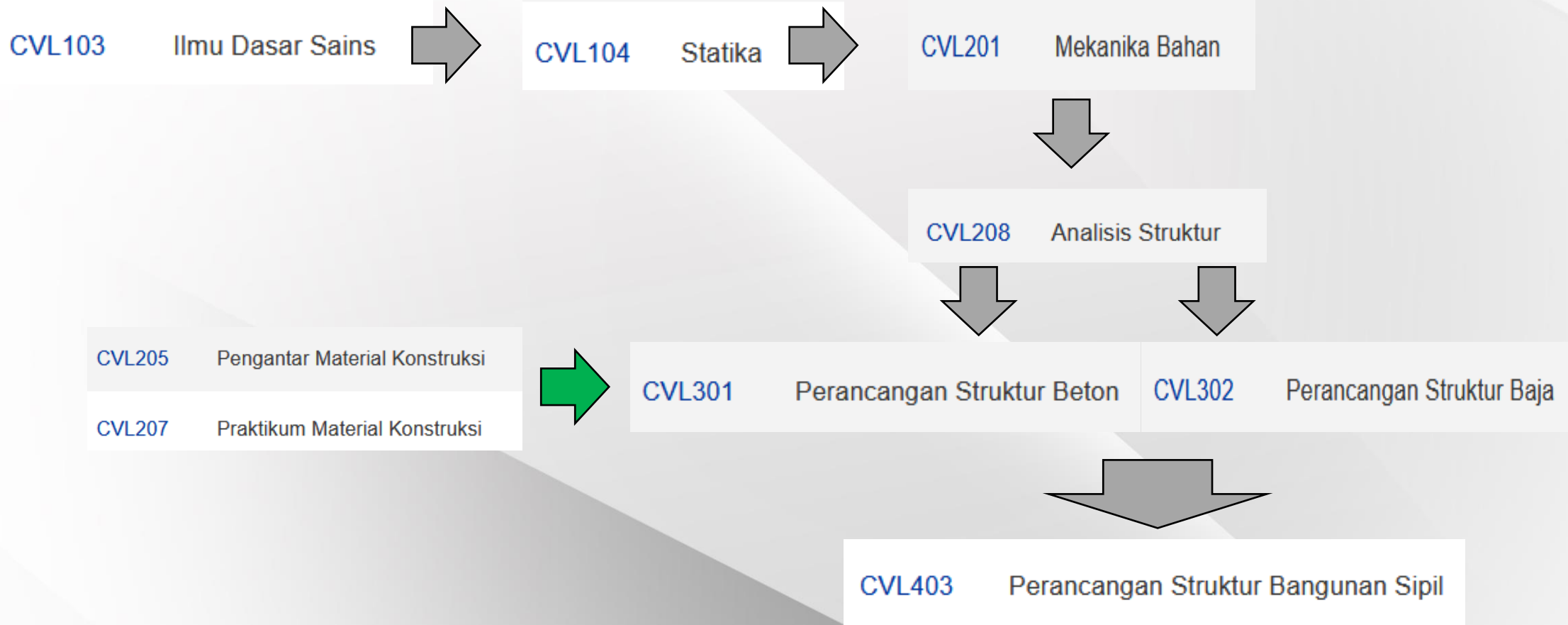


Mata Kuliah : Perancangan Struktur Beton  
Kode : TSI-303  
SKS : 3 sks

# *Prinsip Dasar Perencanaan Struktur Beton Bertulang*

## Pertemuan - 1



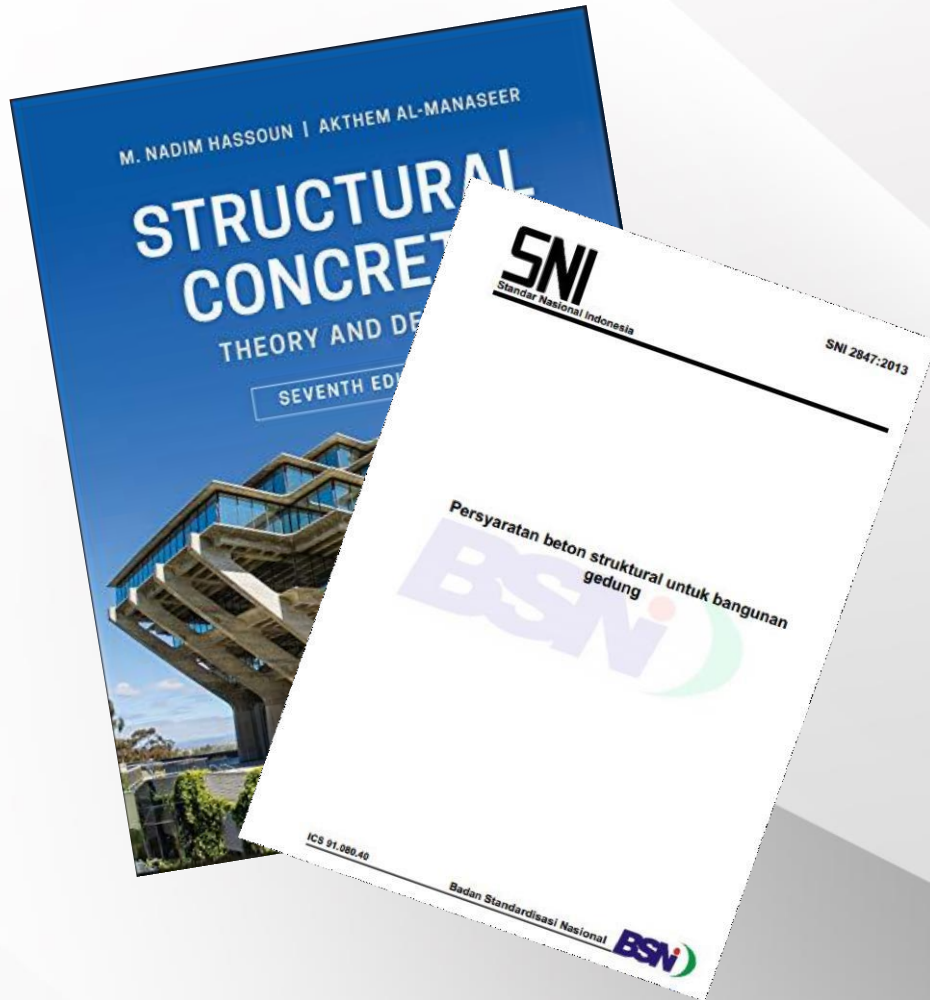
- **Sub Pokok Bahasan :**

- ✓ Prinsip Dasar Beton Bertulang
- ✓ Konsep dan Peraturan Perencanaan
- ✓ Sifat Mekanis Beton & Tulangan Baja

|                              |               |
|------------------------------|---------------|
| <b>Bobot Penilaian</b>       | <b>:</b>      |
| <b>Tugas</b>                 | <b>: 30 %</b> |
| <b>Ujian Tengah Semester</b> | <b>: 30%</b>  |
| <b>Ujian Akhir Semester</b>  | <b>: 40%</b>  |

- **Text Book :**

1. Setiawan, A. (2016). Perancangan Struktur Beton Bertulang. Penerbit Erlangga.
