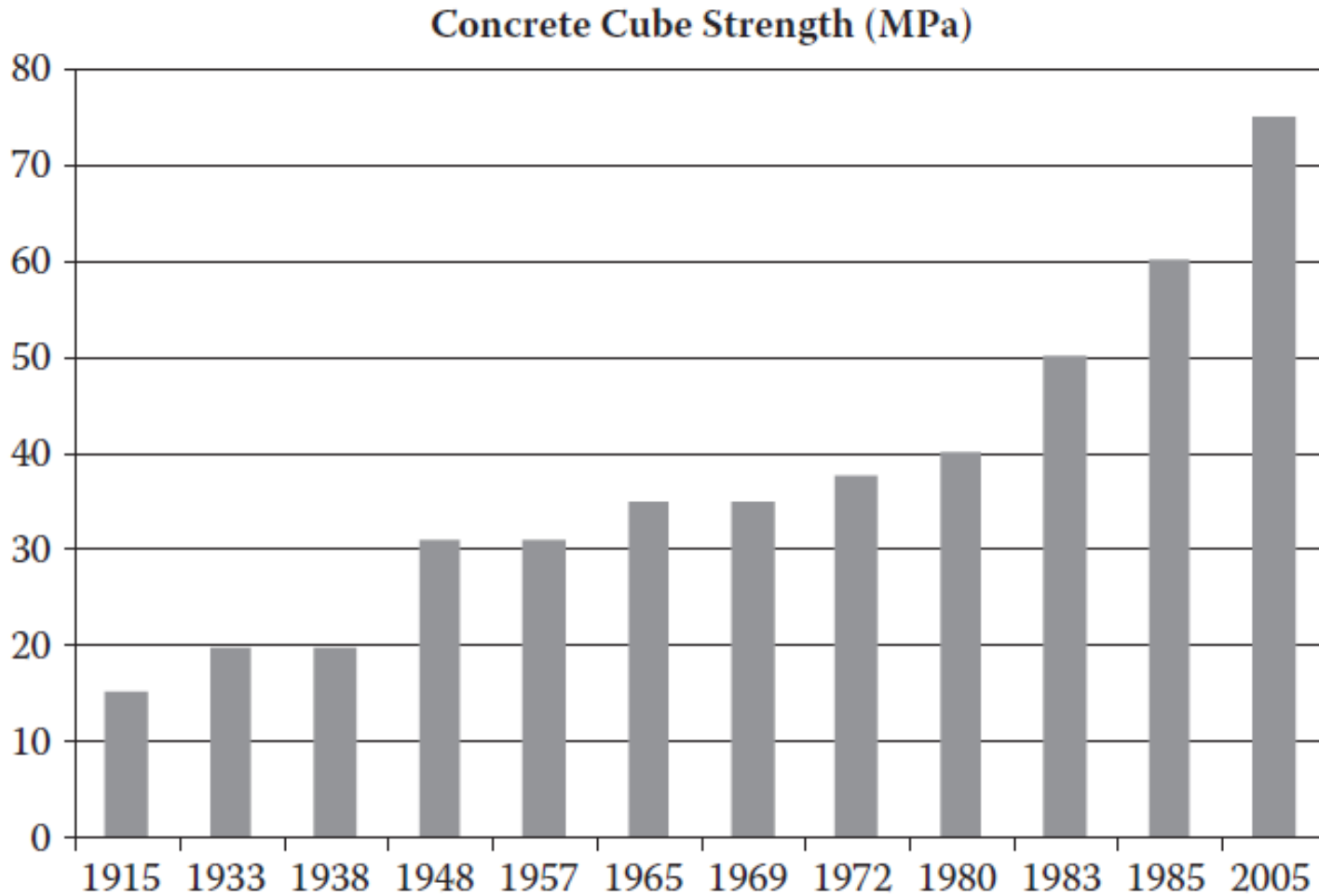
# KELAS DAN MUTU BETON

Berdasarkan Departemen PU  
(Puslitbang Prasarana Transportasi, Divisi 7 - 2005) :

Tabel 7.1.1-1 Mutu Beton dan Penggunaan

Jenis Beton	$f_c'$ (MPa)	$\sigma_{bk}'$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Uraian
Mutu tinggi	35 – 65	K400 – K800	Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang, gelagar beton prategang, pelat beton prategang dan sejenisnya.
Mutu sedang	20 – < 35	K250 – <K400	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, kerb beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan.
Mutu rendah	15 – <20	K175 – <K250	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu.
	10 – <15	K125 – <K175	digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton

# PERKEMBANGAN MUTU BETON



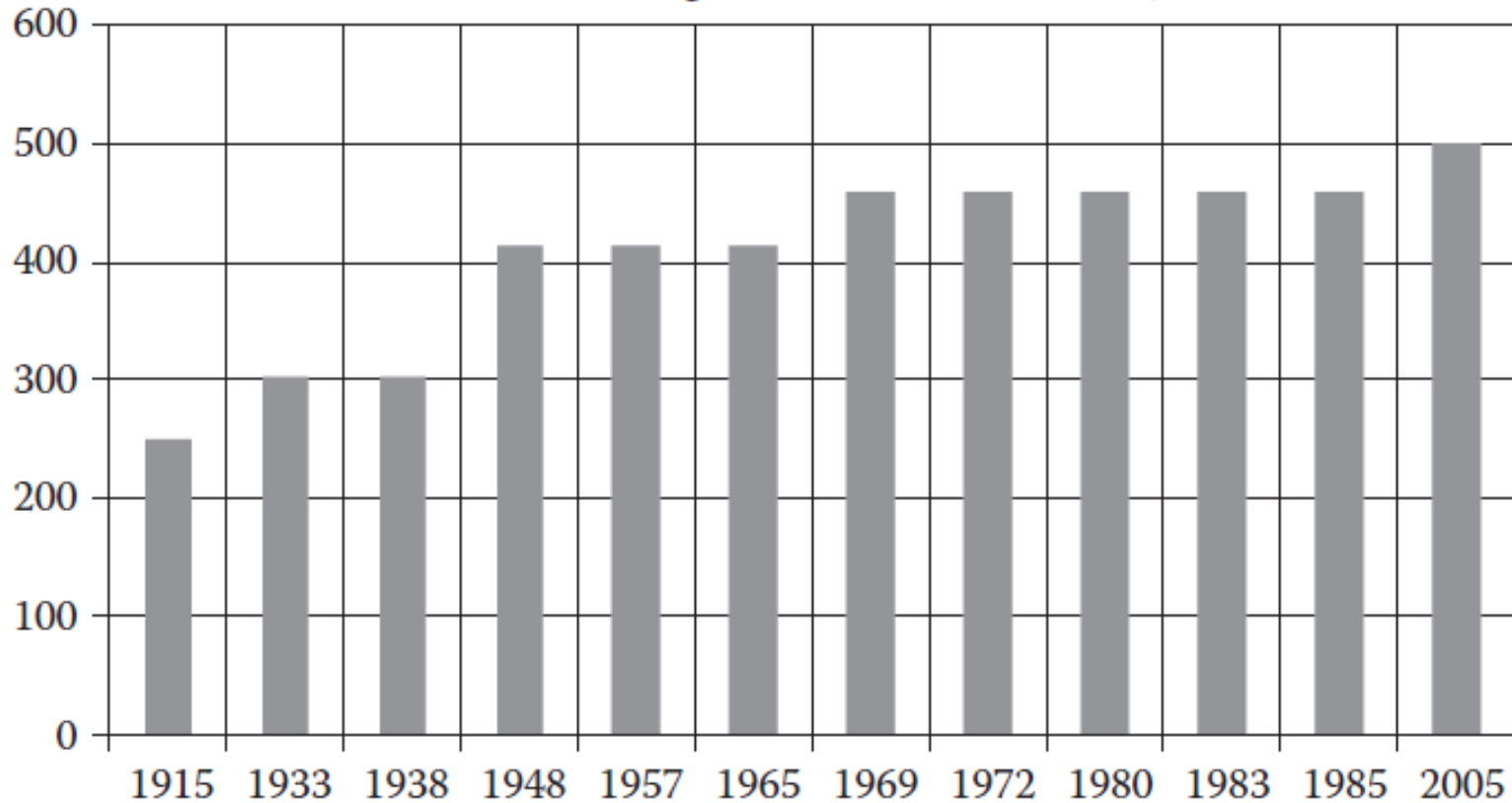
**250  
MPa**

**UHPC  
(nano)**

**2008**

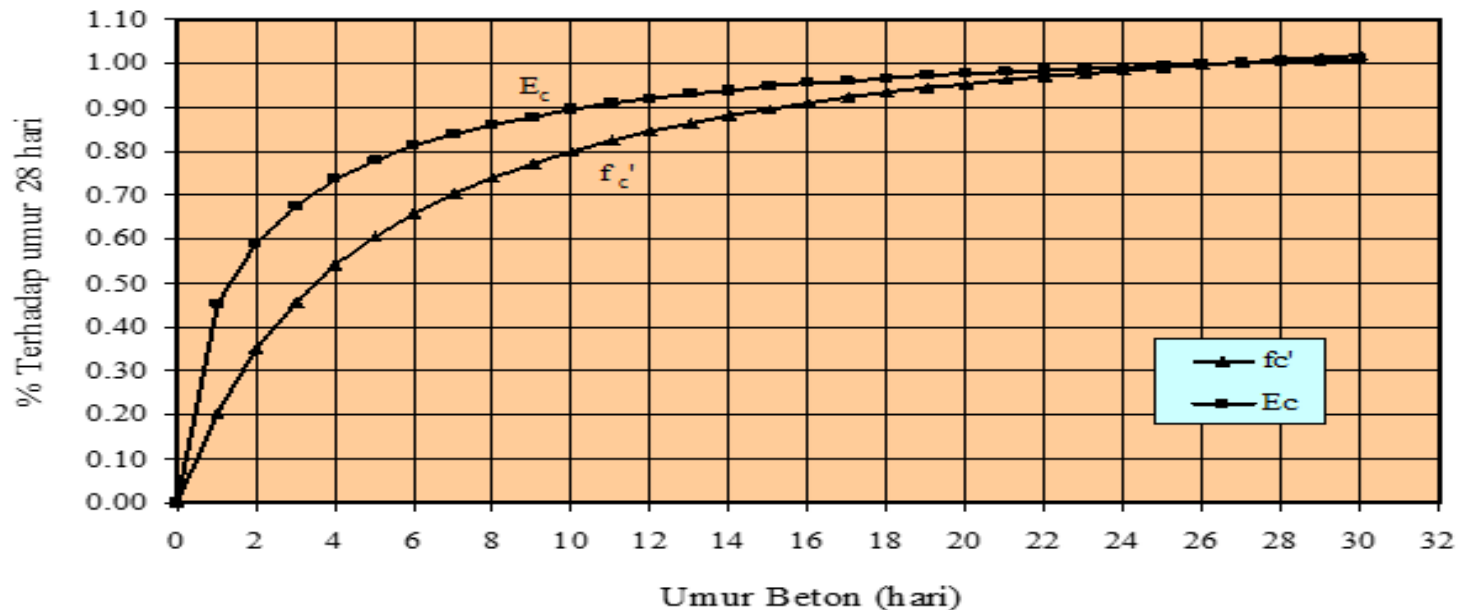
# PERKEMBANGAN MUTU BAJA

Yield Stress of High Yield Reinforcement (MPa)



# PENGEMBANGAN KEKUATAN BETON

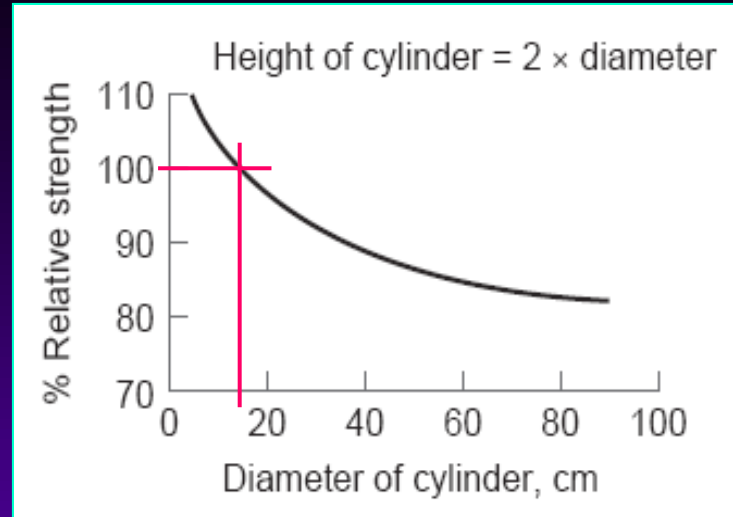
Hubungan kuat tekan dan modulus elastisitas terhadap umur Beton.



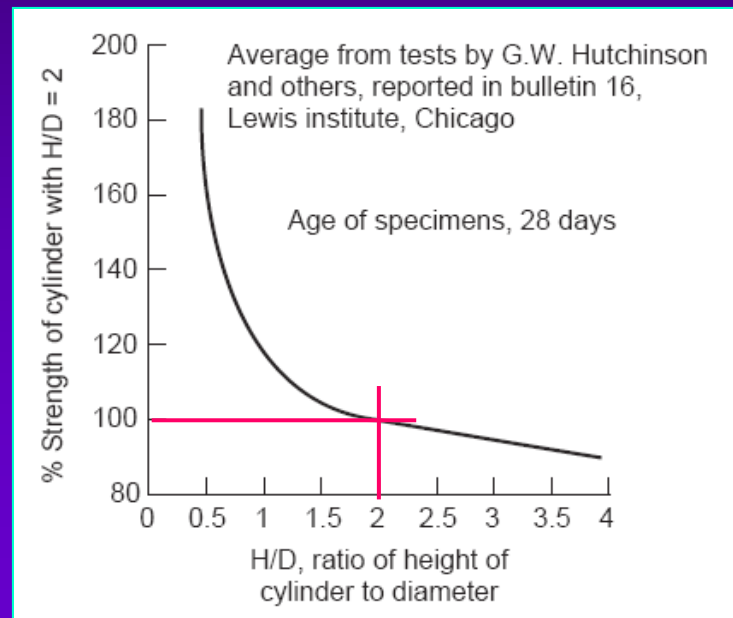
Umur Beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365	Referensi
Semen Portland Tipe I	0.46	0.70	0.88	0.96	1.00	-	-	SNI T-15-1990-03
Semen Portland Biasa	0.40	0.65	0.88	0.95	1.00	1.20	1.35	PBBI'71
Semen Portland dengan Kuat Awal Tinggi	0.55	0.75	0.90	0.95	1.00	1.15	1.20	

\*Beton tidak menggunakan bahan tambahan ataupun agregat ringan

# FAKTOR KONVERSI KUAT TEKAN BETON BERDASARKAN UKURAN DAN BENTUK BENDA UJI



Shape of Test Specimen	Size in mm	Modification Factor
Cube	100 x 100 x 100	0.8
	150 x 150 x 150	0.8
	200 x 200 x 200	0.83
Cylinder	150Φ x 300	1.0
	100Φ x 200	0.97
	200Φ x 500	1.05
Square Prism	150 x 150 x 450	1.05
	200 x 200 x 600	1.05



Benda Uji	Perbandingan Kekuatan Tekan
Kubus 15 x 15 x 15 cm	1,00
Kubus 20 x 20 x 20 cm	0,95
Silinder 15 x 30 cm	0,83

(Sumber : PBI 1971 N.I.-2)

# Pengaruh Dimensi Benda Uji Silinder.

## Menurut "Concrete Manual"-USBR 7<sup>th</sup> Edition:

Kuat Tekan Relatif dari Berbagai Dimensi Benda Uji Silinder.

Ukuran Silinder mm <sup>2</sup>	50x100	75x150	150x300	200x400	300x600	450x900	600x1200	900x1800
Kuat Tekan Relatif	1.09	1.06	1.00	0.96	0.91	0.86	0.84	0.82

## Menurut ASTM.C-42:

Faktor Koreksi Kuat Tekan Benda Uji Silinder untuk Berbagai Perbandingan Tinggi terhadap Diameter Silinder.

Ratio ( l/D )	2.00	1.75	1.50	1.25	1.10	1.00	0.75	0.50
Faktor Koreksi Kekuatan	1.00	0.98	0.96	0.94	0.90	0.85	0.70	0.50
Kuat Tekan Relatif vs Standar Silinder.	1.00	1.02	1.04	1.06	1.11	1.18	1.43	2.00

## *Ref. ACI 214.4 R-03*

**Table 6.2—Strength correction factors for length-to-diameter ratio**

$l/d$	ASTM C 42/C 42M	BS 1881
2.00	1.00	1.00
1.75	0.98	0.97
1.50	0.96	0.92
1.25	0.93	0.87
1.00	0.87	0.80

Catatan: ada sedikit perbedaan dibandingkan dengan ASTM sebelumnya



# FAKTOR KONVERSI KUAT TEKAN BETON BERDASARKAN UKURAN DAN BENTUK BENDA UJI

SNI 1974:2011

Cara uji kuat tekan beton dengan  
benda uji silinder

## Lampiran A

(informatif)

Estimasi korelasi kuat tekan silinder beton berdasarkan  
diameter benda uji ( $L/D = 2$ )

Diameter (D) mm	Tinggi (L) mm	Faktor koreksi
50	100	1.09
75	150	1.06
100	200	1.04
125	250	1.02
150	300	1.00
175	350	0.98
200	400	0.96
250	500	0.93
300	600	0.91

\* Nilai-nilai yang tercantum dalam tabel di atas berupa asumsi yang diambil dari Gambar 12.18 *Compressive strength of cylinders of different sizes*, A.M Neville, Properties of Concrete, 1995.

PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON DENGAN BENDA UJI SILINDER

No. Pengujian :  
 Jenis contoh : Silinder beton  
 Jumlah contoh : 3 buah  
 Terima tanggal :  
 Diuji tanggal : 8 Maret 2011  
 Diuji oleh : Rulli R. Irawan  
 Diperiksa oleh :

Pengujian dilaksanakan sesuai cara uji SNI 1974.

Nomor benda uji	Tanggal pembuatan	Tanggal pengujian	Umur (hari)	Massa benda uji (kg)	Dimensi		Luas bidang (mm <sup>2</sup> )	Gaya tekan (kN)	Kuat tekan (N/mm <sup>2</sup> )	Keterangan
					L (mm)	D (mm)				
S-ABT 1 350/JMX-1	09/02-07	08/03-07	28	12,43	300	150	17671,5	450	25,47	
S-ABT 1 350/JMX-1	09/02-07	08/03-07	28	12,43	300	150	17671,5	520	29,43	
S-ABT 1 350/JMX-1	09/02-07	08/03-07	28	12,43	300	150	17671,5	380	21,51	

CATATAN:  
 Perhitungan di atas belum termasuk perhitungan ketidakpastian pengukuran yang mungkin terjadi.

Bandung, Maret 2011

Mengetahui,  
 Penyelia

Teknisi Lab.

(Ir. Roestaman, MSc)

(Rulli R. Irawan, ST)

Pengujian dilaksanakan sesuai cara uji SNI 1974.

Nomor benda uji	Tanggal pembuatan	Tanggal pengujian	Umur (hari)	Massa benda uji (kg)	Dimensi		Luas bidang (mm <sup>2</sup> )	Gaya tekan (kN)	Kuat tekan (N/mm <sup>2</sup> )	Keterangan
					L (mm)	D (mm)				
S-ABT 1 350/JMX-1	09/02-07	08/03-07	28	12,43	300	150	17671,5	450	25,47	
S-ABT 1 350/JMX-1	09/02-07	08/03-07	28	12,43	300	150	17671,5	520	29,43	
S-ABT 1 350/JMX-1	09/02-07	08/03-07	28	12,43	300	150	17671,5	380	21,51	

# PENANGGUNG JAWAB MUTU

## SNI 03-2847-2002

### 5 Bahan

#### 5.1 Pengujian bahan

- 1) Pengawas lapangan berhak memerintahkan diadakan pengujian pada setiap bahan yang digunakan pada pelaksanaan konstruksi beton untuk menentukan apakah bahan tersebut mempunyai mutu sesuai dengan mutu yang telah ditetapkan.
- 2) Pengujian bahan dan pengujian beton harus dibuat sesuai dengan tata cara-tata cara yang terdapat pada pasal 2.
- 3) Laporan lengkap pengujian bahan dan pengujian beton harus tersedia untuk pemeriksaan selama pekerjaan berlangsung dan pada masa 2 tahun setelah selesainya pembangunan.

# PENANGGUNG JAWAB MUTU

## SNI 03-2847-2002



2.5. BULLETIN LB3-ITS NO.4 DES 2008

Selanjutnya, dibawah ini akan disajikan pedoman atau aturan normatif yang berkaitan dengan pencapaian butir 4 diatas, yaitu pada SNI 2847 Pasal 5.1.3; SNI 03-4433-1997 dan ASTM C685 (yang disyaratkan oleh SNI 2847 Pasal 7.8)

### Penanggung Jawab Mutu Beton

Tercapainya mutu beton yang direncanakan adalah salah satu pekerjaan penting dalam semua proyek yang menggunakan beton bertulang sebagai rangka strukturnya. Karena itu ACI 318 mulai tahun 1999, dalam Chapter 3.1.3 telah menetapkan pergeseran tanggung jawab pemeliharaan catatan uji material konstruksi beton dari "Perencana atau Arsitek" ke "Pengawas".

Perubahan ini dibuat karena kenyataannya Perencana dan Arsitek biasanya tidak mengawasi mutu beton, sedangkan "Pengawas"

**SNI 2847 Pasal 5.1.3 jelas menetapkan penanggung jawab pencapaian mutu beton adalah PENGAWAS PROYEK**

secara khusus memang ditugaskan untuk tujuan itu. Chapter itu, yang dimuat di SNI 2847 Pasal 5.1.3, mewajibkan pada Pengawas selain berhak merintahkan diadakan pengujian setiap bahan yang digunakan di proyek juga untuk menyimpan semua catatan pengujian bahan dan pengujian beton dan harus dapat menunjukkan untuk pemeriksaan selama proyek berlangsung dan pada masa 2 tahun setelah selesainya pembangunan.

Nah, dengan adanya kejelasan penanggung jawab ini, Pengawas diharapkan benar-benar dapat fokus pada mengetrap-

# PENANGGUNG JAWAB MUTU

## SNI 2847:2013

### 1.3 Inspeksi

1.3.1 Konstruksi beton harus diinspeksi sebagaimana disyaratkan oleh tata cara bangunan gedung umum yang diadopsi secara legal. Dengan ketidakterediaan persyaratan inspeksi tersebut, konstruksi beton harus diinspeksi sepanjang berbagai tahap pekerjaan oleh atau di bawah pengawasan insinyur profesional bersertifikat atau oleh inspektor yang berkualifikasi.

1.3.2 Inspektor harus mensyaratkan kesesuaian dengan dokumen kontrak. Kecuali jika ditetapkan dalam tata cara bangunan gedung umum yang diadopsi secara legal, catatan inspeksi harus menyertakan:

- (a) Laporan pengiriman, pengecoran, dan pengujian yang mencatat kuantitas, lokasi pengecoran, pengujian beton segar, kekuatan, dan pengujian lain semua kelas campuran beton;
- (b) Konstruksi dan pembongkaran cetakan dan perancah;
- (c) Penempatan tulangan dan angkur;
- (d) Pencampuran, pengecoran, dan perawatan beton;
- (e) Urutan ereksi dan sambungan komponen struktur pracetak;
- (f) Penarikan tendon;
- (g) Sembarang pembebanan konstruksi yang signifikan pada lantai, komponen struktur atau dinding yang telah selesai;
- (h) Kemajuan pekerjaan secara umum.

1.3.3 Bila suhu lingkungan jatuh dibawah  $4^{\circ}\text{C}$  atau meningkat diatas  $35^{\circ}\text{C}$  catatan suhu beton dan perlindungan yang diberikan pada beton selama pengecoran dan perawatan harus disimpan.

1.3.4 Catatan inspeksi yang disyaratkan dalam 1.3.2 dan 1.3.3 harus disimpan oleh insinyur atau arsitek yang menginspeksi selama paling sedikit 2 tahun setelah selesainya proyek.

1.3.5 Untuk rangka momen khusus yang didesain sesuai dengan Pasal 21, inspeksi secara menerus terhadap pemasangan tulangan dan pengecoran beton harus dilakukan oleh inspektor yang berkualifikasi. Inspektor harus dibawah pengawasan insinyur profesional bersertifikat yang bertanggungjawab untuk desain struktur atau dibawah pengawasan insinyur profesional bersertifikat dengan kemampuan yang sudah didemonstrasikan untuk inspeksi pengawasan konstruksi rangka momen khusus.

# PENANGGUNG JAWAB MUTU

## ACI 318-11

ACI 318-11

**Building Code Requirements for  
Structural Concrete (ACI 318-11)**  
An ACI Standard  
**and Commentary**

Reported by ACI Committee 318

STRUCTURAL CONCRETE BUILDING CODE (ACI 318-11) AND COMMENTARY

43

### CHAPTER 3 — MATERIALS

#### CODE

#### COMMENTARY

#### 3.1 — Tests of materials

#### R3.1 — Tests of materials

3.1.1 — The building official shall have the right to order testing of any materials used in concrete construction to determine if materials are of quality specified.

3.1.2 — Tests of materials and of concrete shall be made in accordance with standards listed in 3.8.

3.1.3 — A complete record of tests of materials and of concrete shall be retained by the inspector for at least 2 years after completion of the project, and made available for inspection during the progress of the Work.

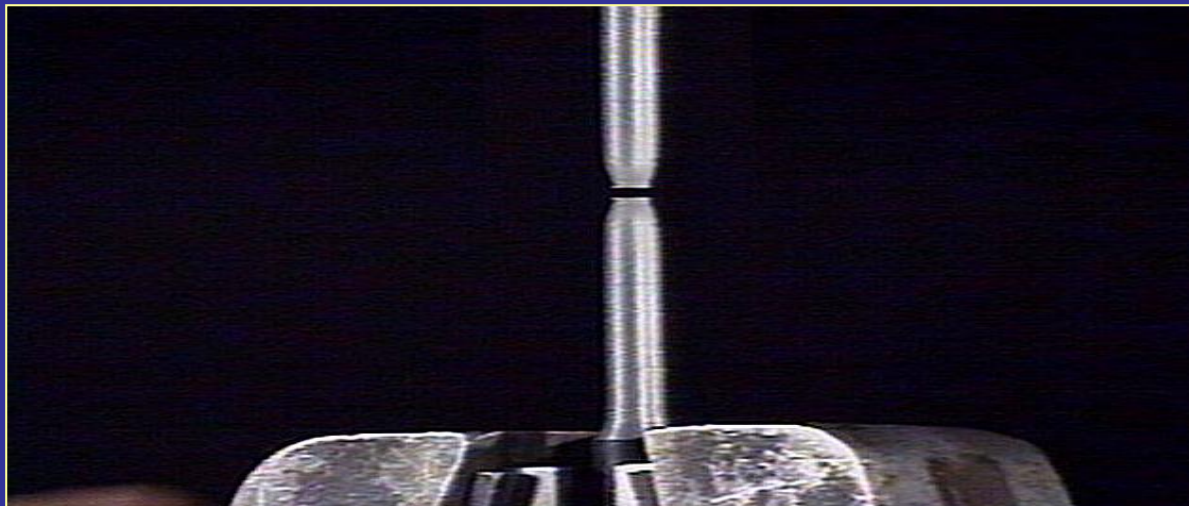
R3.1.3 — The record of tests of materials and of concrete should be retained for at least 2 years after completion of the project. Completion of the project is the date at which the owner accepts the project or when the certificate of occupancy is issued, whichever date is later. Local legal requirements may require longer retention of such records.

# WAKTU MINIMUM PEMBONGKARAN **KAP**

Uraian	Waktu	
a. Dinding	12 jam	
b. Kolom	12 jam	
c. Bagian sisi balok	12 jam	
	Beban hidup lebih kecil dari beban mati	Beban hidup lebih besar dari beban mati
Balok		
a. Jarak bentang kurang dari 3 m	7 hari	4 hari
b. Jarak bentang antara 3 sampai 6 m	14 hari	7 hari
c. Jarak bentang lebih besar dari 6 m	21 hari	14 hari
Pelat lantai satu arah		
a. Jarak bentang kurang dari 3 m	4 hari	3 hari
b. Jarak bentang antara 3 sampai 6 m	7 hari	4 hari
c. Jarak bentang lebih besar dari 6 m	10 hari	7 hari
Pelat lantai dua arah	Waktu pemindahan konstruksi acuan dan perancah tergantung pada pemakaian <i>reshoring</i> . Apabila diperlukan, <i>reshoring</i> dipasang setelah seluruh konstruksi acuan dan perancah selesai dibongkar. <i>Reshoring</i> gunanya untuk memperkecil lendutan atau <i>creep</i> (rangkak). Kapasitas beban dan pengaturan jarak <i>reshoring</i> harus direncanakan.	

