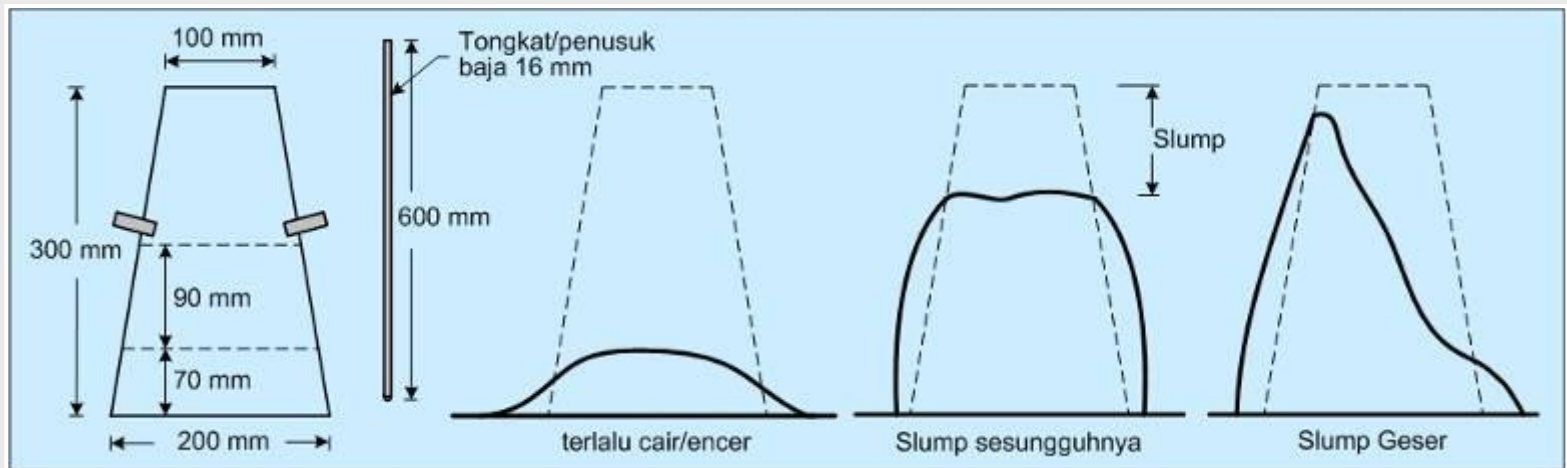


Sifat Beton Segar

1. Kemudahan Pengerjaan (*Workability/Kelecekan*)

- Sifat ini merupakan ukuran tingkat kemudahan beton segar untuk diaduk, diangkut, dituang dan dipadatkan serta tidak terjadi pemisahan /segregasi. Sifat ini dipengaruhi oleh perbandingan bahan-bahan dan sifat bahan-bahan pembentuk beton secara bersama-sama
- Workabilitas sulit didefinisikan dengan tepat, menurut Newman dapat didefinisikan dengan sekurang-kurangnya menunjukkan 3 sifat:
 - **Kompaktibilitas**, kemudahan beton dipadatkan, udara dikeluarkan
 - **Mobilitas**, kemudahan beton mengisi acuan dan membungkus tulangan
 - **Stabilitas**, kemampuan beton untuk tetap sebagai massa yang homogen, koheren dan stabil selama dikerjakan dan dipadatkan/ digetarkan tanpa terjadi segregasi

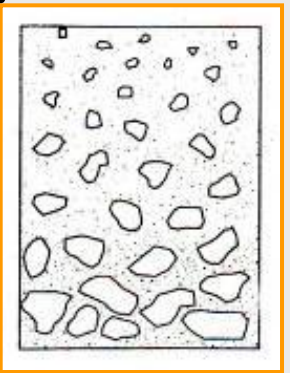
- Tingkat kemudahan pengerjaan (workability) berkaitan erat dengan tingkat **keleccakan** (keenceran) adukan beton. Makin cair adukan beton maka makin mudah dikerjakan. Untuk mengukur tingkat keleccakan dilakukan **pengujian slump** (slump test) menggunakan alat Kerucut Abrams. Umumnya nilai slump berkisar **50 – 150 mm**.



