

THE INFLUENCE OF AGGREGATE MAXIMUM DIAMETER AND VARIABLE OF SPECIMEN SIZE ON CONCRETE COMPRESSIVE TEST

by Aman Subakti^a dan Tavio^a

ABSTRACT

Quality control problems of great importance in supporting the successful development of the project, due to carry out quality control results will be obtained in accordance with the terms specified techniques. Form of the test object in the implementation of quality control may affect the accuracy of the results, especially on standardized test specimens are not generated from the test piece drill cores. There are several sizes of test objects used in accordance with regulations such as PBI 1971 dan British Standard (BS) using the test specimen size 15x15x15 cm³, 20x20x20 cm³. ACI 318, ASTM C42/C42M 2003, using a cylindrical test specimen dimensions 15x30 cm. There is a discourse of the specimen size 10x20 cm due to the size of the specimen is sufficient in number when using a laboratory mixer other than that estimated difference with the test results are not significant 15x30. Test specimen 15x15x15 and 20x20x20 cm cube estimated results are less rigorous than the cylinder, because the cube distribution volume is not equal than the cylinders which form a circle so that distribution is the same if the specimen is pressed. Taking the test object with a core drill is sometimes produced beyond the standard test specimen is less than 15 cm, 10 cm even for the special conditions of the drill core of 5 cm. Reasons mentioned above the authors conducted research on "Influence of aggregate diameter on compressive strength and the influence of variation of L/D of the compressive strength and the results will be compared with ASTM C42 / C42M-2003. In this study made two kinds of mixed concrete $f_c' = 225 \text{ kg/cm}^2$ and $f_c' = 400 \text{ kg/cm}^2$, because concrete is the most widely used in practical and concrete categories included normal quality concrete. Stage is the initial stage of examining the influence of the maximum aggregate diameter on compressive strength, to find the optimum diameter for compressive strength.

KEYWORD: aggregate; compressive strength; maximum diameter; mix design

PENDAHULUAN

Jumlah benda uji penelitian yang dilakukan adalah 344 benda uji yang terdiri dari kubus 15x15, 20x20, silinder 10x20 dan 15x30 yang diperuntukan beton $f_c' = 225 \text{ kg/cm}^2$ dan $f_c' = 400 \text{ kg/cm}^2$.

Dari penelitian diatas dapat disimpulkan:

- Campuran beton dengan diameter maksimum 20 mm akan menghasilkan beton yang lebih baik untuk kuat tekan dan slump yang sama.
- Pengaruh hubungan kuat tekan dan umur beton tidak dipengaruhi oleh mutu beton dan dimensi dari benda uji, untuk $f_c' = (225-400 \text{ kg/cm}^2)$. Dengan kata lain curva hubungan umur dan kuat tekan dari hasil penelitian dapat disimpulkan tidak tergantung mutu beton untuk beton normal.
- Pengaruh ratio tinggi benda uji terhadap diameter (L/D) dan nilai konversi yang paling tepat didapatkan dengan hubungan polinomial seperti persamaan dibawah ini hasil ini mendekati ACI 42 dan BS 1881:
$$\text{CRAMAN} = 0.014 * x^2 + 0.08 * x + 0.783$$
dengan nilai $R = 0.96$. Nilai converse ini berlaku beton normal $f_c' (225-400) \text{ kg/cm}^2$.

Perkembangan peningkatan pembangunan infra struktur menunjukkan peningkatan yang signifikan. Perkembangan tersebut mencakup jumlah dan kualitas pembangunan. Pengertian control kualitas dalam teknologi beton atau pelaksanaan beton dilakukan mulai

dari pemilihan material, proses produksi dan pengujian tes benda uji akhir.

Tulisan ini membahas hal yang berkaitan dengan tahapan pengujian akhir khususnya menyangkut pengaruh dimensi benda uji pengelasan kuat tekan beton.