Peurifoy dan Oberlender,  
1995 dan ACI 347-04, 2004

# PENGUJIAN TULANGAN BAJA (United Testing System)





# ***PENGUJIAN TARIK TULANGAN BAJA***



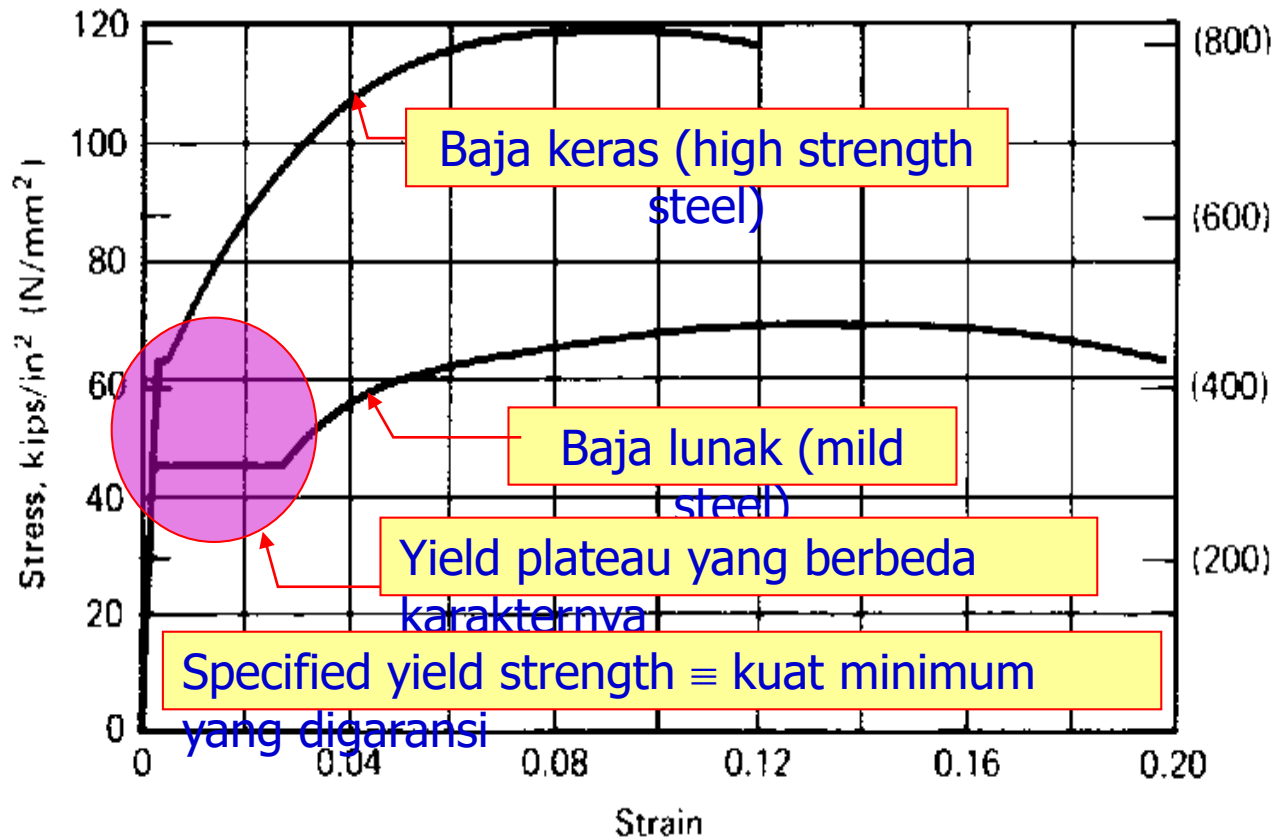
# ***PENGUJIAN TARIK TULANGAN BAJA***



# ***PENGUJIAN TARIK TULANGAN BAJA***



# KURVA TEGANGAN-REGANGAN BAJA



Kandungan karbon :  
 baja sangat lunak (*dead steel*) :  
 $\leq 0,10\%$   
 baja lunak (*low carbon steel*) :  
 $0,10 - 0,25\%$   
 baja sedang (*med carbon steel*) :  
 $0,25 - 0,70\%$   
 baja keras (*high carbon steel*) :  
 $0,70 - 1,50\%$

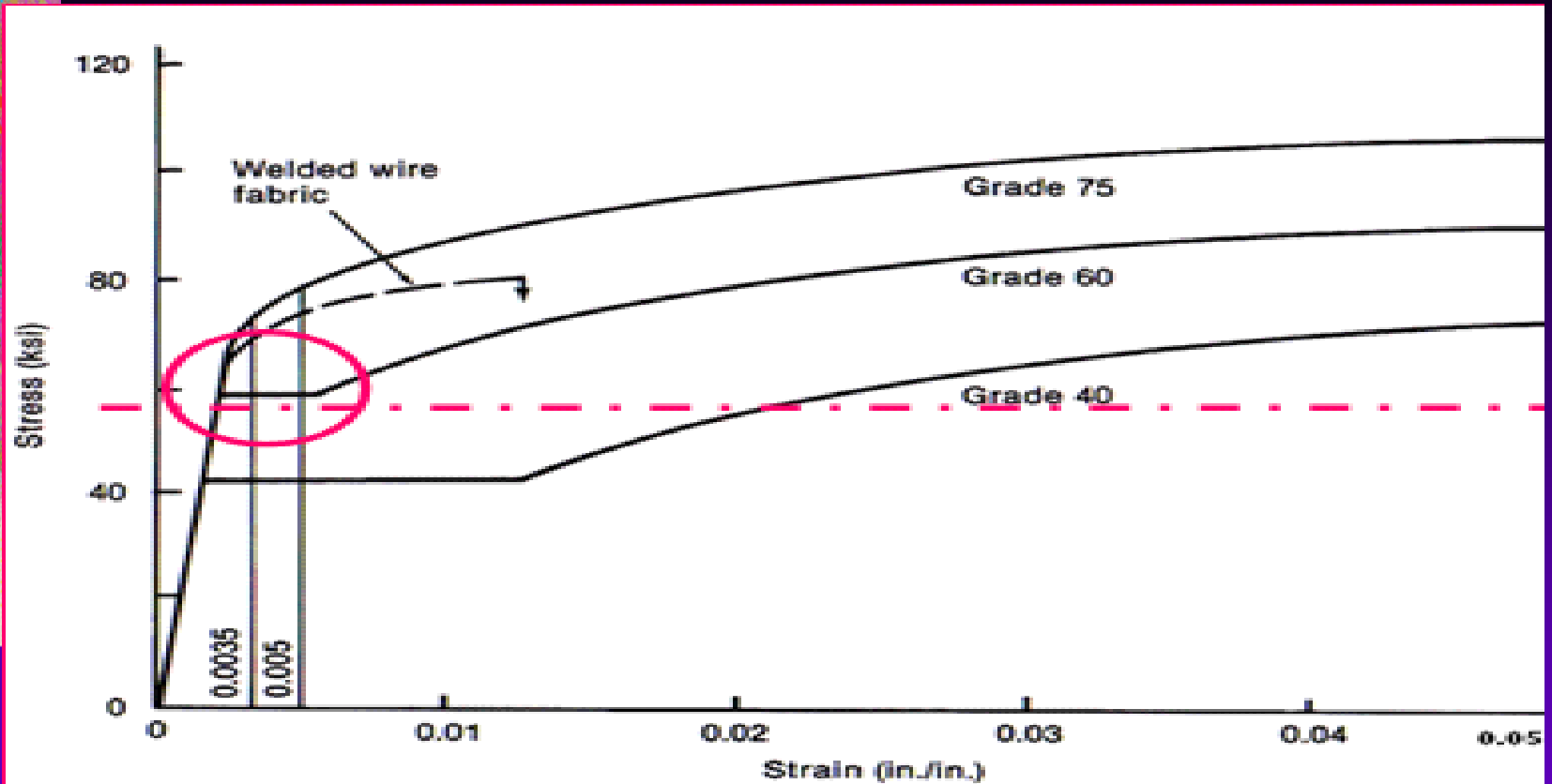
semakin tinggi kadar karbon :  
**semakin kuat**  
**semakin getas**

Tegangan leleh karakteristik ( $\sigma_{au}$ )  
 satuan umum = kg/cm<sup>2</sup>

U-22 = baja lunak;	$\sigma_{au} = 2.200$ kg/cm <sup>2</sup>
U-24 = baja lunak;	$\sigma_{au} = 2.400$ kg/cm <sup>2</sup>
U-32 = baja sedang;	$\sigma_{au} = 3.200$ kg/cm <sup>2</sup>
U-39 = baja keras;	$\sigma_{au} = 3.900$ kg/cm <sup>2</sup>
U-48 = baja keras;	$\sigma_{au} = 4.800$ kg/cm <sup>2</sup>

(kurva tekan = kurva tarik)

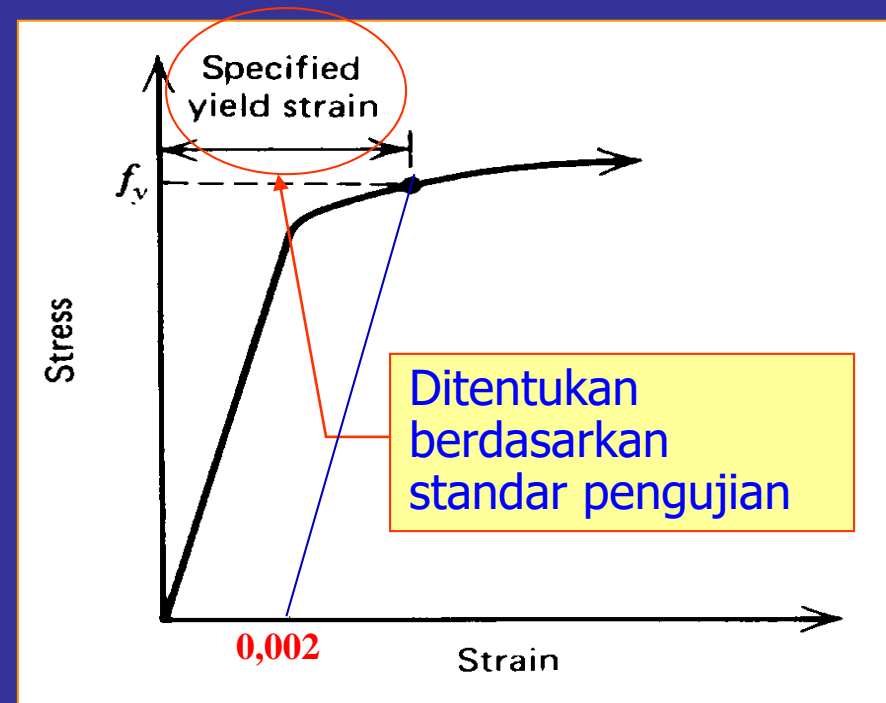
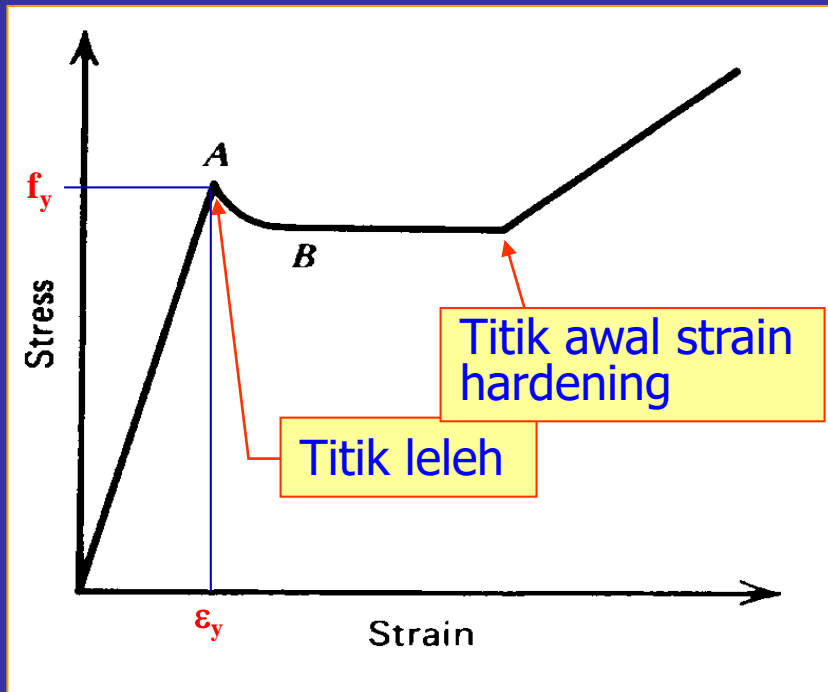
# KURVA TEGANGAN-REGANGAN BAJA



Semakin Tinggi kandungan Carbon mutu baja semakin tinggi

$$1 \text{ ksi} = 6.8965 \text{ MPa}$$

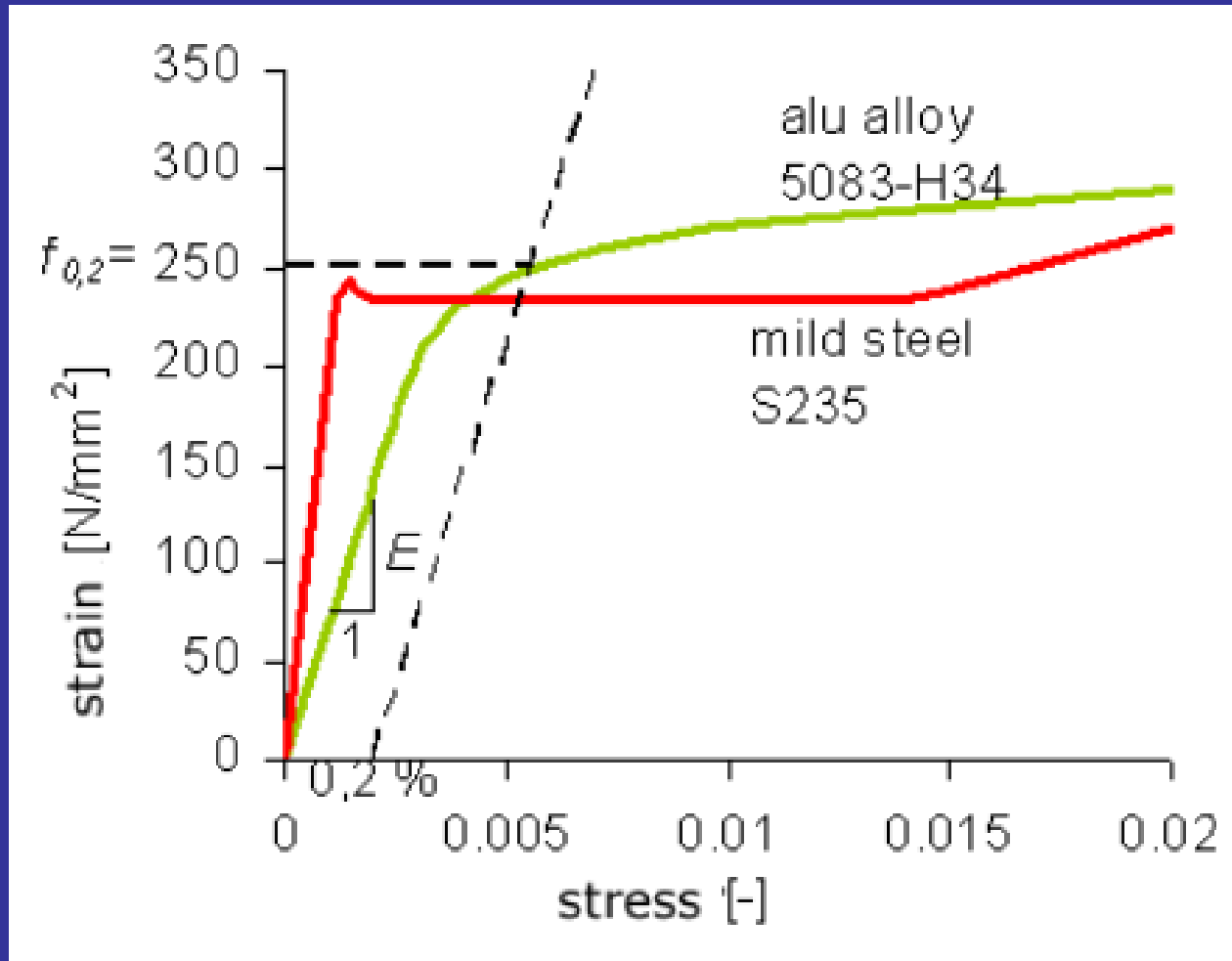
# Karakter Leleh Tulangan Baja



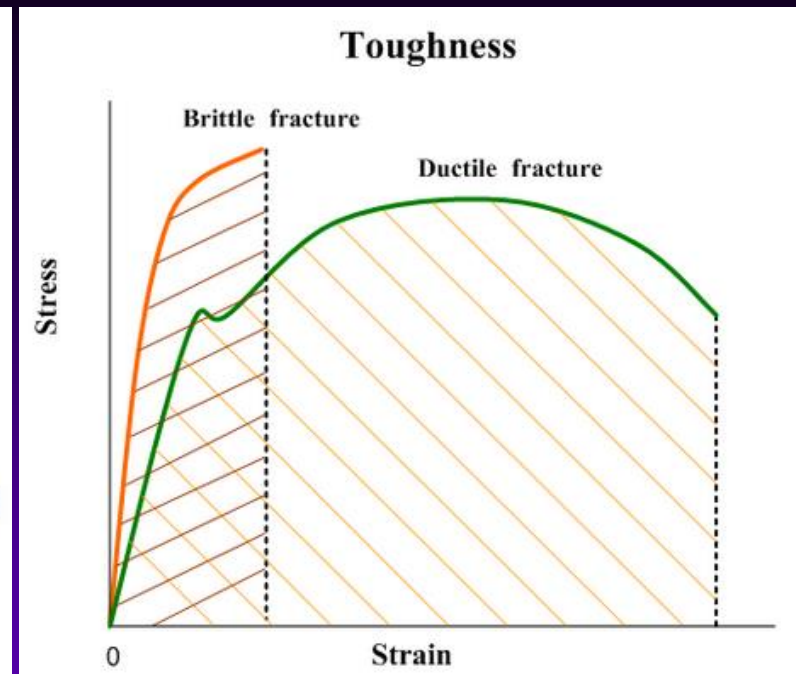
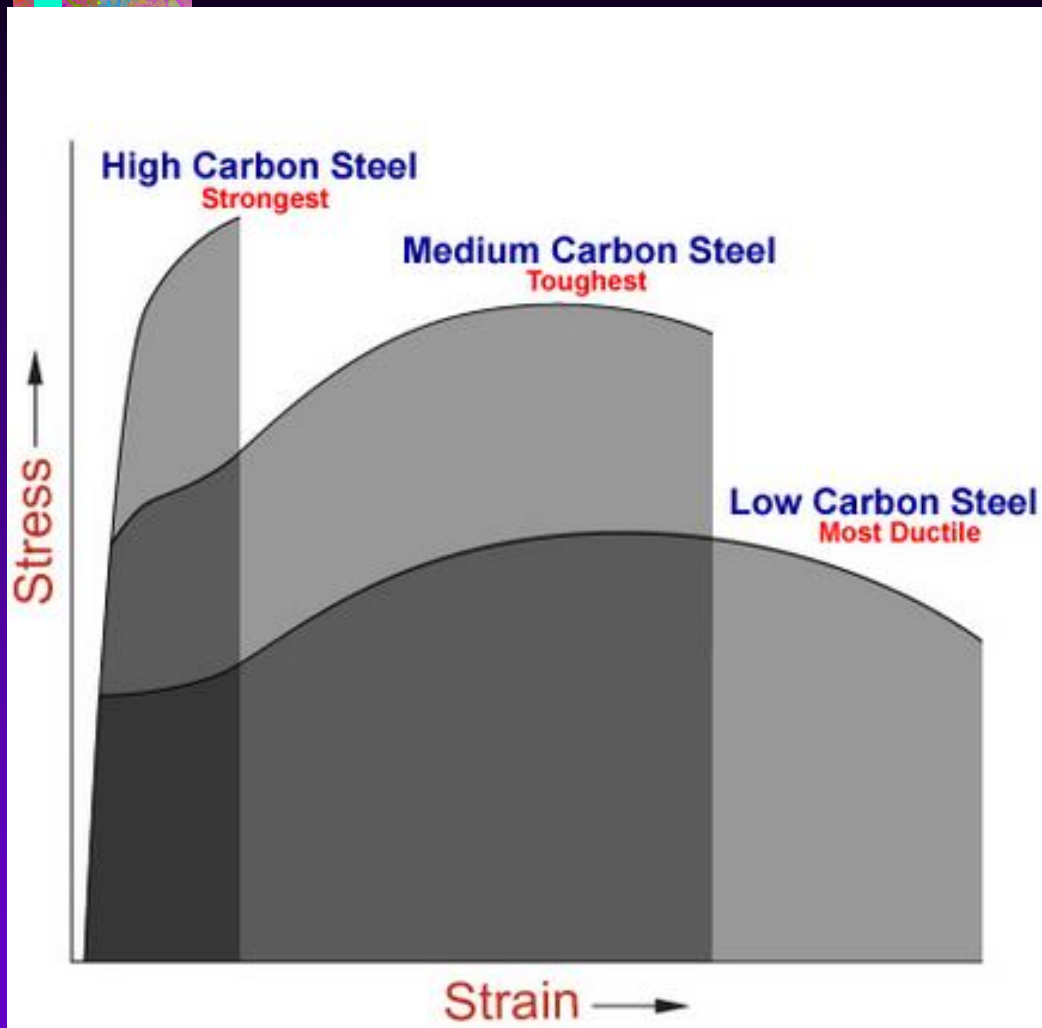
- Kurva stress-strain menunjukkan titik leleh atas (A) dan bawah (B). Pada ujung yield plateau mulai terjadi strain hardening

- Jenis baja tulangan yang tidak mempunyai titik leleh dan yield plateau yang jelas

# Karakter Leleh Tulangan Baja



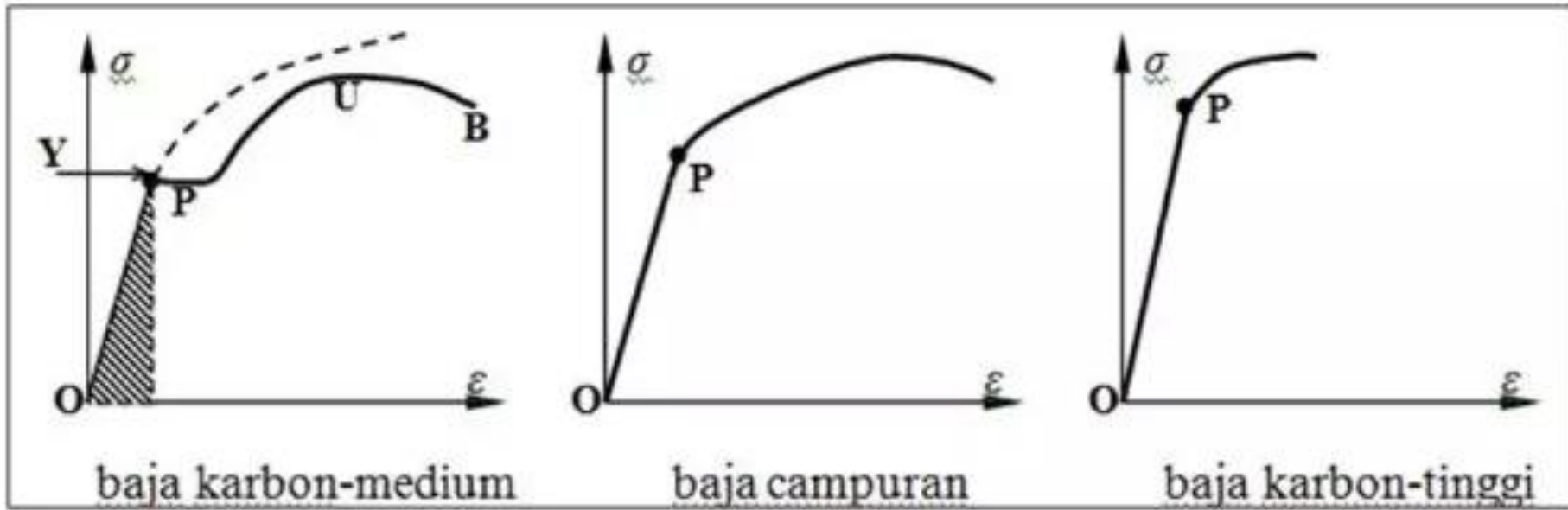
# KURVA TEGANGAN-REGANGAN BAJA



**TOUGHNESS**

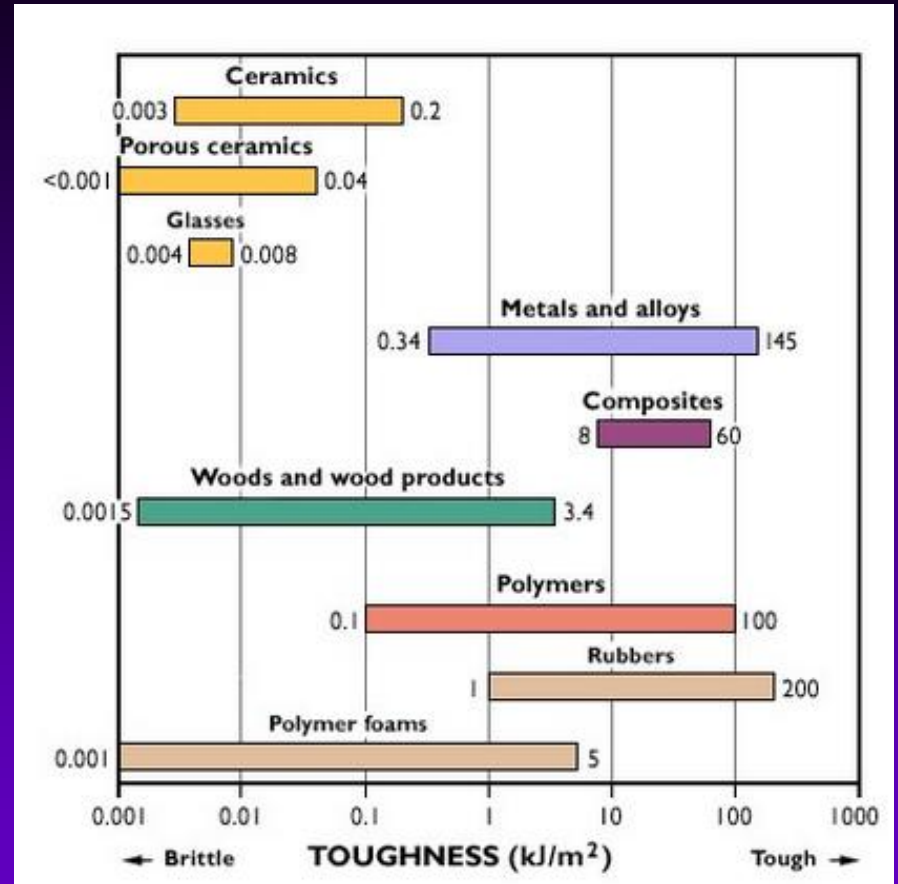


# KURVA TEGANGAN-REGANGAN BAJA

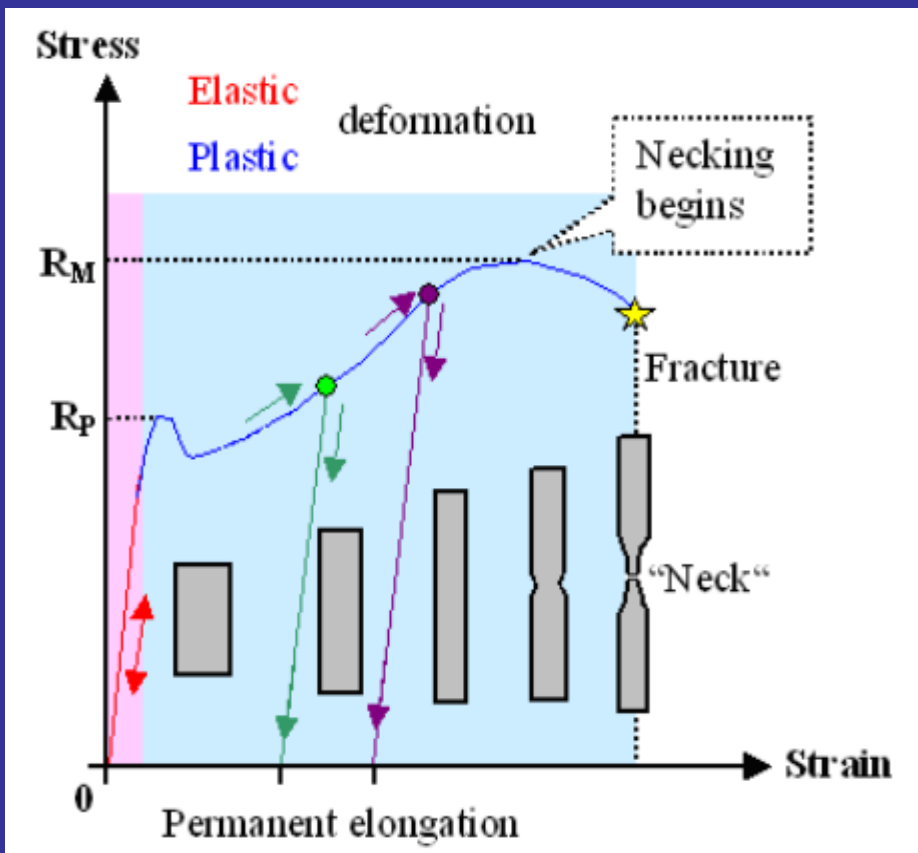
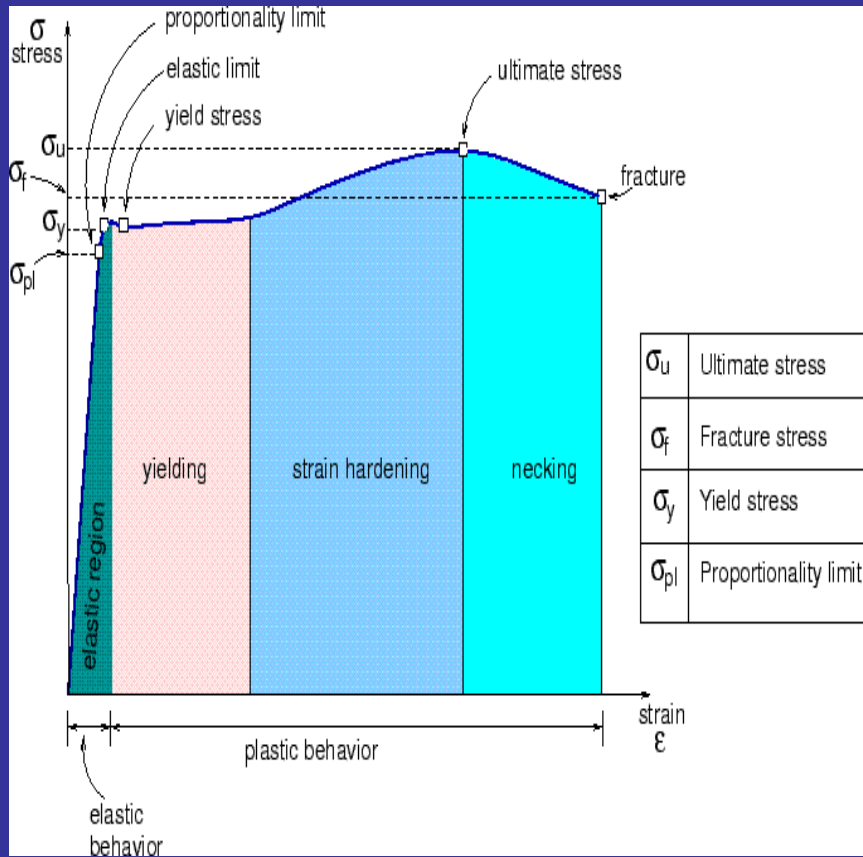


# TOUGHNESS

Material type	Material	$K_{Ic}$ (MPa · m <sup>1/2</sup> )
Metal	Aluminum alloy (7075)	24
	Steel alloy (4340)	50
	Titanium alloy	44–66
	Aluminum	14–28
Ceramic	Aluminum oxide	3–5
	Silicon carbide	3–5
	Soda-lime glass	0.7–0.8
	Concrete	0.2–1.4
Polymer	Polymethyl methacrylate	0.7–1.6
	Polystyrene	0.7–1.1
Composite	Mullite-fibre composite	1.8–3.3 <sup>[3]</sup>
	Silica aerogels	0.0008–0.0048 <sup>[4]</sup>



# Karakter Leleh Tulangan Baja



# Karakter Leleh Tulangan Baja

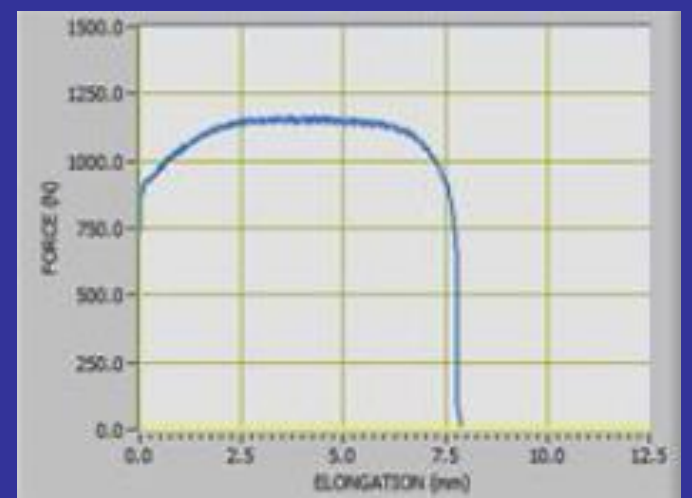
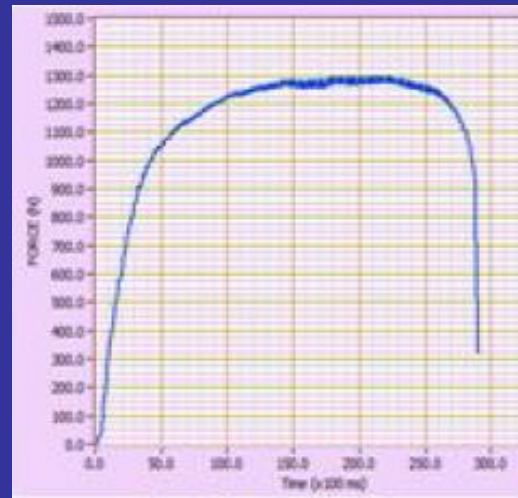
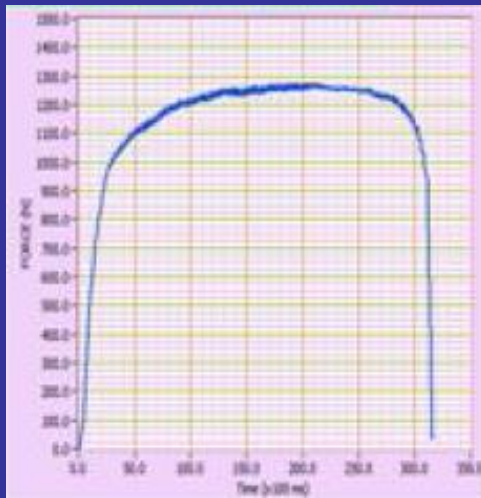
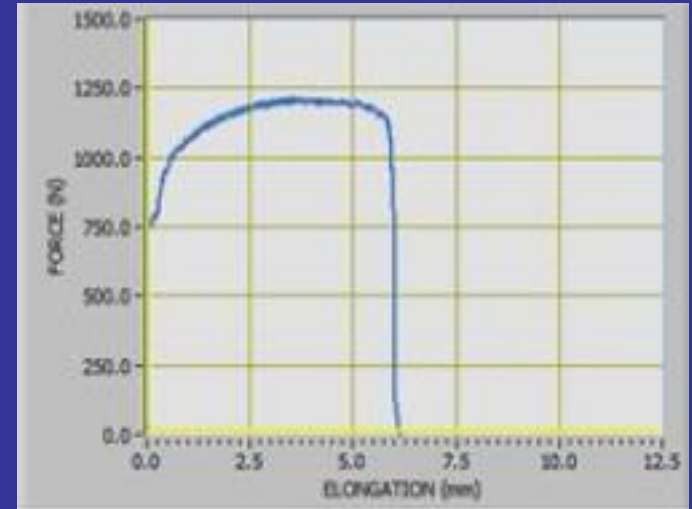
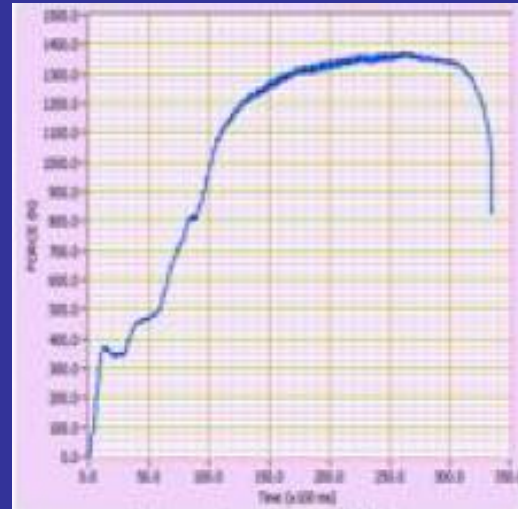
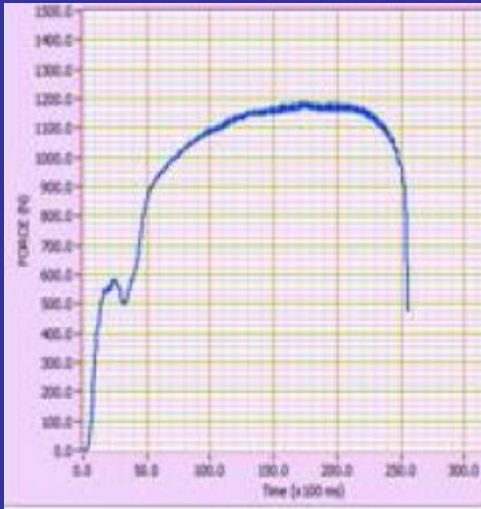
## DUCTILITY, %EL

- Plastic tensile strain at failure: 
$$\%EL = \frac{L_f - L_o}{L_o} \times 100$$