- Unsur-unsur yang mempengaruhi workability adalah :
 - jumlah air yang dipakai dalam campuran beton
 - penambahan semen juga meningkatkan kemudahan pengerjaan, karena pasti diikuti penambahan air agar nilai fas tetap
 - gradasi campuran pasir dan kerikil
 - bentuk butir dan tekstur permukaan butir
 - ukuran maksimum butir agregat (> 25 mm)

2. Pemisahan Kerikil (*Segration*)

- Beton segar dapat dipandang sebagai suspensi butir agregat dalam pasta semen. Jika kohesi pasta semen tidak cukup baik untuk menahan partikel dalam suspensi, maka akan terjadi segregasi. Campuran beton yang tersegregasi, sukar/tidak mungkin dituangkan, tidak seragam dan memberikan beton berkualitas jelek.
- Segregasi terjadi karena turunnya butiran ke bagian bawah beton segar, atau terpisahnya agregat kasar dari campuran karena cara penuangan dan pemadatan yang tidak baik.
- **Kecenderungan Segregasi diperbesar oleh :**
 - Campuran kurus (semen kurang/sedikit)/terlalu banyak air
 - Kurangnya jumlah material halus, ukuran agregat > 25 mm
 - BJ agregat kasar tidak sama dengan BJ agregat halus
 - Bentuk butir tidak rata dan tidak bulat
- **Segregasi diatasi dengan :**
 - Penggunaan air sesedikit mungkin
 - Adukan tidak dituang terlalu tinggi (≤ 150 cm)
 - Cara pengangkutan, penuangan dan pemadatan dengan baik



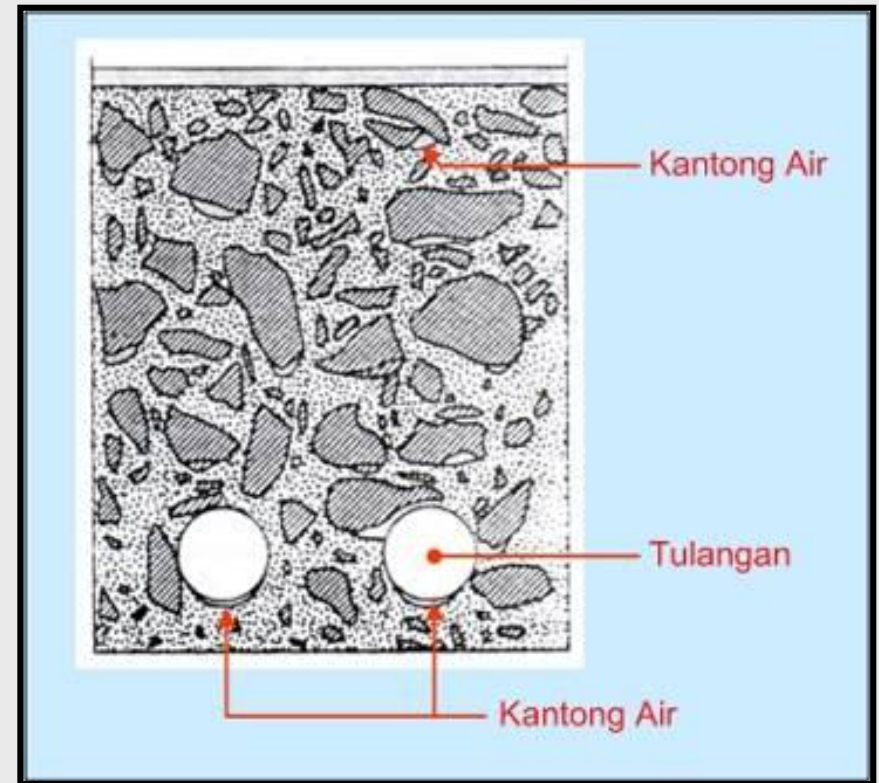
3. Pemisahan Air (*Bleeding*)

