

**Faqih Ma'arif, M.Eng**

**Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan FT UNY**

**Phone: 0856 433 95 446**

**faqih\_maarif07@uny.ac.id**

# Pengendalian Mutu Beton di Lapangan

*Sesuai dengan SNI, ACI dan ASTM*

Praktek Batu dan Beton II

Oleh:

**Faqih Ma'arif, M.Eng.**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

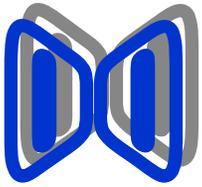
2012

*Komponen Pembentuk Beton, dan Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan Beton*

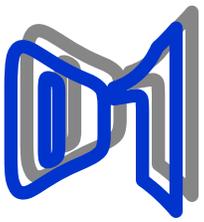
**Kompetensi yang diharapkan:**

Kenali "Kata Kunci" dan faktor yang berpengaruh pada Kekuatan Beton.

# Waktu Kelembaban Temperatur Silinder



Istilah pemeliharaan beton diartikan sebagai prosedur yang harus dipatuhi untuk melancarkan proses hidratisasi semen, yaitu: pengendalian waktu, temperatur, dan kondisi kelembaban segera setelah beton selesai dicor dalam cetakannya



# Waktu

Harus diingat bahwa pencapaian standar target kekuatan beton pada umur 28 hari, pada umumnya memakai anggapan pada kondisi lembab/basah dan temperatur tertentu ( $20^{\circ}\text{C}$ ).

- ⊘ Bila dalam waktu  $< 28$  hari beton dalam keadaan kering, sehingga air dalam beton akan menguap keluar, maka peningkatan kekuatan beton akan terlambat. Bila tidak dirawat dalam keadaan basah, kekuatan beton berkurang 50% dari kuat rencana. Pada waktu pengujian harus memenuhi umur toleransi dan silinder dalam keadaan lembab.



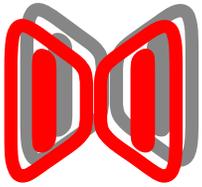
# Kelembaban

Pemeliharaan atau perawatan beton dalam keadaan basah dapat dilakukan dengan jalan menyirami atau merendam atau menutup permukaan beton dengan karung goni yang terus dipelihara dalam keadaan basah. Di lapangan, struktur beton yang baru dicor disarankan untuk dipelihara secara terus menerus dalam keadaan basah/lembab, sedikitnya dalam waktu 7 hari.



# Temperatur Silinder

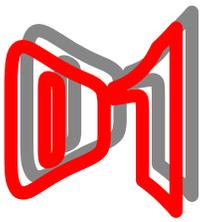
Berpengaruh ketika umur ( $< 7$  hari).  
Perawatan standar pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$ - $35^{\circ}\text{C}$ .  
Hindari sinar matahari langsung yang menyebabkan temperatur  $> 35^{\circ}\text{C}$  dan menghasilkan kuat tekan awal tinggi.



# Faktor Pengujian

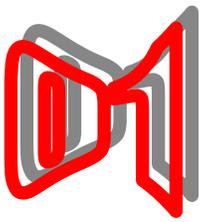
Faktor Benda Uji  
Kondisi Umur  
Kondisi Pembebanan





# Faktor Benda Uji

Benda uji berbentuk silinder dengan dimensi 150x300mm (SNI 2847-2002), berbeda kekuatannya dengan dengan bentuk kubus 150x150mm. Benda uji kubus biasanya memiliki kuat tekan lebih tinggi sebesar 10-15%.



## Faktor Pengujian yang mempengaruhi kuat tekan silinder

1. Waktu uji tekan, silinder tidak dalam keadaan lembab dan suhu normal.
2. Kecepatan peningkatan pembebanan tidak sesuai dengan peraturan.



# Kondisi Umur

## ASTM C39M-01

Umur Uji	Toleransi diijinkan
24 jam $\pm$	0,5 jam atau 2,1%
3 hari $\pm$	2 jam atau 2,8%
7 hari $\pm$	6 jam atau 3,6%
28 hari $\pm$	20 jam atau 3%
90 hari $\pm$	2 hari atau 2,2%

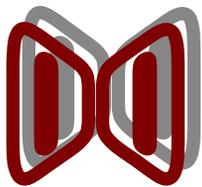


# Kondisi Pembebanan

Makin tinggi laju pembebanan, makin tinggi kekuatan yang didapatkan.

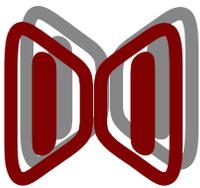
Peningkatan kecepatan pembebanan antara 0,15 sampai dengan 0,35MPa/detik atau rata-rata 0,25MPa per detik.