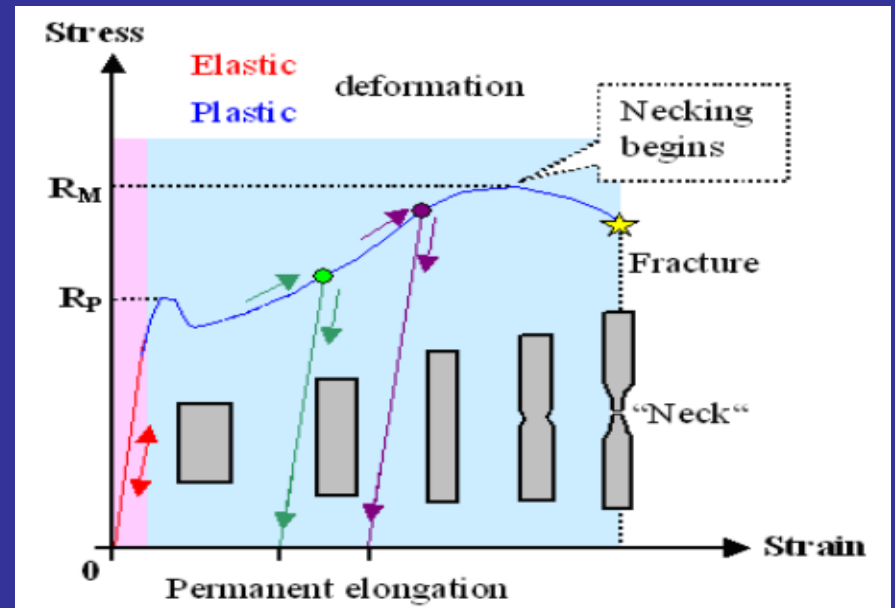
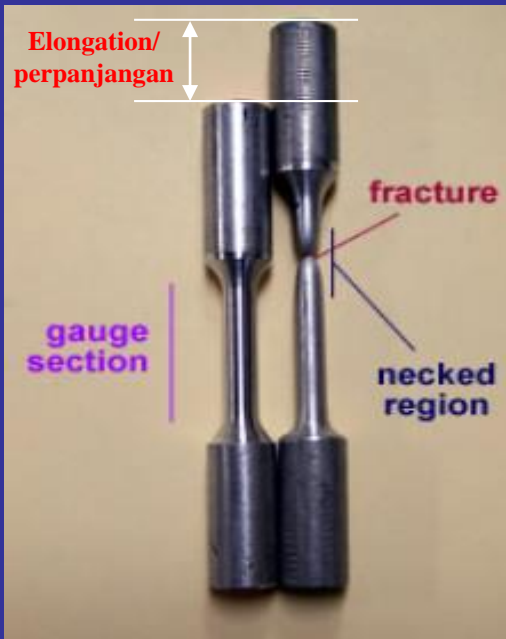
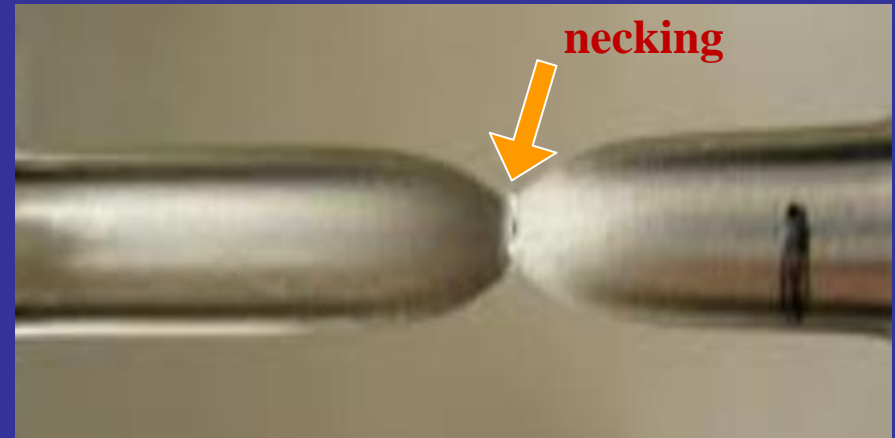


- Another ductility measure: 
$$\%AR = \frac{A_o - A_f}{A_o} \times 100$$

# Karakter Leleh Tulangan Baja



# Karakter Leleh Tulangan Baja



# SPESIFIKASI BAJA TULANGAN

Jenis	Notasi
<u>BjTP 24</u> Baja tulangan polos dgn $f_y = 240$ MPa	$\phi$ 5 $\phi$ 16 --- balok, kolom $\phi$ 10 - 200 --- pelat
<u>BjTD 40</u> Baja tulangan deform dgn $f_y = 400$ MPa	D 5 D 16 -- balok, kolom D13 - 150 --- pelat

Dalam praktek mungkin masih dijumpai istilah :

U 24  $\approx f_y = 240$  MPa = 2400 kg/cm<sup>2</sup>

U 39  $\approx f_y = 390$  MPa = 3900 kg/cm<sup>2</sup>



# SPESIFIKASI BAJA TULANGAN

Jenis Baja Tulangan	Diameter nominal (mm)	Luas nominal (mm <sup>2</sup> )	Tegangan Leleh, $f_y$ (MPa)	Kuat tarik, $f_u$ (MPa)	
BjTP-24	φ 6	6	28.30	Minimum 240	Minimum 390
	φ 8	8	50.30		
	φ 10	10	78.50		
	φ 12	12	113.00		
	φ 16	16	201.00		
	φ 19	19	284.00		
	φ 22	22	380.00		
	φ 25	25	491.00		
BjTD-40	D 10	10	78.50	Minimum 400	Minimum 570
	D 13	13	133.00		
	D 16	16	201.00		
	D 19	19	284.00		
	D 22	22	387.00		
	D 25	25	506.00		
	D 29	29	643.00		
	D 32	32	794.00		



# SPEKIFIKASI BAJA TULANGAN

## 5.4 Sifat mekanis

SNI 07-2052-2002

Tabel Sifat mekanis

Kelas baja tulangan	Nomor batang uji	Uji tarik			Uji lengkung	
		Batas ulur kgf/mm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	Kuat tarik kgf/mm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	Regangan (%)	Sudut lengkung	Diameter pelengkung
BjTP 24	No. 2	Minimum 24 (235)	Minimum 39 (380)	20	180°	3 x d
	No. 3			24		
BjTP 30	No. 2	Minimum 30 (295)	Minimum 45 (440)	18	180°	d > 16 = 3xd
	No. 3			20		d > 16 = 4xd
BjTP 30	No. 2	Minimum 30 (295)	Minimum 45 (440)	10	180°	d ≤ 16 = 3xd
	No. 3			18		d > 16 = 4xd
BjTP 35	No. 2	Minimum 35 (345)	Minimum 50 (490)	18	180°	d ≥ 16 = 3xd
	No. 3			20		16 < d ≤ 40 = 4xd d ≥ 40 = 5xd
BjTP 40	No. 2	Minimum 40 (390)	Minimum 57 (500)	16	180°	5 x d
	No. 3			18		
BjTP 50	No. 2	Minimum 50 (490)	Minimum 57 (620)	12	180°	d ≤ 25 = 5xd
	No. 3			14		d > 25 = 6xd

CATATAN

- Hasil uji lengkung tidak boleh terletak pada sisi luar lengkung
- Untuk baja tulangan sirip ≥ S.32 nilai renggang dikurangi 2 %  
Untuk baja tulangan sirip S.40 dan S.50 dikurangi 4 % dari nilai yang tercantum pada tabel 6.
- 1 kgf/mm<sup>2</sup> = 9,81 N/mm<sup>2</sup>

No. batang uji :

Batang uji no 2 : dia. < 25 mm

Batang uji no 3 : dia. > 25 mm



## Sampling dan Pengujian

Untuk besi tulangan dalam <b>satu produksi dan satu kelas</b> besi tulangan yang sama, diambil antara <b>1-5 benda uji untuk setiap 25 ton</b> besi tulangan	rujukan : SNI 07-2052-2002 <i>Pengambilan benda uji dilakukan dengan memotong salah satu bagian ujung dengan panjang antara 0,5 m – 1,5 m dan tidak boleh dengan cara panas/api</i>
Jika terdapat bermacam-macam seri produksi, harus diambil minimal 1 benda uji tiap no seri produksi	

Pengujian besi tulangan beton mengikuti ketentuan :  
SNI 07-2529-1991 atau SNI 07-0408-1989

# SPEKIFIKASI BAJA TULANGAN



# SPESIFIKASI BAJA TULANGAN



# KODE TULANGAN BAJA



# KODE TULANGAN BAJA



# KODE TULANGAN BAJA

PT Hanil Jaya Steel



PT Hanil Jaya Steel  
(non SNI)



# KODE TULANGAN BAJA

Merk besi beton SNI terbaik beserta toleransinya:

1. KS (Krakatau Steel) Toleransi 0,1milimeter SNI
2. CS (Cakratunggal Steel) Toleransi 0,2 milimeter SNI
3. IS (Interwood Steel) Toleransi 0,2 mm SNI
4. MS (Master Steel)Toleransi 0,2 milimeter SNI
5. DP (Delco Prima) Toleransi 0,2 milimeter SNI
6. Perwira Toleransi 0,2 mm SNI
7. KSTY Toleransi 0,3 milimeter SNI
8. IKS Toleransi 0,3 mm SNI
9. PAS Toleransi 0,4 mm SNI
10. JI Toleransi 0,4 milimeter SNI



GRADE BjTS 40

GRADE BjTS 50



# KODE TULANGAN BAJA

## Kode dan Kelengkapan Data Material

Penandaan warna standar SNI untuk kelas kuat tarik besi tulangan beton :

BJTP 24 = hitam	U-24	240 MPa
BJTD 30 = biru	U-29	300 MPa
BJTD 35 = merah	U-32	350 MPa
BJTD 40 = kuning	U-39	400 MPa
BJTD 50 = hijau	U-48	500 MPa

Kode standar SNI untuk besi tulangan (pada tiap besi tulangan):

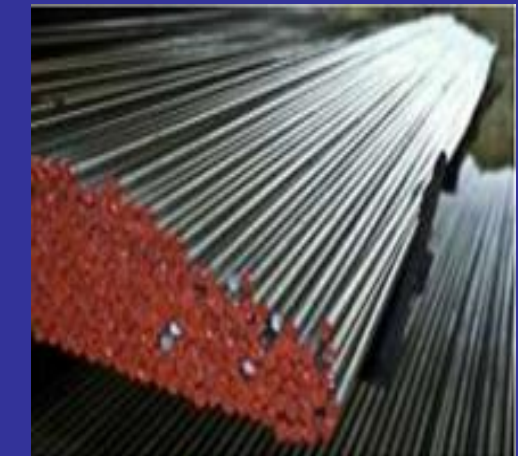
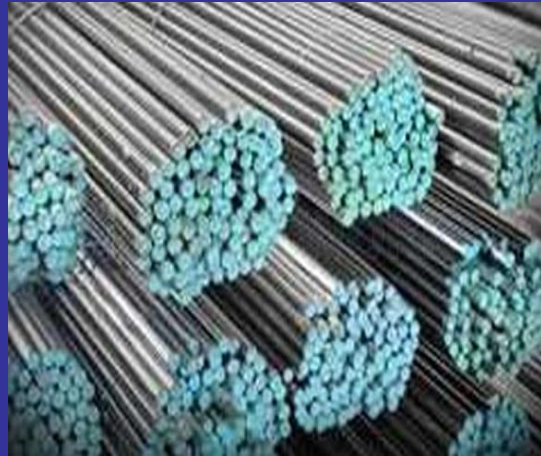
- Nama/Inisial pabrik pembuat
- Ukuran (diameter dan panjang)
- Kelas baja/kuat tarik

rujukan : SNI 07-2052-2002

Kode standar SNI untuk besi tulangan (pada plat/peneng yang menyertai satu bendel besi) :

- Nama/Inisial pabrik pembuat
- Ukuran (diameter dan panjang)
- Kelas baja/kuat tarik
- No. Lembaran/No. Heat
- No. seri dan tanggal produksi
- No. SNI

Mill Sheet harus dilengkapi, mencantumkan data dan karakteristik teknis material besi tulangan



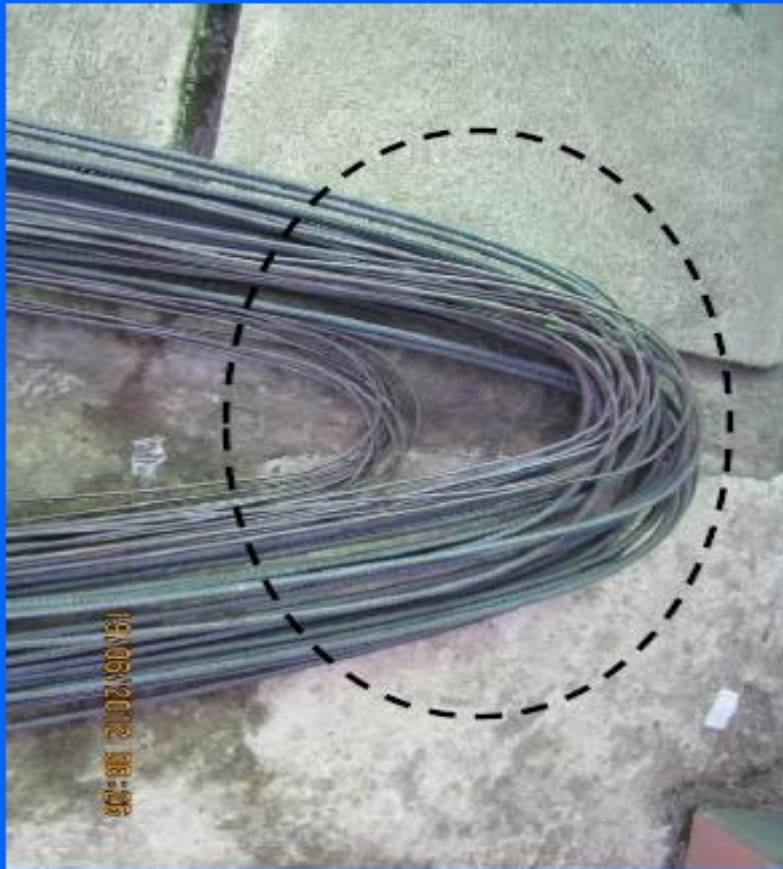


# SPEKIFIKASI BAJA TULANGAN



# PENGARUH BAJA TERTEKUK

BERKURANGNYA KUAT TARIK BAJA HINGGA 15 – 30 %



# TEST SEDERHANA KUALITAS TARIK BAJA TULANGAN DI LAPANGAN



# SPESIFIKASI BAJA TULANGAN

## DAFTAR TULANGAN POLOS BETON

Diameter (mm)	Berat (kg/m <sup>3</sup> )	Luas Tulangan (mm <sup>2</sup> )									
		Jumlah Tulangan									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	0.220	28.286	56.571	84.857	113.143	141.429	169.714	198.000	226.286	254.571	282.857
8	0.393	50.286	100.571	150.857	201.143	251.429	301.714	352.000	402.286	452.571	502.857
8.5	0.439	56.768	113.536	170.304	227.071	283.839	340.607	397.375	454.143	510.911	567.679
9	0.499	63.643	127.286	190.929	254.571	318.214	381.857	445.500	509.143	572.786	636.429
10	0.620	78.571	157.143	235.714	314.286	392.857	471.429	550.000	628.571	707.143	785.714
12	0.887	113.143	226.286	339.429	452.571	565.714	678.857	792.000	905.143	1018.286	1131.429
13	1.040	132.786	265.571	398.357	531.143	663.929	796.714	929.500	1062.286	1195.071	1327.857
14	1.209	154.000	308.000	462.000	616.000	770.000	924.000	1078.000	1232.000	1386.000	1540.000
15	1.377	176.786	353.571	530.357	707.143	883.929	1060.714	1237.500	1414.286	1591.071	1767.857
16	1.580	201.143	402.286	603.429	804.571	1005.714	1206.857	1408.000	1609.143	1810.286	2011.429
18	1.994	254.571	509.143	763.714	1018.286	1272.857	1527.429	1782.000	2036.571	2291.143	2545.714
19	2.230	283.643	567.286	850.929	1134.571	1418.214	1701.857	1985.500	2269.143	2552.786	2836.429
20	2.465	314.286	628.571	942.857	1257.143	1571.429	1885.714	2200.000	2514.286	2828.571	3142.857
22	2.980	380.286	760.571	1140.857	1521.143	1901.429	2281.714	2662.000	3042.286	3422.571	3802.857
25	3.850	491.071	982.143	1473.214	1964.286	2455.357	2946.429	3437.500	3928.571	4419.643	4910.714
26	4.136	531.143	1062.286	1593.429	2124.571	2655.714	3186.857	3718.000	4249.143	4780.286	5311.429
28	4.830	616.000	1232.000	1848.000	2464.000	3080.000	3696.000	4312.000	4928.000	5544.000	6160.000
30	5.510	707.143	1414.286	2121.429	2828.571	3535.714	4242.857	4950.000	5657.143	6364.286	7071.429

# SPESIFIKASI BAJA TULANGAN

## DAFTAR TULANGAN ULIR BETON

Diameter (mm)	Berat (kg/m)	Diameter Nominal (mm)	Luas Tulangan (mm <sup>2</sup> )									
			Jumlah Tulangan									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	0.560	9.530	71.359	142.719	214.078	285.437	356.796	428.156	499.515	570.874	642.234	713.593
13	0.995	12.700	126.728	253.456	380.184	506.911	633.639	760.367	887.095	1013.823	1140.551	1267.279
16	1.560	15.900	198.636	397.273	595.909	794.546	993.182	1191.819	1390.455	1589.091	1787.728	1986.364
19	2.250	19.100	286.636	573.273	859.909	1146.546	1433.182	1719.819	2006.455	2293.091	2579.728	2866.364
22	3.040	22.200	387.231	774.463	1161.694	1548.926	1936.157	2323.389	2710.620	3097.851	3485.083	3872.314
25	3.980	25.400	506.911	1013.823	1520.734	2027.646	2534.557	3041.469	3548.380	4055.291	4562.203	5069.114
29	5.040	28.600	642.683	1285.366	1928.049	2570.731	3213.414	3856.097	4498.780	5141.463	5784.146	6426.829
32	6.230	31.800	794.546	1589.091	2383.637	3178.183	3972.729	4767.274	5561.820	6356.366	7150.911	7945.457
35	7.510	34.900	957.008	1914.016	2871.024	3828.031	4785.039	5742.047	6699.055	7656.063	8613.071	9570.079
38	8.950	38.100	1140.551	2281.101	3421.652	4562.203	5702.754	6843.304	7983.855	9124.406	10264.956	11405.507

$$d_n = 12,74\sqrt{w}$$

$d_n$  = diameter nominal (mm)

$w$  = berat per meter (kg/m)

(PUBI-1982)

# SPESIFIKASI BAJA TULANGAN

## DAFTAR TULANGAN POLOS BETON

Jarak antar tulangan as-as (mm)	Jumlah batang tiap m'	Luas Total Tulangan dalam 1 m lebar pelat sesuai diameter tulangan (mm) yang tercantum (mm <sup>2</sup> )							
		6	8	10	12	16	19	22	25
70	14.29	404.082	718.367	1122.449	1616.327	2873.469	4052.041	5432.653	7015.306
75	13.33	377.143	670.476	1047.619	1508.571	2681.905	3781.905	5070.476	6547.619
80	12.50	353.571	628.571	982.143	1414.286	2514.286	3545.536	4753.571	6138.393
85	11.76	332.773	591.597	924.370	1331.092	2366.387	3336.975	4473.950	5777.311
90	11.11	314.286	558.730	873.016	1257.143	2234.921	3151.587	4225.397	5456.349
95	10.53	297.744	529.323	827.068	1190.977	2117.293	2985.714	4003.008	5169.173
100	10.00	282.857	502.857	785.714	1131.429	2011.429	2836.429	3802.857	4910.714
105	9.52	269.388	478.912	748.299	1077.551	1915.646	2701.361	3621.769	4676.871
110	9.09	257.143	457.143	714.286	1028.571	1828.571	2578.571	3457.143	4464.286
115	8.70	245.963	437.267	683.230	983.851	1749.068	2466.460	3306.832	4270.186
120	8.33	235.714	419.048	654.762	942.857	1676.190	2363.690	3169.048	4092.262
125	8.00	226.286	402.286	628.571	905.143	1609.143	2269.143	3042.286	3928.571
130	7.69	217.582	386.813	604.396	870.330	1547.253	2181.868	2925.275	3777.473
135	7.41	209.524	372.487	582.011	838.095	1489.947	2101.058	2816.931	3637.566
140	7.14	202.041	359.184	561.224	808.163	1436.735	2026.020	2716.327	3507.653
145	6.90	195.074	346.798	541.872	780.296	1387.192	1956.158	2622.660	3386.700
150	6.67	188.571	335.238	523.810	754.286	1340.952	1890.952	2535.238	3273.810
155	6.45	182.488	324.424	506.912	729.954	1297.696	1829.954	2453.456	3168.203
160	6.25	176.786	314.286	491.071	707.143	1257.143	1772.768	2376.786	3069.196
165	6.06	171.429	304.762	476.190	685.714	1219.048	1719.048	2304.762	2976.190
170	5.88	166.387	295.798	462.185	665.546	1183.193	1668.487	2236.975	2888.655
175	5.71	161.633	287.347	448.980	646.531	1149.388	1620.816	2173.061	2806.122
180	5.56	157.143	279.365	436.508	628.571	1117.460	1575.794	2112.698	2728.175
190	5.26	148.872	264.662	413.534	595.489	1058.647	1492.857	2001.504	2584.586
200	5.00	141.429	251.429	392.857	565.714	1005.714	1418.214	1901.429	2455.357

# KONSEP BETON BERTULANG

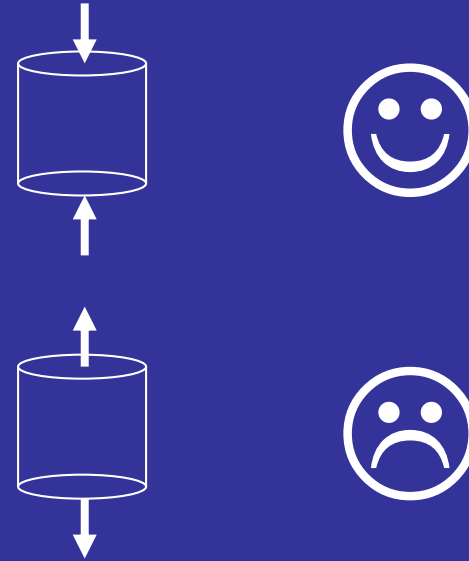
merupakan gabungan antara:

- **BETON**  
yang memiliki kekuatan tekan >>

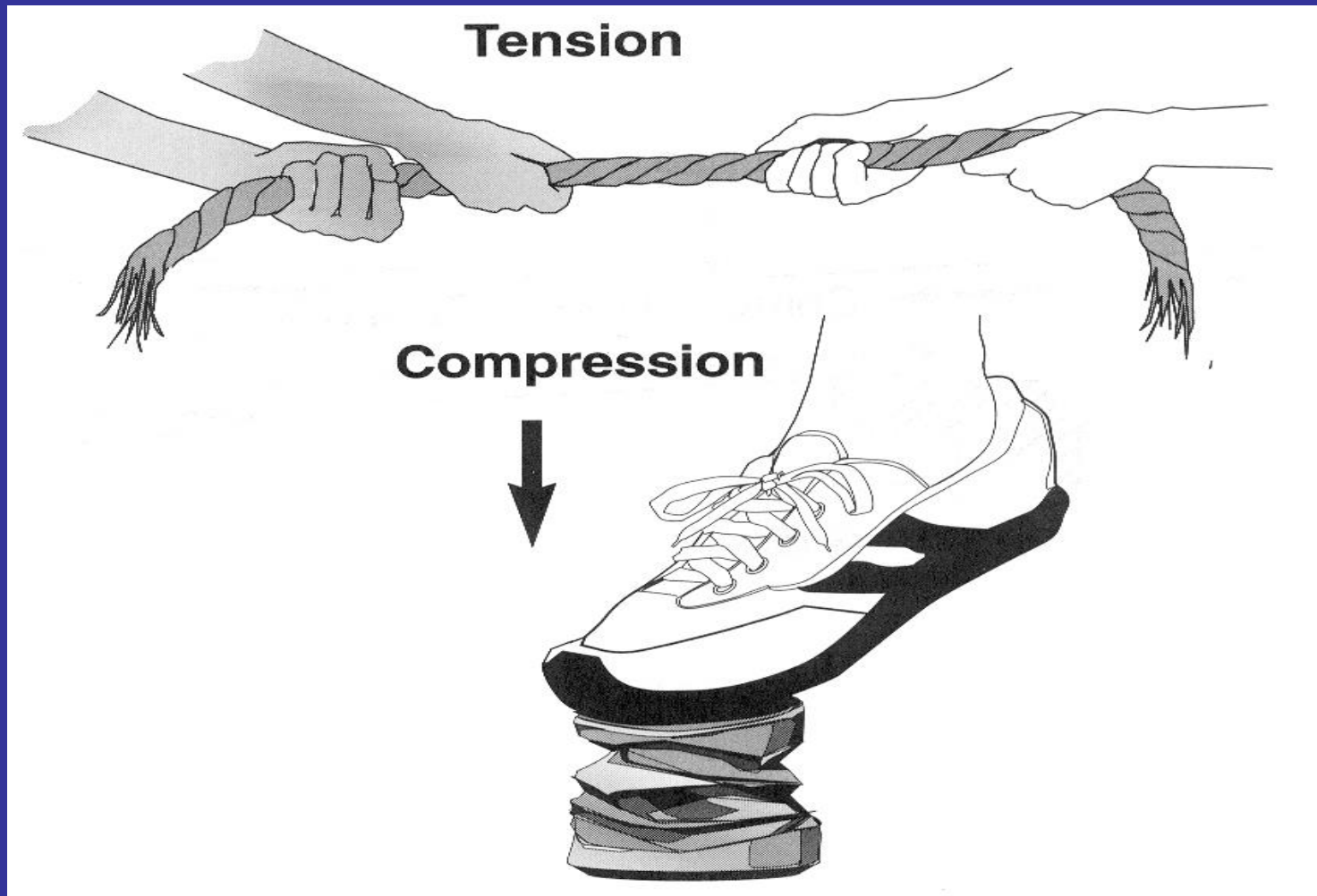
tetapi kekuatan tarik <<

- **TULANGAN BAJA**  
yang mampu menggantikan fungsi beton di daerah Tarik

- **Beton ditambah dengan tulangan baja menjadi beton bertulang ( *reinforced concrete* )**
- **dan jika ditambah lagi dengan baja prategang akan menjadi beton pratekan ( *prestressed concrete* )**



# KONSEP BETON BERTULANG

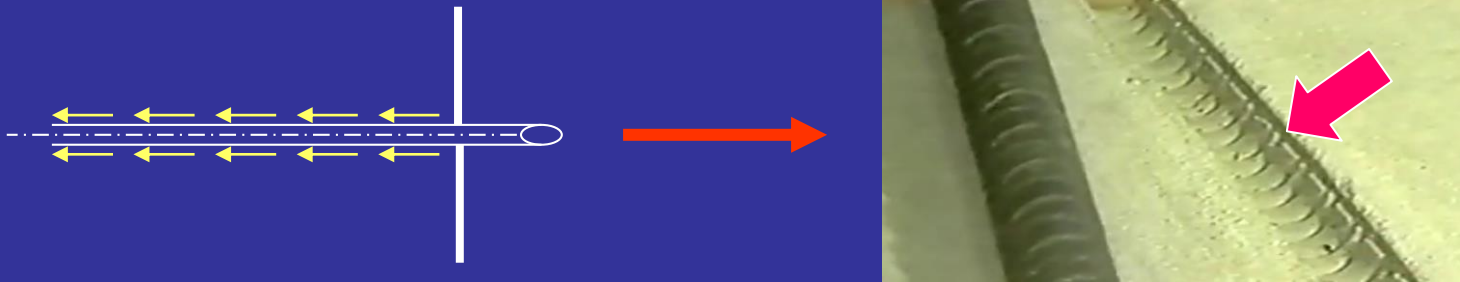




# KOMBINASI BETON & BAJA TULANGAN

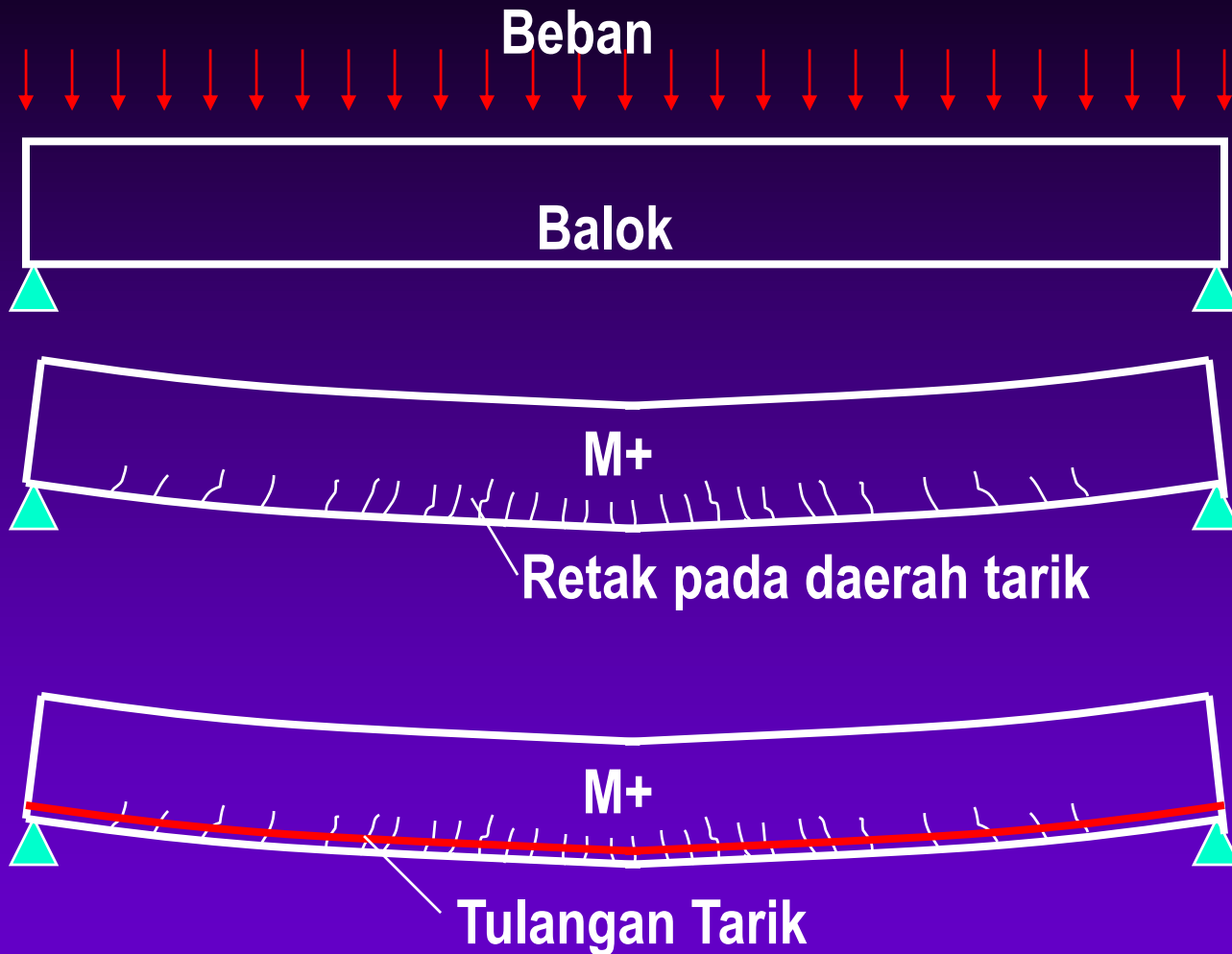
Kombinasi beton & baja tulangan dapat bekerja dengan baik karena:

- lekatan yang kuat antara baja tulangan dengan beton yang menyelimutinya mencegah terjadinya “slip”

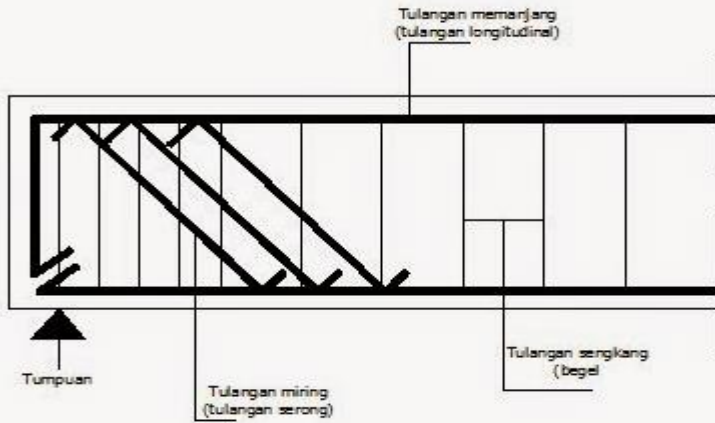


- beton memiliki impermeabilitas tinggi melindungi baja tulangan dari karat
- Koefisien muai akibat temperatur hampir sama antara beton & baja → perbedaan tegangan akibat temperatur dapat diabaikan  $\approx 1.2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$

