

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

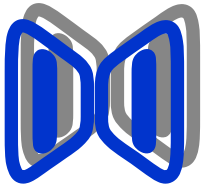
2012

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

Kompetensi yang diharapkan:

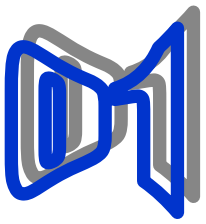
Kenali "Kata Kunci" dan faktor yang berpengaruh pada Kekuatan Beton.

Waktu Kelembaban Temperatur Silinder



Pengertian

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°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

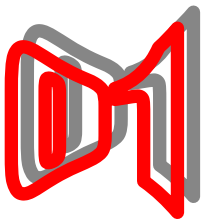
Berpengaruh ketika umur (< 7 hari).
Perawatan standar pada suhu 20°C - 35°C .
Hindari sinar matahari langsung yang menyebabkan temperatur $> 35^{\circ}\text{C}$ dan menghasilkan kuat tekan awal tinggi.



Faktor Pengujian

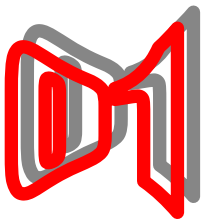
Faktor Benda Uji
Kondisi Umur
Kondisi Pembebanan





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%

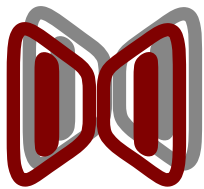


Kondisi Pembebanan

Makin tinggi laju pembebanan, makin tinggi kekuatan yang didapatkan.

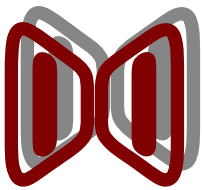
Peningkatan kecepatan pembebanan antara 0,15 sampai dengan 0,35MPa/detik atau rata-rata 0,25MPa per detik.

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



Sumber Utama Penyebab Kuat tekan bervariasi besar.

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



Sumber Utama Penyebab Kuat tekan bervariasi besar.

VARIASI OLEH SIFAT KOMPONEN BETON

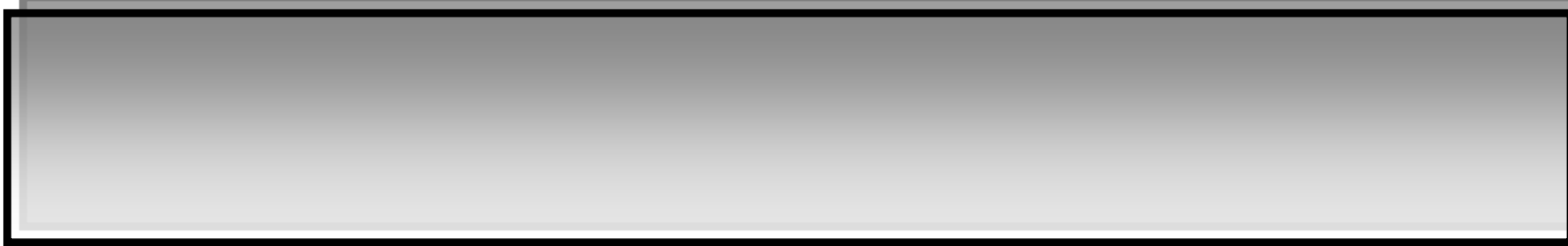
Variasi dalam perbandingan bahan

- 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 225kg/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 271kg/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



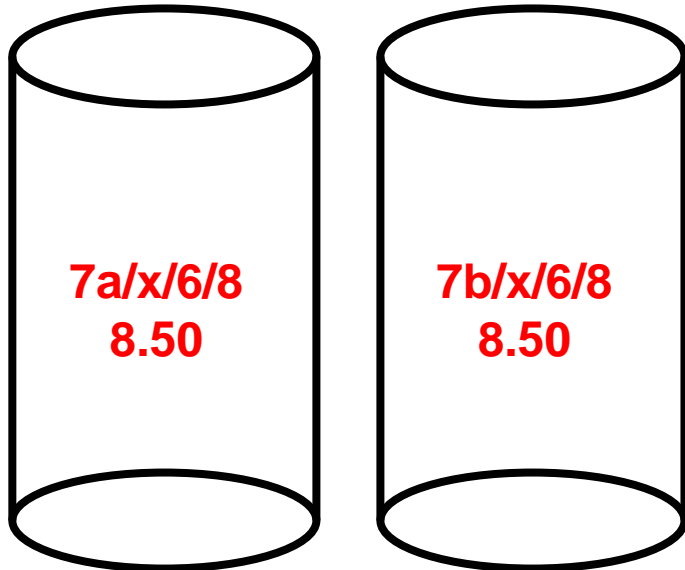
Arti hasil Uji f'c dan Kode BU

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 120m³

Satu pasang untuk tiap 500m² 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.

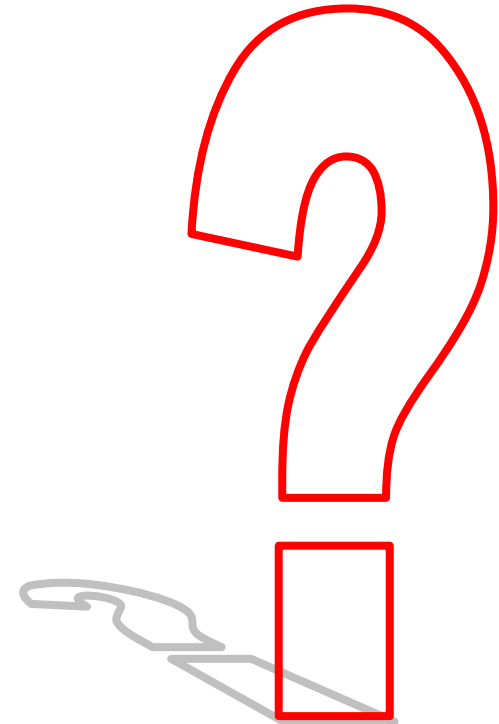
Nilai standar deviasi s , merupakan ukuran efektifitas QC dan ekonomis produksi BETON.



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
eh dihitung dengan

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

- X_i = nilai kuat tekan sepasang silinder
- X (bar) = rata-rata nilai n hasil uji
- n = Jumlah (≥ 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

