

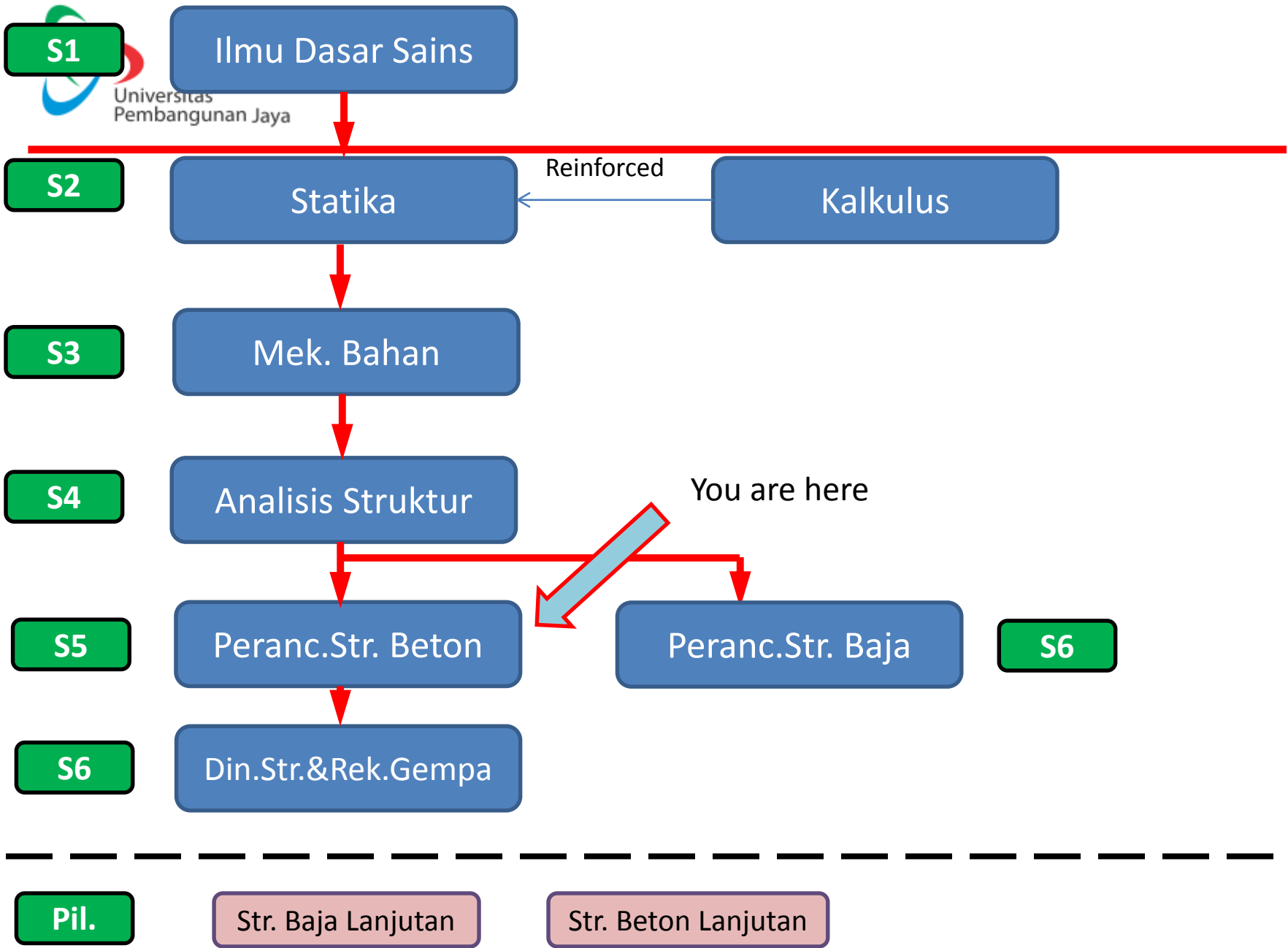
Mata Kuliah : Perancangan Struktur Beton
Kode : CIV - 204
SKS : 3 SKS