2. Hassoun, M.N., Al-Manaseer, A. (2020). *Structural Concrete Theory and Design*. 7<sup>th</sup> ed. John Wiley&Sons. ISBN 13 :978-1119605119
3. SNI 2847:2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung
4. ACI 318M-11. (2011) *Building Code Requirements for Structural Concrete*. American Concrete Institute



## Watching Video Activity (1)

### Concrete Technology

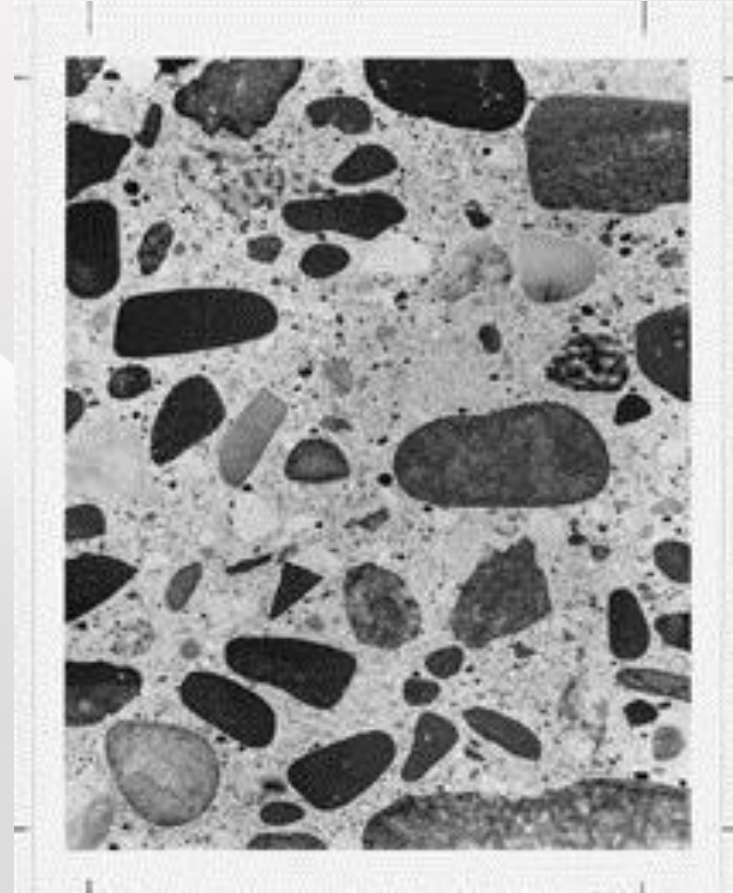
<https://www.youtube.com/watch?v=08G67H2yjO8>



- **Beton** merupakan material konstruksi yang diperoleh dari pencampuran **pasir, kerikil/batu pecah, semen serta air**.
- Terkadang beberapa macam **bahan tambahan** di campurkan ke dalam campuran tersebut guna memperbaiki sifat – sifat dari beton, antara lain untuk meningkatkan **workability, durability** serta waktu pengerasan beton.