Kuat tekan (compressive strength) merupakan pengelasan yang penting dibanding kuat tarik beton. Hal ini mempunyai alasan-alasan sbb:

- a) Beton merupakan bahan struktur yang tahan terhadap tekan dari pada kemampuan tariknya.
- b) Dalam struktur beton bertulang kuat tekan beton sebagai dasar perhitungan atau sebagai batasan kuat tekan izin.
- c) Pengujian kuat tekan mudah dilaksanakan.

Pengaruh Perbandingan (L/D)

Pengujian tes tekan menggunakan silinder sesuai ASTM C 39/39M – 01. Pengaruh rasio tinggi dan diameter diatur ASTM C42/C42M-03, yang besarnya seperti pada tabel dibawah ini.

Menurut W H Price pengaruh L/D digambarkan seperti pada gambar 1.

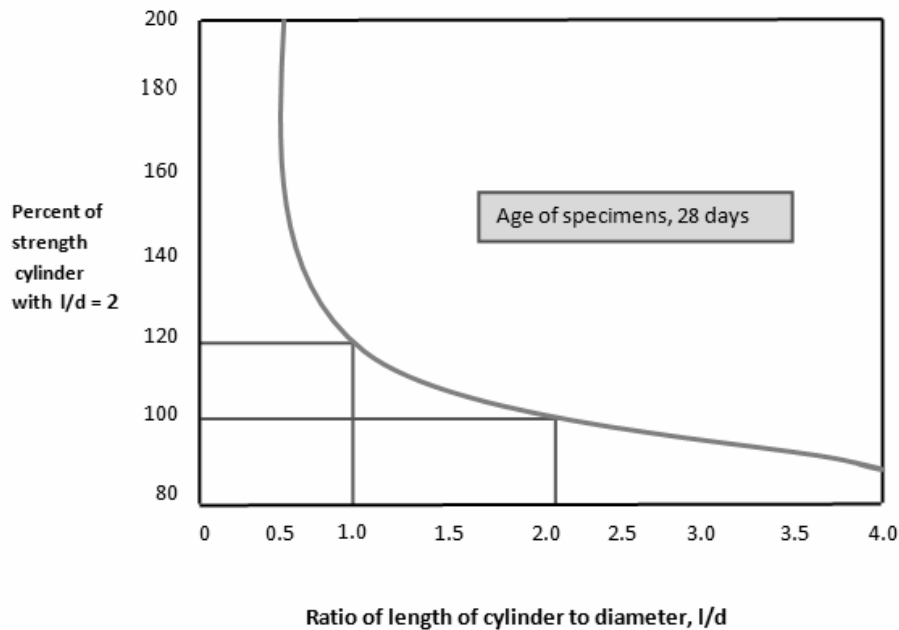
Pengaruh Geometri Benda Uji

Bentuk geometri benda uji, silinder, kubus, prima mempengaruhi kuat tekan yang yang berbeda pula. Pertanyaan bentuk benda uji mana yang tepat merupakan hal yang harus dijawab oleh para engineer dan sebagai tantangan. Tiap bentuk benda uji mempunyai kelebihan dan kekurangan. Bentuk kubus mudah dipes dan tidak memerlukan capping tapi distribusi tegangan bentuk jajaran genjang tidak sama.