- ❑ *Bleeding* adalah peristiwa pemisahan/naiknya air campuran beton beton segar yang baru dipadatkan. Air naik kepermukaan beton dengan membawa semen dan butir-butir pasir halus, yang kemudian membentuk lapisan/selaput yang disebut ***laitance***. Peristiwa ini sering terjadi pada campuran kurus dan basah, dimana akan terbentuk saluran sehingga air naik cukup cepat dan membawa butiran semen dan pasir halus, .
- ❑ Bleeding sering terjadi setelah beton dituang dalam acuan, terlihat dengan adanya lapisan air pada permukaan beton
- ❑ Pada beton yang cukup tebal, dapat terjadi 3 lapisan horizontal, teratas adalah air/*laitance*, beton dengan kepadatan seragam, dan beton terkompresi pada lapisan terbawah
- ❑ Kadang-kadang air yang naik keatas tersebut, terjebak oleh tulangan atau agregat yang besar, yang menyebabkan terjadi kantong air, sehingga beton lebih berpori dan menyebabkan berkurangnya ikatan antara tulangan dan beton.

- ❑ Bleeding dapat dikurangi dengan :
 - menambahkan semen,
 - memberi bahan pengisi yang halus (*filler*) seperti puzolan, atau
 - memberikan pasir halus lebih banyak.

Tetapi semua usaha ini akan menambah susut pengeringan dan retak.

- ❑ Cara yang paling baik adalah dengan mengurangi jumlah air sambil mempertahankan kelecakaan dengan menggunakan bahan tambah *air-entrainment*.



Perencanaan Campuran Beton

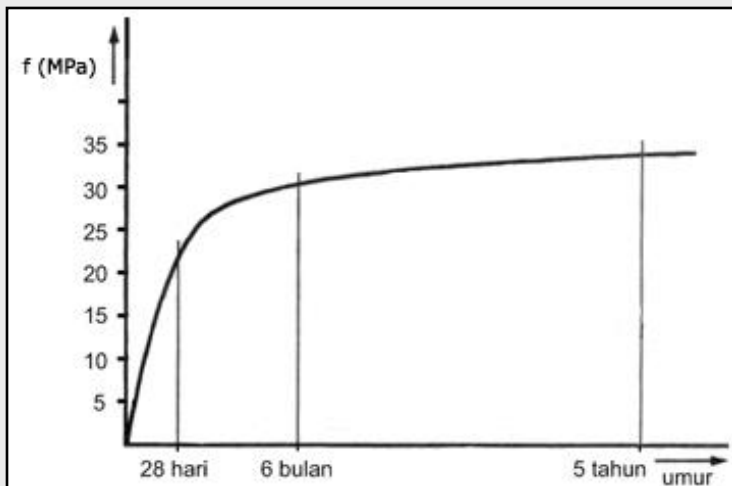
(Mix Design)

- Perencanaan Campuran Beton (mix design) dimaksudkan untuk pemilihan material/bahan, menentukan proporsi masing-masing bahan, sehingga diperoleh beton yang :
 - mempunyai kuat tekan seperti yang direncanakan
 - mudah dikerjakan (pengadukan, pengangkutan, penuangan, pemadatan dan perataan) tanpa kecenderungan akan terjadi segregasi dan bleeding
 - tahan lama
 - ekonomis
- Beton adalah material yang mempunyai kuat tekan yang besar, karena itu mutu beton selalu diukur berdasarkan kuat tekan (f'_c). Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah :
 - fas dan kepadatan
 - umur beton
 - jenis semen dan jumlah semen
 - sifat agregat

- Nilai kuat tekan beton meningkat sejalan dengan bertambahnya umur beton, umur 1 sampai 28 hari meningkat dengan cepat, setelah umur 28 hari kuat tekan beton terus meningkat dengan laju peningkatan lebih kecil. Oleh karena itu, penentuan kuat tekan beton didasarkan pada kuat tekan pada **umur 28 hari**.