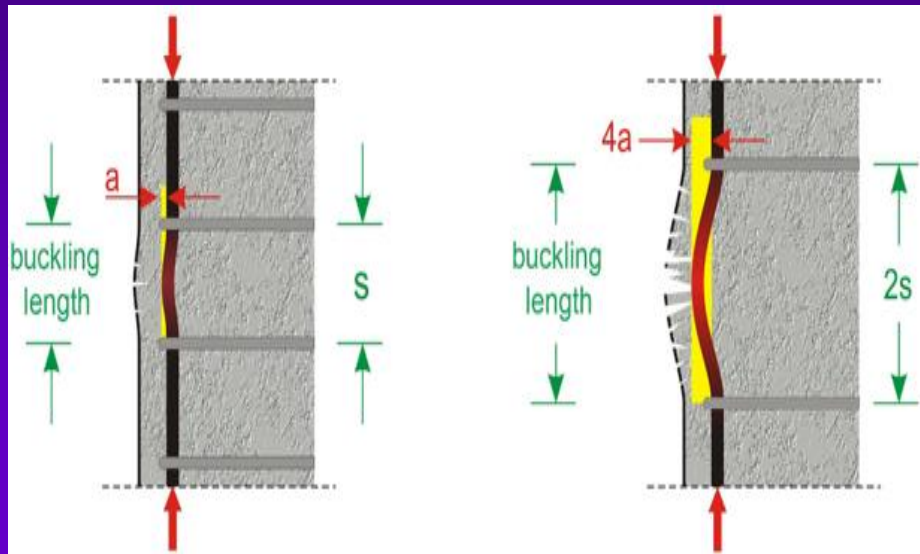
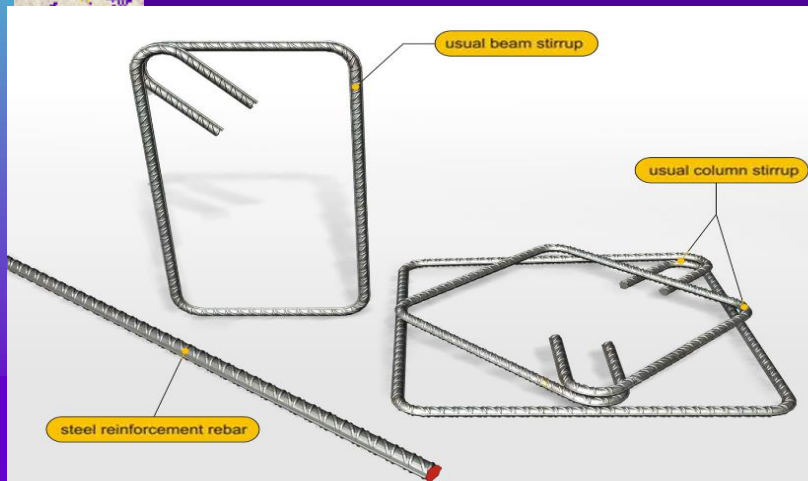
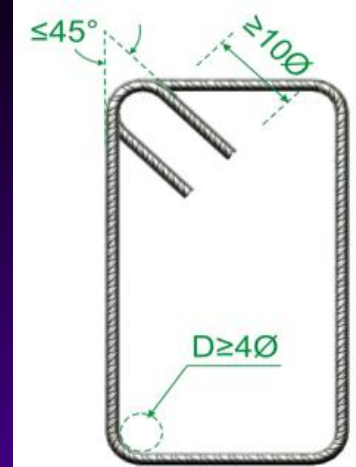
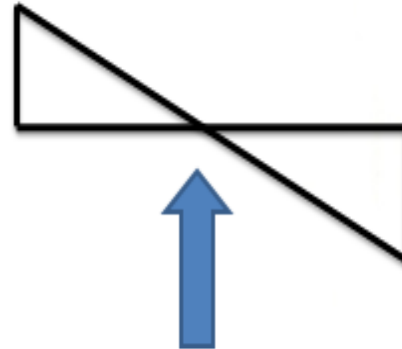
# KONSEP DASAR PENEMPATAN PENULANGAN BALOK LENTUR



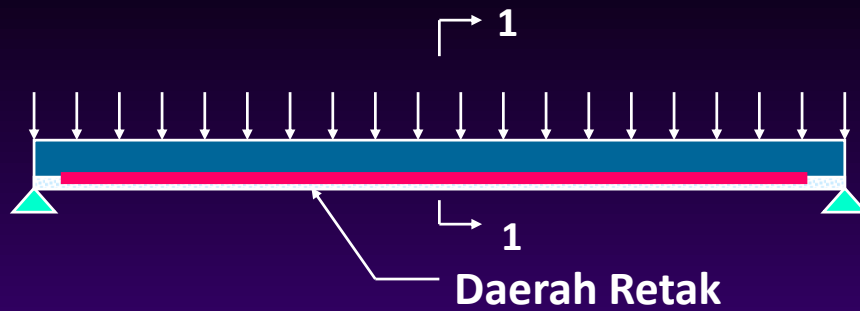
# KONSEP DASAR PENEMPATAN TULANGAN GESER



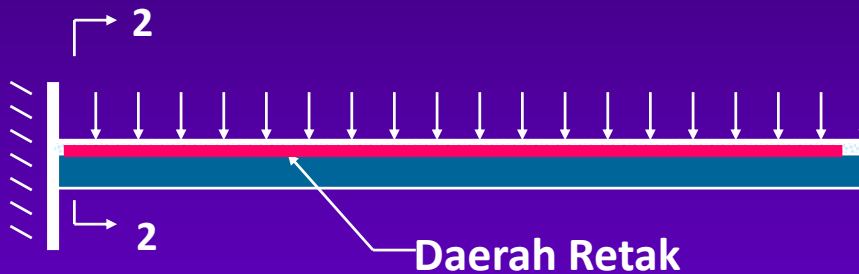
Gambar pemasangan tulangan geser balok  
(digambar setengah bentang)



# KONSEP DASAR PENEMPATAN PENULANGAN BALOK LENTUR

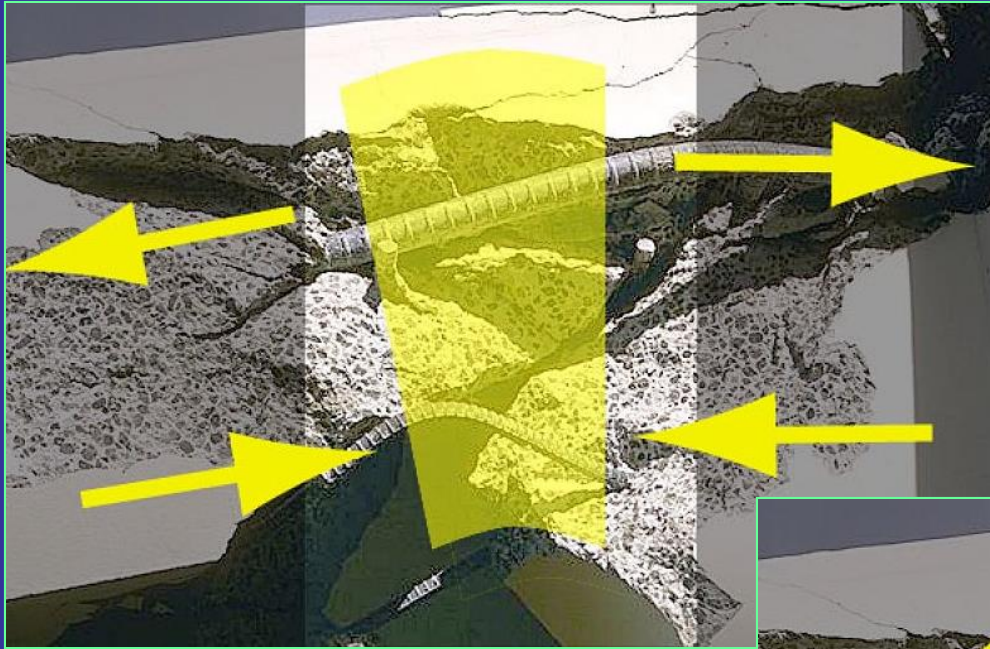


**Bidang Momen Positif (+)**

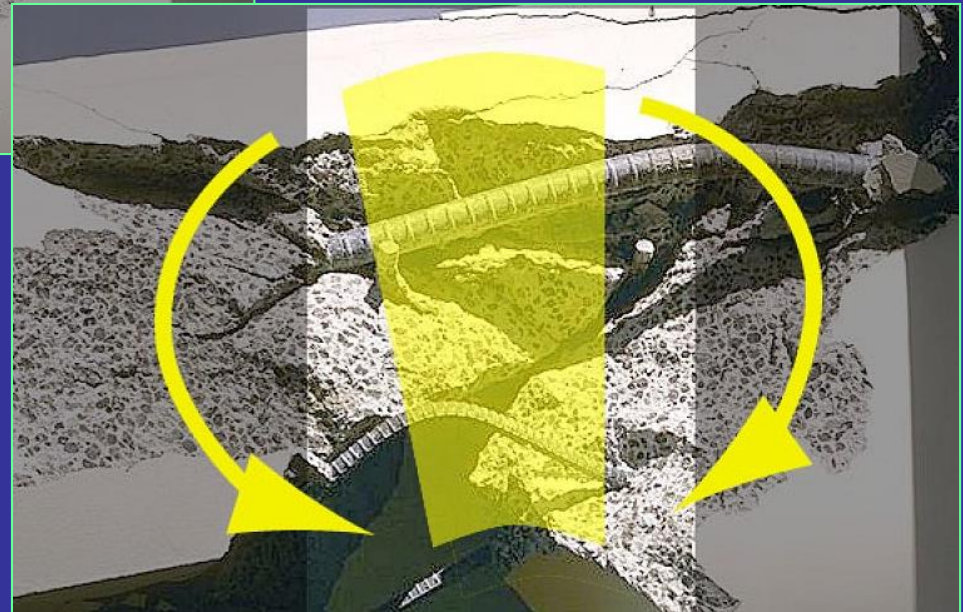


**Bidang Momen Negatif (-)**

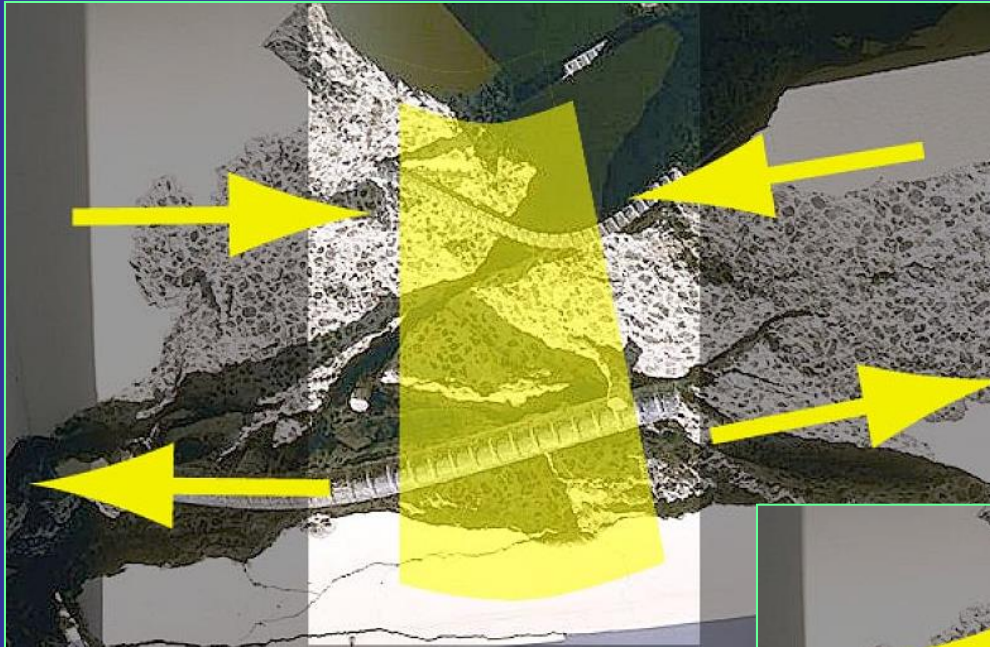
# KONSEP DASAR PENEMPATAN TULANGAN LENTUR



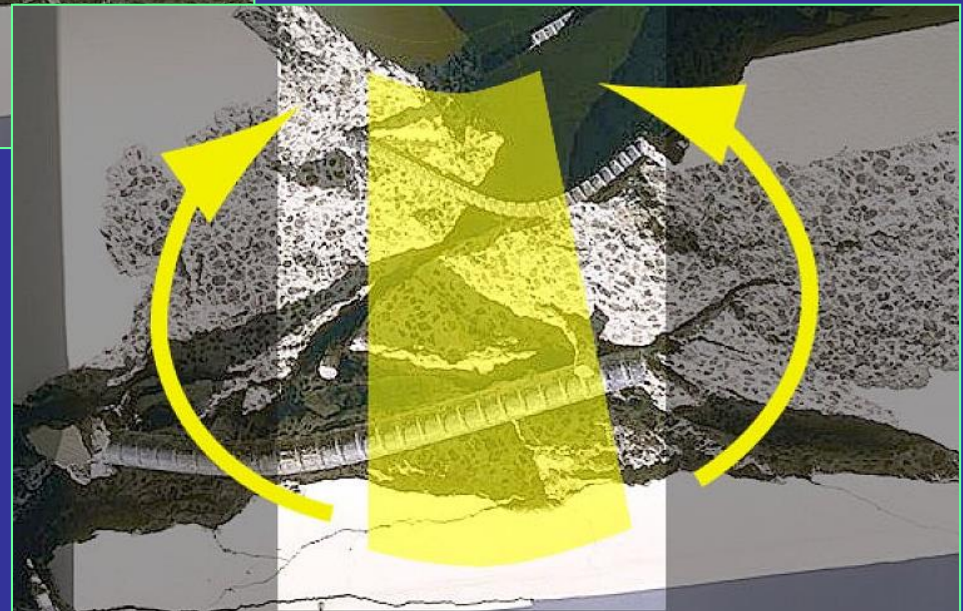
MOMEN NEGATIF



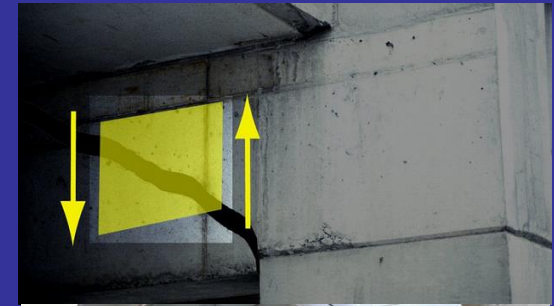
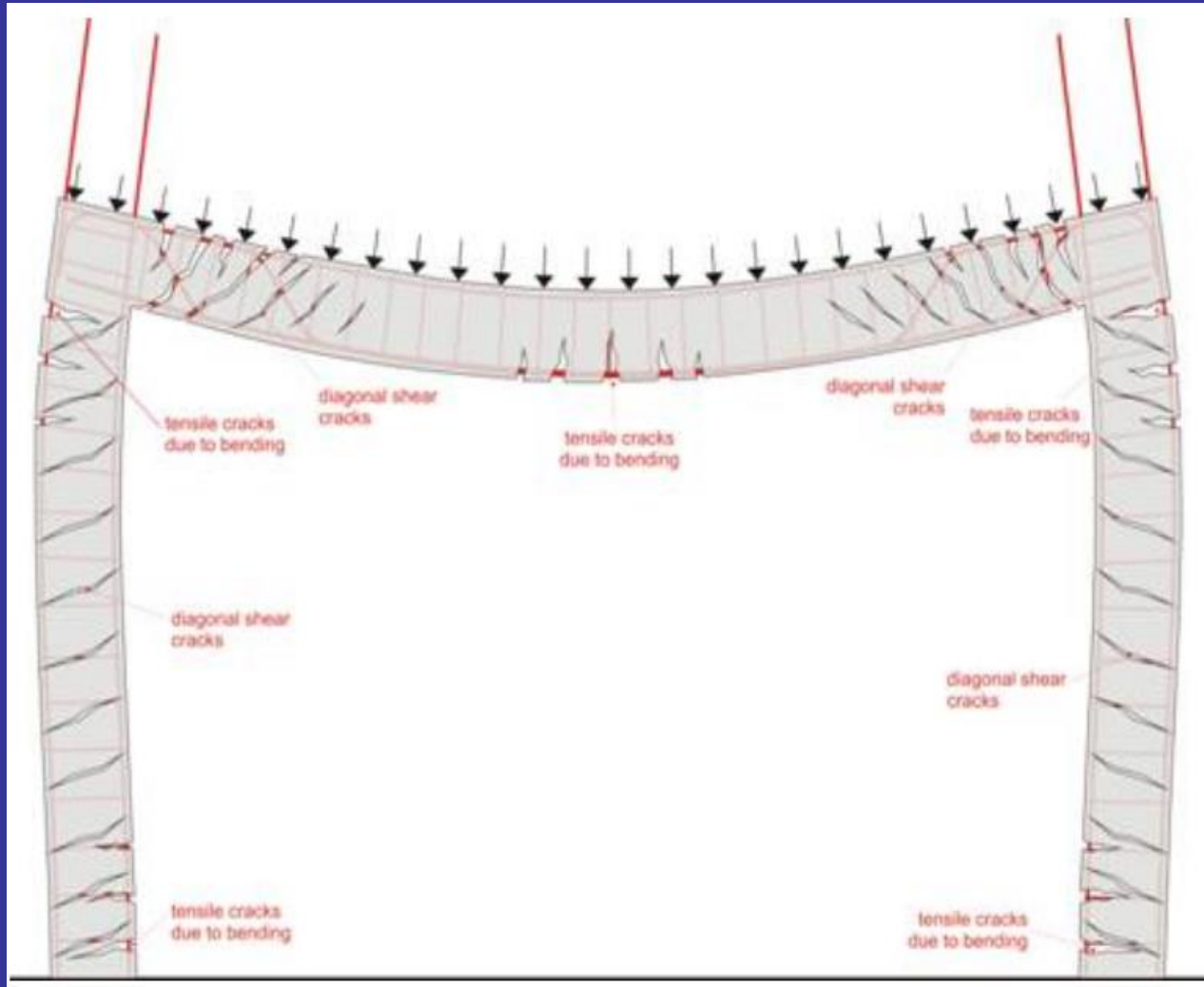
# KONSEP DASAR PENEMPATAN TULANGAN LENTUR



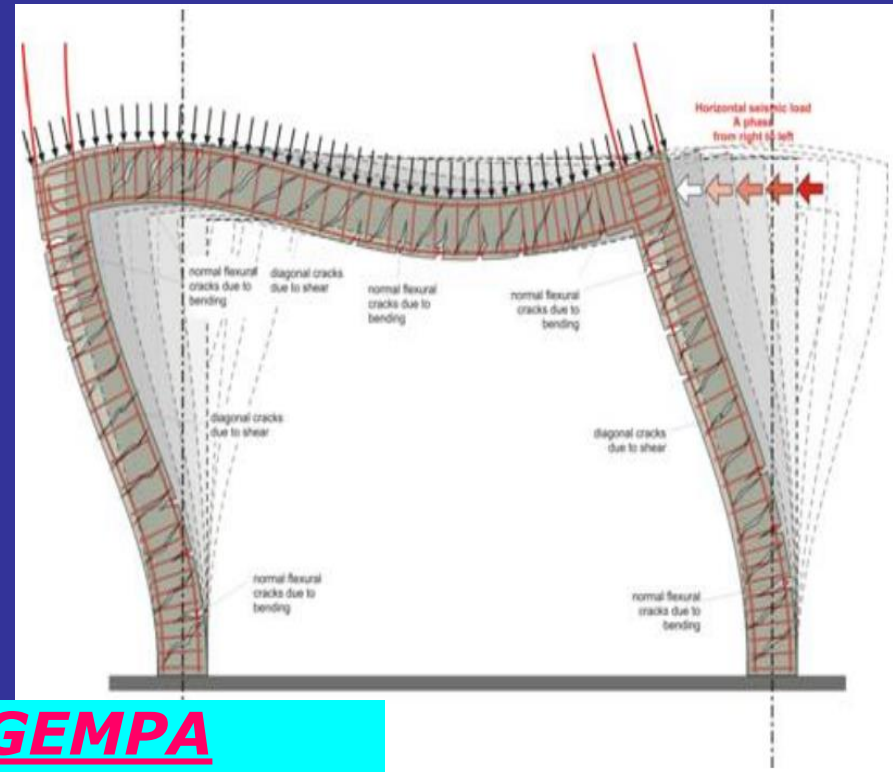
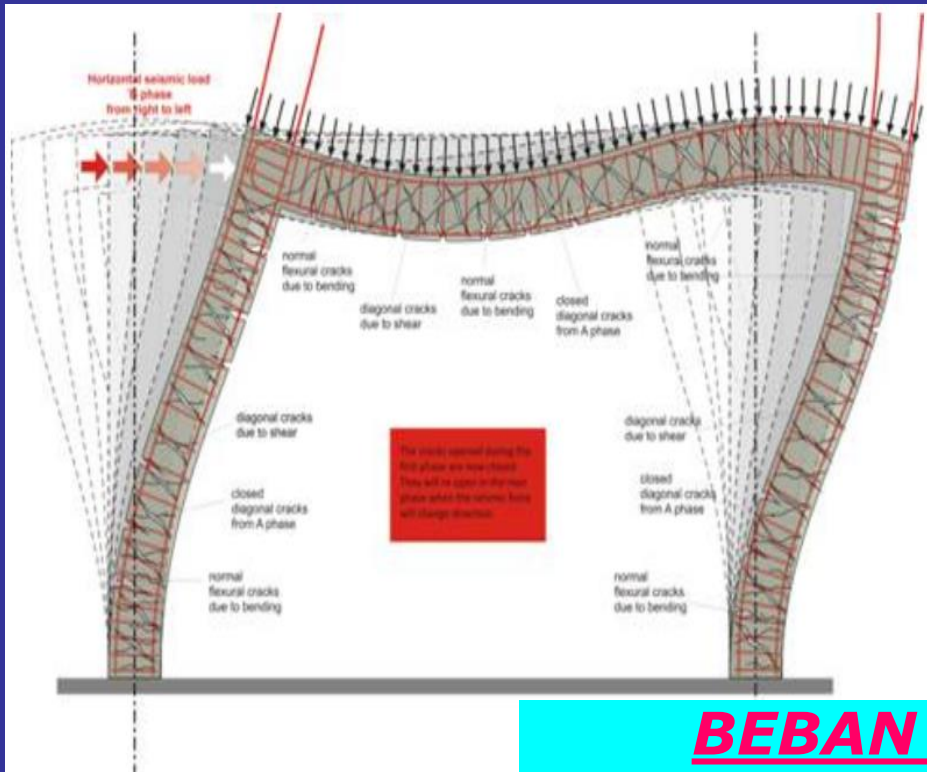
MOMEN POSITIF



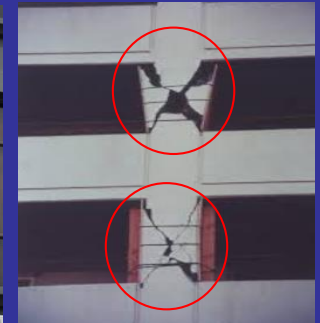
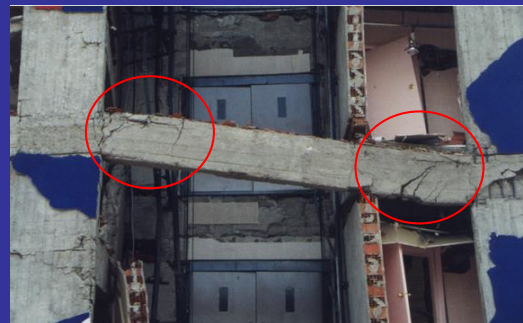
# KONSEP DASAR PENEMPATAN TULANGAN



# KONSEP DASAR PENEMPATAN TULANGAN

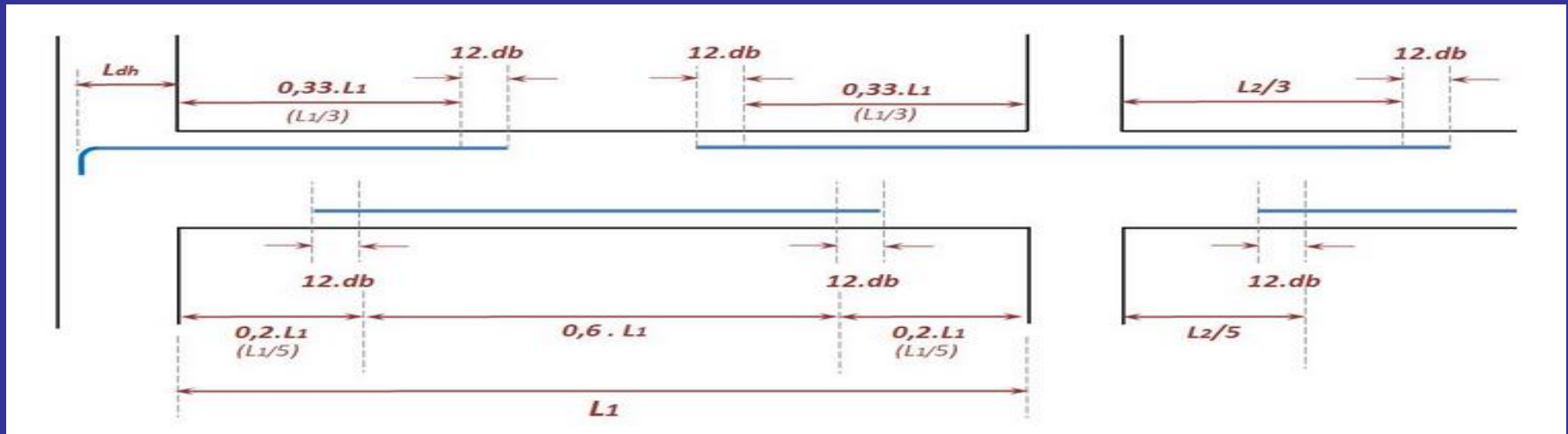
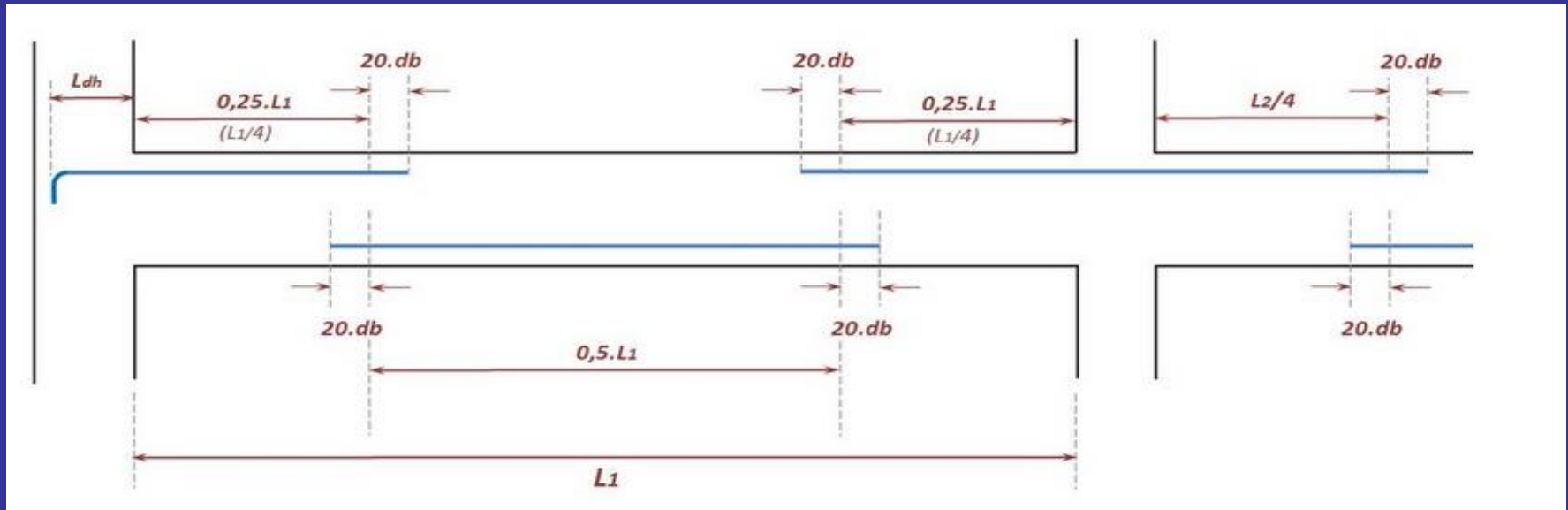


## **BEBAN GEMPA**





# TULANGAN BALOK



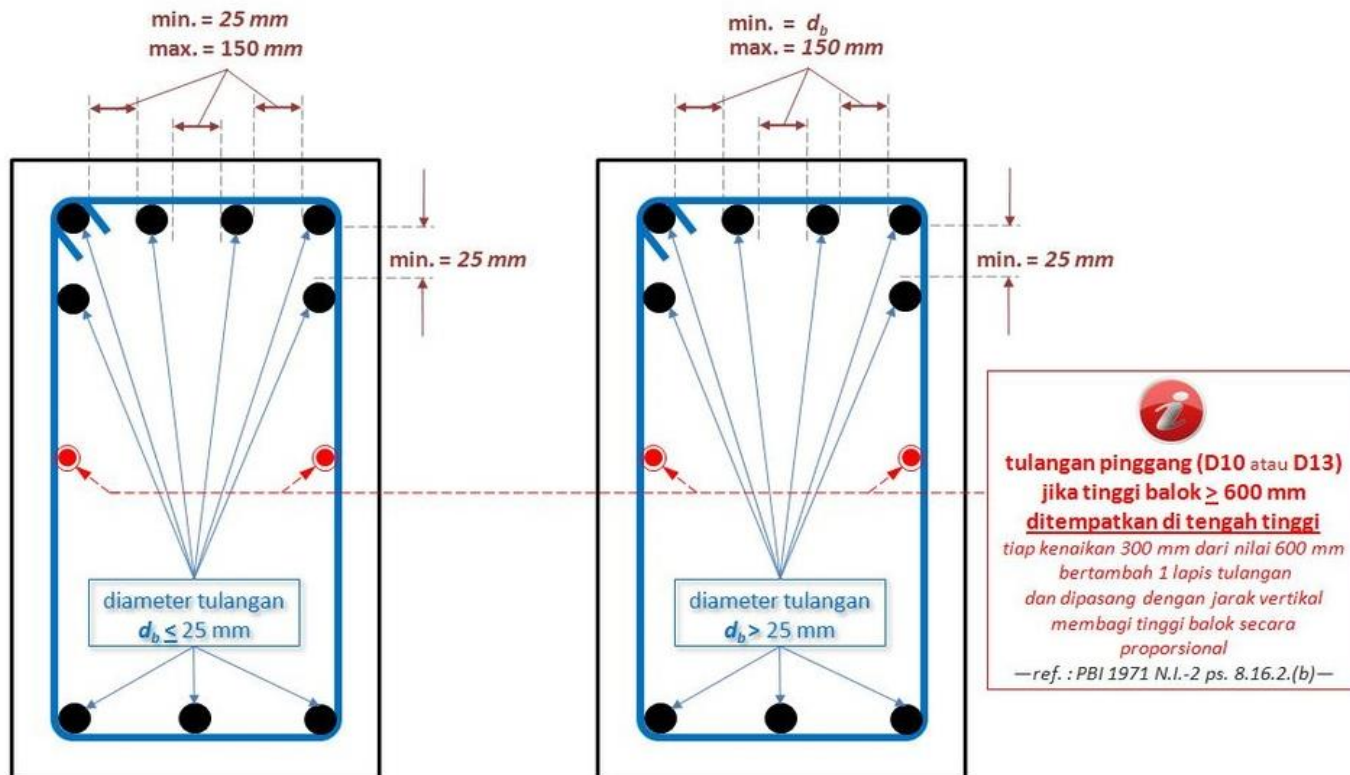
# TULANGAN BALOK

## Jarak Tulangan Utama (Beton Cast In-Situ)

berdasar SNI 03-2847-2002 dan ACI 318

Seluruh notasi jarak minimum adalah jarak bersih dan notasi jarak maksimum adalah as-as