Ini berarti bahwa untuk  $f'_{cr} = 33$  MPa, akan membutuhkan waktu  $\pm 132$  detik, atau sama dengan 2,2 menit.



# Sumber Utama Penyebab Kuat tekan bervariasi besar.

<b>VARIASI OLEH SIFAT KOMPONEN BETON</b>	<b>VARIASI OLEH METODE UJI TEKAN</b>
<b>1 Perubahan rasio air/semen disebabkan oleh:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Kontrol pemakaian air jelek</li><li>b. Kelembaban AK dan AH sangat bervariasi</li><li>c. Mengubah kelecakan</li></ul>	<b>Prosedur Pembuatan benda uji kurang baik.</b>
<b>2 Variasi dalam kebutuhan air</b> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Perubahan gradasi agregat, absorpsi, dan bentuk partikel.</li><li>b. Perubahan sifat semen dan bahan tambahan.</li><li>c. Waktu penyerahan dan temperatur beton.</li></ul>	<b>Variasi oleh sebab teknik fabrikasi:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Kualitas bahan cetak jelek</li><li>b. Pemindahan, penyimpanan, dan pemeliharaan benda uji baru.</li></ul>
<b>3 Karakteristik dan Proporsi komponen beton.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Agregat</li><li>b. Bahan Cementitious</li><li>c. Bahan Tambahan</li></ul>	<b>Perubahan dalam pemeliharaan</b> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Variasi Temperatur</li><li>b. Variasi kontrol kelembaban</li><li>c. terlambat mengirim silinder ke Laboratorium</li></ul>



# Sumber Utama Penyebab Kuat tekan bervariasi besar.

---

## VARIASI OLEH SIFAT KOMPONEN BETON

Variasi dalam perbandingan bahan

- 4 campuran, pengadukan, transportasi, pengecoran dan pemadatan.
- 5 Variasi dalam temperatur dan pemeliharaan

## VARIASI OLEH METODE UJI TEKAN

Prosedur pengujian kurang baik

- a. Penanganan benda uji, transportasi, dan capping.
  - b. Penempatan kurang baik di mesin uji
  - c. Mesin uji tidak terkalibrasi
  - d. Kecepatan uji tekan salah
-



# FINISH



# BAGIAN II

# PERMASALAH PRAKTEK

# KUALITAS BETON

*Kompetensi:*

*Paham Prinsip-prinsip evaluasi mutu beton, sesuai dengan tata cara baru.*

Kuat tekan karakteristik dan  $f'_c$   
Pelaksanaan Quality Control (QC) Mutu Beton  
Pengaruh nilai Standar deviasi ( $s$ )

Kekuatan tekan beton dilakukan dengan menggunakan kubus atau silinder??



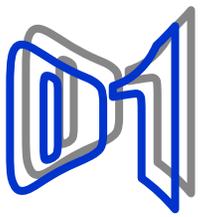


# Kuat tekan beton

Kekuatan tekan beton saat ini ditentukan dengan menggunakan silinder berukuran 150x300mm.

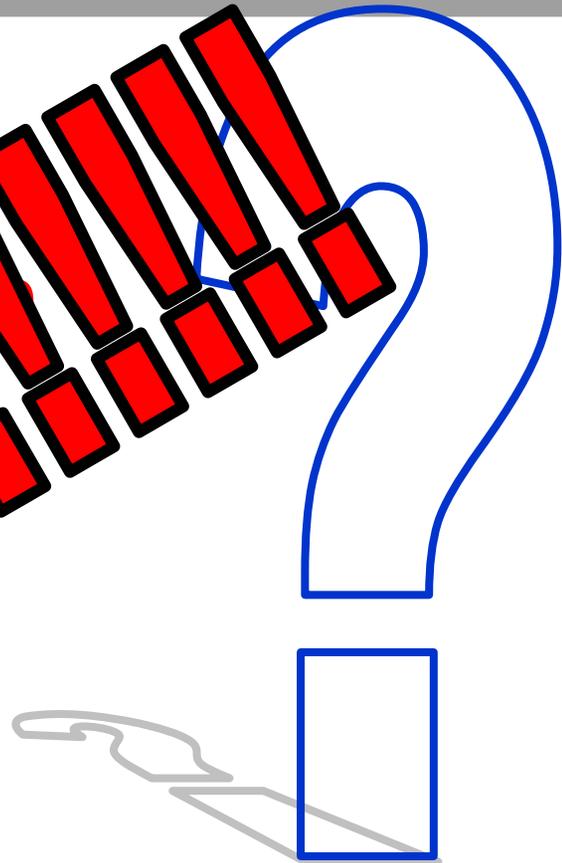
Perubahan peraturan disebabkan SNI 2847 2002 mengacu pada ACI 318. dampak perubahan dari peraturan ini antara lain:

1. Perhitungan penentuan kuat tekan karakteristik
2. Prosedur mix design dalam hal penentuan kuat tekan rata-rata perlu.
3. Evaluasi kuat tekan beton.