Tabel : Perbandingan Kuat Tekan dan Umur Beton

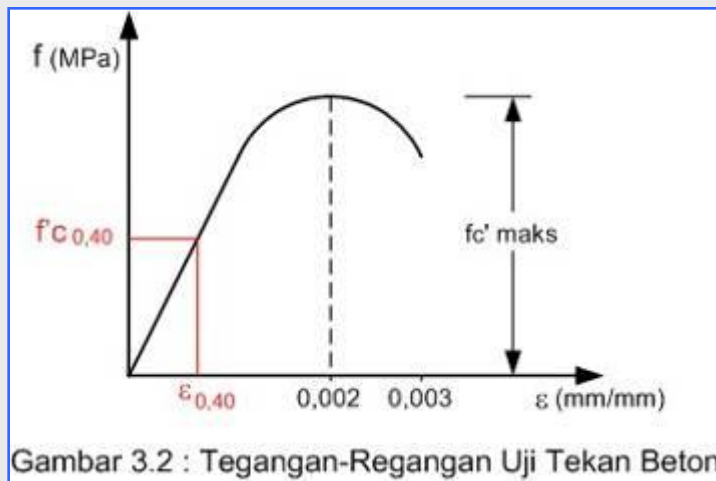
Umur Beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
PC biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
PC dengan kekuatan awal tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20



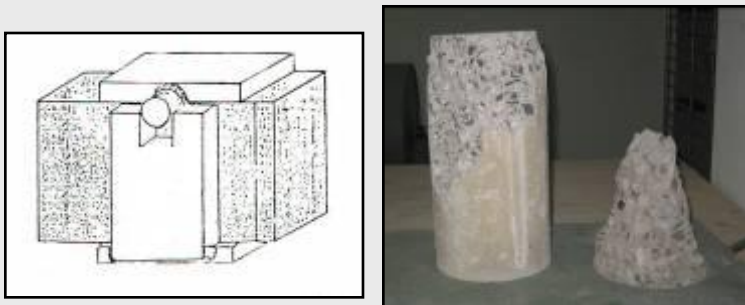
Tabel : Angka Konversi Benda Uji Beton

Benda Uji	Faktor Konversi
Silinder 150 x 300 mm	1,00
Kubus 150 x 150 mm	0,80
Kubus 200 x 200 mm	0,83

- Kuat tekan diwakili oleh tegangan tekan maksimum f'_c beton dalam satuan MPa (Mega Pascal) dan didasarkan pada benda uji beton umur 28 hari. Kuat tekan beton diperoleh melalui uji tekan standar umumnya mengikuti tata cara ASTM C39-66, dengan menggunakan mesin uji yang memberikan beban yang terus meningkat secara kontinu, dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji standar. Menurut SNI 03-2847-2002 benda uji standar berupa silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.



- Nilai f'_c adalah bukan tegangan saat benda uji hancur, tetapi nilai tegangan maksimum dan umumnya terjadi pada saat regangan desak beton $\epsilon'_c = \pm 0,002$, dan nilai f'_c akan turun sejalan dengan bertambahnya regangan, sampai benda uji hancur pada nilai regangan sekitar $\epsilon'_c = 0,003 - 0,005$. SNI 03-2847-2002 menetapkan nilai regangan desak hancur beton sebesar $\epsilon'_{cu} = \mathbf{0,003}$



- Modulus Elastisitas beton (E_c) digunakan rumus empiris yang menyertakan kerapatan (density)/berat beton, dan menurut SNI 2002 :

$$E_c = 0,043w_c^{1,50} \sqrt{f'_c}$$

W_c : berat isi beton (1500 – 2500) kg/m³ ; f'_c : kuat tekan beton (MPa)

Untuk beton kepadatan normal (berat isi ± 23 kN/m³), nilai E_c :