## Elemen Lentur : Balok (Tie Beam dan Struktur Atas)



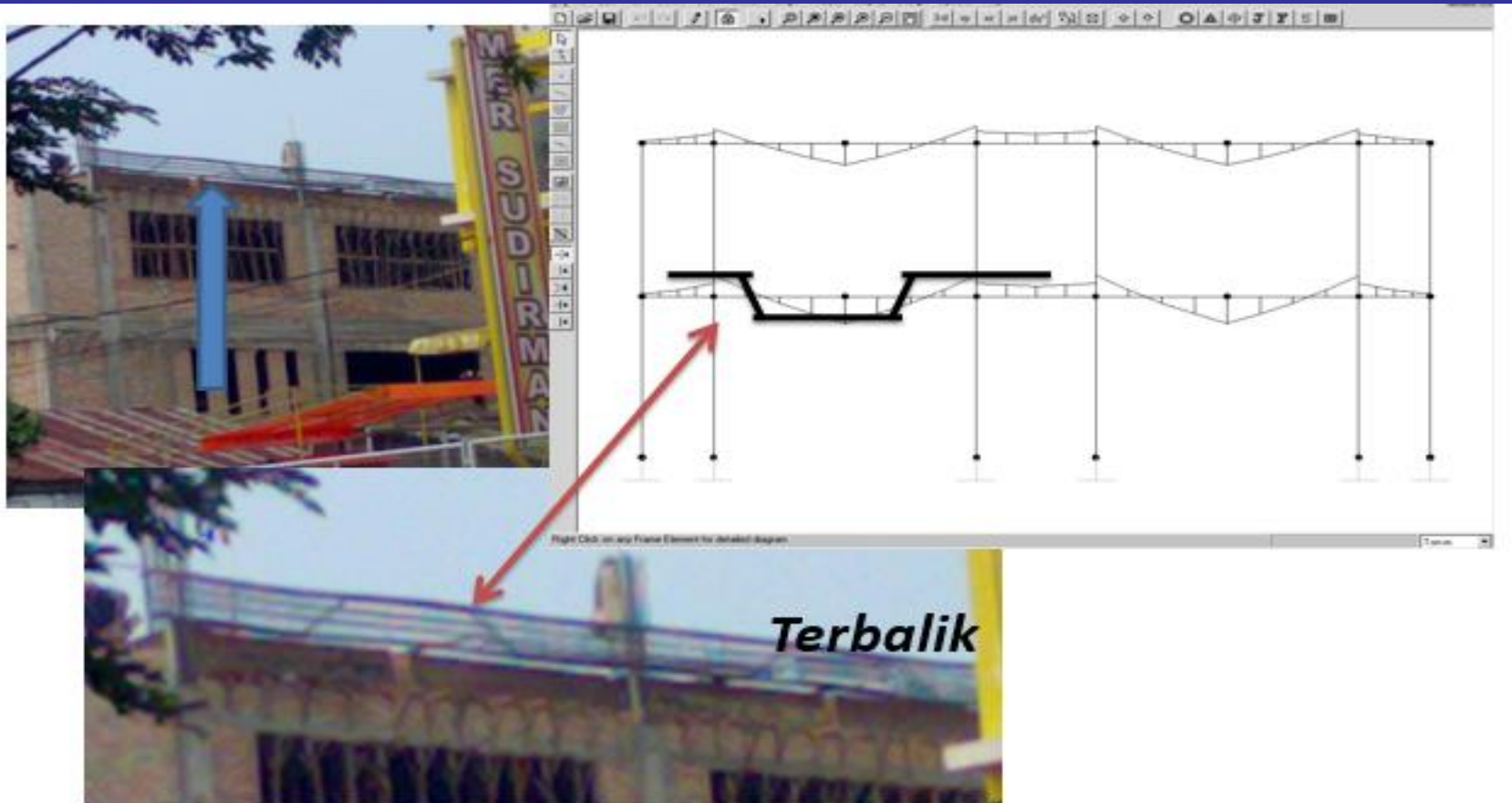
# JARAK ANTAR TULANGAN



**Berikan Komentaar !!!**

# TULANGAN BALOK

## PENULANGAN BALOK YANG SALAH

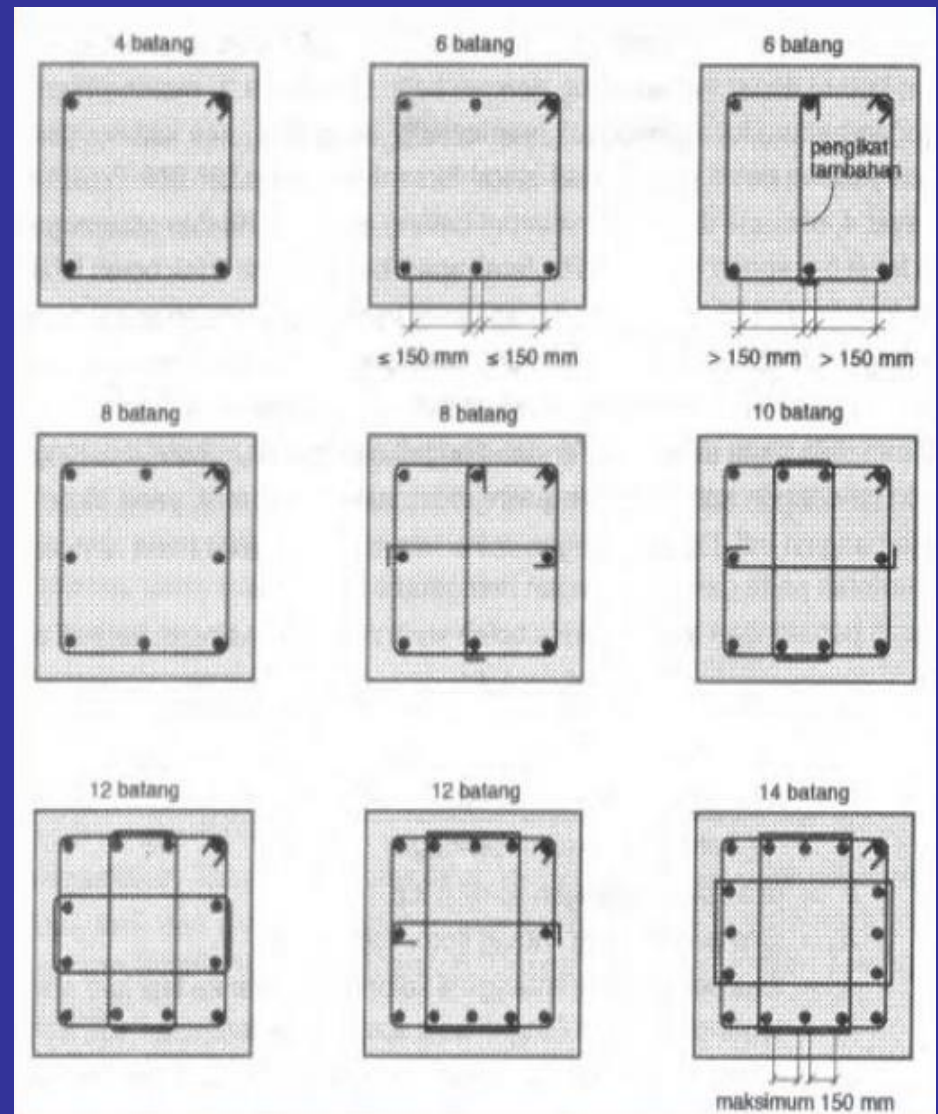
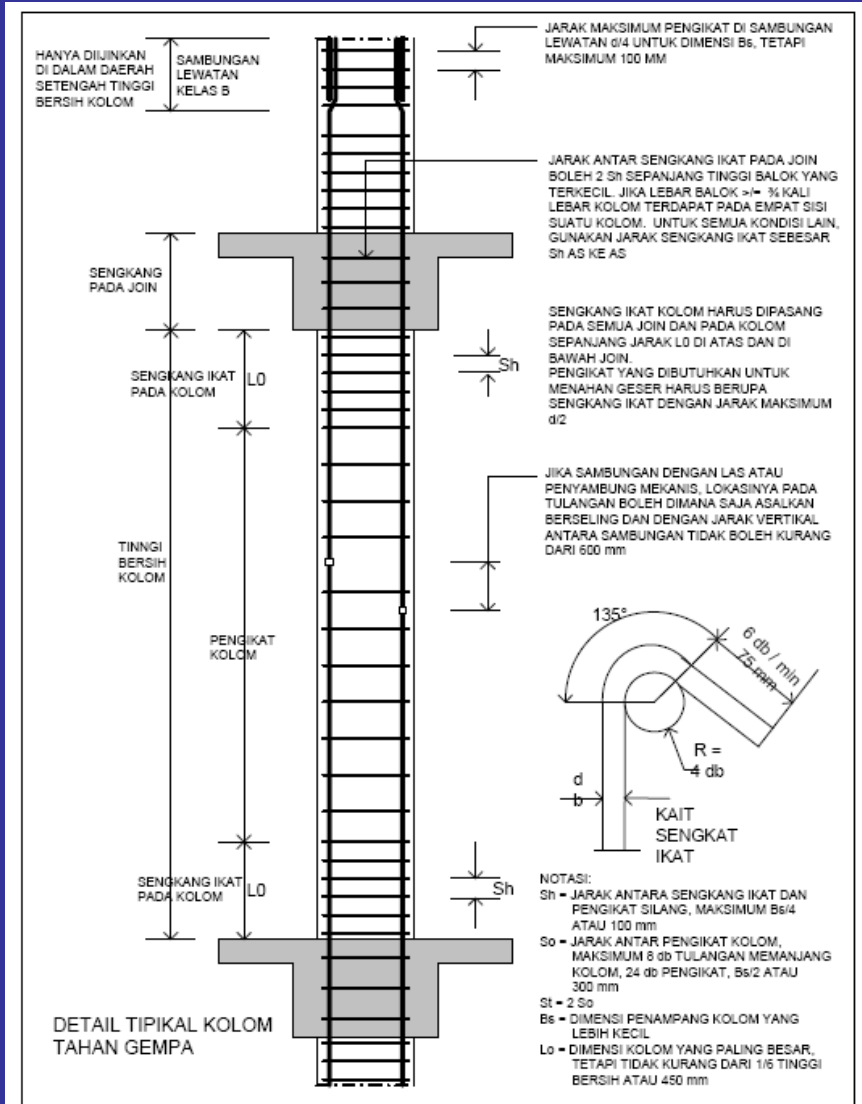


# ***TULANGAN BALOK***

## ***PENULANGAN BALOK YANG SALAH***

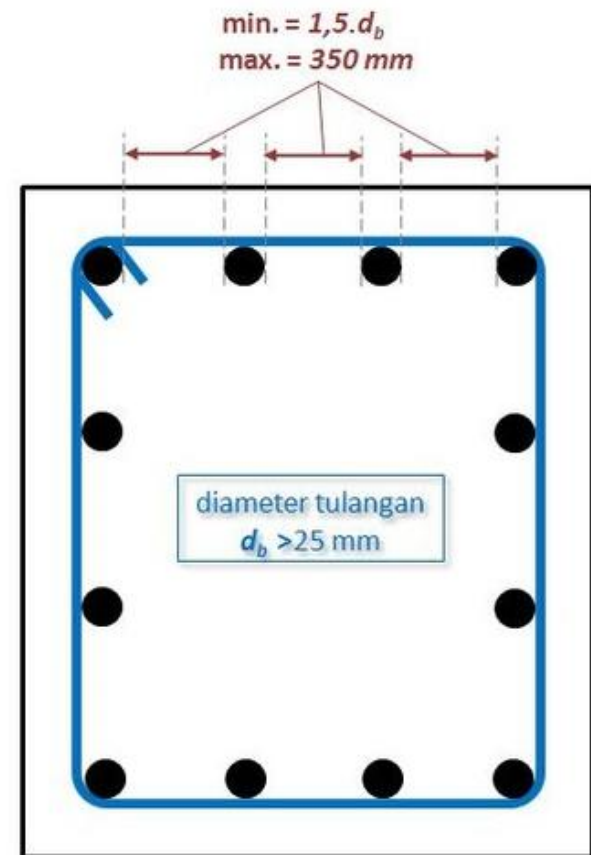
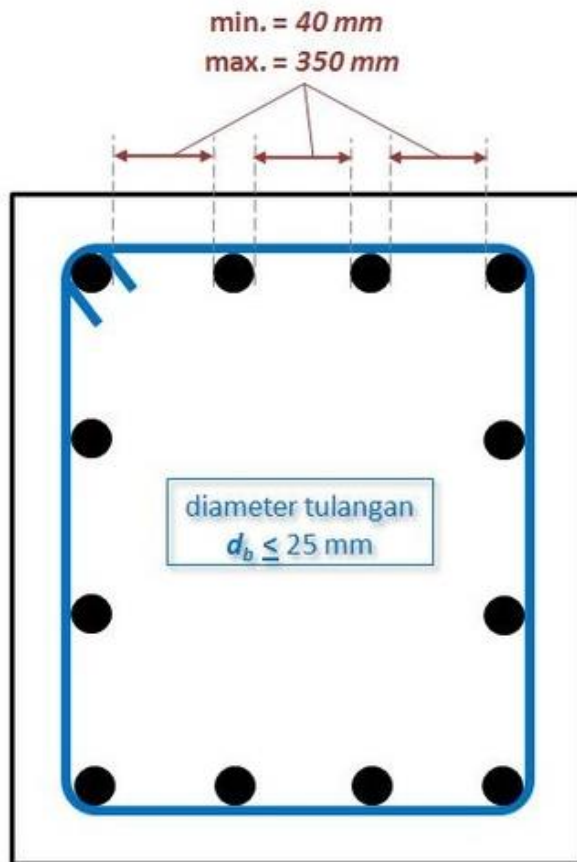


# TULANGAN KOLOM

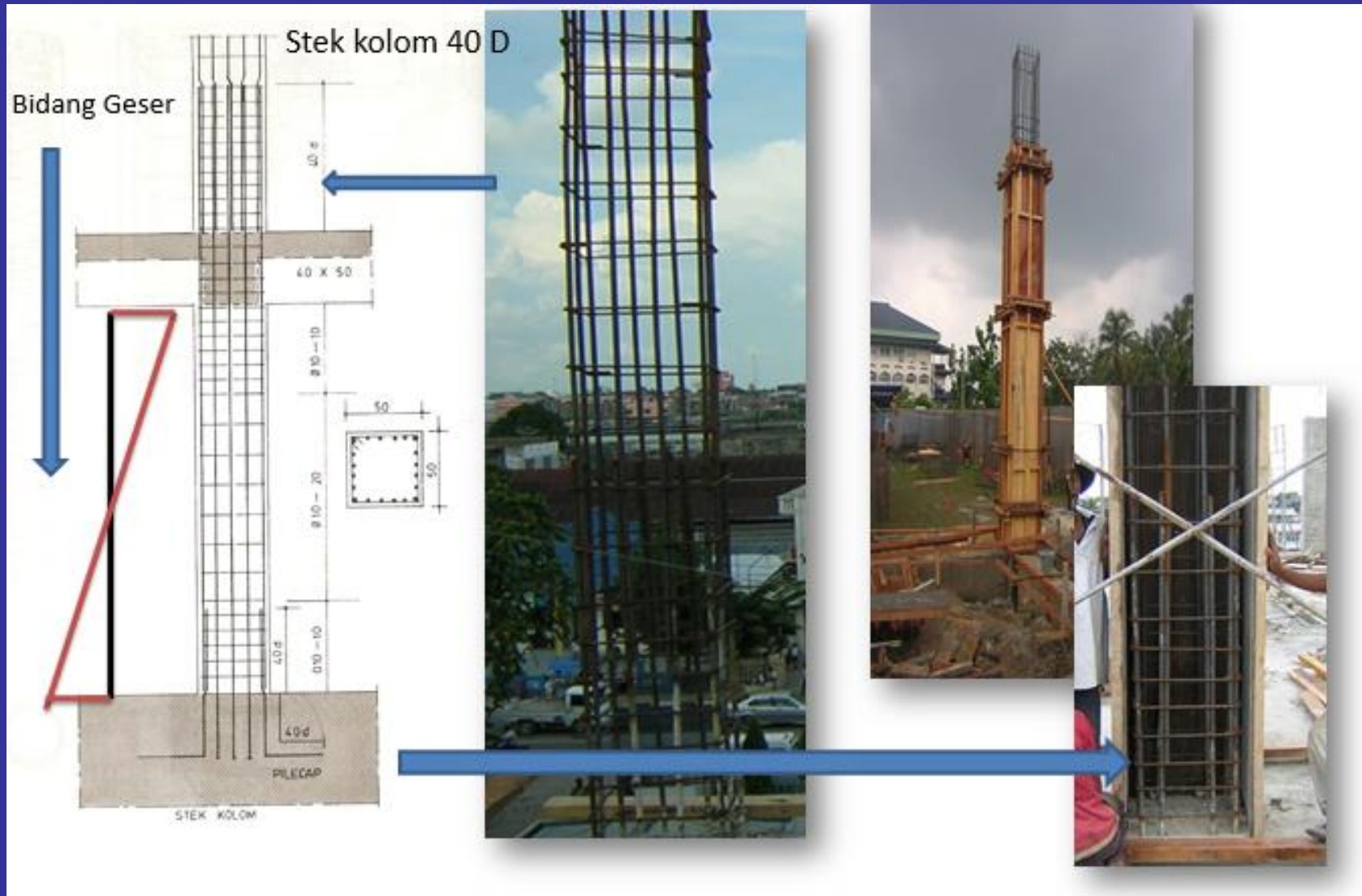


# TULANGAN KOLOM

## Elemen Tekan : Kolom/Tiang Beton

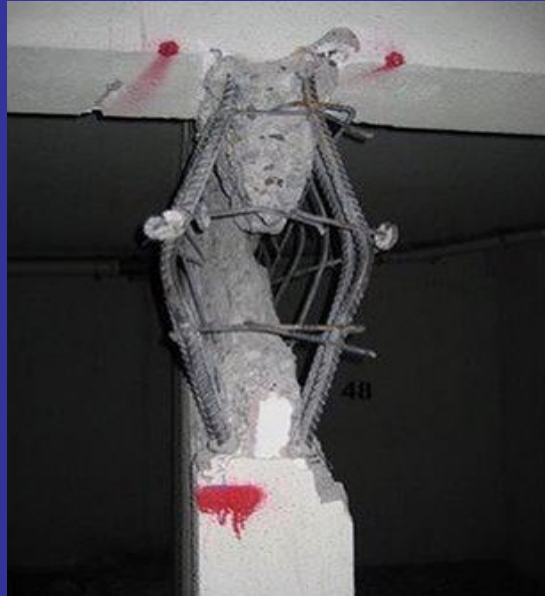


# TULANGAN KOLOM

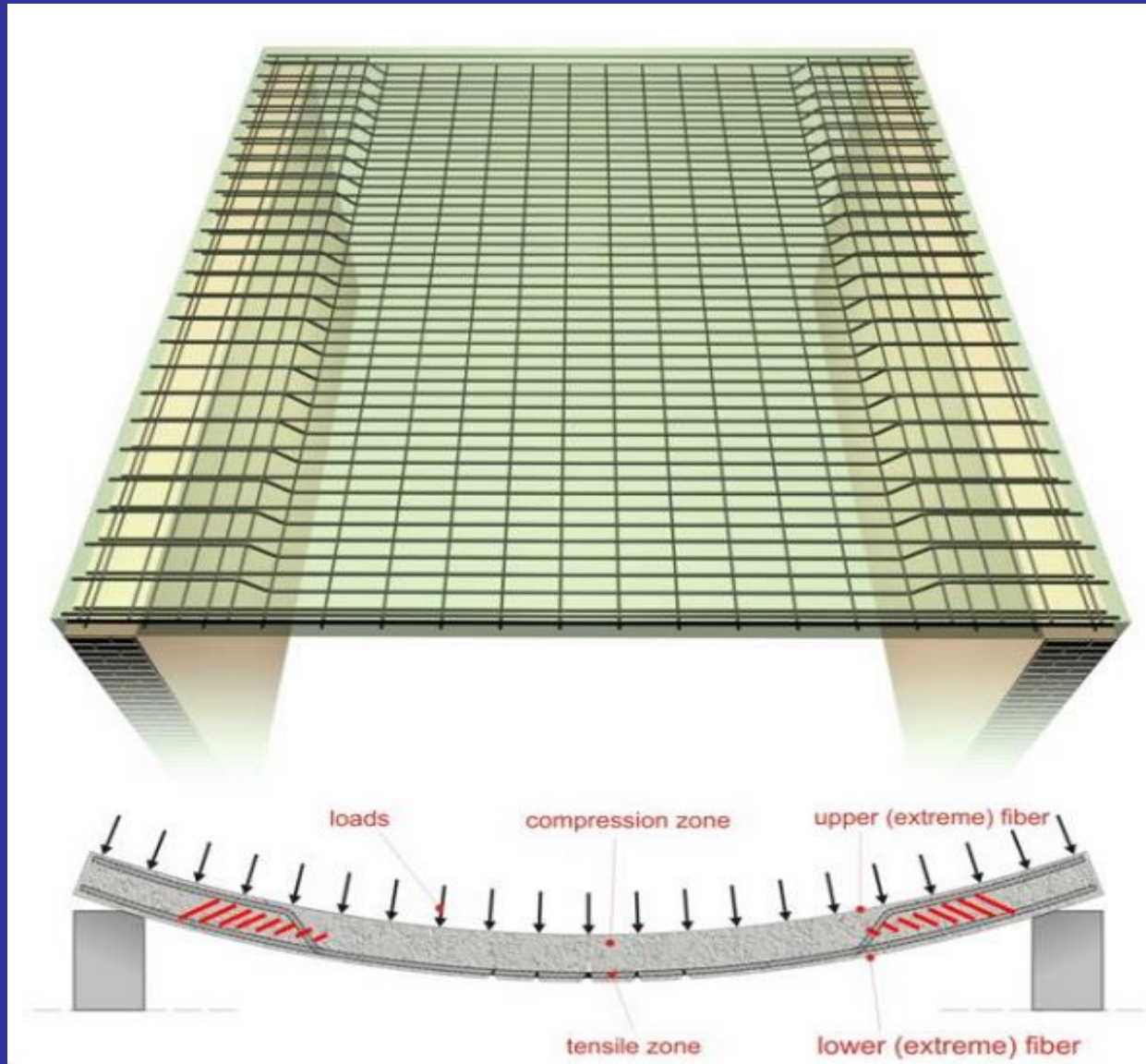




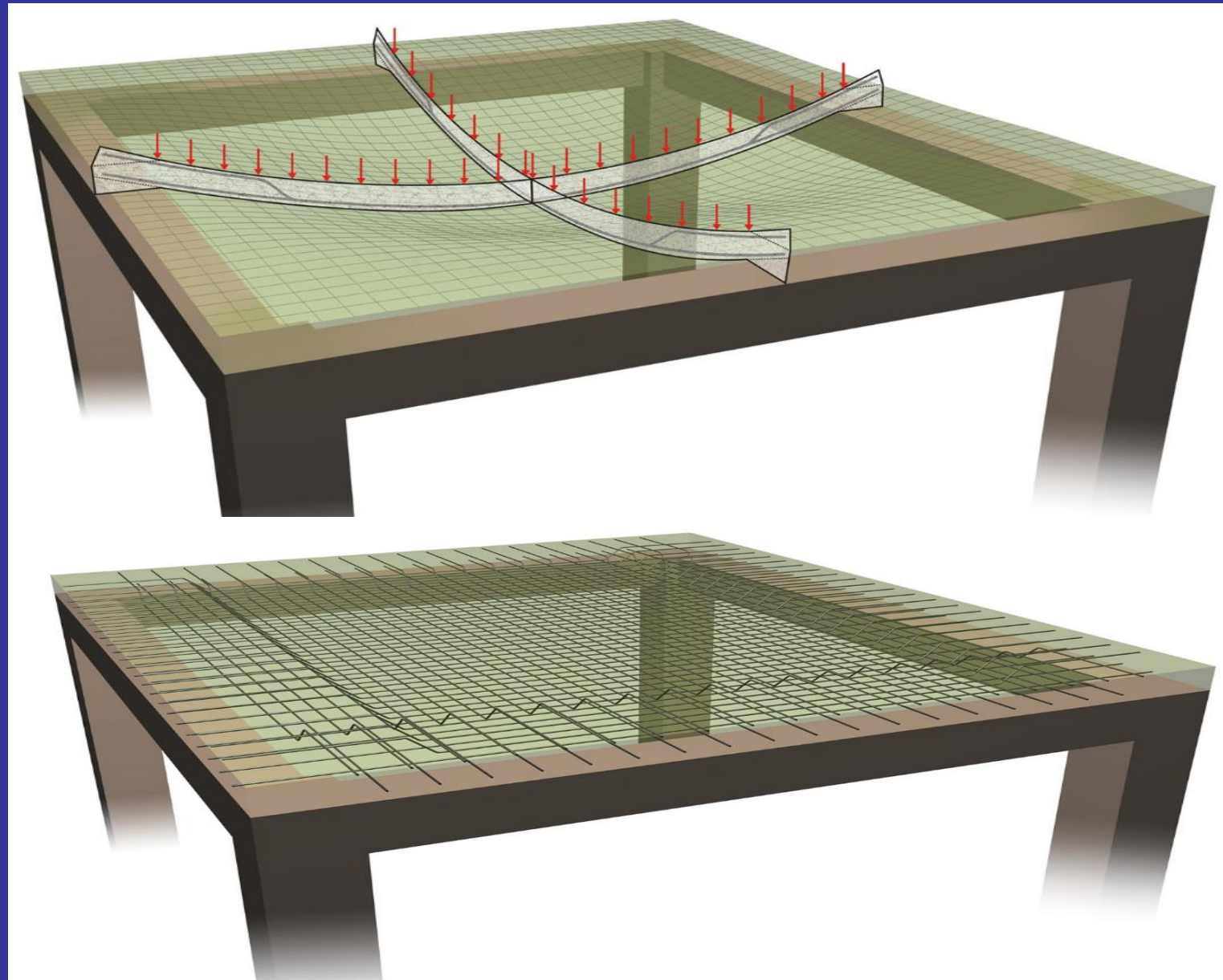
# ***TULANGAN KOLOM***



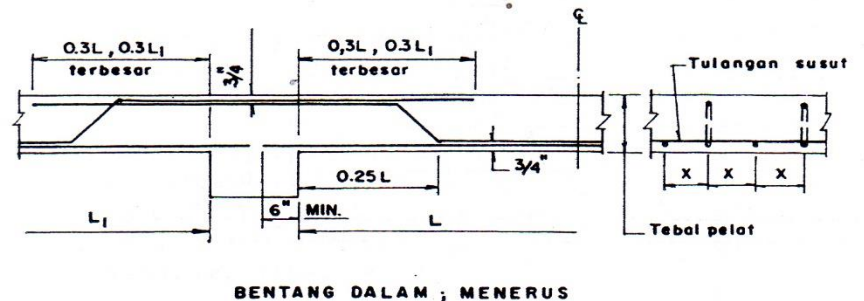
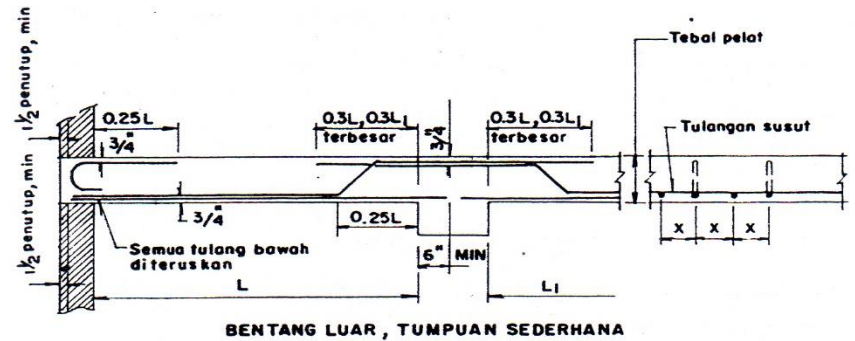
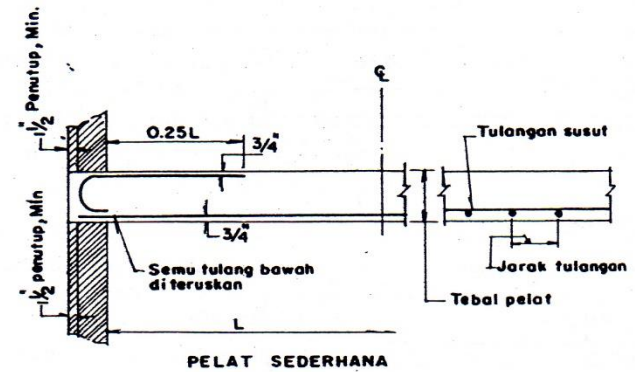
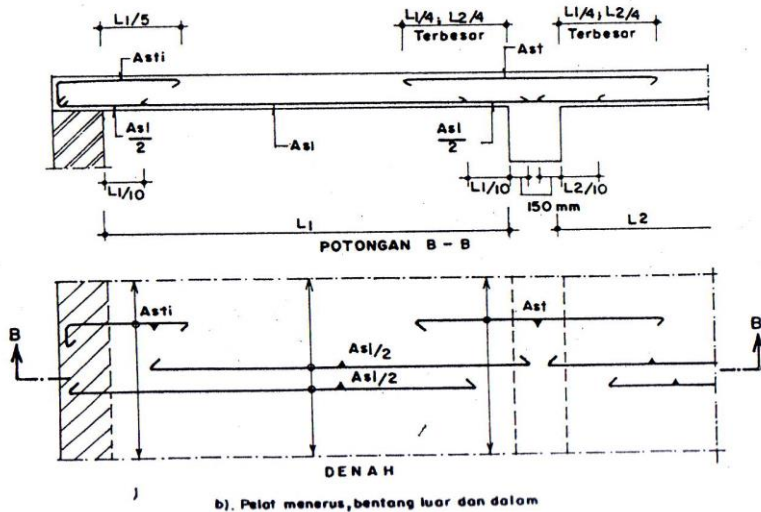
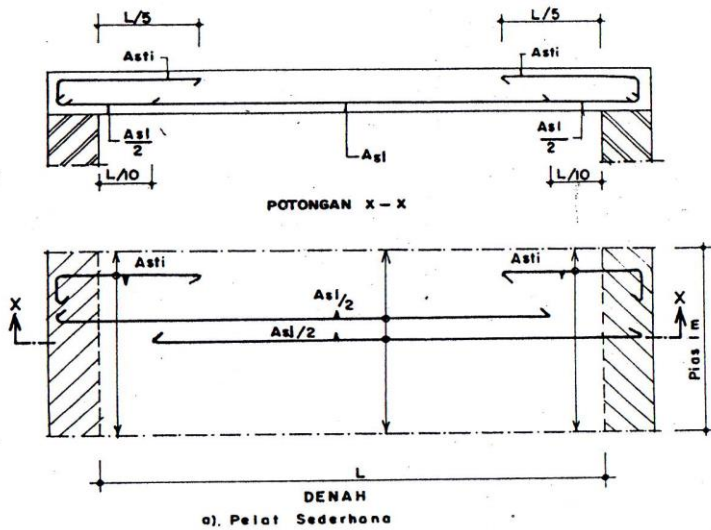
# ***TULANGAN PELAT LANTAI SATU ARAH***