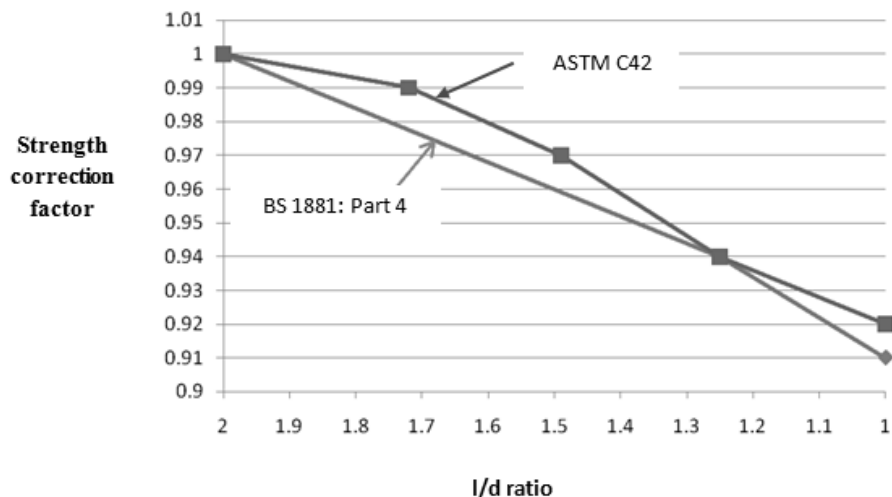
Bentuk silinder mempunyai penyebaran tergambar sebagai berikut dengan kesemua arah merata dianggap mewakili kekuatan beton. Untuk benda uji terlalu kecil tidak dapat mewakili elemen struktur. Perbedaan rasio kuat tekan beton makin tinggi, misal kekuatan kubus 1.25 kali kekuatan silinder untuk kuat tekan yang sama.

^aLecturer in the Department of Civil Engineering, Sepuluh Nopember Institute of Technology (ITS), ITS Campus, Sukolilo, Surabaya 60111, Indonesia.

Note. The manuscript for this paper was submitted for review and possible publication on October 15, 2011. Discussion open until November 2012. This paper is part of the ITS Journal of Civil Engineering, Vol. 31, No. 2, November 2011. © ITS Journal of Civil Engineering, ISSN 2086-1206/2011.



Gambar 1. Koreksi (L/D) Terhadap Kuat



Gambar 2. Koreksi L/D Terhadap Kuat Tekan BS dan ASTM

Pengaruh diameter silinder untuk $(L/D) = 2$ seperti yang digambarkan pada gambar 3.

- Kecepatan pembebanan 3-5 Mpa/menit

SCOPE PENGAMATAN DAN PEMBATASAN

Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan dari benda uji:

- Faktor bentuk benda uji, nilai korelasi kuat tekan dari kubus $15 \times 15 \times 15$ cm, terhadap $20 \times 20 \times 20$ cm, $\Phi 10 \times 20$, $\Phi 15 \times 30$ cm dan $\Phi 5 \times 10$ cm.
- Rasio tinggi/diameter (L/D) terhadap kuat tekan standar $L/D = 2.0$ untuk silinder $\Phi 15 \times 30$ cm dan $\Phi 10 \times 20$ cm.
- Faktor mutu termasuk beton normal $f_c' = 225$ kg/cm² dan $f_c' = 400$ kg/cm².
- Diameter optimum untuk $f_c' = 225$ dan $f_c' = 400$ kg/cm².

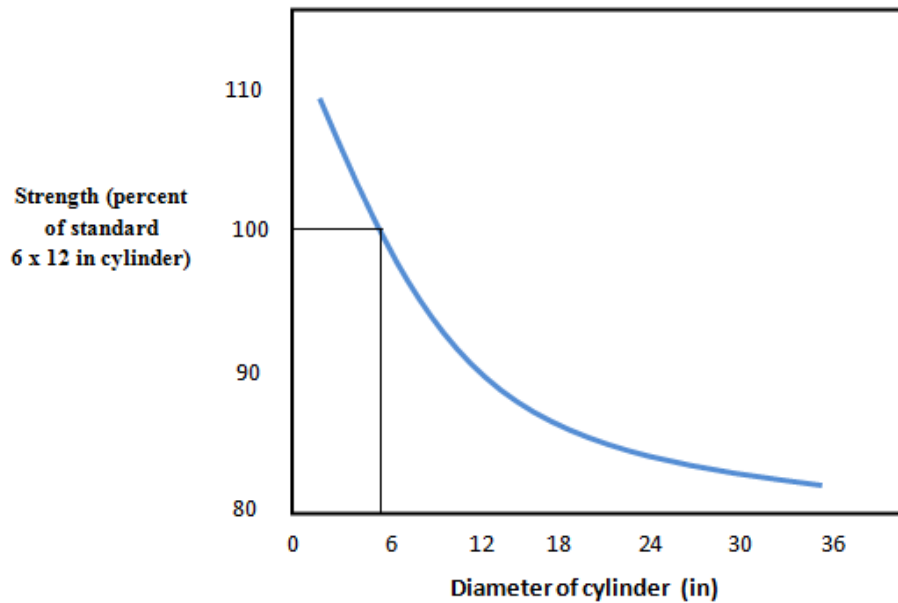
Pembatasan-pembatasan dalam penelitian ini adalah:

- Faktor air semen (W/C) tetap
- Temperatur tetap 30° C dalam ruangan.
- Benda uji direndam terus menerus

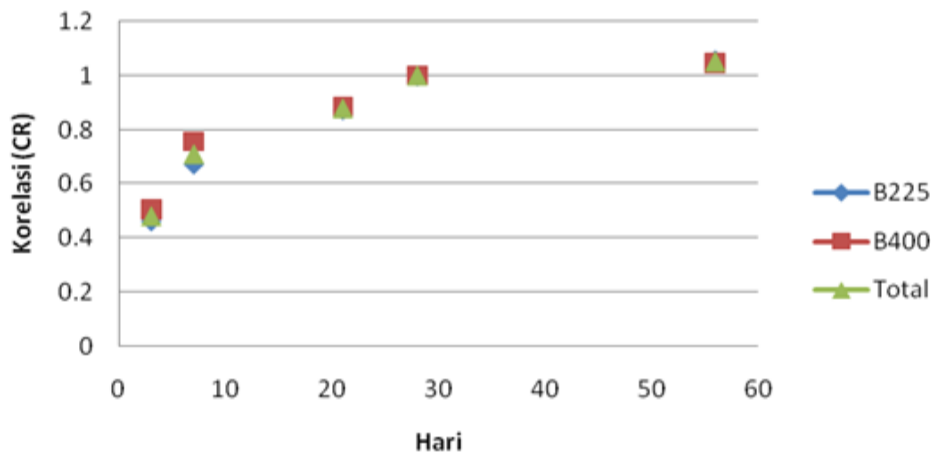
METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil ITS. Langkah-langkah yang dilaksanakan sebagai berikut:

- Persiapan bahan dan alat.
- Analisa bahan yang meliputi sifat fisik dan mekanis, seperti: kadar organis, kadar lumpur (lolos 0,063 mm), berat jenis, grading, dan modulus kehalusan, analisa tersebut dilakukan baik pada agregat halus dan agregat kasar.
- Mencari proporsi agregat halus dan agregat kasar yang ideal.
- Merencanakan campuran yang sesuai dengan variasi percobaan yang akan dilaksanakan.
- Membuat benda uji sesuai dengan variasi percobaan.
- Curing dan pengetesan.
- Evaluasi.



Gambar 3. Pengaruh Variasi Diameter Terhadap Kuat Tekan



Gambar 4. Kurva Korelasi f_c dan Umur (Grafik Waktu vs Kuat Tekan)

DATA DAN HASIL PENGAMATAN

Semua campuran diasumsikan FAS tetap, slump tetap (12 cm), prosentase pasir disesuaikan dengan diameter, untuk D20 dan D40, prosentase pasir disamakan karena perbedaan sedikit, masih dalam batasan toleransi.

HUBUNGAN KORELASI UMUR DAN KUAT TEKAN BETON

Pengaruh umur dan mutu dapat dilihat pada tabel 4 dan gambar grafik.

Analisis

- Pengaruh mutu angka konversi umur akibat mutu beton K_{225} dan K_{400} tidak begitu penting.
- Bentuk benda uji juga tidak begitu berpengaruh pada koreksi umur.
- Berarti koreksi umur secara umum dapat digunakan mutu antara tegangan K_{225} dan K_{400} .