Apakah sama antara  
Mutu beton k-40  
dengan k-20? Pa

**TIDAK!!!!!!**





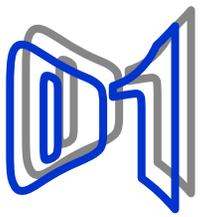
K-225 adalah kuat tekan karakteristik beton  $225\text{kg/cm}^2$ . dengan benda uji kubus dengan dimensi  $15 \times 15 \times 15\text{cm}$ .

$f'_c$   $22,5\text{MPa}$  adalah kuat tekan beton yang disyaratkan  $22,5\text{MPa}$  dengan benda uji silinder, atau  $271\text{kg/cm}^2$  dengan benda uji kubus.



# Kuat tekan karakteristik

Kuat tekan Karakteristik adalah kuat tekan, dimana dari sejumlah besar hasil-hasil pemeriksaan benda uji, kemungkinan adanya kekuatan tekan yang kurang dari itu terbatas 5% saja. Yang diartikan dengan kekuatan tekan beton senantiasa adalah kekuatan yang diperoleh dari benda uji kubus yang bersisi  $15(\pm 0,06)$ cm pada umur 28 hari.



# Kuat tekan karakteristik

**f'c adalah** kuat tekan beton yang disyaratkan (MPa), didapatkan berdasarkan pada hasil pengujian silinder dengan diameter 150mm dan tinggi 300mm. Nilai konversi dari **Kubus ke silinder** dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini.

$$f'c = (0,76 + 0,2 \cdot \text{Log} (f_{ck}/15)) \cdot f_{ck} \quad (\text{MPa})$$

*Catatan: fck dalam satuan MPa*

$$\text{Silinder ke Kubus} = f'c \cdot 10 / 0,83 = \text{kg/cm}^2$$



# Pelaksanaan QC Mutu Beton

Notasi Mutu Beton  
Jumlah Benda uji untuk kuat tekan  
Arti hasil uji  $f'_c$  dan kode benda uji  
Kuat tekan yang memenuhi syarat SNI 2847  
Pasal 7.6.3.3





# Notasi Mutu Beton

Notasi Mutu Beton dinyatakan dalam  $f'c$  dan nilai kuat tekannya dalam MPa.





# Jumlah Benda Uji Kuat tekan

Diperoleh dari rerata 2(dua) buah, atau sepasang benda uji berbentuk silinder. Diambil dua agar menjamin kesahihan kualitas pembuatan benda uji & Proses Uji tekannya



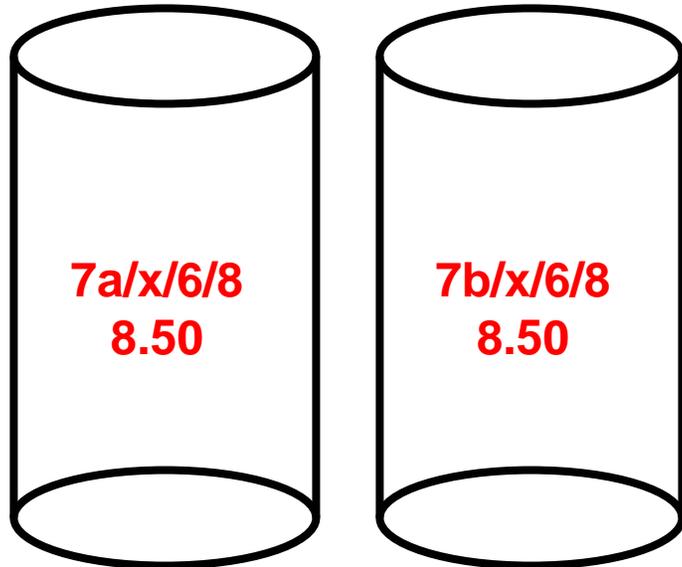
# Arti hasil Uji f'c dan Kode BU

Benda uji yang ditekan adalah sampel beton yang diambil dari beton yang dipakai untuk pembuatan sekelompok komponen struktur beton.