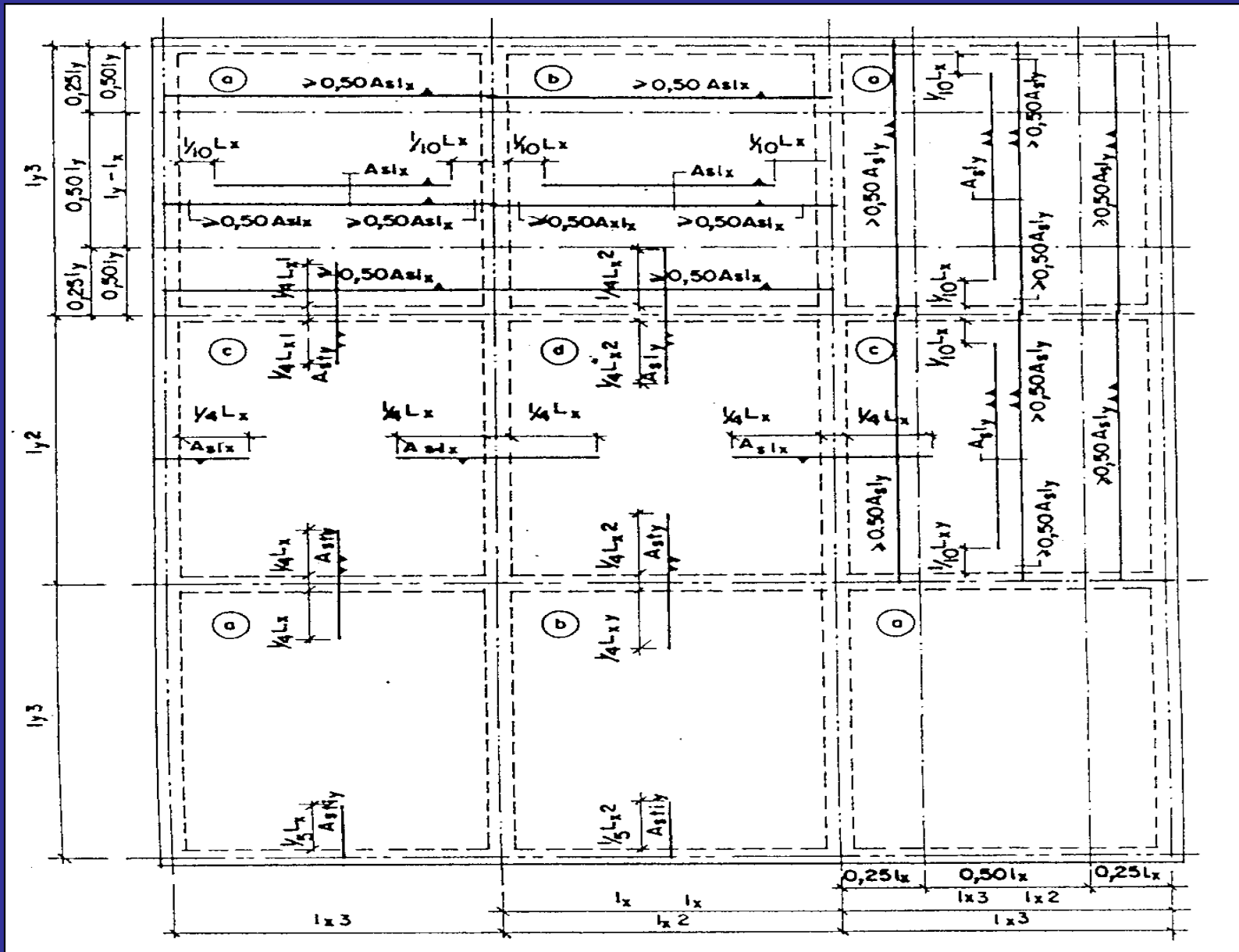
# ***TULANGAN PELAT LANTAI DUA ARAH***



# TULANGAN PELAT LANTAI SATU ARAH

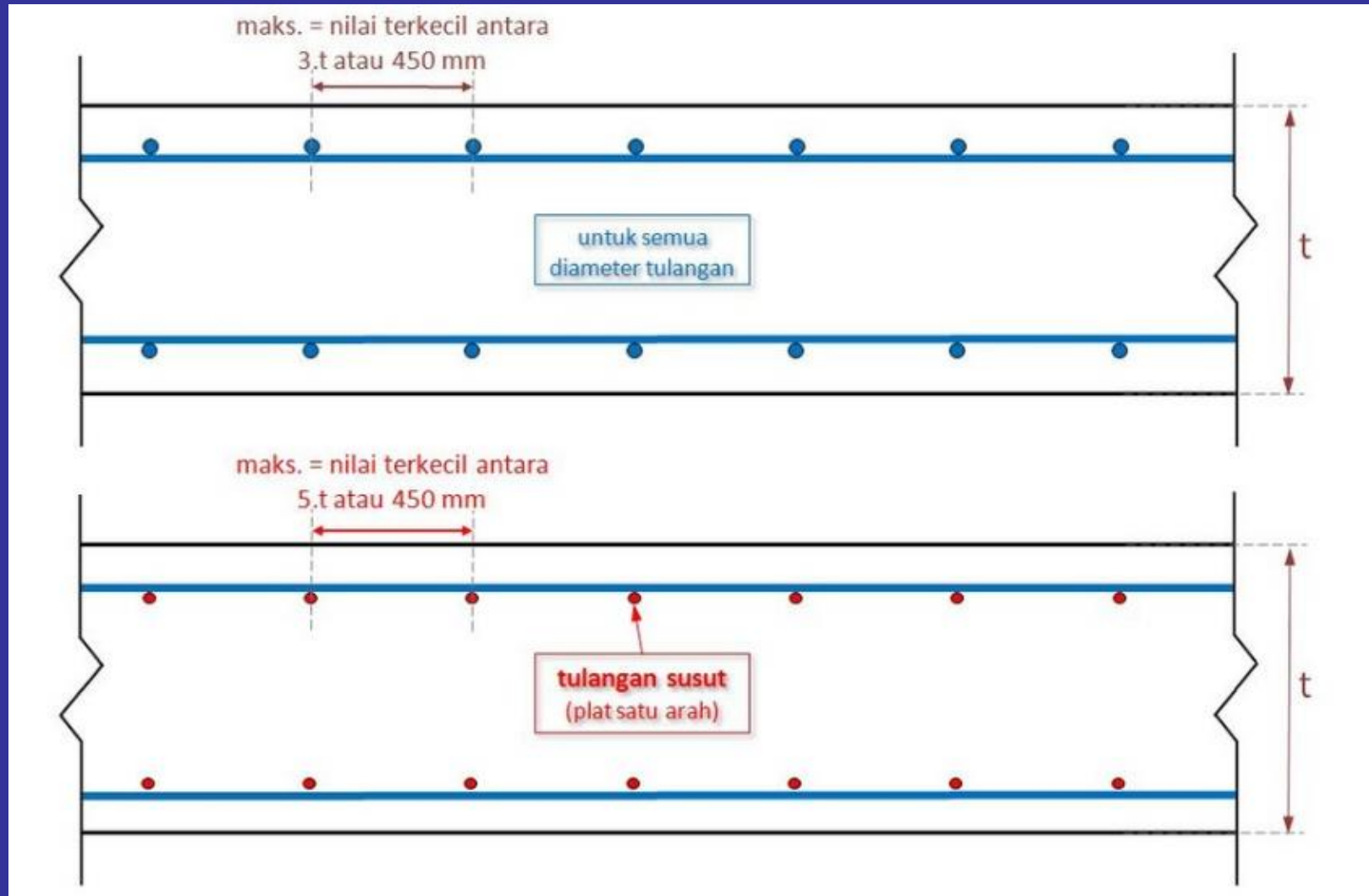


# TULANGAN PELAT LANTAI DUA ARAH



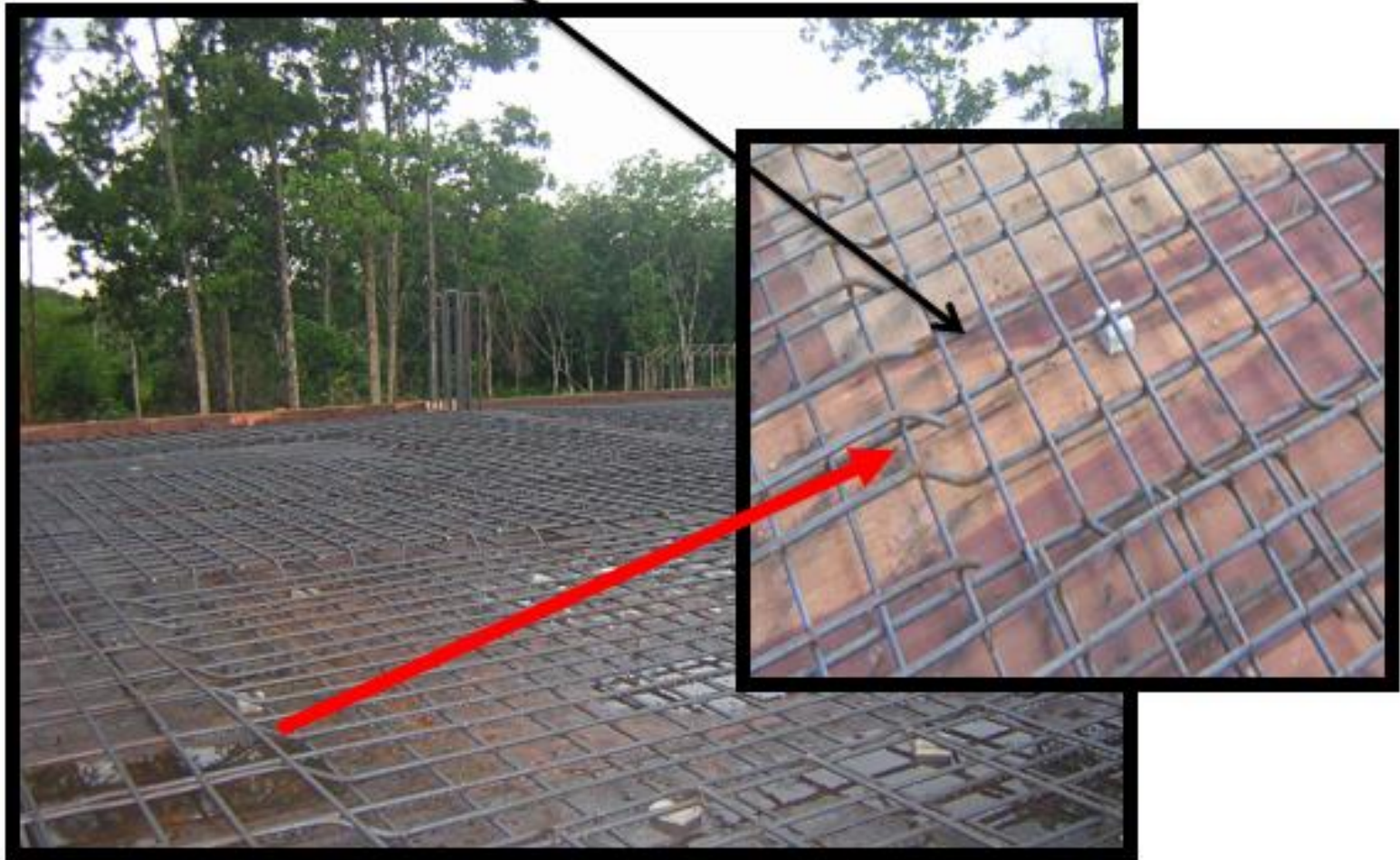
# TULANGAN PELAT LANTAI

## Plat Satu Arah dan Plat Dua Arah



# ***TULANGAN PELAT LANTAI***

***Tulangan Lx memikul tulangan Ly***

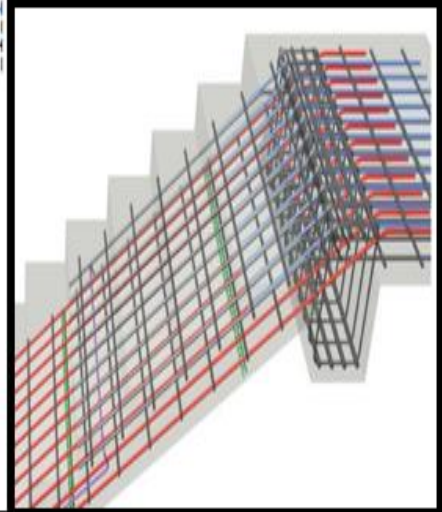
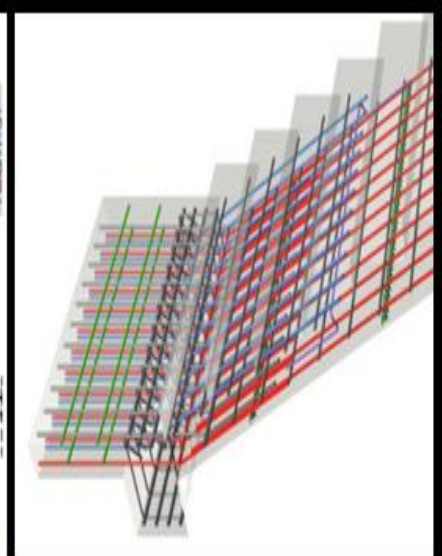
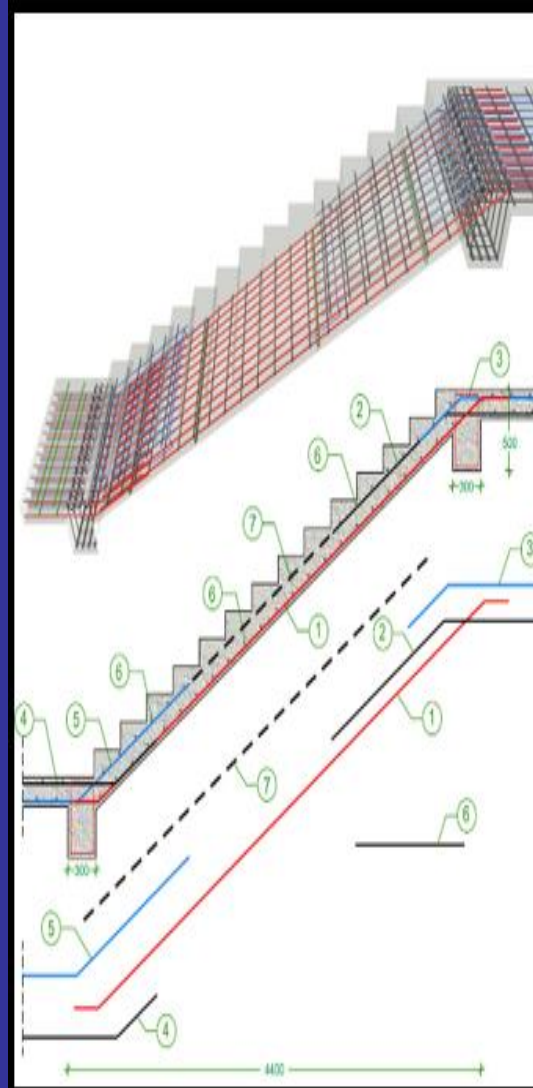
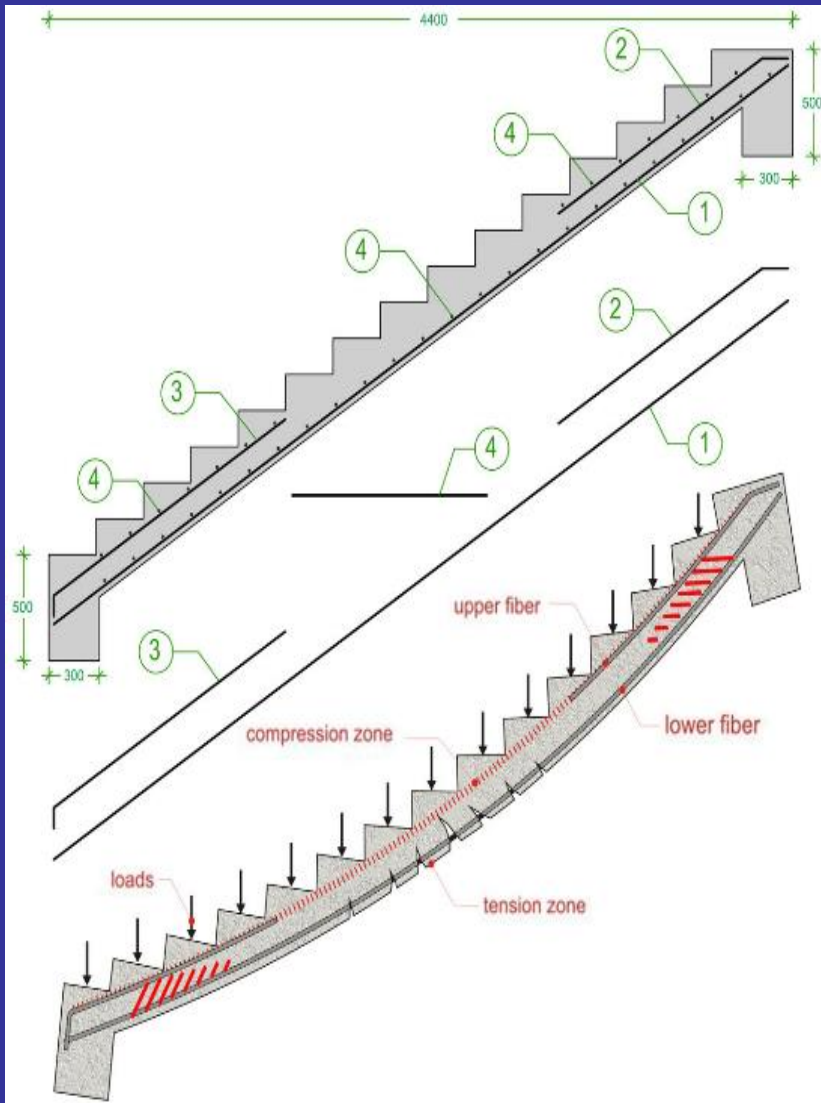


# ***TULANGAN PELAT LANTAI***





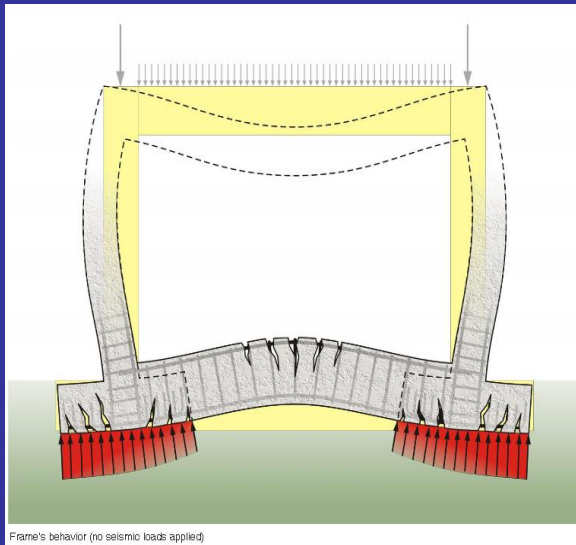
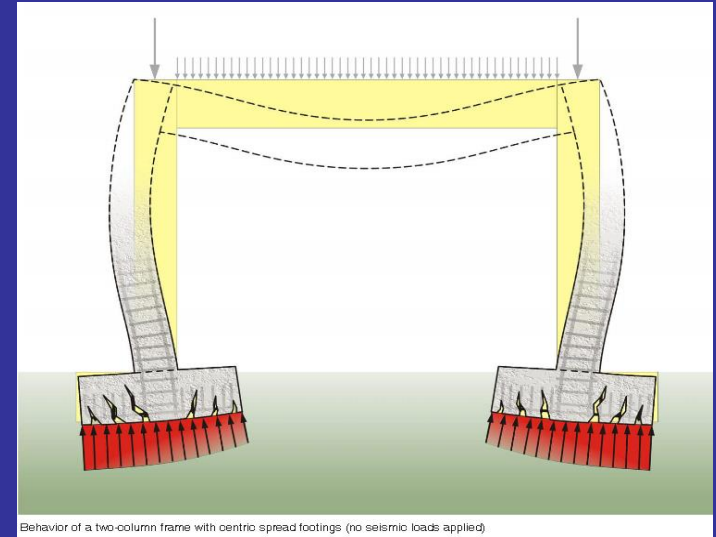
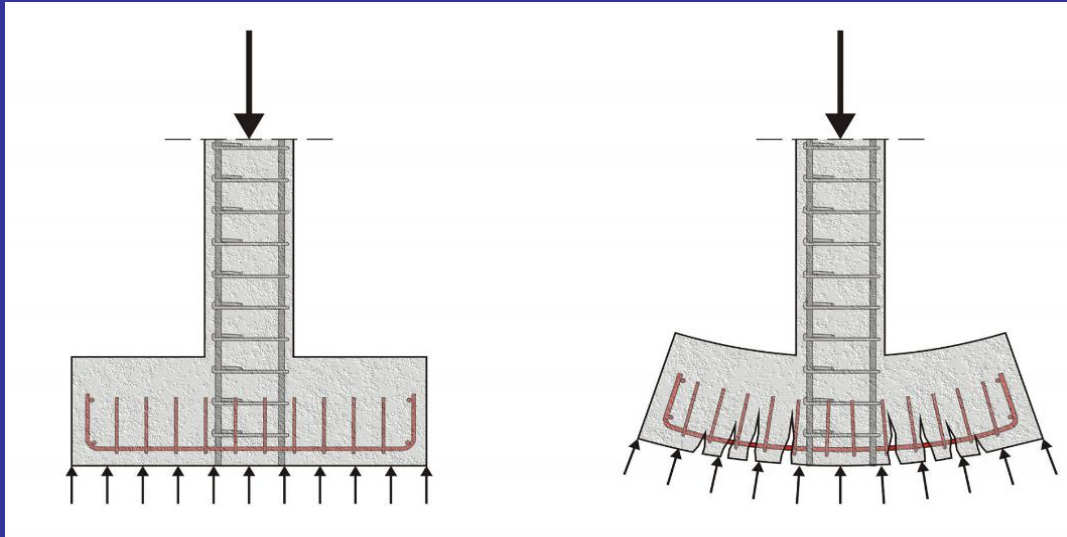
# TULANGAN TANGGA



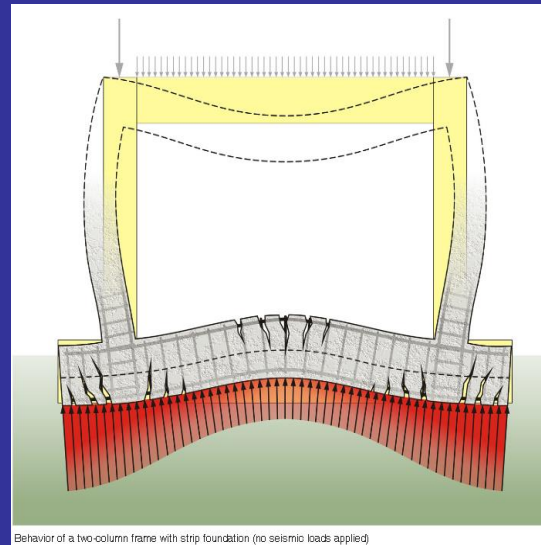
# ***TULANGAN TANGGA***



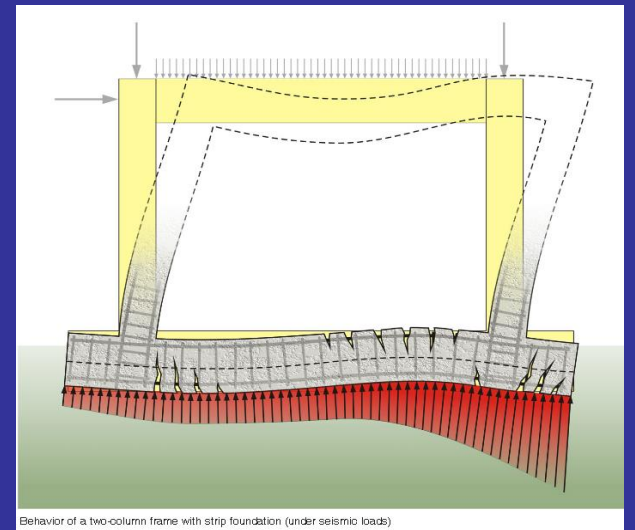
# TULANGAN PONDASI



Frame's behavior (no seismic loads applied)



Behavior of a two-column frame with strip foundation (no seismic loads applied)



Behavior of a two-column frame with strip foundation (under seismic loads)

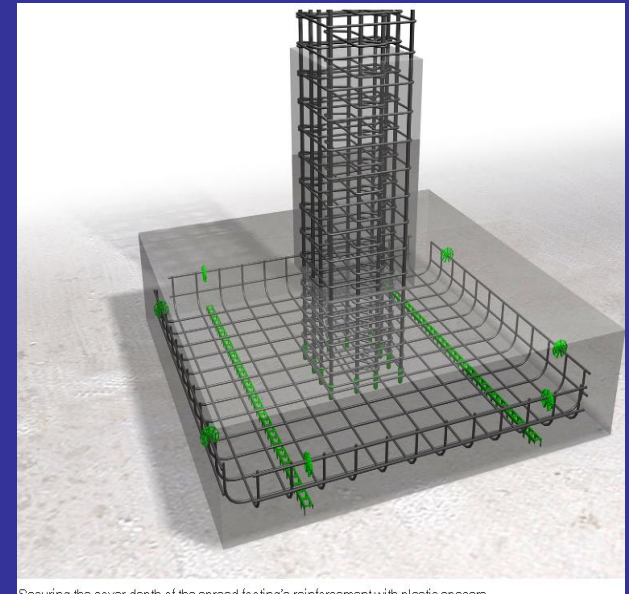
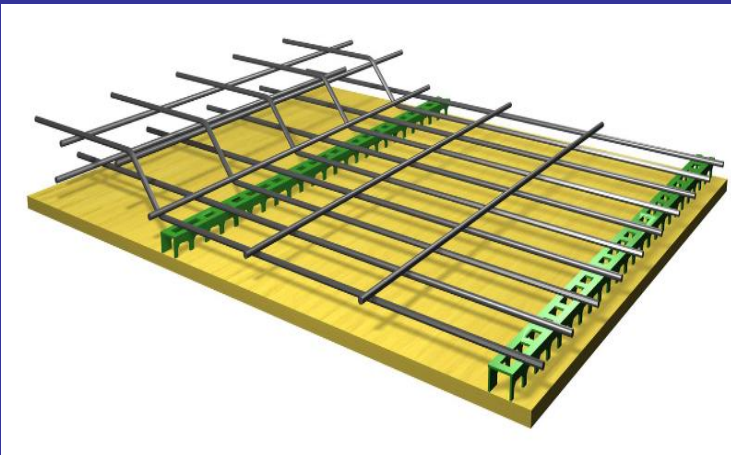
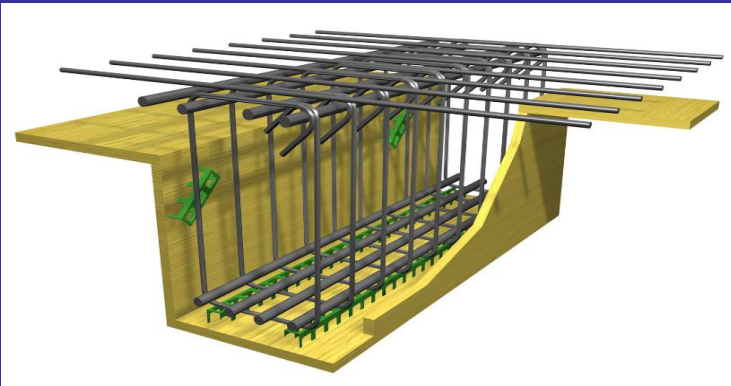
# TULANGAN PONDASI



# SELIMUT BETON

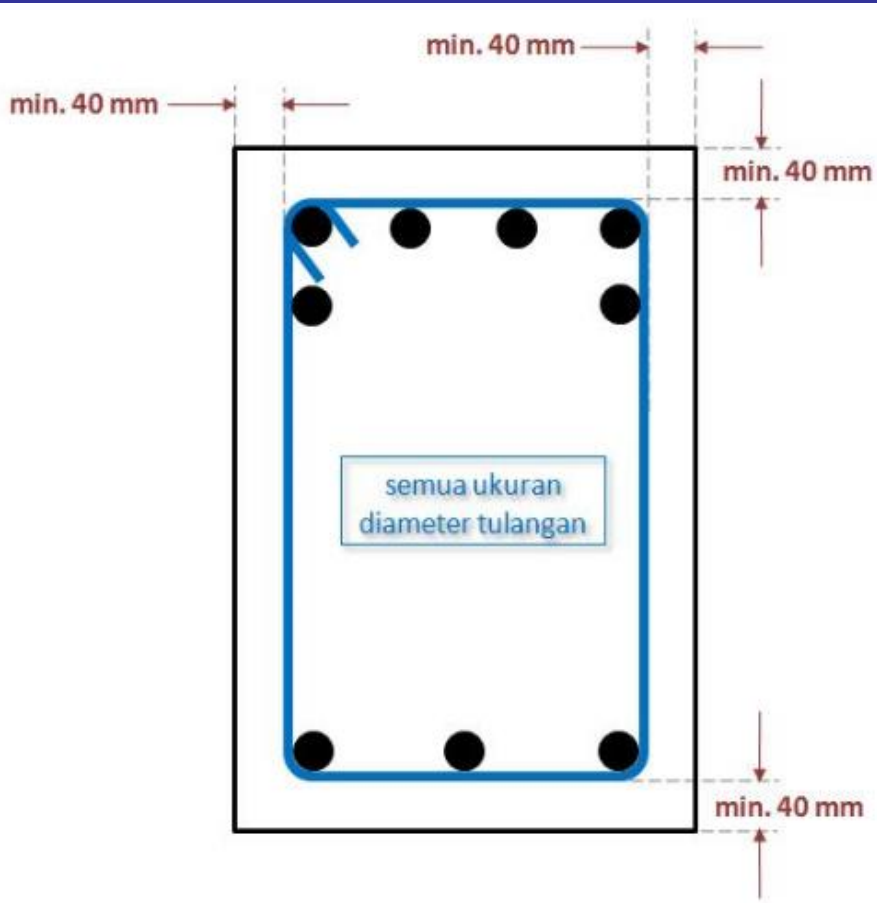
## Selimut Beton (Beton Cast In-Situ)