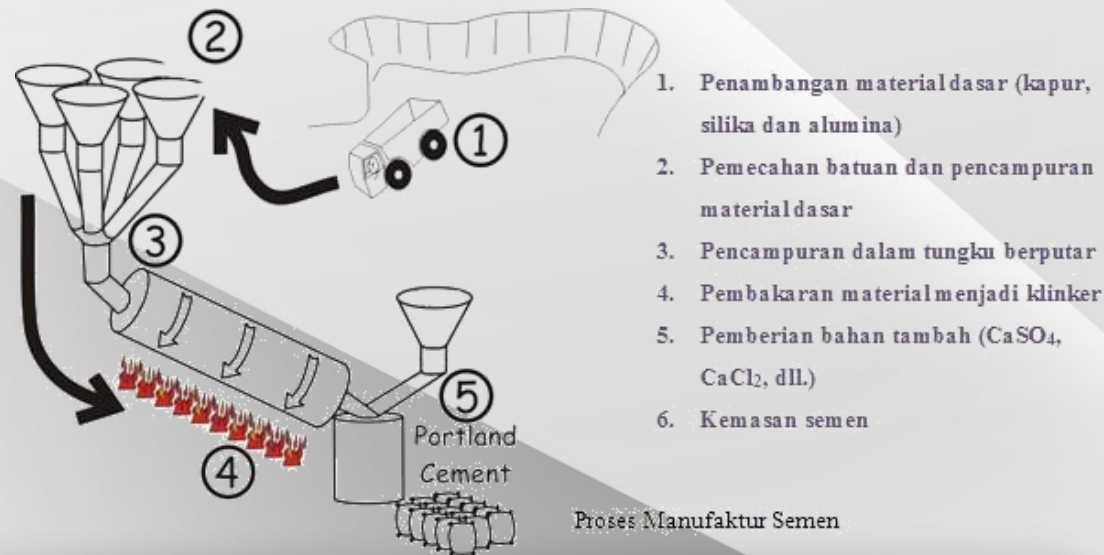


- **Beton (Concrete)**
- **Bahan Penyusun**
  - Portland Cement
  - Coarse Aggregate
  - Fine Aggregate
  - Water
  - Admixtures (optional)



# Semen

- Bahan dasar pembuat semen sebenarnya adalah batu kapur yang mengandung  $\text{CaO}$ , serta lempungatau tanah liat yang banyak mengandung  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- Material-material ini dicampur dan ditambahkan gips dalam jumlah yang cukup, kemudian dibakar dalam klinker dan kemudian didinginkan



# Semen

4 unsur utama yang paling penting yang terkandung dalam semen, yaitu :

- Trikalsium Silikat ( $C_3S$ ) atau  $3CaO.SiO_2$
- Dikalsium Silikat ( $C_2S$ ) atau  $2CaO.SiO_2$
- Trikalsium Aluminat ( $C_3A$ ) atau  $3CaO.Al_2O_3$
- Tetrakalsium aluminoforit ( $C_4AF$ ) atau  $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$

## Semen

Secara umum sesuai dengan standar dari American Society for Testing and Materials (ASTM), jenis semen dapat dikategorikan menjadi lima jenis sebagai berikut :

- Tipe I – jenis semen biasa yang dapat digunakan pada pekerjaan konstruksi umum
- Tipe II – merupakan modifikasi dari semen tipe I, yang memiliki panas hidrasi lebih rendah dan dapat tahan dari beberapa jenis serangan sulfat
- Tipe III – merupakan tipe semen yang dapat menghasilkan kuat tekan beton awal yang tinggi. Setelah 24 jam proses pengecoran semen tipe ini akan menghasilkan kuat tekan dua kali lebih tinggi daripada semen tipe biasa, namun panas hidrasi yang dihasilkan semen jenis ini lebih tinggi daripada panas hidrasi semen tipe I
- Tipe IV – merupakan semen yang mampu menghasilkan panas hidrasi yang rendah, sehingga cocok digunakan pada proses pengecoran struktur beton yang massif
- Tipe V – digunakan untuk struktur – struktur beton yang memerlukan ketahanan yang tinggi dari serangan sulfat.

## Type IV - Low Heat of Hydration

Type III - High Early



Type I - Normal



Type I - Normal

# Agregat

- Agregat menempati 70 hingga 75% volume beton yang mengeras
- Agregat yang dapat melalui saringan No.4 (4,75 mm) dapat diklasifikasikan sebagai agregat ringan
- Agregat yang tertahan di saringan No.4 diklasifikasikan sebagai agregat kasar



# Agregat

Ukuran maksimum agregat dibatasi menurut SNI 03-2847-2002 pasal 5.3.2, yaitu disyaratkan bahwa ukuran agregat tidak melebihi dari:

- $1/5$  kali jarak terkecil antara bidang samping cetakan
- $1/3$  kali tebal pelat
- $3/4$  kali jarak bersih antara tulangan, jaring kawat baja, bundel tulangan, tendon, atau bundel tendon prategang

## Air

- Air yang dicampur dengan semen akan membungkus agregat halus dan agregat kasar menjadi satu kesatuan.
- Pencampuran semen dan air akan menimbulkan suatu reaksi kimia yang disebut dengan istilah reaksi hidrasi
- Perbandingan antara jumlah berat air dengan jumlah berat semen (rasio air semen) memegang peranan vital dalam hal kuat tekan beton
- Agar reaksi hidrasi dapat berlangsung, pada umumnya dibutuhkan air sebanyak kurang lebih 25% dari berat semen (atau dikatakan rasio air semen = 0,25).
- Untuk beton normal, rasio air semen pada umumnya berkisar antara 0,40 hingga 0,60, sedangkan untuk beton mutu tinggi rasio air semen biasanya diambil cukup rendah hingga 0,20

## Bahan Tambah (Admixtures)

- accelerating admixtures
- air-entraining admixtures
- water-reducing admixtures
- set retarding admixtures
- high range water reducer
- Bahan tambah pozolan