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c}$$

E_c juga dapat diperoleh dari diagram Tegangan-Regangan Beton hasil pengujian, yakni dengan mengambil bagian kurva yang linier dari diagram tsb. Menurut Nawy, kurva diagram tegangan-regangan masih linier sampai nilai tegangan $\pm 0,40 f'_c$ maks , dan nilai E_c :

$$E_c = \frac{f'_{c0,4}}{\epsilon_{0,4}}$$

$f'_{c0,4}$: tegangan desak beton $0,4 f'_c$

$\epsilon_{0,4}$: regangan pada tegangan $0,4 f'_c$

- Dalam perencanaan campuran terdapat dua hal penting :
 - Hubungan antara **f'_c** dan **fas**
 - Hubungan antara **keleccakan** dan **jumlah air**

- Hubungan $f'c$ – fas menjadi dasar kebanyakan metoda perencanaan campuran beton
 - D.A. Abrams (1918) menyatakan kekuatan beton hanya tergantung pada fas, dinyatakan dengan :

$$f'c = A / B^{w/c}$$

B : konstanta

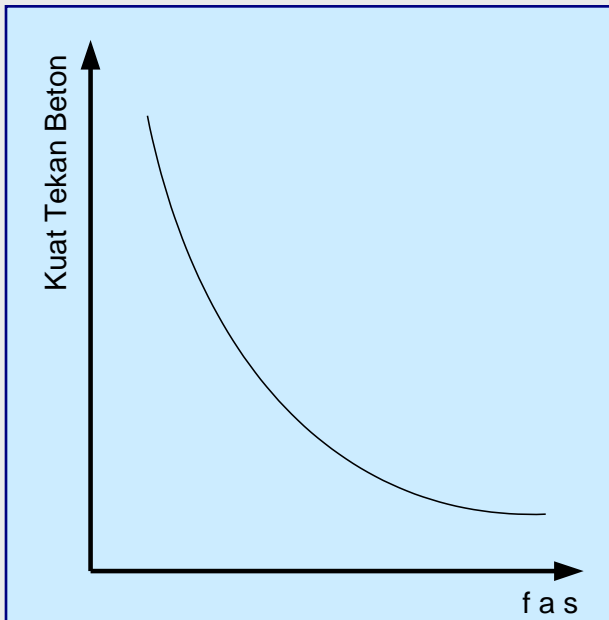
w/c : fas

- L. Lyse (1932) : kekuatan beton merupakan fungsi linier dari rasio semen/air :