*Non Pre-stressed, berdasar SNI 03-2847-2002 ps. 9.7.1 dan ACI 318 ch. 7.7.1*

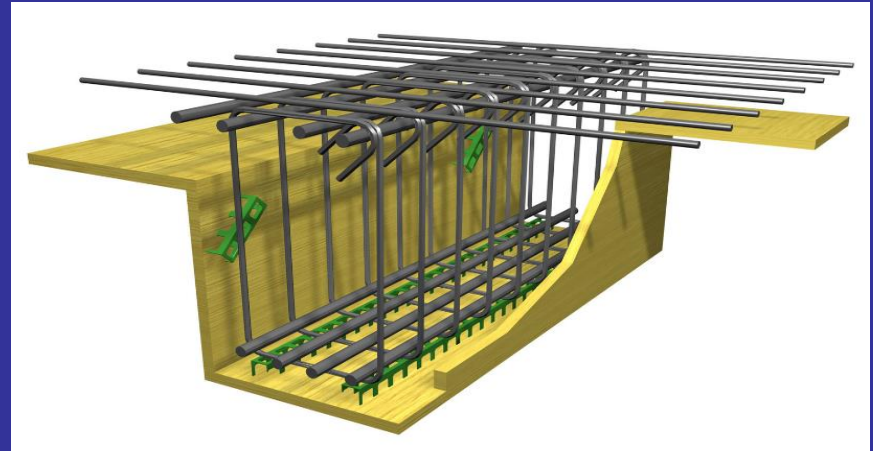


Securing the cover depth of the column face's reinforcement with plastic chairs

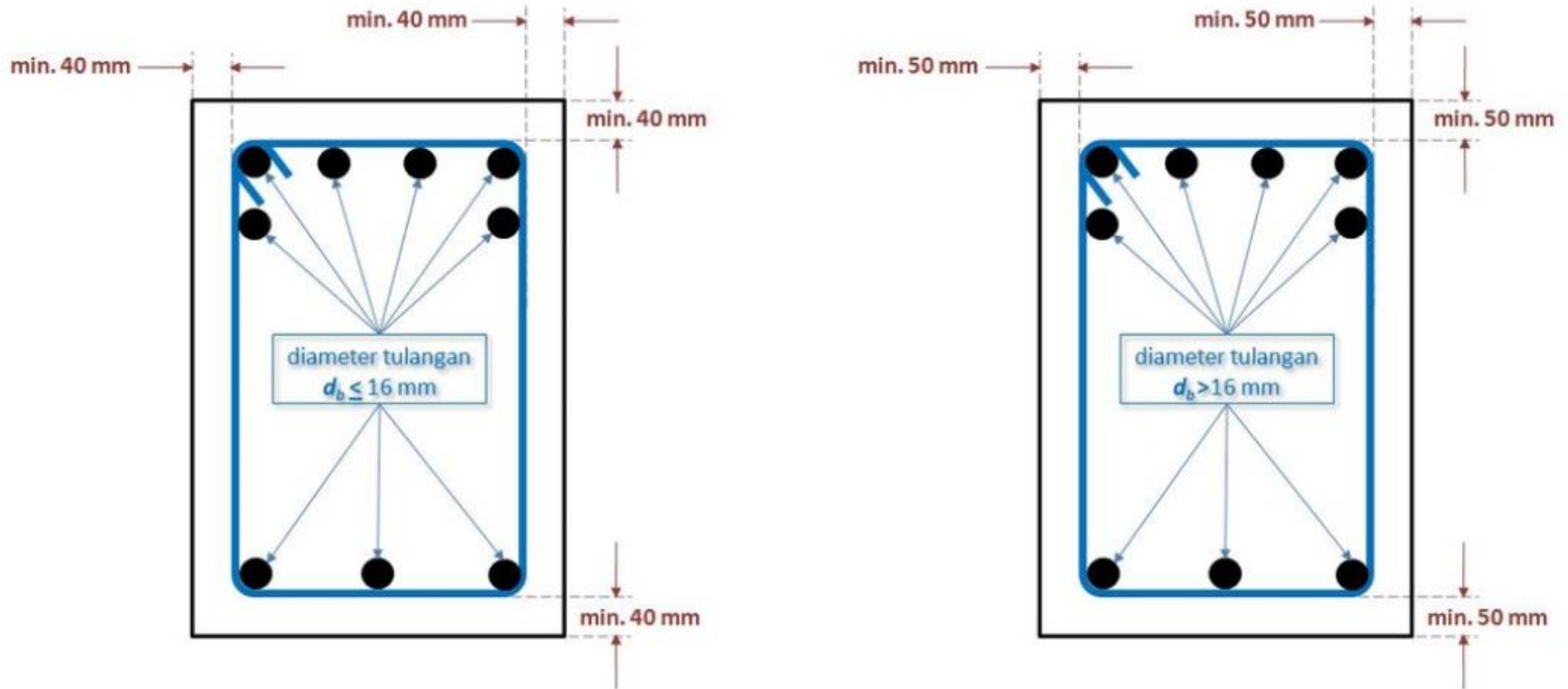
# SELIMUT BETON



**Balok Struktural**  
*(Interior)*

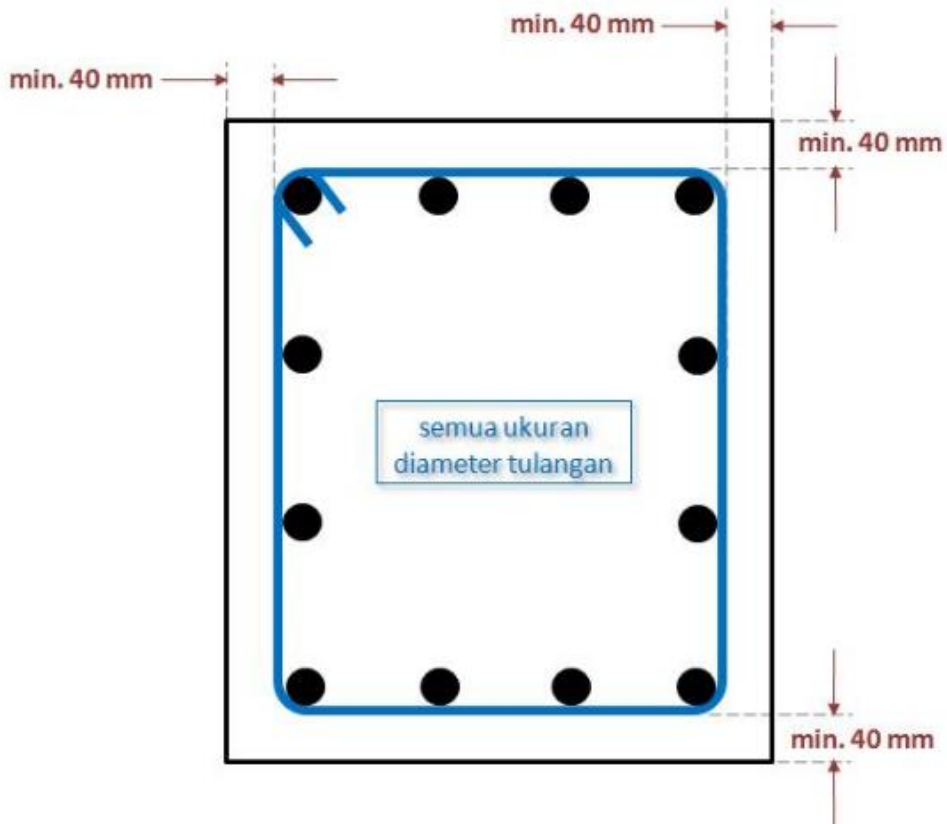


# SELIMUT BETON



**Balok Struktural**  
*(Eksterior - Terpapar Cuaca)*

# SELIMUT BETON

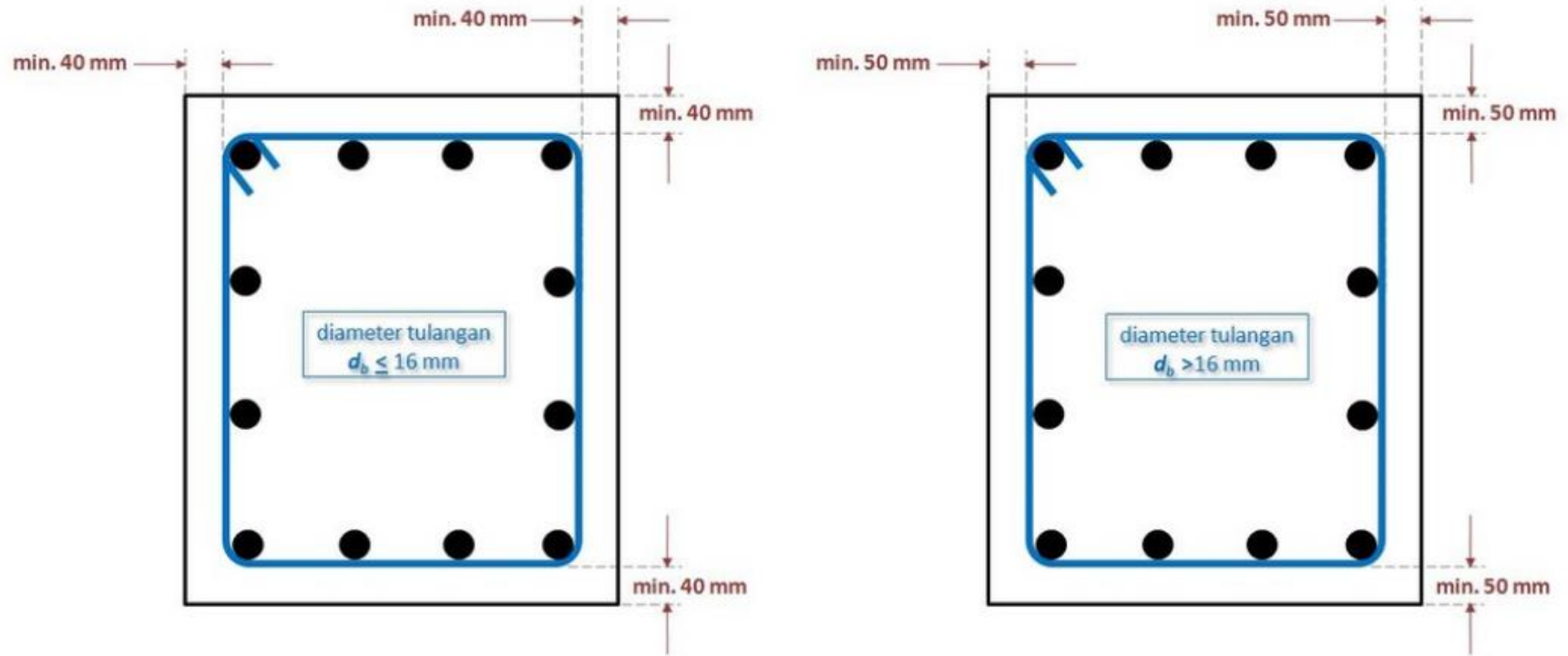


**Kolom Struktural**  
*(Interior)*





# SELIMUT BETON



**Kolom Struktural**  
*(Eksterior - Terpapar Cuaca)*

# SELIMUT BETON



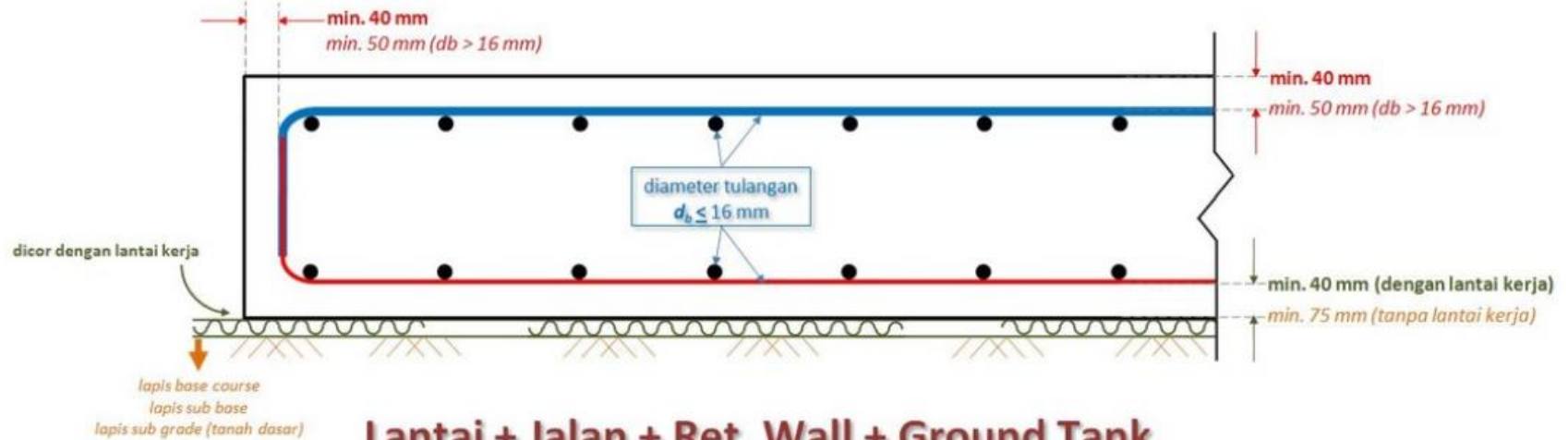
# SELIMUT BETON



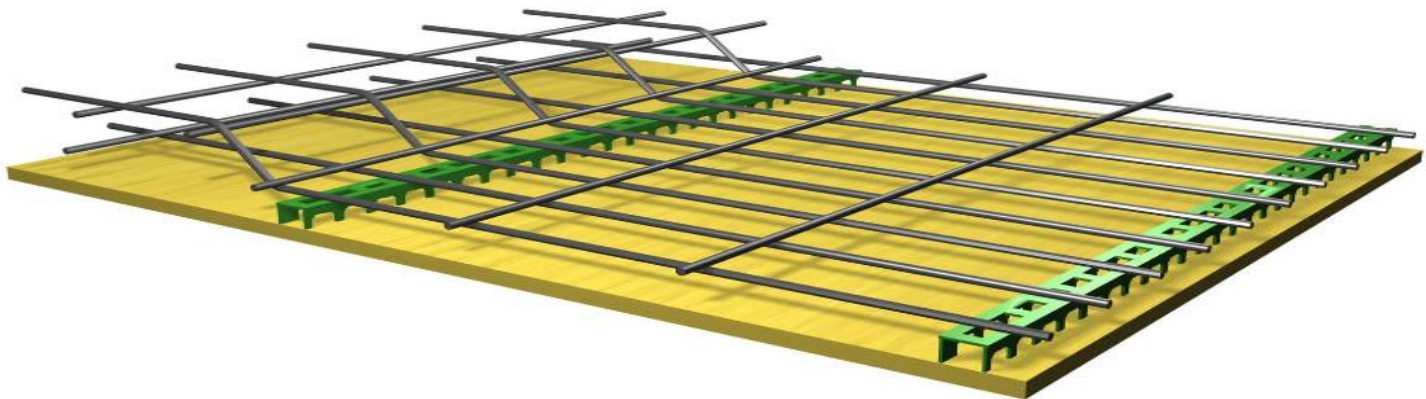
# SELIMUT BETON



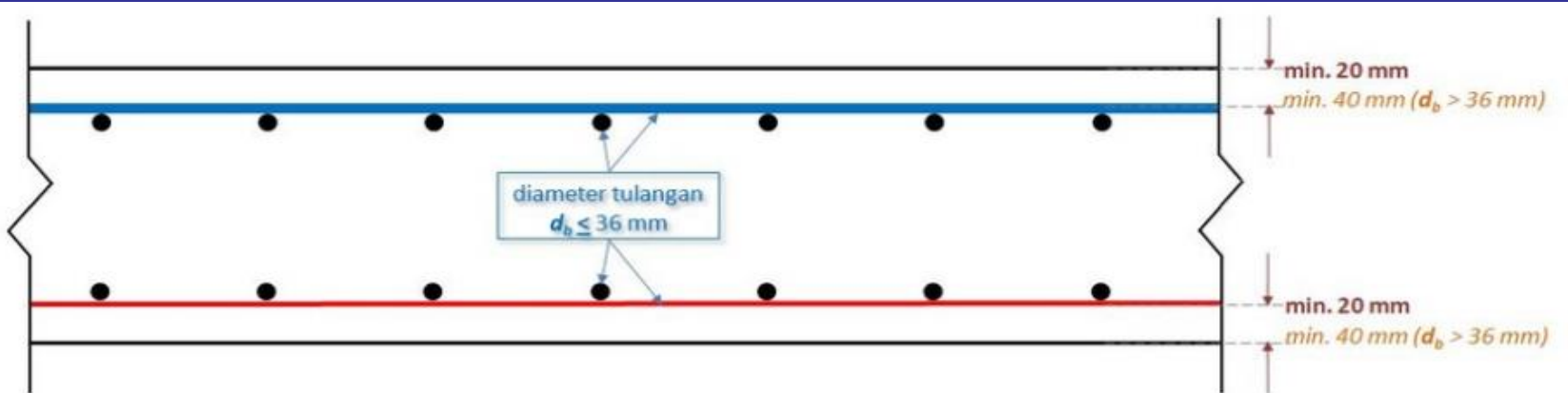
# SELIMUT BETON



**Lantai + Jalan + Ret. Wall + Ground Tank**  
(Berhubungan dengan Tanah atau Terpapar Cuaca)  
—ketentuan berlaku sama untuk dinding Ret. Wall dan Ground Tank—

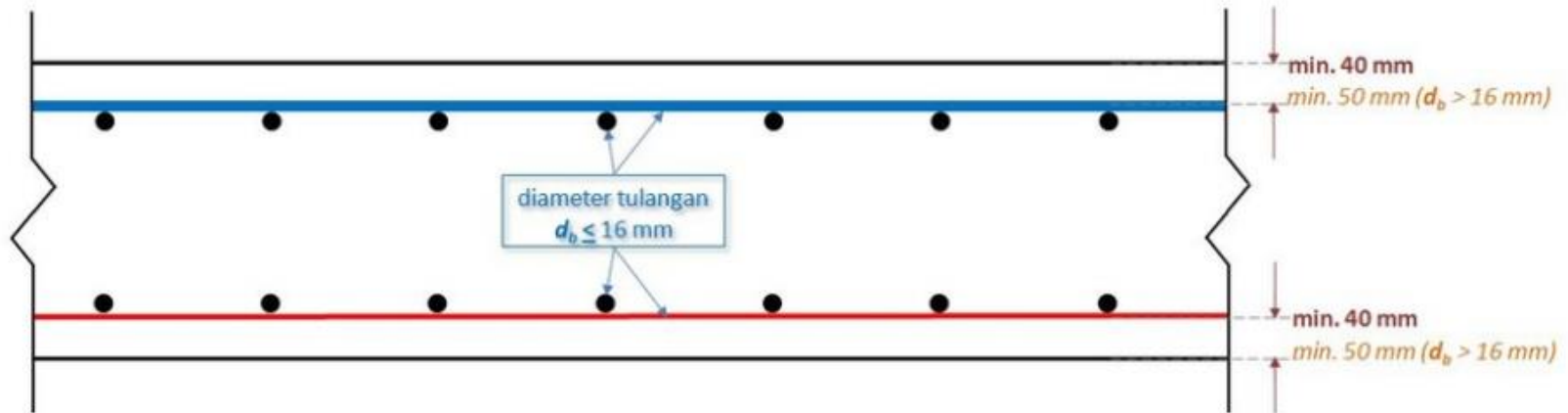


# SELIMUT BETON



## Plat Lantai & Shear Wall - Interior

*(Suspended Slab & Wall - Terlindung dari Cuaca)*



## Plat/Dak Beton & Shear Wall - Eksterior

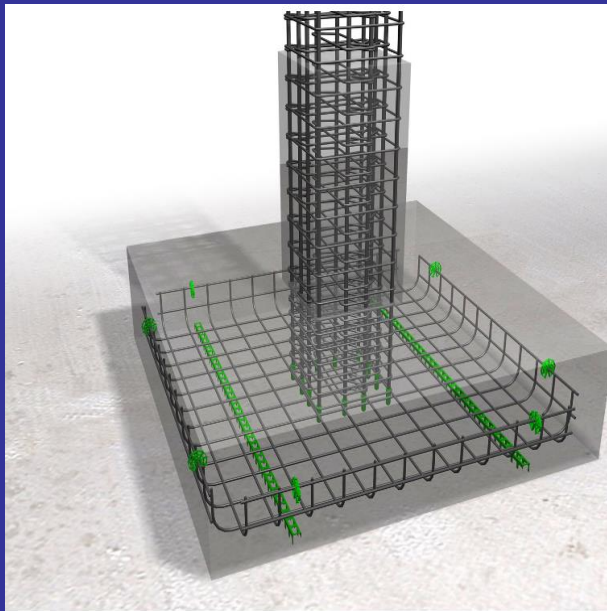
*(Suspended Slab & Wall - Terpapar Cuaca)*

# SELIMUT BETON

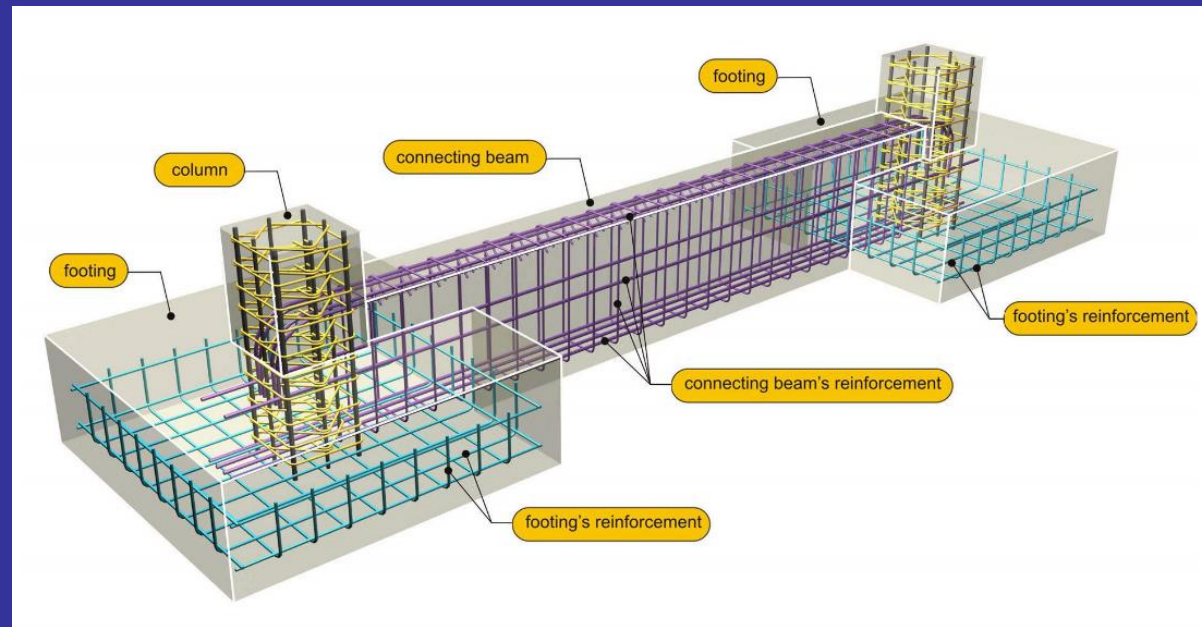
## Tie Beam (Sloof) -- dan Pondasi Telapak

### Catatan :

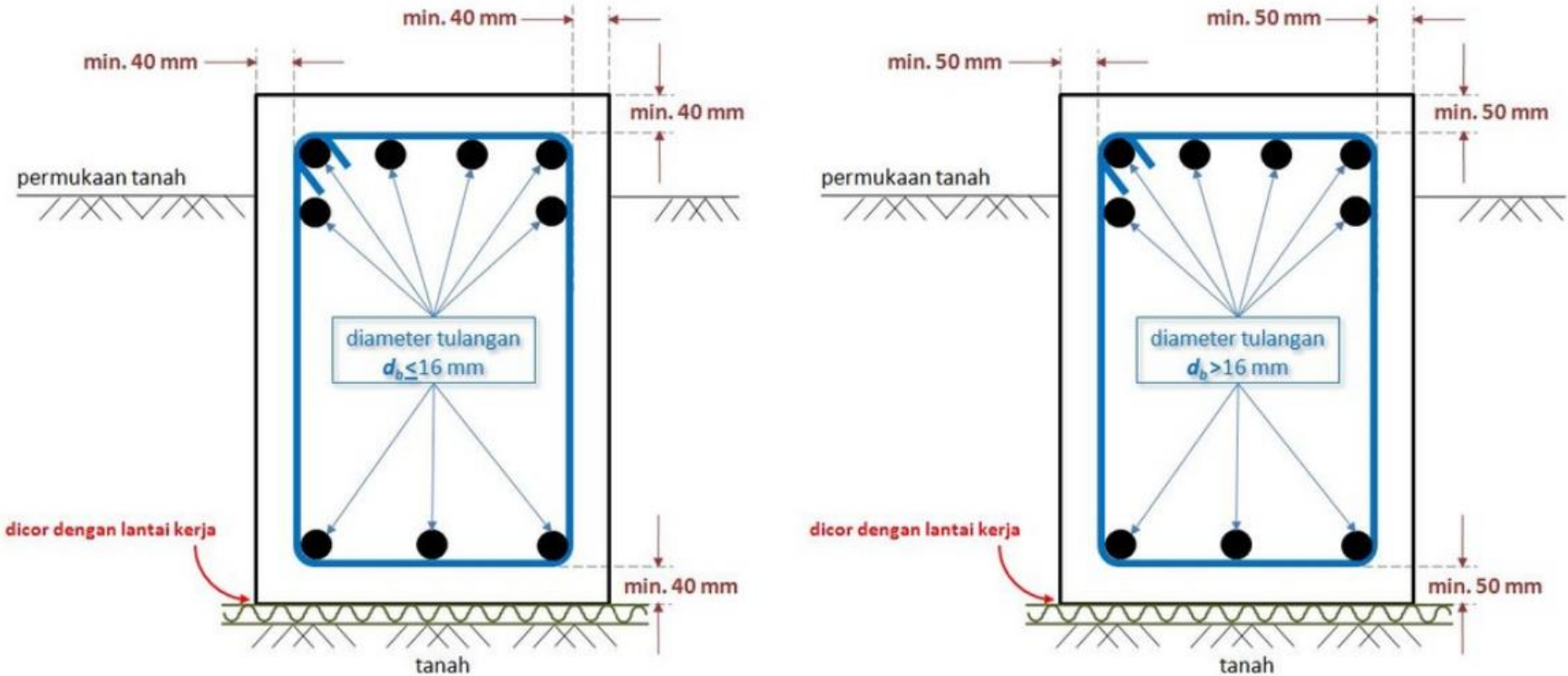
contoh gambar berupa penampang tumpuan, namun secara prinsip untuk penampang lapangan berlaku ketentuan yang sama  
contoh berupa Tie Beam, namun tebal selimut beton dan jarak tulangan minimum, secara prinsip berlaku pula pada struktur Pondasi Telapak



Securing the cover depth of the spread footing's reinforcement with plastic caps



# SELIMUT BETON

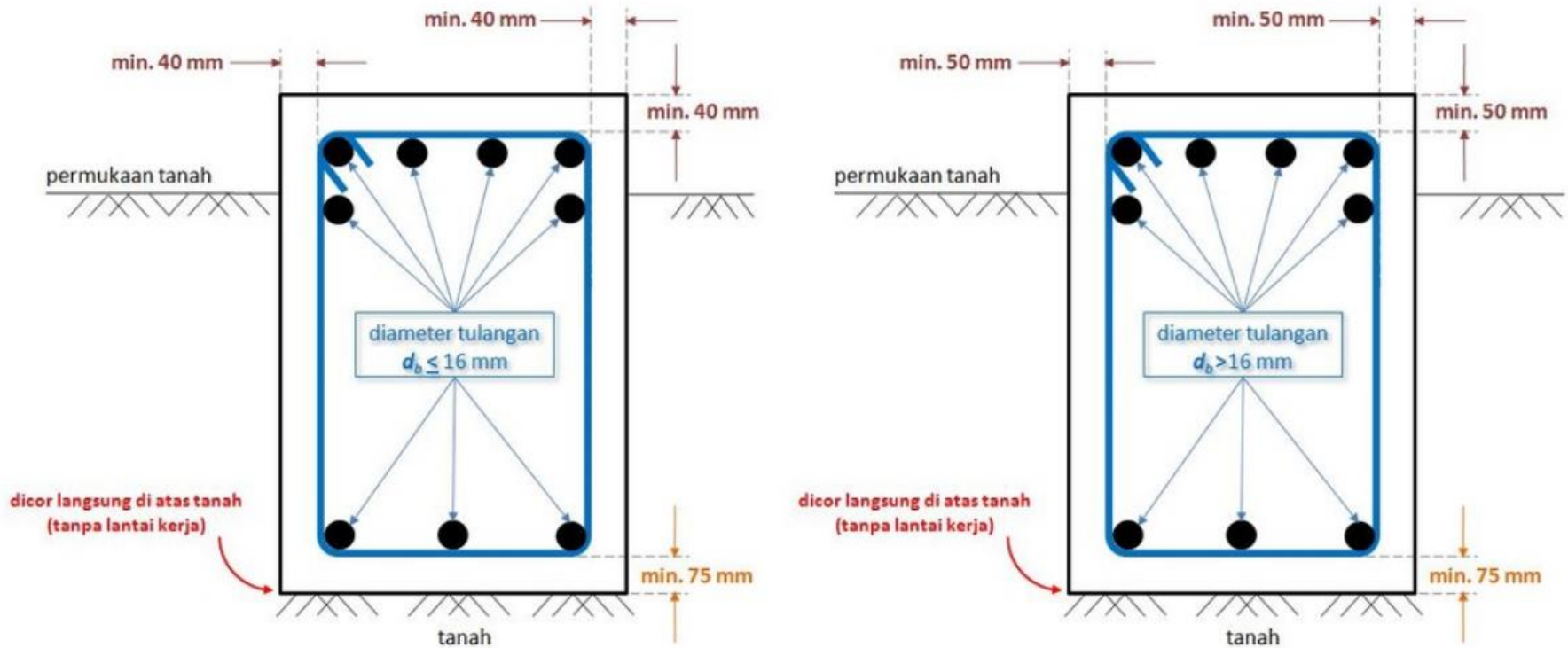


**Beton Selalu Berhubungan Dengan Tanah (B)**

**Tie Beam (Sloof)**



# SELIMUT BETON

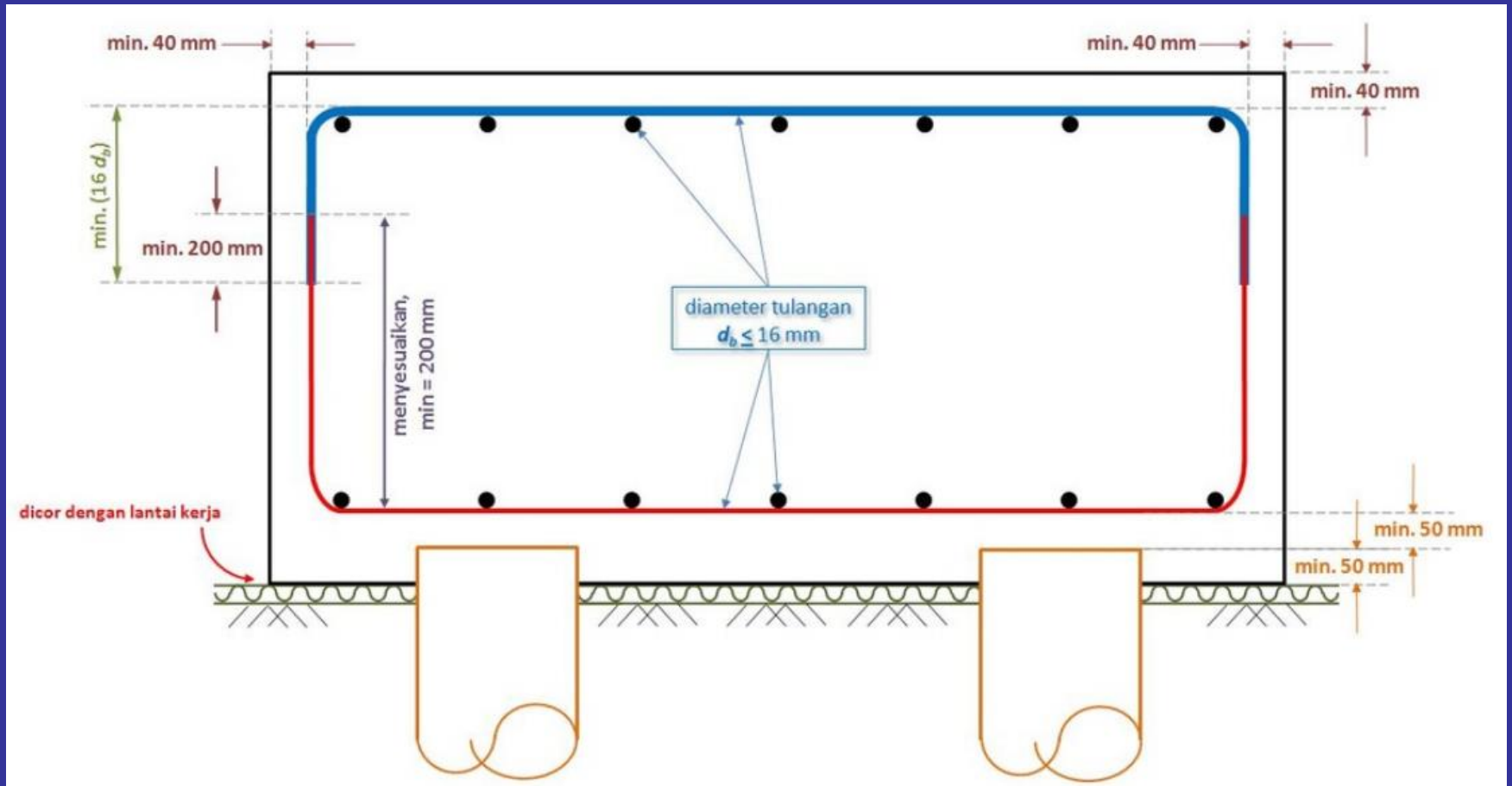


**Beton Selalu Berhubungan Dengan Tanah (C)**

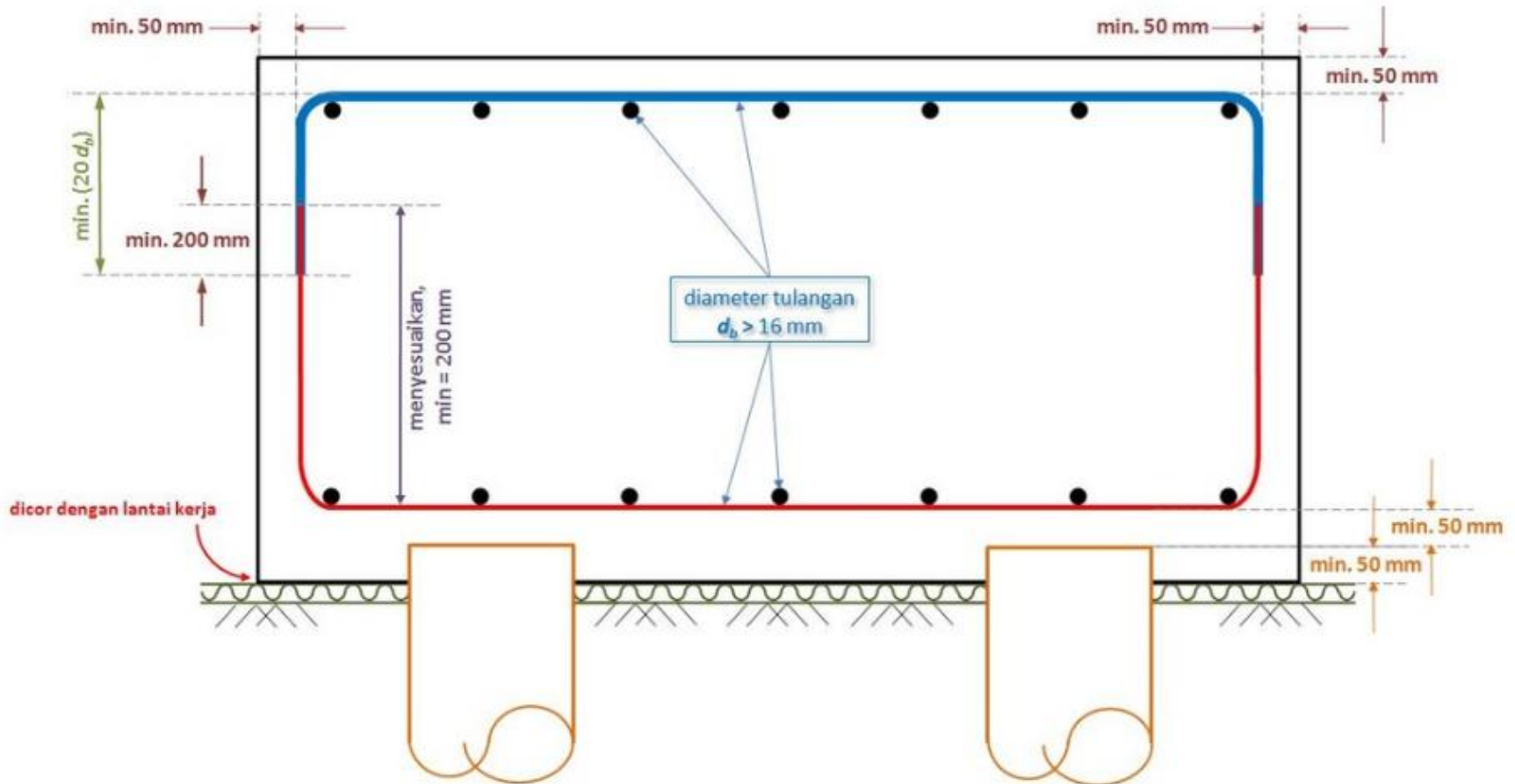
**Tie Beam (Sloof)**

# SELIMUT BETON

## Pile Cap (Poer)



# SELIMUT BETON



**Beton Selalu Berhubungan Dengan Tanah (A)**

*(Pile Cap / Poer)*

# SELIMUT BETON

**Table 5. Guirguis<sup>8</sup> recommended minimum concrete covers (mm) for AS 3600 (Design Life of 30 years).**

Exposure Classification	Characteristic Strength of Concrete $f'_c$ (MPa)				
	20	25	32	40	50+
A1	20	20	20	20	20
A2		30	20	20	20
B1			50	40	30
B2				80	65
* If curing is longer than 7 days, preferably 28 days				60*	50*

**Table 6. AS 3600-2009 required cover (mm) for standard formwork and compaction – (Design Life of 40 to 60 years).**

Exposure Classification	Characteristic Strength of Concrete $f'_c$ (MPa)				
	20	25	32	40	50+
A1	20	20	20	20	20
A2	(50)	30	25	20	20
B1		(60)	40	30	25
B2			(65)	45	35
C1				(70)	50
C2					65

# SELIMUT BETON

Table 6. AS 3600-2001: Exposure classification

Surface and exposure environment	Exposure classification	
	Reinforced or prestressed concrete members (Note 1)	Plain concrete members (Note 1)
<b>1. Surface of members in contact with the ground</b>		
(a) Members protected by a damp-proof membrane	A1	A1
(b) Residential footings in a non-aggressive soils	A1	A1
(c) Other members in non-aggressive soils	A2	A1
(d) Members in aggressive soils (Note 2)	U	U
<b>2. Surfaces of members in interior environments</b>		
(a) Fully enclosed within a building except for a brief period of weather exposure during construction	A1	A1
(b) In industrial buildings, the member being subject to repeated wetting and drying	B1	A1
<b>3. Surfaces of members in above-ground exterior environments in areas that are :</b>		
(a) Inland (>50 km from coastline) environment being -		
(i) non-industrial and arid climatic zone (Notes 3 and 4)	A1	A1
(ii) non-industrial and temperate climatic zone.	A2	A1
(iii) non-industrial and tropical climatic zone	B1	A1
(iv) industrial and any climatic zone	B1	A1
(b) Near-coastal ( 1 km to 50 km from coastline) any climatic zone.	B1	A1
(c) Coastal ( up to 1km from coastline but excluding tidal and splash zones)( Note 5), any climatic zone	B2	A1
<b>4. Surfaces of members in water</b>		
(a) In fresh water	B1	A1
(b) In sea water		
(i) permanently submerged	B2	U
(ii) in tidal or splash zones	C	U
(c) In soft or running water	U	U
<b>5. Surfaces of members in other environments</b>	U	U
Any exposure environment not otherwise described in Items 1 to 4		

Table 7. Concrete requirement of AS 3600-2001

Exposure class	$f'_c$ , MPa	Curing requirement	
		Initial continuous curing*, days	Average compressive strength at completion of curing, MPa
A1	than 20	3	Not less than 15
A2	Not less than 25	3	Not less than 15
B1	Not less than 32	7	Not less than 20
B2	Not less than 40	7	Not less than 25
C**	Not less than 50	7	Not less than 32
U	Concrete shall be supplied to ensure durability under the particular exposure environment		

\*Provision will not apply for concrete cured by accelerated methods. However, average compressive strength requirement at the completion of accelerated curing will govern.

\*\* Where the strength requirement for Class C cannot be satisfied due to inadequate aggregate strength, concrete with  $f'_c$  not less than 40 MPa may be used, provided that cement content of the mix is not less than 470 kg/m<sup>3</sup> and cover requirements are increased by 10 mm.

Source: Table 4.3 of AS 3600-2001

Notes:

- In this context, reinforced concrete includes any concrete containing metals that rely on the concrete for protection against environmental degradation. Plain concrete members containing reinforcement or other metallic embedment should, therefore, be treated as reinforced members, when considering durability.
- Permeable soils with a pH < 4.0, or with ground water containing more than 1 g per litre of sulphate ions, would be considered aggressive. Salt-rich soils in arid areas should be considered as exposure classification C.
- The climatic zones referred to are those given in Fig 4.3 (AS 3600-2001), which is a simplified version of Plate 8 of the Bureau of Meteorology publication 'Climate of Australia' 1982 Edition.
- Industrial refers to areas that are within 3 km of industries that discharge atmospheric pollutants.
- For the propose of this Table, the coastal zone includes locations within 1 km of large expanses of salt water ( e.g. Port Phillips Bay, Sydney Harbour east of Spit ands Harbour Bridges, Swan River west of the Narrows Bridge). Where there are strong prevailing winds or vigorous surf, the distance should be increased beyond 1 km and higher levels of protection should be considered. Proximity to small salt water bays, estuaries and rivers may be disregarded.