## Advantages & Disadvantages

1. High compressive strength
2. Fire and weather resistance
3. Durability
4. Economically to molded
5. Low maintenance cost
6. Less deflection
7. Available in precast comp.
8. Less skilled labor

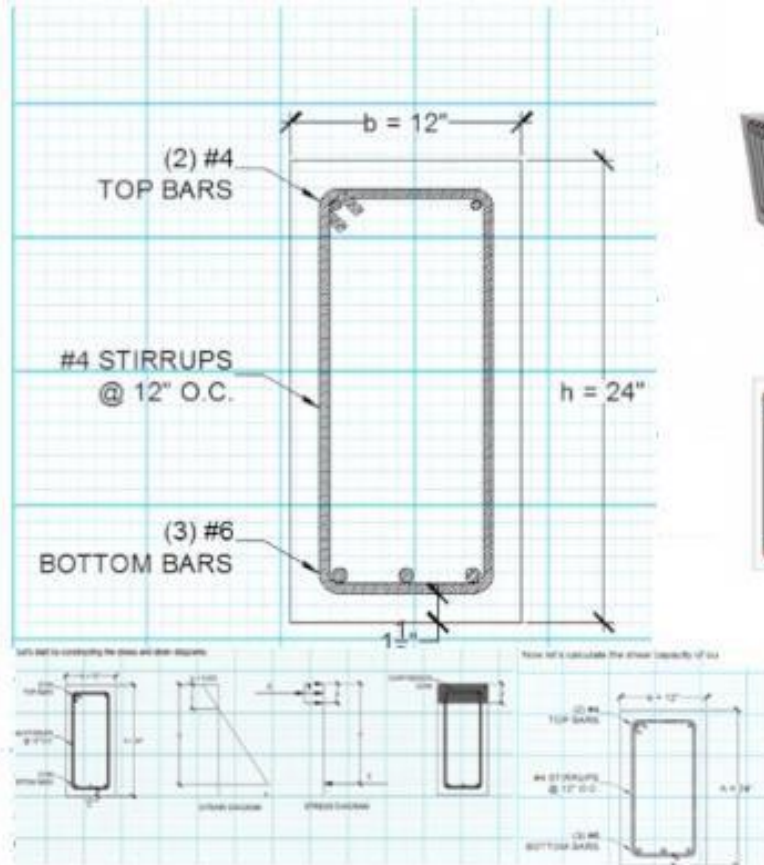
1. Low tensile strength
2. Uncertainty of final strength]
3. High cost for formwork
4. Larger section -> heavy
5. Shrinkage

## Why concrete needs reinforcement

- Campuran beton seiring dengan bertambahnya waktu akan menjadi keras seperti batuan, dan memiliki kuat tekan yang tinggi namun **kuat tariknya rendah**.
- **Beton bertulang** adalah kombinasi dari beton serta tulangan baja, yang bekerja secara bersama – sama untuk memikul beban yang ada.
- **Tulangan baja akan memberikan kuat tarik** yang tidak dimiliki oleh beton.
- Selain itu **tulangan baja juga mampu memikul beban tekan**, seperti digunakan pada elemen kolom beton.

## Tulangan Baja (reinforcement)

- Tulangan baja, yang biasanya berupa batang baja bulat, diletakkan di dalam beton, **khususnya di daerah tarik**, untuk memikul gaya tarik yang timbul dari beban eksternal yang bekerja pada struktur beton.
- Tulangan memanjang yang diletakkan dalam beton, dan berfungsi memikul gaya tarik ataupun tekan yang terjadi, dinamakan sebagai tulangan utama.
- Pada elemen pelat, terkadang diberikan tulangan dalam arah tegak lurus tulangan utama yang disebut sebagai tulangan sekunder, atau tulangan pembagi.





## Tulangan Baja (reinforcement)

- Tulangan berbentuk penampang lingkaran paling banyak digunakan dalam struktur beton bertulang.
- Berdasarkan bentuknya, tulangan baja terdiri dari tulangan baja polos dan tulangan baja sirip (*deform*).
- Tulangan baja polos, di lapangan dinotasikan sebagai Bj.TP, sedangkan tulangan baja sirip/*deform* biasa dinotasikan sebagai Bj.TD.
- Dalam aplikasi di lapangan, disarankan untuk menggunakan tulangan baja sirip untuk digunakan sebagai tulangan utama karena bentuk penampangnya yang bersirip mampu meningkatkan lekatan dengan beton serta mengurangi lebar retak beton pada daerah tarik.

## Tulangan Baja (reinforcement)

- Ukuran diameter tulangan baja tersedia di lapangan mulai dari diameter 6 mm, 8, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 29, 32 hingga 50 mm.
- Mutu dari baja tulangan ditentukan berdasarkan kuat lelehnya ( $f_y$ ).