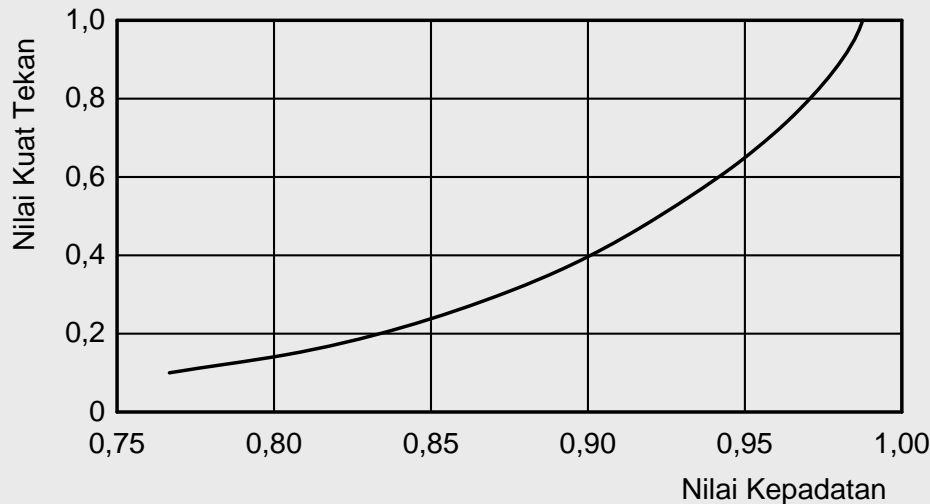
$$f'c = a.X + b$$

X : rasio semen/air

a,b : konstanta



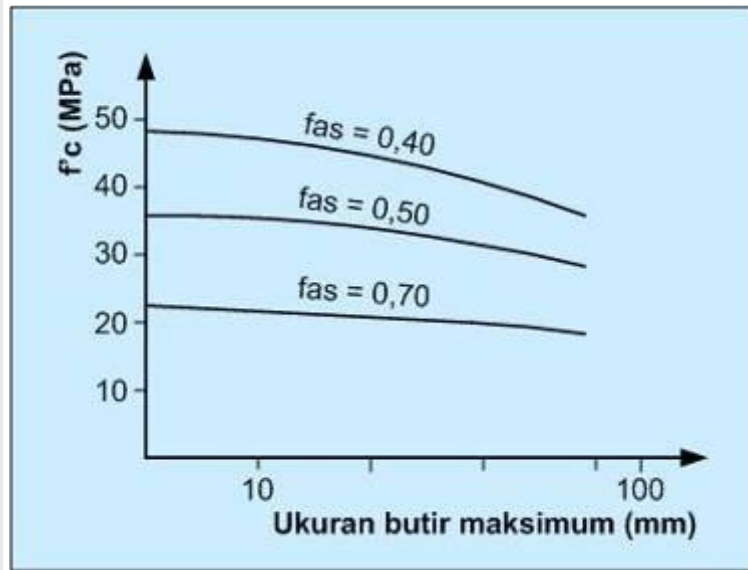
Dari rumus diatas nampak bahwa **makin rendah nilai fas** (air sedikit), maka **kuat tekan beton semakin tinggi**. Namun untuk suatu nilai fas yang rendah kuat tekan beton juga dapat rendah, hal ini disebabkan karena beton sulit dipadatkan sehingga terdapat pori yang cukup besar.



Adanya pori udara sebesar 5% akan mengurangi kuat tekan sampai 35%, dan pori sebesar 10% akan mengurangi kuat tekan beton sampai 60% seperti gambar disamping.

$$\text{Nilai – kepada tan} = \frac{\text{Kepada tan– sebenarnya}}{\text{Kepada tan– penuh}}$$

- ❑ Jumlah semen, kebersihan agregat, bentuk agregat, dsb nya menjadi perhatian untuk mendapatkan lekatan yang baik
- ❑ Agregat berukuran besar membutuhkan air lebih sedikit untuk kelecakan, karena total luas permukaan butir menjadi lebih kecil dan karena kekuatan tergantung lekatan, maka kekuatan akan lebih kecil. Demikian sebaliknya bila digunakan ukuran agregat kecil.



- Pengaruh ukuran agregat maksimum terhadap $f'c$ dengan berbagai nilai fas ditunjukkan pada gambar samping. Dimana makin kecil fas, ukuran agregat maksimum akan sangat berpengaruh terhadap penurunan $f'c$.
- Keleccakan berhubungan langsung dengan konsistensi, yang menentukan kadar air, selanjutnya mempengaruhi proporsi semen serta fas.

Metode Perencanaan Campuran

- Terdapat banyak metoda perencanaan campuran beton, dan tidak dapat dikatakan mana metoda yang paling baik, karena masing masing mempunyai kelebihan dan apakah sesuai dengan material dan kondisi kerja di Indonesia.

- Metoda Perencanaan Campuran tersebut, antara lain adalah :
 - **DOE (Departement of Environment, Inggris)**
 - **ACI (American Concrete Institute, USA)**
 - **Nisco Master (Jepang)**
 - **Dreux (Prancis)**
 - **SNI 03-2834-2000**
 - **Coba-coba (trial mix), dll**
- Umumnya metoda-metoda perencanaan campuran, menggunakan Agregat SSD dan daerah gradasi. Tetapi ACI menggunakan Agregat kering tungku dan nilai mhb (modulus halus butir)
- Metoda Dreux mengakomodasi ukuran agregat maksimum sampai 5 mm (metoda lain 10 mm), dengan koreksi jumlah air dan semen, sehingga dapat digunakan untuk perencanaan **Beton Pasir**