Prinsip Dasar Perencanaan Struktur Beton Bertulang

Pertemuan - 1



Universitas
Pembangunan
Jaya



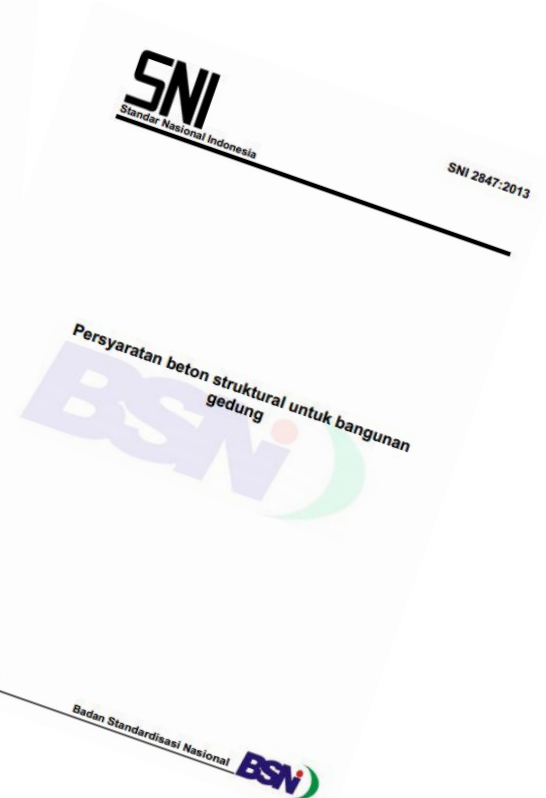
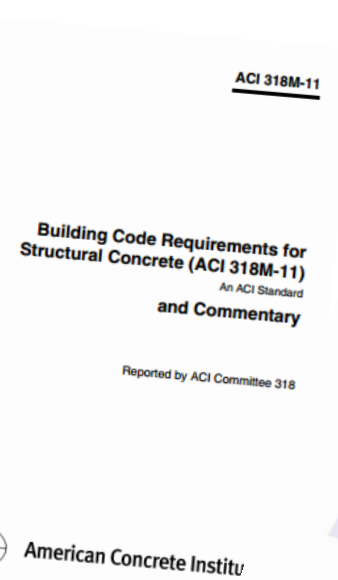
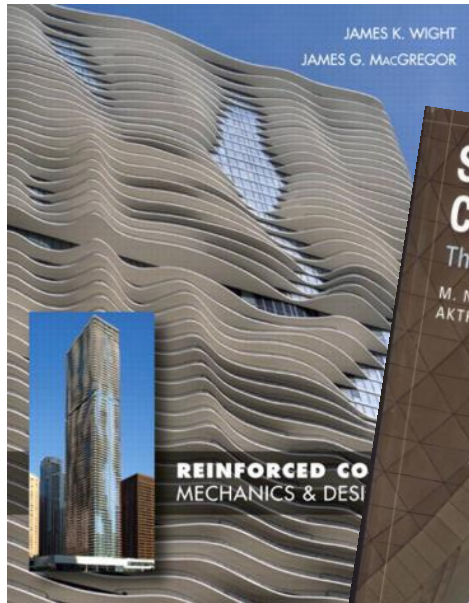
- Semua materi kuliah (slide) dapat di download melalui :
www.ocw.upj.ac.id
- Textbook banyak tersedia di dunia maya, a.l :
 - www.en.bookfi.org ; www.scribd.com ; www.4shared.com
- Dosen hanya sebagai fasilitator kuliah
- Toleransi terlambat kuliah maksimum **10 menit.**

- **Sub Pokok Bahasan :**

✓ Prinsip Dasar Beton Bertulang	Bobot Penilaian	:
✓ Konsep dan Peraturan Perencanaan	Tugas	: 40 %
✓ Sifat Mekanis Beton & Tulangan Baja	Ujian Tengah Semester	: 30%
	Ujian Akhir Semester	: 30%

- **Text Book :**

1. Wight, J.K, MacGregor, J.G. (2009). *Reinforced Concrete Mechanics & Design*. 5th ed. Pearson Prentice Hall. ISBN : 978-0-13-207474-2
2. Hassoun, M.N., Al-Manaseer, A. (2005). *Structural Concrete Theory and Design*. 3rd ed. John Wiley&Sons. ISBN : 0-471-69164-X
3. BSN. (2013) Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. SNI 2847:2013
4. ACI 318M-11. (2011) *Building Code Requirements for Structural Concrete*. American Concrete Institute



- **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.
- Campuran beton tersebut 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.