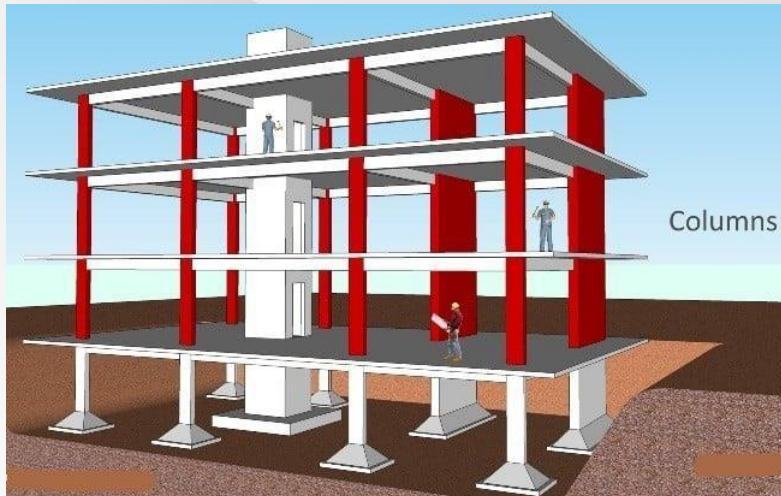
| Mutu Tulangan Baja<br>(SNI 03-6861.2-2002, Spesifikasi Bahan Bangunan Dari Besi/Baja) |          |                                                         |                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Jenis                                                                                 | Simbol   | Kuat Leleh Minimum, $f_y$ ,<br>kg/mm <sup>2</sup> (MPa) | Kuat Tarik Minimum, $f_u$ ,<br>kg/mm <sup>2</sup> (MPa) |
| Polos                                                                                 | Bj.TP 24 | 24 (235)                                                | 39 (382)                                                |
|                                                                                       | Bj.TP 30 | 30 (294)                                                | 49 (480)                                                |
| Deform                                                                                | Bj.TD 24 | 24 (235)                                                | 39 (382)                                                |
|                                                                                       | Bj.TD 30 | 30 (294)                                                | 49 (480)                                                |
|                                                                                       | Bj.TD 35 | 35 (343)                                                | 50 (490)                                                |
|                                                                                       | Bj.TD 40 | 40 (392)                                                | 57 (559)                                                |
|                                                                                       | Bj.TD 50 | 50 (490)                                                | 63 (618)                                                |

## Tulangan Baja (reinforcement)

- Jenis tulangan baja selain bentuk batang seperti dijelaskan di atas, adalah berbentuk jaring kawat baja.
- Jaring kawat baja adalah jaringan kawat yang berbentuk segi empat dari hasil penarikan dingin dan dibuat dengan pengelasan empat titik.
- Jaring kawat baja atau sering dikenal dengan istilah *wire-mesh*, dikenali berdasarkan diameter kawat baja dan ukuran lubang kotaknya (jarak pusat ke pusat antara kawat baja).
- Kawat baja yang digunakan harus memiliki kuat tarik minimum yang tidak kurang dari 490 MPa.

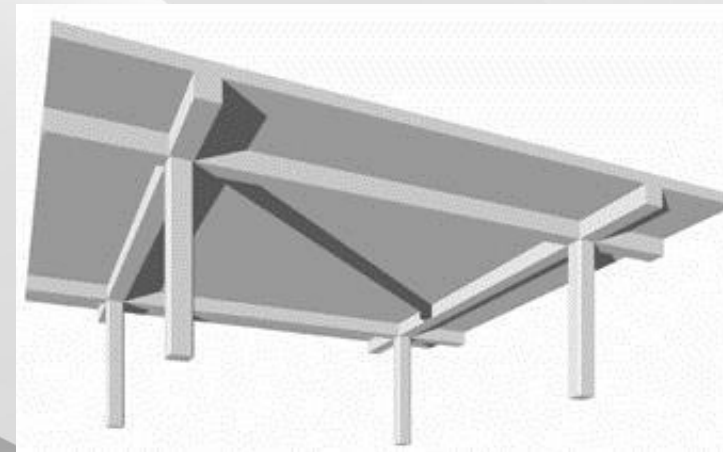
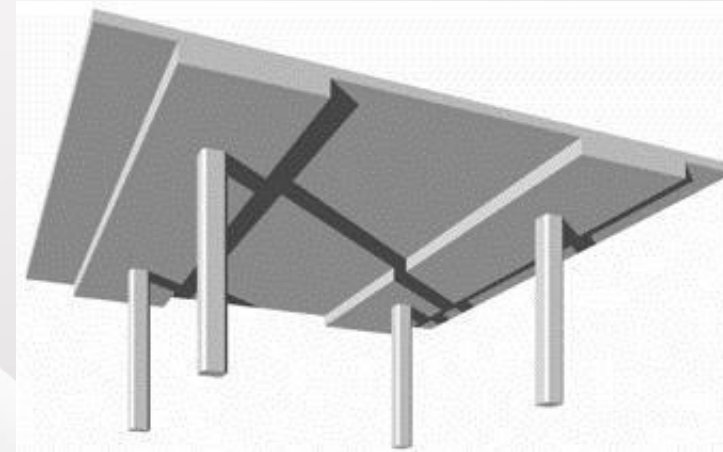


## Structural Concrete Element



# Elevated Framing Systems

- **One-Way System**
  - Spans across parallel lines of support furnished by walls and/or beams
- **Two-Way System**
  - Spans supports running in both directions