**Silinder harus dilengkapi dengan identitas bagian struktur yang diwakili, Pasangannya dan waktu pembuatannya.**



# Contoh



**7a dan 7b:** nomor benda uji dan pasangannya.

**x:** mencatat lokasi kelompok komponen struktur yang diwakili oleh silinder 7a & 7b.

**6/8:** dicor tanggal 6 Agustus.

**8.50:** dibuat pada pukul 8 lebih lima puluh menit.



# Frekuensi Pengujian

Sampel benda uji untuk tiap mutu beton diambil tidak kurang (ambil yang besar) dari:

**Satu pasang untuk tiap hari pengecoran**

**Satu pasang untuk tiap 120m<sup>3</sup>**

**Satu pasang untuk tiap 500m<sup>2</sup> luasan lantai atau dinding.**



# Kuat tekan minimum

*Benda uji tidak harus berjumlah 30 atau 20 buah silinder.*

**Tidak ada nilai kuat uji tekan (rata-rata dari kuat tekan 2 silinder) yang lebih kecil dari  $f'c - 3,5\text{MPa}$ .**

**Tidak ada nilai kuat uji tekan rata-rata dari 3 uji tekan yang berurutan yang lebih kecil dari  $f'c$ .**



# Contoh

**Lihat File Excel tentang  
tabel uji kuat tekan  
beton pada sheet 01.**





# Contoh

No. Uji	Tanggal Silinder dibuat	Kelompok Komponen	Kuat tekan 28 hari			Syarat Ps. 7.6.3.3.		
			Silinder A	Silinder B	Rerata	Rerata kuat tekan 3 silinder	Syarat (a)	Syarat (b)
1	10/08/08	D	30.5	25.8	28.15	-	OK	-
2	12/08/08	E	33.8	34.8	34.3	-	OK	-
3	15/08/08	F	31.4	35.9	33.65	32.03	OK	OK
4	18/08/08	G	29.6	33.3	31.45	33.13	OK	OK
5	18/08/08	H	28.5	33.4	30.95	32.02	OK	OK



# Contoh

Menurut syarat SNI Ps. 7.6.3.3:

Batas dari syarat (a) adalah  $= 30 - 3.5 = 26,5\text{MPa}$

Batas dari syarat (b) adalah  $= 30\text{MPa}$

## ***Evaluasi 01:***

Kuat tekan silinder tanggal 10/08/08 =  
25,8MPa; cenderung disebabkan oleh  
kesalahan dalam pembuatan silinder no 1b.



# Contoh

## *Evaluasi 02:*

Beton disemua kelompok komponen memenuhi syarat mutu beton.

***Kesimpulan:*** Beton kelompok D s.d. H memenuhi syarat.

***Bila suatu benda uji tidak memenuhi syarat (a) atau (b); maka hanya bagian struktur yang “diwakili” yang tidak memenuhi syarat.***

## PENGARUH $s$ TERHADAP BIAYA PRODUKSI BETON

*Nilai  $f'c$  yang besar, oleh sebab nilai " $s$ ", merupakan indikasi proses produksi yang kurang efisien.*



*Lazimnya,  $f_{cr}$  dari kontraktor  $> f_c'$*

***SNI Ps. 7.3.2.1 menentukan nilai  $f_{cr}$  adalah nilai terbesar dari persamaan di bawah ini:***

- $f'_{cr} = f'_c + 1,34. s$**
- $f'_{cr} = f'_c + 2,33.s - 3,5$**

**Bila nilai  $s > 3,5\text{MPa}$ ; maka hasil rumus ke (2) yang menentukan.**



Tabel di bawah ini menunjukkan nilai  $f'_{cr}$  bila proyek menuntut  $f'_c = 25\text{MPa}$  dengan  $s$  yang bervariasi  $> 3,5\text{MPa}$ .

## Nilai $f'_{cr}$ untuk nilai $s > 3,5\text{MPa}$

No	standar deviasi (MPa)	$f'_{cr}$	$f'_{cr} / f'_c$
1	3.5	29.65	1.19
2	4.5	32	1.28
3	5	33.15	1.33
4	7	37.81	1.51



# Interpretasi Hasil

Semakin besar nilai  $s$ , maka semakin besar tuntutan  $f'_{cr}$ .  
Makin besar  $f'_{cr}$  berarti makin mahal per- $m^3$  betonnya.

**Analisa awal menunjukkan bahwa tiap kenaikan  $f'_{cr}$  sebesar 1MPa, akan butuh tambahan PC sebesar  $\pm 6,09\text{kg}/m^3$  beton.**

Beton akan lebih ekonomis apabila rasio  $f'_{cr}$  dan  $f'_c$  atau  $s$  bernilai serendah-rendahnya.