SEJARAH BETON BERTULANG

- 126 M : Pantheon, Roma
- 1824 : Joseph Aspdin memproduksi semen Portland
- 1867 : Joseph Monier mempatenkan beton bertulang, 1873 (tanki dan jembatan beton bertulang), 1877 (balok dan kolom beton bertulang)
- 1877 : Thaddeus Hyatt memberi dasar teori elastik dalam perencanaan beton bertulang
- 1884 : Ransome memperkenalkan tulangan ulir
- 1902 : Ransome memperkenalkan tulangan spiral
- 1928 : Eugene Freyssinet memperkenalkan beton prategang
- 1915 – 1935 : dikembangkan banyak riset tentang kolom beton dan masalah rangkai
- 1940 : riset di bidang kolom dengan beban eksentris
- 1963 : ACI memperkenalkan metode desain dengan konsep kekuatan yang bertahan hingga kini

Advantages & Disadvantages

TAHAN API

STRUKTUR KAKU

STRUKTUR MASIF

UMUR LAYAN PANJANG

WAKTU KONSTRUKSI

KUAT TARIK RENDAH

KUAT TEKAN TINGGI

BIAYA MAINTENANCE RENDAH

MUDAH DICETAK

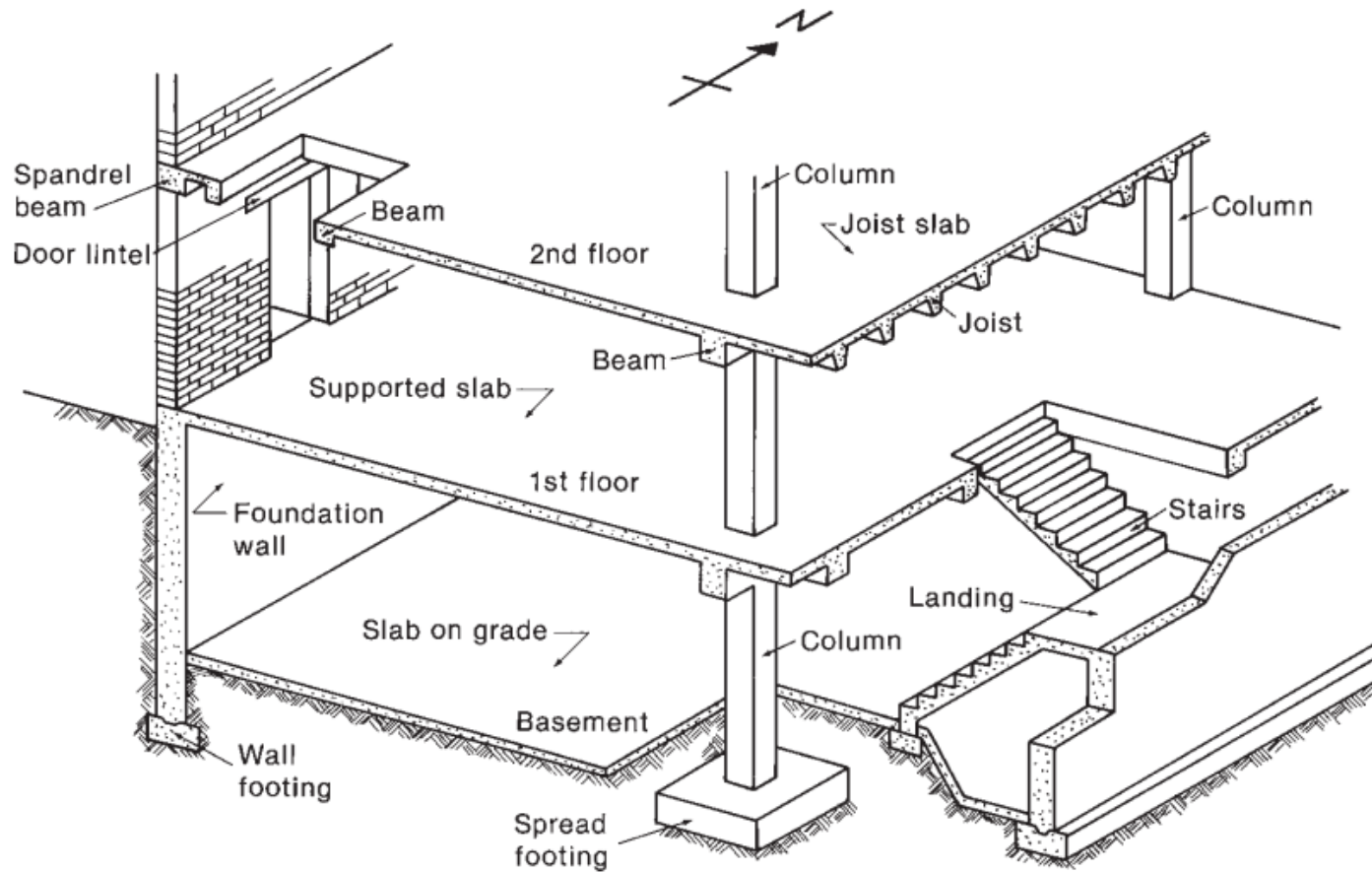
TENAGA KERJA

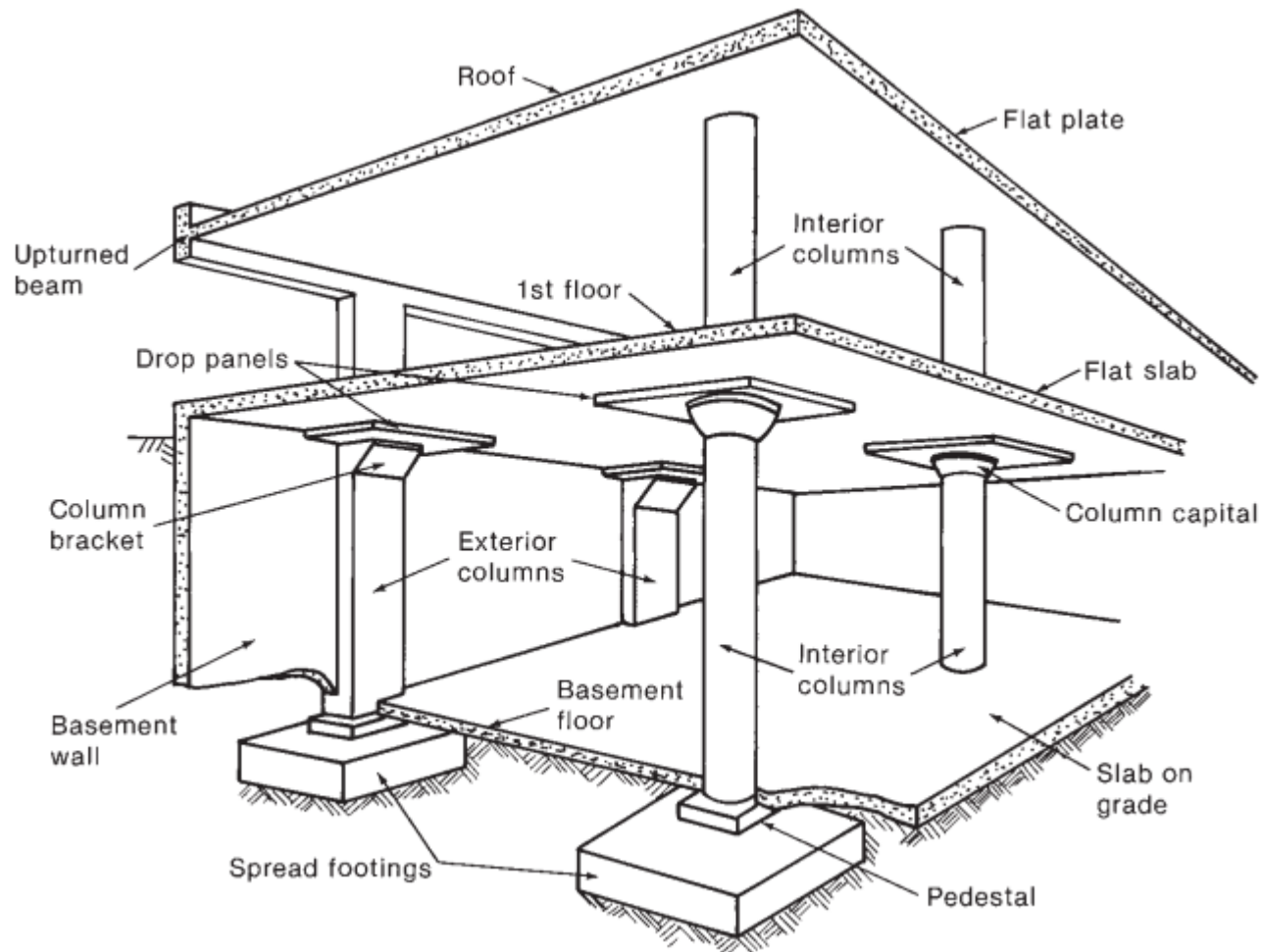
BUTUH CETAKAN

RETAK AKIBAT SUSUT

MUTU BETON

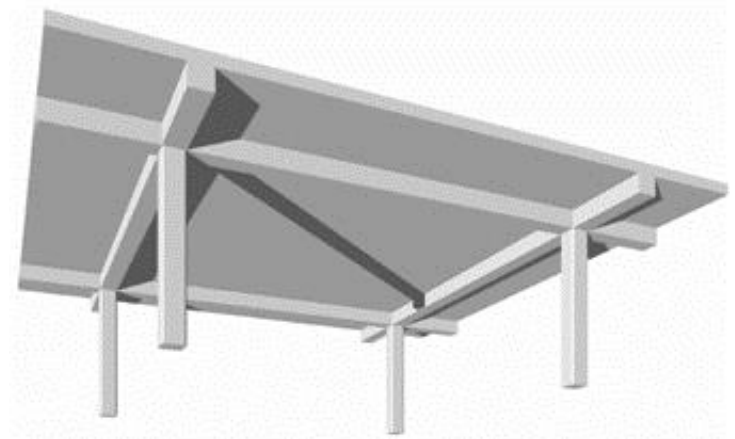
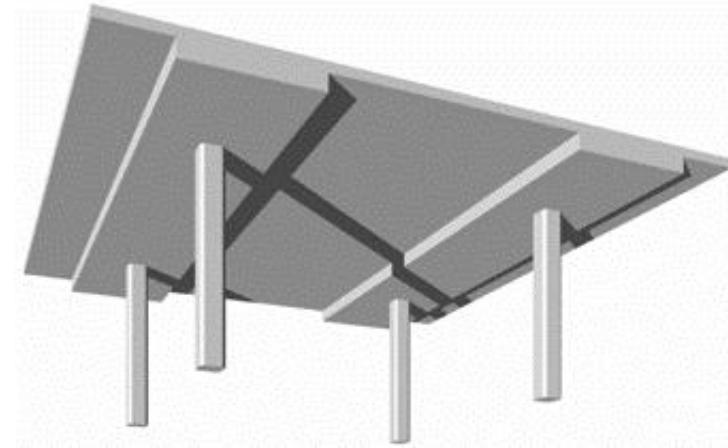
DIMENSI BESAR