## One-Way Slab & Beam

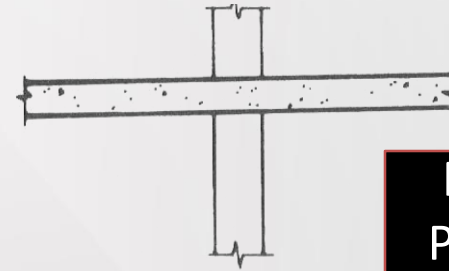


# Two-Way Flat Slab

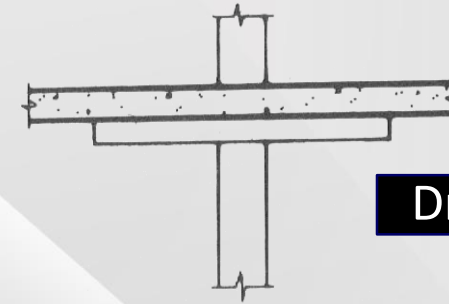
- Flat slab w/ reinforcing beams



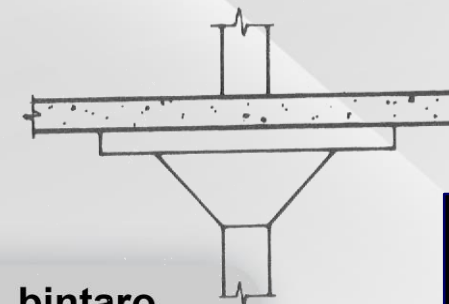
- With, or w/o Capitals or drop panels



Flat  
Plate

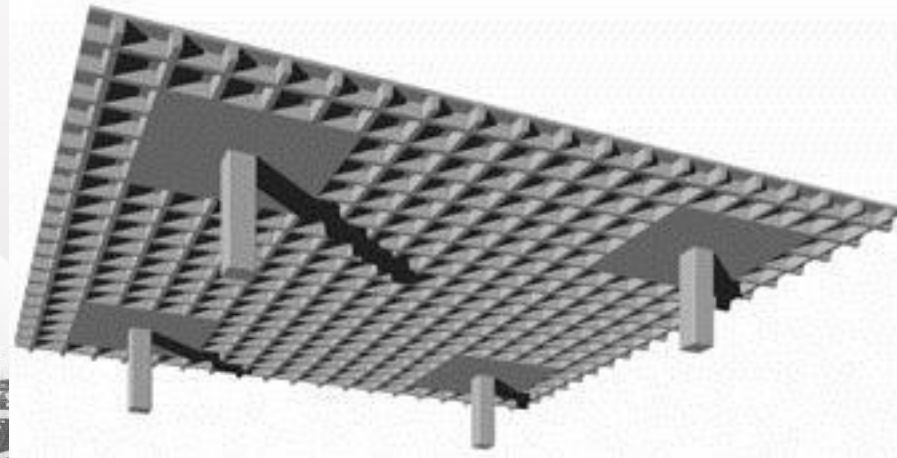


Drop Panel



Drop Panel w/  
Capital

# Two-Way Waffle Slab



- Pada umumnya tiap negara memiliki peraturan masing – masing.
- Di Amerika Serikat, sebelum tahun 2000 dikenal tiga macam standar perencanaan bangunan yaitu **Uniform Building Code (UBC)**, **Standard Building Code** dan **Basic Building Code**.
- Ketiga macam peraturan ini mencakup persyaratan – persyaratan dalam proses desain suatu struktur bangunan.
- Setelah tahun 2000, ketiga macam peraturan ini digantikan oleh **International Building Code (IBC)** yang selalu diperbaharui setiap 3 tahun.
- Sedangkan peraturan desain yang lebih spesifik untuk struktur beton bertulang diatur dalam **Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318M-14)**.
- Di Indonesia sendiri peraturan desain struktur beton diatur dalam **SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung**, yang disusun dengan mengacu pada peraturan ACI 2014

- Konsep perencanaan yang dianut oleh ACI maupun SNI adalah **berbasis kekuatan**, atau yang lebih sering dikenal sebagai metode **LRFD (*Load and Resistance Factor Design*)**
- Dengan menggunakan konsep ini, maka persyaratan dasar yang harus dipenuhi dalam desain adalah :

**Kuat Rencana**

**> Kuat Perlu**

$\phi(\text{Kuat Nominal})$

**>  $U$**

## Sifat Mekanik Beton

- **Kuat Tekan ( $f'_c$ )**
- Kuat Tarik ( $f_{sp}$ )
- Kuat Lentur ( $f_r$ )
- Modulus Elastisitas ( $E$ )