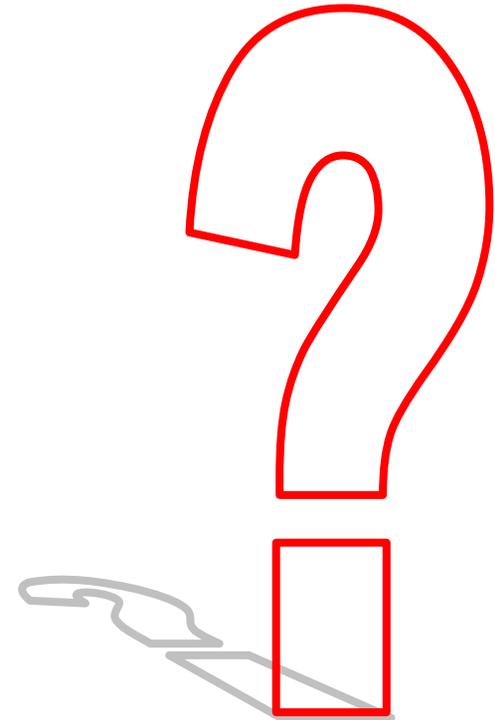
***Nilai standar deviasi  $s$ , merupakan ukuran efektifitas QC dan ekonomis produksi BETON.***



# Interpretasi Hasil

## Arti "s"

*Standar deviasi "s" adalah suatu istilah statistik yang dipakai sebagai ukuran tingkat variasi suatu hasil produk tertentu (Produksi beton). Variasi yang dinilai adalah diwakili oleh kuat tekan silinder 150mmx300mm.*





# Interpretasi Hasil

Menurut SNI 2847 Ps. 7.3.1, bila kontraktor atau fasilitas produksi (ready mix) secara berurutan, sta persamaan:

Apabila nilainya minimal 30 hasil, maka akan diperoleh nilai "s" yang tinggi juga.

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

- $X_i$  = nilai kuat tekan sepasang silinder
- $X$  (bar) = rata-rata nilai n hasil uji
- n = Jumlah ( $\geq 30$ ) uji kekuatan berurutan



ACI 318-99 Chapter 4 memberikan nilai s terkait dengan QC sebagai berikut ini:

**Standar deviasi dikaitkan dengan mutu pekerjaan beton**

standar deviasi (MPa)	Indikator Qc
2.1 - 2.8	Istimewa
2.8 - 3.5	Baik
3.5 - 4.3	Sedang
> 4.3	Jelek



## 4 unsur QC dalam campuran beton:

1. Ketepatan perbandingan berat campuran
2. Kedisiplinan dalam pemakaian jumlah air
3. Pemakaian AH dan AK terus menerus sesuai dengan spesifikasi (gradasi, berat, volume, dan kadar butir lembut).
4. Air campuran selalu memperhitungkan kelembaban AH dan AK.



# Deviasi standar dari Kontraktor

***Tahukah SAUDARA!!!*** Bahwa sebagian besar kontraktor pada waktu membuat mix design tidak mencantumkan harga “s” dari pengalaman mereka. Hal ini mengakibatkan berlakunya SNI 2847 Tabel 5 yang menetapkan harga  $f'_{cr}$  bilamana tidak tersedia data s sebagai berikut:





# Deviasi standar dari Kontraktor

Nilai  $f'_{cr}$  bila tidak tersedia data  $s$

$f'c$	$f'c$
$< 21$	$f'c + 7$
$21 - 35$	$f'c + 8,5$
$> 35$	$f'c + 10$

***Nilai  $f'_{cr}$  tidak perlu setinggi Tabel di atas, bila tersedia nilai  $s < 4,3$  bukan?***





# Penanggung Jawab Mutu

**SNI 2847 Pasal 5.1.3. Jelas  
menetapkan bahwa  
Penanggung jawab  
pencapaian mutu beton  
adalah **“PENGAWAS  
PROYEK”****





# Pedoman Pembuatan

*Pedoman Pembuatan beton bermutu  
disarankan Menguasai QC Produksi  
beton dengan menguasai*

***SNI 03-4433-1997 dan ASTM C685***





# Pedoman Pengawasan Mutu

*Pemeriksaan uji “Slump”, Berat AH dan AK per- $m^3$  beton masih segar.*

*Sampling dan pengujian kuat tekan beton.*

*Toleransi Penyimpangan yang masih diijinkan.*





# Pedoman Pengawasan Mutu

# FINISH