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

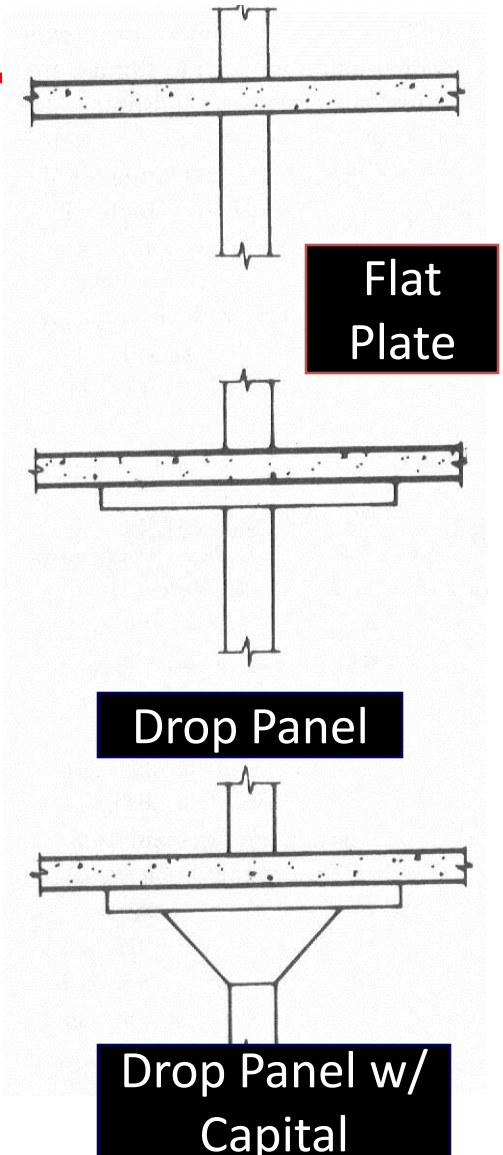


Two-Way Flat Slab

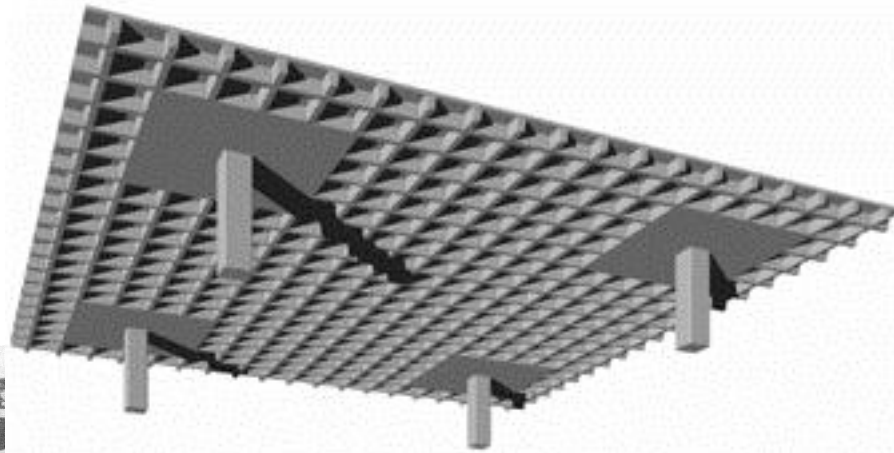
- Flat slab w/ reinforcing beams



- With, or w/o Capitals or drop panels



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-11)**.
- Di Indonesia sendiri peraturan desain struktur beton diatur dalam **SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung**, yang disusun dengan mengacu pada peraturan ACI 2011

- 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 :

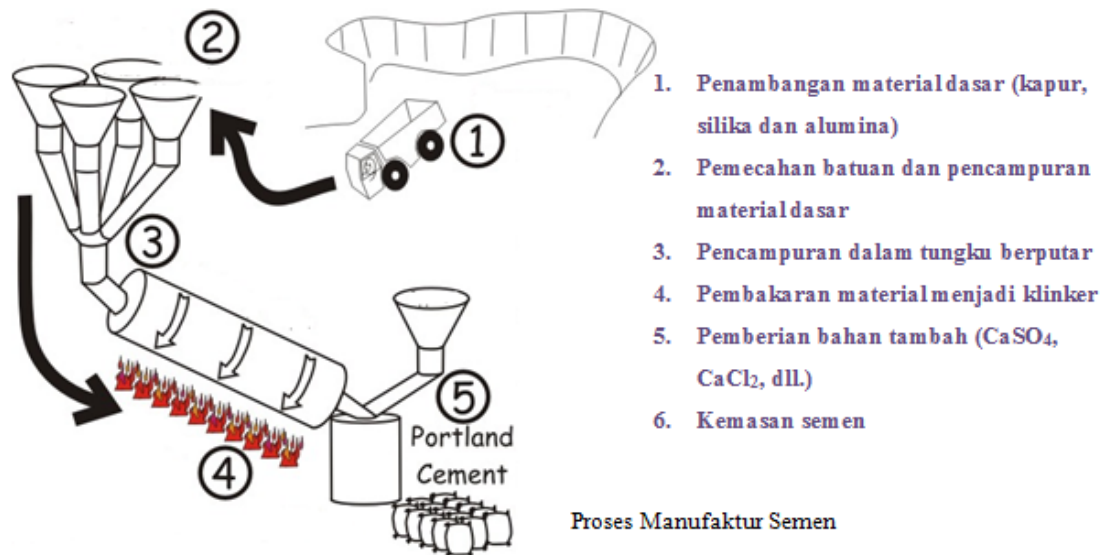
$$\begin{array}{l} \text{Kuat Rencana} \\ \phi(\text{Kuat Nominal}) \end{array} \geq \begin{array}{l} \text{Kuat Perlu} \\ U \end{array}$$