$$E = 4.700 \sqrt{f'_c}$$

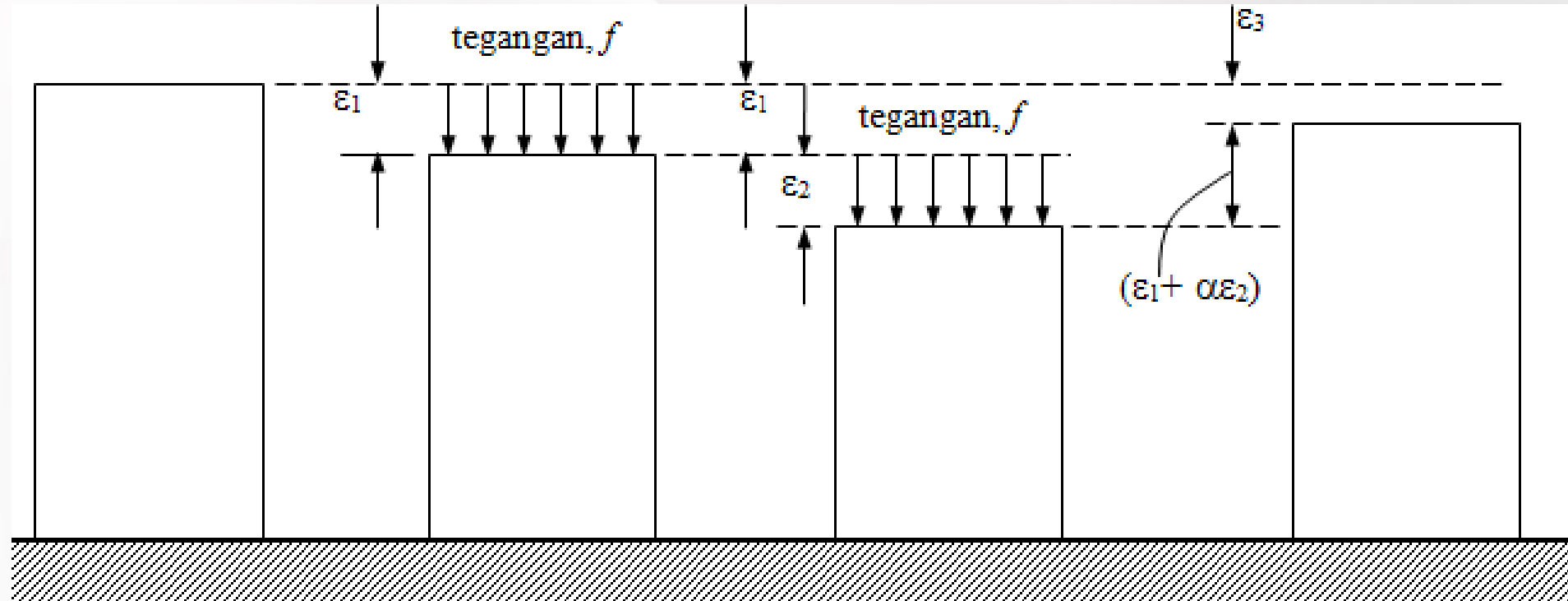


# Susut (Shrinkage)

- dalam proses pengerasan beton mengalami perubahan volume.
- kadar air dalam beton berkurang karena proses evaporasi
- Seiring dengan mengeringnya beton, maka volume akan menyusut, yang kemungkinan diakibatkan oleh adanya tegangan tarik kapiler dari air yang ada dalam beton.
- Apabila potensi susut pada beton tidak dikontrol dengan baik, maka akan menimbulkan retak-retak pada pelat atau dinding beton.
- Untuk mengurangi potensi susut beton, pada umumnya beton dirawat, dapat dengan disiram atau direndam dalam air, selama jangka waktu tidak kurang dari 7 hari



## Rangkak (Creep)





Crane Pengangkut Beton Proyek DDT di Matraman, Jakarta Timur Roboh, Minggu (4/2/2018).

Peristiwa ambruknya crane di proyek double double track (DDT) atau jalur dwiganda ini dibenarkan Senior Manager Humas PT KAI Daop 1 Jakarta Edy Kuswoyo. "Betul, sekitar pukul 05.30 WIB. Launcher Girder DDT tergelincir, antara Manggarai-Jatinegara, di KM 1 + 300 (Matraman )," kata Edy saat dihubungi, Minggu (4/2/2018).

Artikel ini telah tayang di [www.inews.id](http://www.inews.id) dengan judul " Begini Kronologis Crane yang Roboh di Matraman ", Klik untuk baca: <https://www.inews.id/news/megapolitan/begini-kronologis-crane-yang-roboh-di-matraman>.



Peristiwa terjadi sekitar pukul 17.45 WIB. Awalnya para pekerja sedang memasang jembatan untuk penyeberangan orang dari beton berukuran sekitar 1,5×50 meter. Tiba-tiba badan jembatan berupa cor beton ambruk dan menimpa tiga orang Maman (25) asal Ciledug, Tangerang, Saripudin (35) warga Kuningan dan Darwin (30).

Menurut kapolsek, diduga jembatan ambruk karena saat pelepasan selink crane belum terpasang sepenuhnya.**(don)**

<https://www.radarbogor.id/2017/09/24/polisi-dalami-kasus-jembatan-bocimi/>

Jembatan overpass Tol Bocimi di Desa Cimande Hilir, Kecamatan Caringin, Kabupaten Bogor, ambruk, Jumat (22/9/2017).