Berdasarkan data-data tersebut di atas diperoleh kurva general (dengan regresi korelasi) dengan perhitungan seperti dibawah ini:

Nilai koefisien variasi maksimum (V_{maks}) adalah rata < 5 menurut ACI Committee 214, maka pelaksanaan pembuatan benda uji dalam kategori dapat diterima (lihat Tabel 1 dan 2).

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa untuk mutu beton biasa f_c' (200-400 kg/cm^2) factor korelasi umur tidak mempengaruhi.. Hasilnya berimpit

PENGARUH DIAMETER AGREGAT PADA KUAT TEKAN BETON

Analisis:

- Dari hasil standar deviasi (SD_x) dan koefisien variasi (v) dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan sangat baik (ACI Committee 214). Oleh karena itu percobaan dapat dikatakan cukup teliti karena rata2 masing2 dibawah 20 dan 5%.

Tabel 1. Pengaruh Perbandingan (L/D)

Rasio Tinggi/Diameter l/d	Faktor koreksi
2	1
1.75	0.98
1.5	0.96
1.25	0.93
1	0.87

Tabel 2. Macam Campuran Beton

No		B225D10	B225D20	B225D40	B400D10	B400D20	B400D40
1	Air (lt)	200	200	200	200	200	200
2	semen (kg)	322	322	322	430	430	430
3	Pasir (kg)	841.84	687.46	687	840	647	647.5
4	Batu Pecah (kg)	966.10	1170.54	1170.54	916	1102.5	1102.42
5	FAS	0.62	0.62	0.62	0.465	0.465	0.465
6	Slump (cm)	8 - 8.5	9	10 - 11	8	9	10 - 11
7	Temperatur (°C)	31°	31°	31°	31°	31°	31°
8	D maks (mm)	10	20	40	10	20	40
9	% pasir	48%	37%	37%	48%	37%	37%

Tabel 4. Hubungan antara Umur dan Mutu Beton

Umur (hari)	B225D20					B400D20					Rata2 CU	S	V (%)
	15x15x15	Φ15x30	20x20x20	Φ10x20	Φ5x10	15x15x15	Φ15x30	20x20x20	Φ10x20	Φ5x10			
3	0.469	0.480	0.440	0.391	0.529	0.514	0.577	0.426	0.488	0.506	0.482	0.054	11.100
7	0.638	0.749	0.615	0.644	0.718	0.724	0.832	0.730	0.744	0.742	0.714	0.065	9.000
21	0.902	0.923	0.882	0.801	0.863	0.873	0.871	0.913	0.876	0.890	0.879	0.034	3.820
28	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.050
56	1.037	1.079	1.055	1.037	1.076	1.035	1.039	1.027	1.085	1.046	1.052	0.021	1.900

Catatan:

- cu : korelasi umur
 S : standar deviasi
 V : variasi

- Tegangan rata-rata campuran B400D20 (campuran beton dengan diameter 20 mm), untuk beton B400D20 dan B225D20, lebih tinggi dari campuran B400D40, B400D20, B225D40, dan B225D10. Sedangkan campuran dengan diameter maksimum 40 yaitu B400D40 dan B225D40 lebih tinggi dari campuran dengan diameter maksimum 10 mm (B400D10 dan B225D10). Jadi penggunaan D maksimum 20 dengan kadar semen dan air tetap lebih menguntungkan ditinjau dari hasil kuat tekan hancurnya.
- Mempertahankan porsi agregat halus dan agregat kasar pada campuran B400D10 dan B225D10, mengakibatkan loss slump sebesar 25-30 mm.
- Dari tabel menunjukkan hasil tes benda uji rasio L/D=2, 10/20 lebih besar dari 15/30 untuk setiap diameter agregat. Berarti untuk pengujian dengan

D10 dijadikan D15 maka perlu ada factor koreksi agar tidak terlalu besar. Faktor koreksi sebesar $281.8/266.9 = 1.046$.