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



Semen

- Bahan dasar pembuat semen sebenarnya adalah batu kapur yang mengandung CaO , serta lempung atau tanah liat yang banyak mengandung SiO_2 dan Al_2O_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 III - High Early



Type IV - Low Heat of Hydration



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 merupakan bahan yang penting juga dalam pembuatan suatu campuran beton.
- 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*



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)

- Selama beton dalam proses pengerasan setelah dicetak, beton akan mengalami perubahan volume.
- Jika kadar air dalam beton berkurang karena proses evaporasi, maka beton akan menyusut, namun apabila beton direndam dalam air, maka beton akan mengembang.
- Beberapa penyebab perubahan volume dalam beton antara lain adalah adanya perubahan kadar air, reaksi kimia antara semen dengan air, adanya perubahan temperatur serta adanya beban yang diberikan pada beton.
- Seiring dengan mengeringnya beton, maka volume akan menyusut, yang kemungkinan diakibatkan oleh adanya tegangan tarik kapiler dari air yang ada dalam beton.



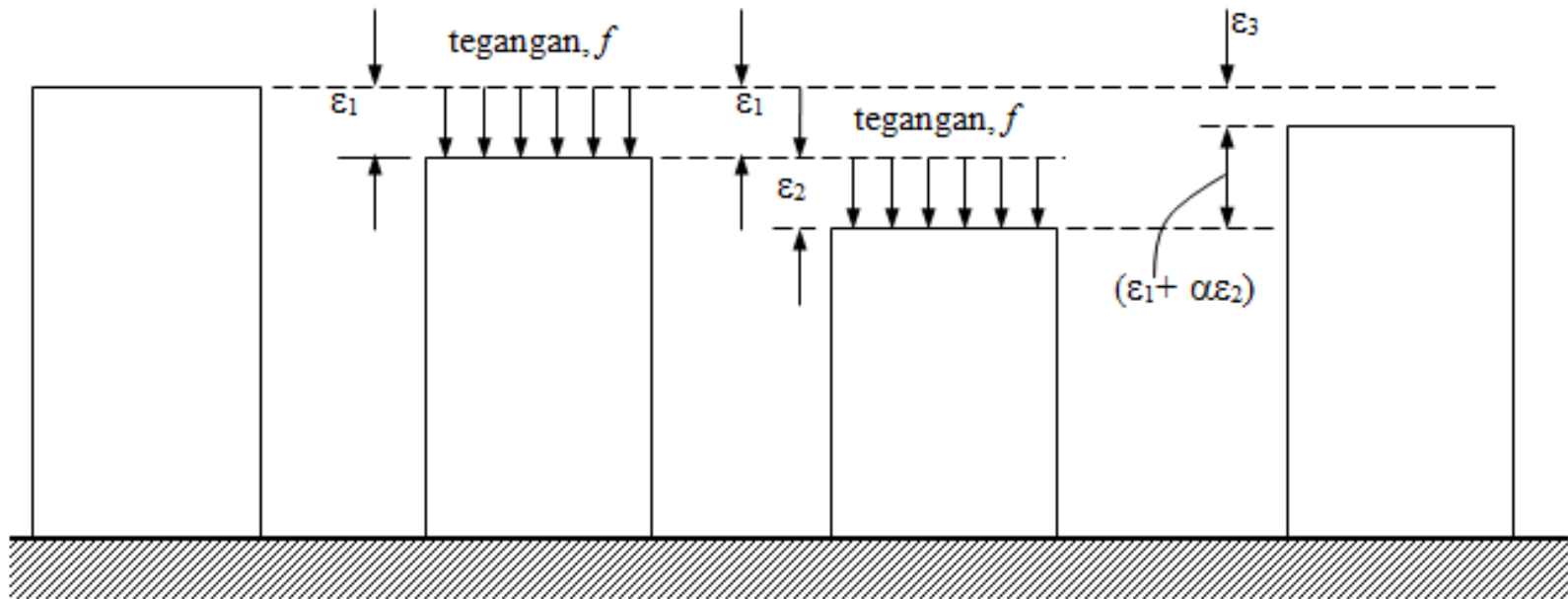
Susut (Shrinkage)