# SELIMUT BETON

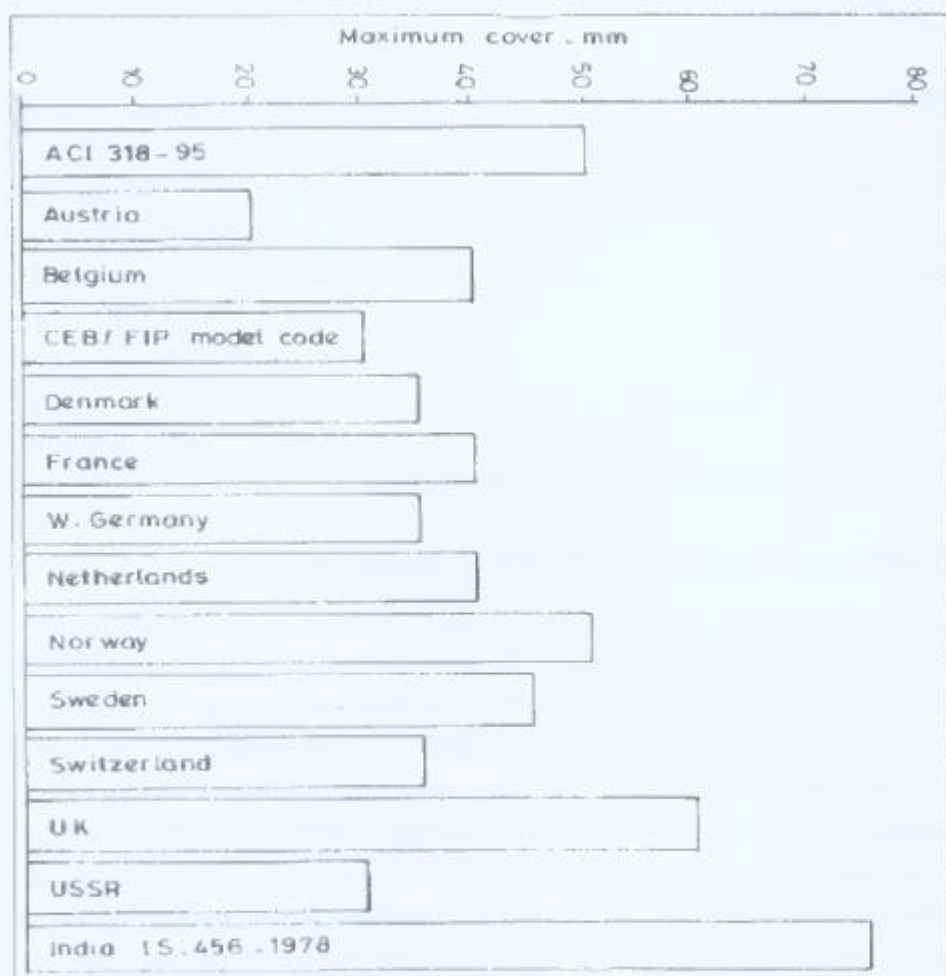


Fig 1 Minimum covers for worst exposure conditions in various national codes<sup>9</sup>

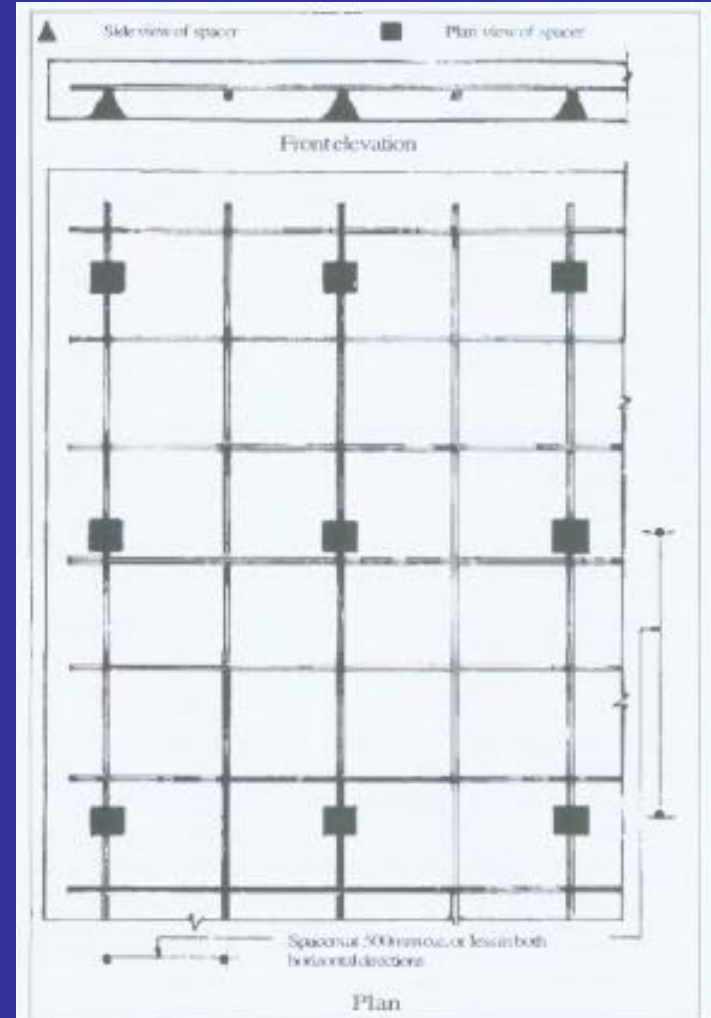
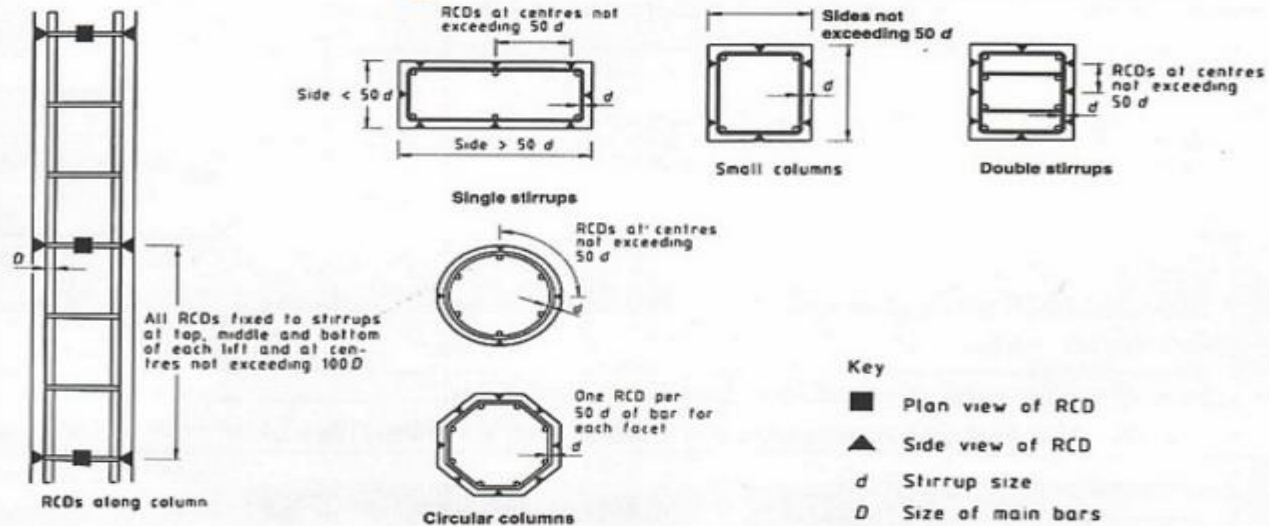


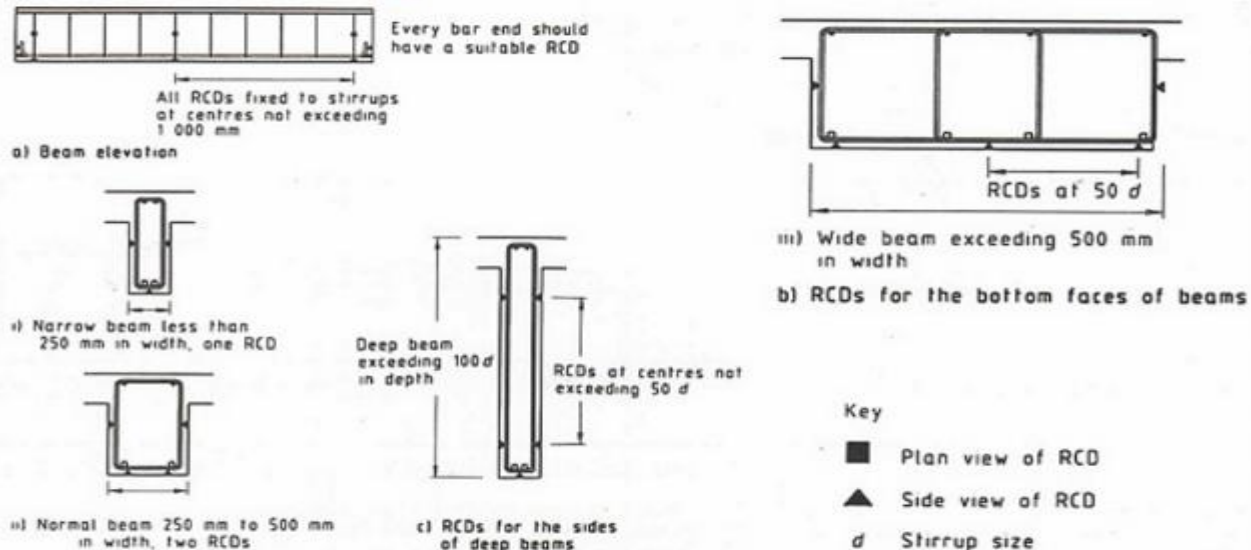
Fig 2 Spacers for a slab reinforced with welded fabric with no edge reinforcement

# SELIMUT BETON

## Reinforcing cover devices of columns

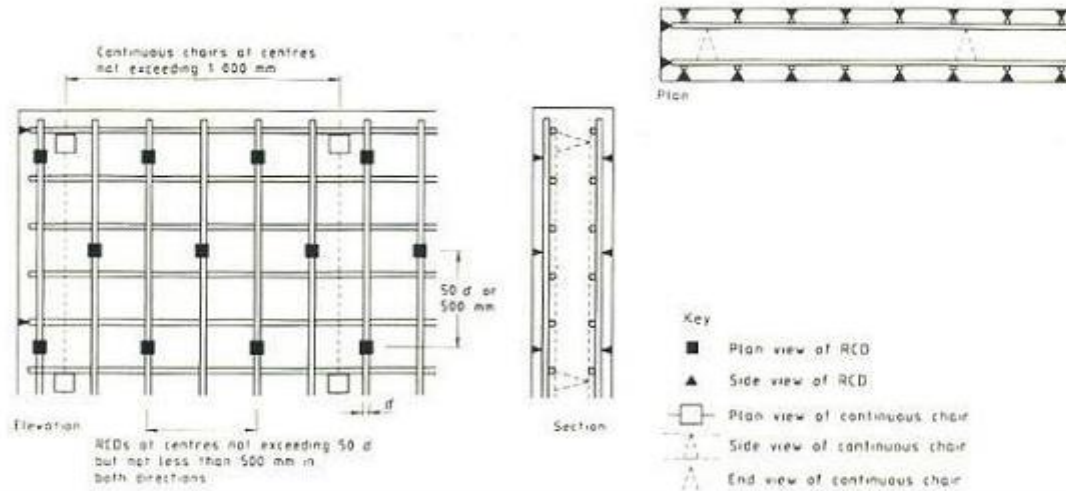


## Reinforcing cover devices of beams

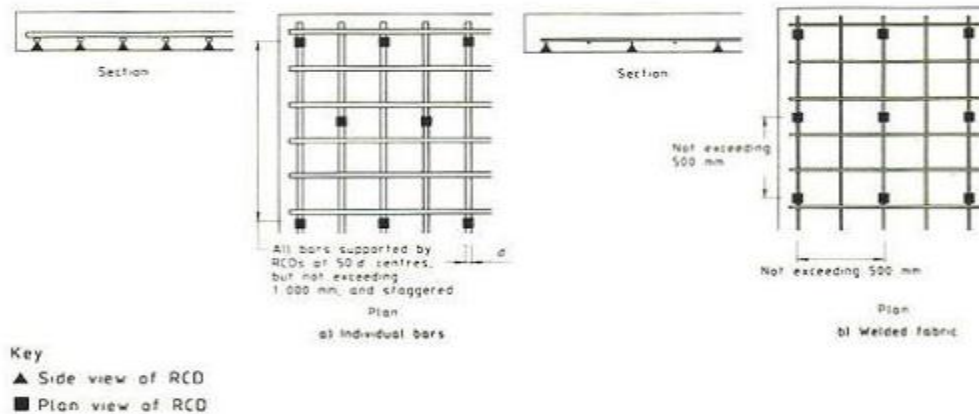


# SELIMUT BETON

## Reinforcing cover devices of walls



## Reinforcing cover devices for bottom reinforcement in slabs





# SELIMUT BETON

## Wheel spacers (Circular spacers)



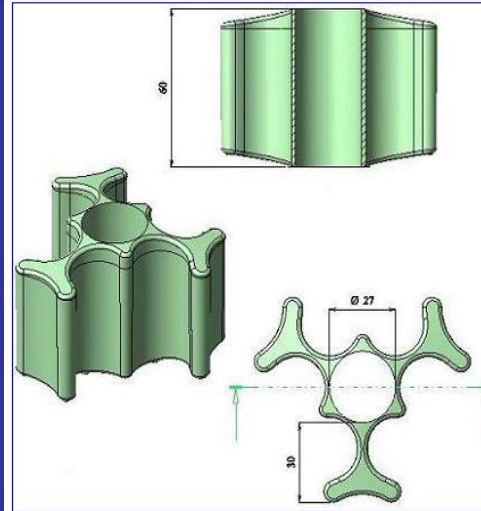
Product Code	Concrete Cover (mm)	Rebar Diameter (mm)	Packaging Quantity
WHEEL15	15	4-10	5000
WHEEL20	20	4-12	2500
WHEEL25	25	4-16	2000
WHEEL30	30	8-16	1000
WHEEL40	40	8-16	500
WHEEL50	50	8-16	500
WHEEL60	60	10-20	250
WHEEL75	75	10-20	200

### Minimum order one bag

Wheel spacers (Circular spacers) are used to ensure consistent concrete cover for columns and walls inside the concrete shutter. Wheel spacers help to ensure the centralisation of rebar inside the shutter. The notched outer rim of the wheel spacers ensure minimum contact with the shutter.



## Rebar Centraliser



Product Code	Concrete Cover (mm)	Rebar Diameter (mm)	Packaging Quantity
CENT25	30	25	250

RMCS Rebar Centralisers are used to centralize steel reinforcing in the centre of a pile.

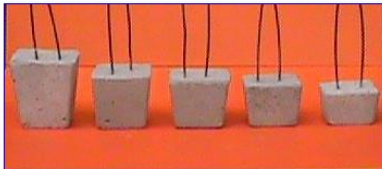
These centralisers provide a cover of 30mm and will accept rebar up to a size of 25mm.

## Concrete Spacers

☒ Certified strength to withstand extreme rebar weights or pressure.

☒ Embedded fixing wire for easy fixing to rebar.

☒ Quick and easy to install.



### Square Concrete Chair Spacers:

Product Code	Concrete Cover (mm)	Rebar Diameter (mm)	Quantity Per Bag
CS-25S	25	any	250
CS-30S	30	any	250
CS-35S	35	any	250
CS-40S	40	any	250
CS-50S	50	any	200

\* Square base to ensure best support without tipping or falling over.



### Round Concrete Chair Spacers:

Product Code	Concrete Cover (mm)	Rebar Diameter (mm)	Quantity Per Bag
CS-25R	25	any	250
CS-30R	30	any	250
CS-35R	35	any	250
CS-40R	40	any	250
CS-50R	50	any	200

\* Round base for minimum contact with the shutter.

## Fibre cement / fibre Concrete Spacers - cover blocks

☒ Certified strength to withstand extreme rebar weights or pressure.

☒ Embedded fixing wire for easy fixing to rebar.

☒ Quick and easy to install.



### Fibre Cement Spacers:

Product Code	Concrete Cover (mm)	Rebar Diameter (mm)	Quantity Per Bag
FC-20	20	any	250
FC-25	25	any	250
FC-30	30	any	250
FC-35	35	any	200
FC-40	40	any	200
FC-45	45	any	200
FC-50	50	any	100
FC-60	60	any	100
FC-75	75	any	50
FC-100	100	any	50

### Fibre Cement Bone Spacers:

FCB-30	20/25/30	any	250
FCB-50	35/40/50	any	200

\*\*\*\* Solid base to ensure best support without tipping or falling over. \*\*\*\*

RMCS's fibre concrete chair spacers or fibre cement cover blocks are not made by means of a concrete extrusion process and are therefore much stronger and more resilient than fibre cement spacers made from a concrete extrusion process. Our fibre cement spacers are also called fiber cement spacers or cover blocks

Fibre cement spacers are also called fiber cement spacers or concrete cover blocks.

# SELIMUT BETON

## Cover Blocks / Rebar Spacers



Product Code	Concrete Cover (mm)	Rebar Diameter (mm)	Packaging Quantity
CS-20X	20	8-16	1000
CS-25X	25	8-16	1000
CS-30X	30	8-16	1000
CS-40X	40	any	500
CS-50X	50	any	500
CS-60X	60	any	250
CS-70X	70	any	250
CS-80X	80	any	250

Minimum order one bag

[Round Rebar Chair Spacers](#) are used to support rebar on a deck, which includes radial

## Rebar Chair Spacers



Product Code	Concrete Cover (mm)	Rebar Diameter (mm)	Packaging Quantity
CS-NT20	20	8-24	1000
CS-NT25	25	8-24	1000
CS-NT30	30	8-24	750
CS-NT40	40	8-24	600
CS-NT50	50	8-24	500
CS-NT60	60	8-24	500

Plastic Rebar Chair spacers are used to support rebar on a deck, which includes radial grounding, heavy duty rebar laying and beams. The wide base of these plastic rebar chair spacers prevent the chairs from tipping over. The design ensures freeflow of concrete and minimal contact with the concrete formwork.

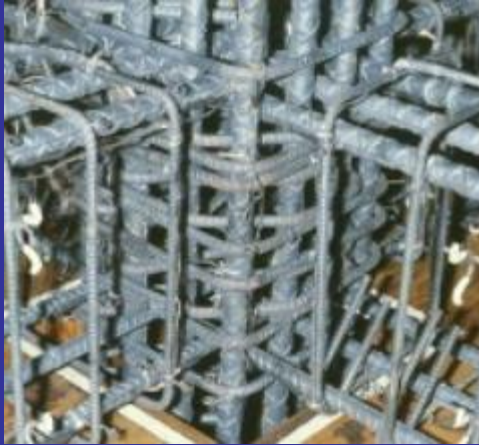


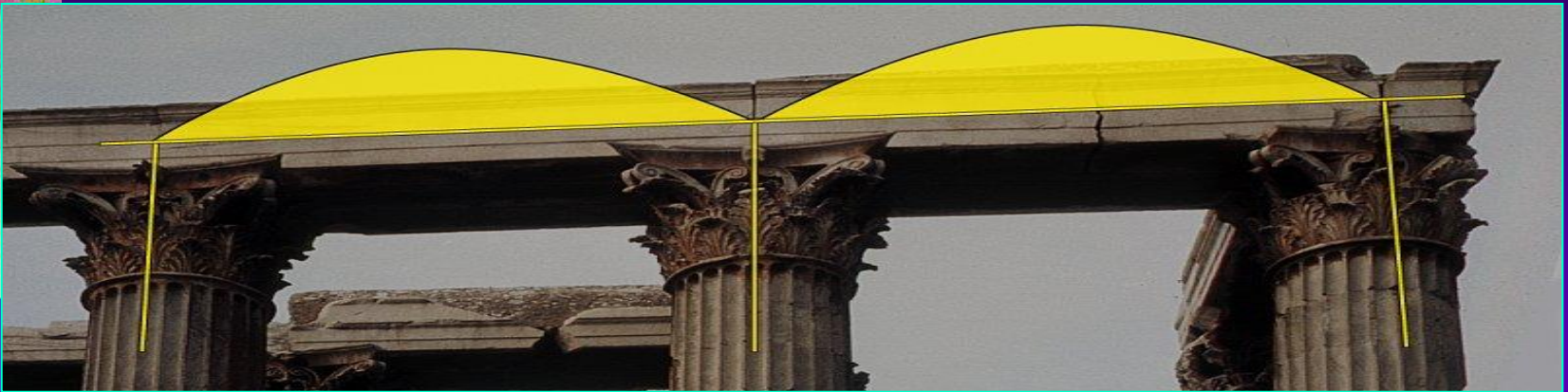
**Plastic Rebar Spacers and Concrete Rebar Spacers for Rebar**

We supply a wide range of plastic spacers and concrete spacers for the rebar and construction industries, such as:

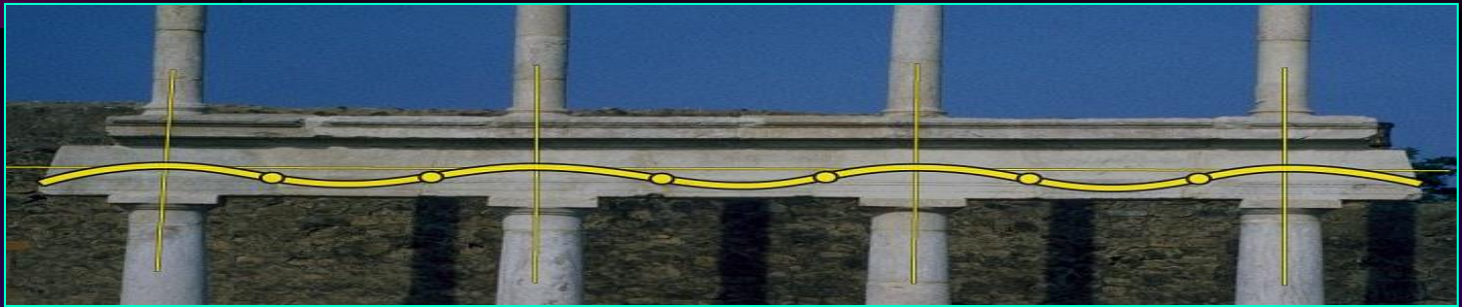
1. Plastic Spacers for Rebar

# HUBUNGAN BALOK KOLOM



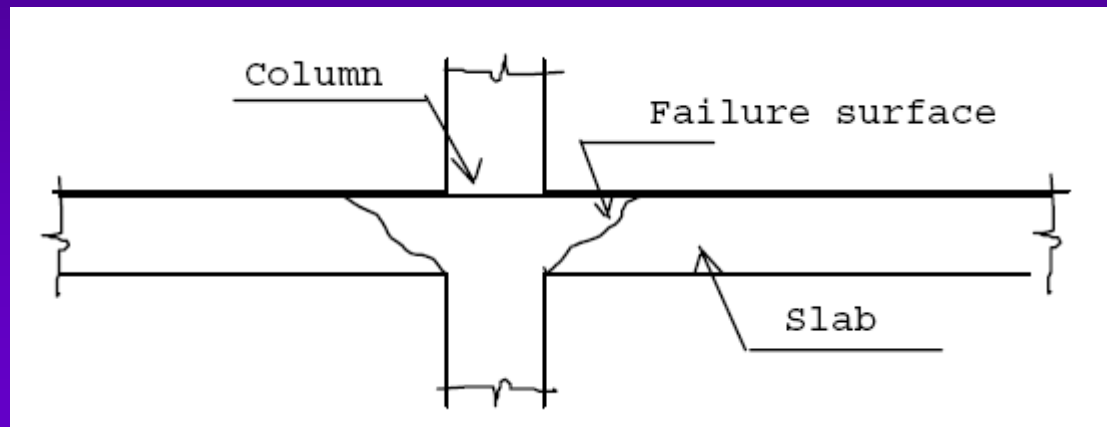
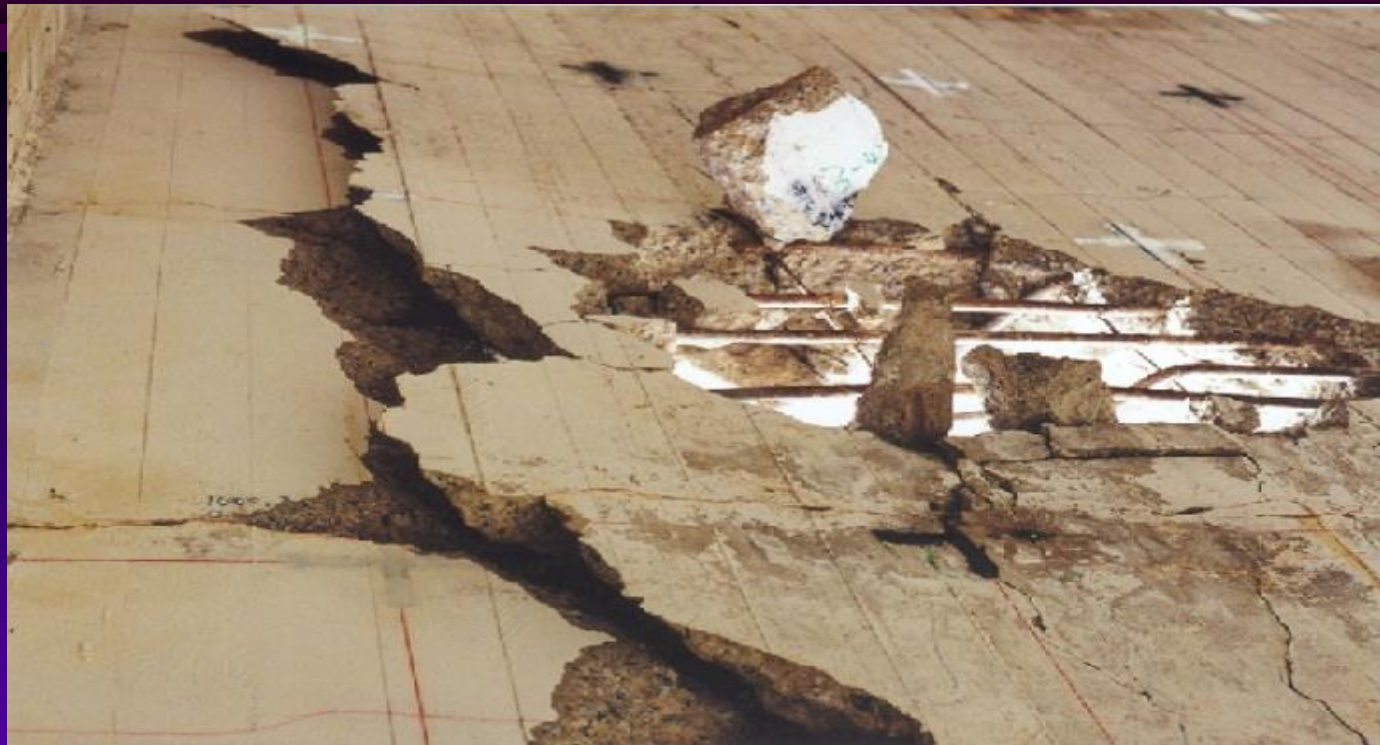


**Berikan Komentaar !!!**



**Berikan Komentaar !!!**



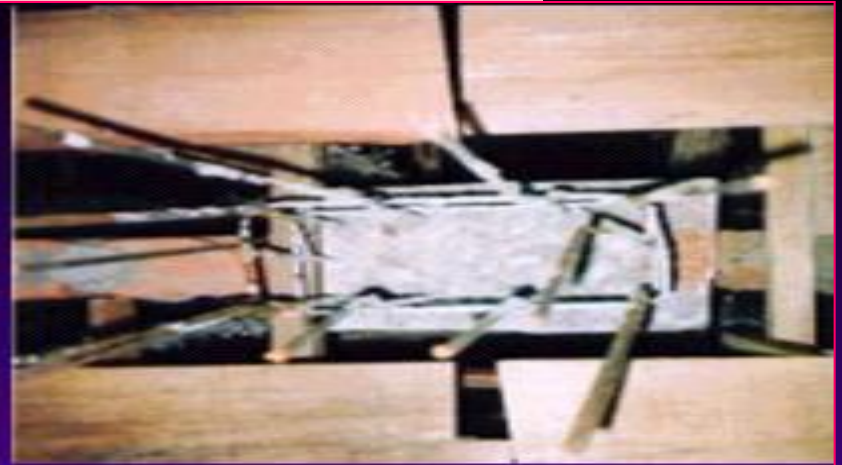




**Berikan Komentaar !!!**



# KOLOM BETON



# KOLOM BETON



**Berikan Komentaar !!!**

# BALOK BETON



# BALOK BETON



**Berikan Komentar !!!**

# BALOK BETON

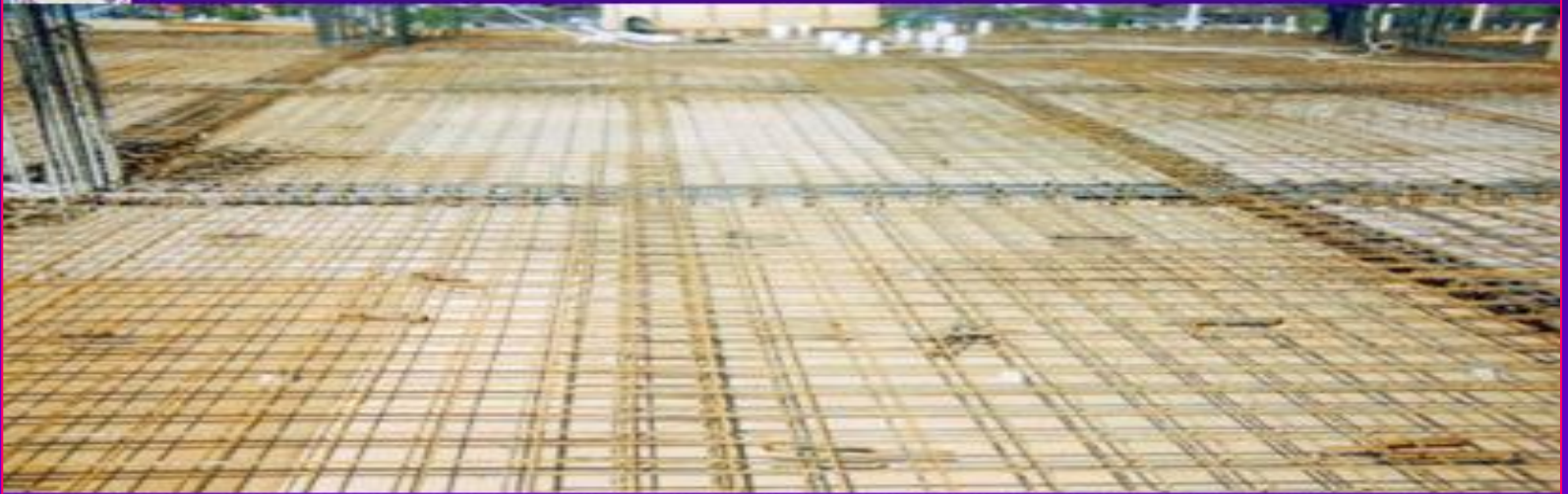


**Berikan Komentar !!!**

# BALOK/PELAT BETON



# PELAT BETON



# PELAT BETON



**Berikan  
Komentar !!!**



# PENGECORAN BETON



# PENGECORAN BETON



# FONDASI BETON



# FONDASI BETON



# FONDASI BETON



# TANGGA BETON



**Berikan  
Komentar !!!**



PERSATUAN  
INSINYUR  
INDONESIA

**PII**

# UU NO. 11 TGL 22 MARET 2014 TTG KEINSINYURAN

## BAB VI REGISTRASI INSINYUR

### Pasal 10

- (1) Setiap Insinyur yang akan melakukan Praktik Keinsinyuran di Indonesia harus memiliki Surat Tanda Registrasi Insinyur.
- (2) Surat Tanda Registrasi Insinyur sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dikeluarkan oleh PII.

### Pasal 11

- (1) Untuk memperoleh Surat Tanda Registrasi Insinyur sebagaimana dimaksud dalam Pasal 10, seorang Insinyur harus memiliki Sertifikat Kompetensi Insinyur.
- (2) Sertifikat Kompetensi Insinyur sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diperoleh setelah lulus Uji Kompetensi.
- (3) Uji Kompetensi sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dilakukan oleh lembaga sertifikasi profesi sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.



PERSATUAN  
INSINYUR  
INDONESIA

**PII**

# UU NO. 11 TGL 22 MARET 2014 TTG KEINSINYURAN

## BAB XIII KETENTUAN PIDANA

### Pasal 50

- (1) Setiap orang bukan Insinyur yang menjalankan Praktik Keinsinyuran dan bertindak sebagai Insinyur sebagaimana diatur dalam Undang-Undang ini dipidana dengan pidana penjara paling lama 2 (dua) tahun atau pidana denda paling banyak Rp200.000.000,00 (dua ratus juta rupiah).
- (2) Setiap orang bukan Insinyur yang menjalankan Praktik Keinsinyuran dan bertindak sebagai insinyur sebagaimana diatur dalam Undang-Undang ini sehingga mengakibatkan kecelakaan, cacat, hilangnya nyawa seseorang, kegagalan pekerjaan Keinsinyuran, dan/atau hilangnya harta benda dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).



# Umpan Balik Modul 1

## Soal 1:

Sebutkan keuntungan dan kerugian penggunaan material beton sebagai bahan bangunan.

## Soal 2:

Mengapa beton dapat dikombinasikan dengan tulangan baja dan mengapa beton memerlukan tulangan baja sebagai tulangan tarik.

## Soal 3:

Jelaskan perbedaan kuat tekan karakteristik kubus dan kuat tekan karakteristik Silinder.

## Soal 4:

Hitung nilai kuat tekan karakteristik silinder ( $f_c'$ ) jika nilai kuat tekan karakteristik kubus  $375 \text{ kg/cm}^2$ .

## Soal 5:

Berapa tebal selimut beton minimum untuk struktur yang selalu terendam air?