- Faktor koreksi tersebut untuk beton dengan diameter agregat lain misal d10 dan d40 ada perbedaan angka konversi.

PENGARUH RASIO TINGGI (L) DAN DIAMETER (D) TERHADAP KEKUATAN TEKAN

Hasil percobaan dari pengetesan dalam kategori baik berdasarkan nilai koefisien variasi $v < 5\%$. Jadi pengetesan cukup valid sesuai dengan petunjuk "Concrete Inspektion (SP2)" Special Publication dari American Concrete Institut.

$$CRAMAN = 0,014x^2 + 0,08x + 0,783 =$$

(0,999)
0,972
0,966
0,947
0,935
0,922
0,905
0,877)

$$BS1881 = -0,091x^2 + 0,474x + 0,417 =$$

(1,001)
0,975
0,968
0,942
0,923
0,902
0,867
0,8

$$ACI42 = -0,102x^2 + 0,432x + 0,543 =$$

(0,999)
0,99
0,987
0,973
0,962
0,948
0,924
0,873)

ANALISIS

Melihat nilai koefisien variasi dari harga $c(l/d)$, maka menurut ACI Committee pelaksanaan penelitian termasuk excellent (sangat memuaskan). Jadi pengambilan harga rata-rata $c(l/d)$ juga dianggap cukup baik. Nilai L/D menunjukkan tidak dipengaruhi oleh dimensi benda uji silinder. Untuk mutu beton f_c' (200-400) kg/cm^2 . Artinya $c(l/d)$ untuk specimen 10 x 20 cm sama dengan untuk 15 x

30 cm. Angka korelasi $C(L/D)$ dari ACI 42, BS 1881 dan hasil penelitian tidak ada perbedaan yang signifikan untuk mutu beton f_c' (200-400 kg/cm^2).

KESIMPULAN

1. Korelasi kekuatan pengaruh korelasi dimensi (L/D) terhadap kuat tekan untuk mutu beton $f_c' = 200-400 \text{ kg/cm}^2$ sama. Korelasi variasi umur tidak tergantung pada mutu dan dimensi dari benda uji.
2. Kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh diameter agregat maksimum. Campuran beton dengan diameter agregat maksimum 20 mm (B225D20 dan B400D20), kuat tekan umur 28 hari lebih besar dari pada beton yang menggunakan agregat maksimum 40 mm dan 10 mm.
3. Pengaruh angka konversi umur kokoh tekan beton tidak terpengaruh oleh mutu dan ukuran benda uji. Kurva hubungan antara nilai korelasi dan umur yang paling tepat adalah bentuk logaritmis dengan persamaan: $f_c = \ln(0.196 * t) + 0.296$ dimana $R^2 = 0.971$ adalah cukup teliti.
4. Pengaruh diameter silinder terhadap kuat tekan dipengaruhi diameter agregat yang digunakan. Faktor koreksi untuk diameter agregat 40, $Cd40=0.977$, untuk diameter agregat d20, $Cd20=1.046$ dan untuk diameter 10, $Cd10=1.152$.
5. Perlu diteliti untuk beton dengan mutu tinggi (B400-b800) yang menggunakan fly ash atau tamping fly ash, dengan jumlah dan ketelitian yang baik sehingga dapat member masukan pada peraturan dan praktisi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aman Subakti. Pelatihan dan Penyegaran Teknologi Beton Bagi Teknisi Sipil
2. PT.ADHMIX Jakarta, 1994.
3. A.M. Neville dan JJ. Brook. Concrete Technology. Longman, 1987.
4. Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Draft Konsensus
5. Pedoman Beton 1989.
6. Sydney Mindness dan J. Francis Young, Concrete, 1981.
7. American Standart Test Material (ASTM C42)