- Nilai susut beton berkisar antara 200 hingga $700 \cdot 10^{-6}$, sedangkan untuk beton normal, nilai susutnya dapat diambil sebesar $300 \cdot 10^{-6}$.
- Apabila potensi susut pada beton tidak dikontrol dengan baik, maka akan menimbulkan retak-retak pada pelat atau dinding beton.
- Pada struktur statis tak tentu, adanya susut akan menimbulkan tegangan tambahan yang cukup besar dan membahayakan.
- Karena akibat-akibat yang merugikan ini, maka potensi susut pada beton harus diminimalisir.
- 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)

- Beton adalah merupakan material yang bersifat elastoplastis, dan diawali dengan tegangan yang kecil, regangan plastis akan muncul sebagai tambahan dari regangan elastis.
- Setelah beban tetap bekerja, maka deformasi plastis akan berlanjut hingga jangka waktu kurang lebih satu tahun.
- Deformasi ini akan bertambah dengan cepat pada sekitar 4 bulan pertama setelah beban bekerja. Deformasi plastis yang terjadi selama beban tetap bekerja sering dikenal dengan istilah rangkak (*creep*).

Rangkak (Creep)





Sample collected



Slump Cone Filled



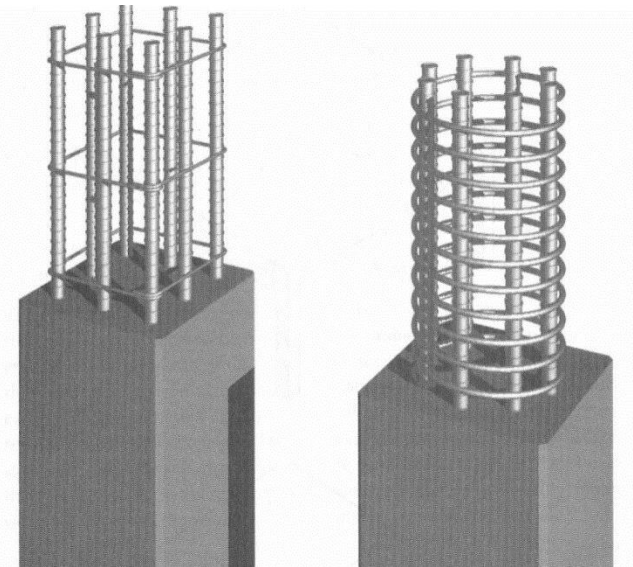
Cone Removed and Concrete Allowed to 'Slump'



Slump Measured

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.
- Pada elemen balok, terdapat tulangan dalam arah melintang dari tulangan utama, yang berfungsi untuk memikul gaya geser, tulangan ini disebut dengan tulangan geser atau tulangan sengkang.





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

(SNI 03-6861.2-2002, Spesifikasi Bahan Bangunan Dari Besi/Baja)

Jenis	Simbol	Kuat Leleh Minimum, f_y ,	Kuat Tarik Minimum, f_u ,
		kg/mm ² (MPa)	kg/mm ² (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.