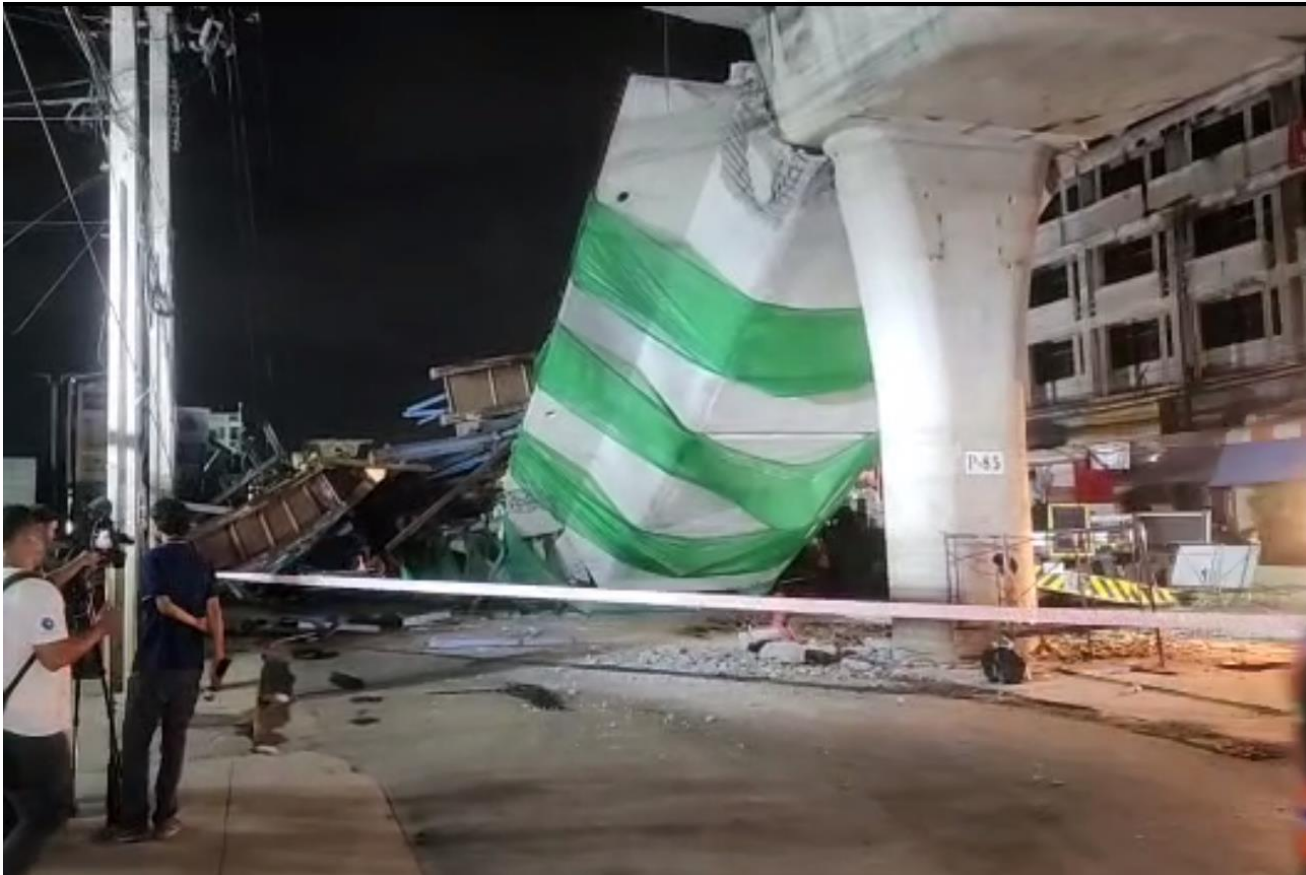


Beton girder proyek Jalan Tol Depok-Antasari, Jakarta Selatan roboh, Selasa (2/1/2018), pukul 10.00 WIB.

Kejadian ini diduga murni *human error*, karena tidak terjadi masalah dalam hal konstruksi. Bahkan, balok girder pun sudah diberi perkuatan antara satu dengan yang lainnya. "Balok Girder sudah di-brecing atau diberi perkuatan satu dengan yang lainnya. Namun saat memuat tanah ke dumptruck, dugaan balok girder tersenggol arm ekskavator (alat berat) saat manuver atau memutar," jelas Mardiaz.

Akibatnya, 6 buah balok girder pun jatuh dan menimpa 1 buah dumtruk yang sedang memuat tanah. Beruntung tidak ada korban jiwa dalam peristiwa ini.

<https://www.liputan6.com/news/read/3213354/ini-penyebab-balok-girder-di-proyek-tol-depok-antasari-ambruk>



Ruas jalan layang yang sedang dibangun runtuh ke Jalan Luang Phaeng di distrik Lat Krabang pada 10 Juli 2023

Kecelakaan itu terjadi sekitar pukul 18.00 di lokasi pembangunan jembatan layang Lat Krabang di persimpangan depan Lotus Department Store, cabang Lat Krabang, di sepanjang Jalan Luang Phaeng.

Salah satu bagian dari jembatan beton setinggi 20 meter itu ambruk bersama balok penyangganya ke jalan.

**Kerusakan derek diduga menjadi penyebab runtuhnya jalan layang di Jalan On Nut - Lat Krabang yang menewaskan satu pekerja dan melukai 8 lainnya pada Senin malam, kata wakil gubernur Bangkok Wisanu Subsompon.**

[https://www.nationthailand-com.translate.goog/thailand/general/40029241?x\\_tr\\_sl=en&x\\_tr\\_tl=id&x\\_tr\\_hl=id&x\\_tr\\_pto=tc&x\\_tr\\_hist=true](https://www.nationthailand-com.translate.goog/thailand/general/40029241?x_tr_sl=en&x_tr_tl=id&x_tr_hl=id&x_tr_pto=tc&x_tr_hist=true)



**PII.or.id**  
**The Institution of  
Engineers Indonesia**

## KODE ETIK

- Mengutamakan keluhuran budi.
- Menggunakan pengetahuan dan kemampuannya untuk kepentingan kesejahteraan umat manusia.
- Bekerja secara sungguh-sungguh untuk kepentingan masyarakat, sesuai dengan tugas dan tanggung jawabnya.
- Meningkatkan kompetensi dan martabat berdasarkan keahlian profesional keinsinyuran

## LANDASAN HUKUM

UU KEINSINYURAN

PP 25 Tahun 2019