

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/370059215>

Perilaku Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Mutu Tinggi Akibat Beban Aksial Statis Pada Ukuran Benda Uji Yang Berbeda

Conference Paper · October 2018

CITATIONS

0

READ

1

2 authors:



Gandjar Pamudji

Universitas Jenderal Soedirman

18 PUBLICATIONS 46 CITATIONS

SEE PROFILE



Gathot Heri Sudibyo

Universitas Jenderal Soedirman

27 PUBLICATIONS 57 CITATIONS

SEE PROFILE

PERILAKU KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON MUTU TINGGI AKIBAT BEBAN AKSIAL STATIS PADA UKURAN BENDA UJI YANG BERBEDA

Gandjar Pamudji¹, Gathot Heri Sudibyo²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman, Jl. HR Boenyamin 708, Grendeng, Purwokerto Utara, Jawa Tengah 53122
E-mail: gandjar.pamudji@unsoed.ac.id

Abstrak - Penelitian ini menyajikan perbandingan kuat tekan beton dan modulus elastisitas dari ukuran benda uji silinder yang berbeda dan rasio diameter dan tinggi silinder benda uji yang tetap, yang dilakukan pada umur beton mencapai 7, 14, 28 dan 60 hari dan pada proporsi campuran bahan susun beton yang sama. Ukuran benda uji silinder yang digunakan dalam penelitian ini adalah masing-masing berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm (tipe C), berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm (tipe B), serta berdiameter 7,5 cm dan tinggi 15 cm (tipe A), dengan jumlah benda uji masing-masing umur pengujian sebanyak 30 buah. Hasil pengujian kuat tekan pada umur 28 hari untuk masing-masing tipe ukuran benda uji yaitu tipe C, B dan A, yang berurutan masing-masing sebesar $f'_c\text{-C} = 42,20$ MPa, $f'_c\text{-B} = 42,44$ MPa, $f'_c\text{-A} = 46,49$ MPa, sedangkan pada umur beton mencapai 60 hari masing-masing sebesar $f'_c\text{-C} = 44,93$ MPa, $f'_c\text{-B} = 45,65$ MPa, $f'_c\text{-A} = 51,21$ MPa. Jika mutu beton dari masing-masing benda uji diperbandingkan dengan ukuran yang distandarkan oleh SNI, adalah tipe C : tipe B : tipe A = 1 : 1,01 : 1,10 pada umur beton 28 hari dan tipe C : tipe B : tipe A = 1 : 1,02 : 1,14 pada beton mencapai umur 60 hari. Hasil pengujian modulus elastisitas pada umur 28 hari untuk masing-masing tipe ukuran benda uji yaitu tipe C, B dan A, yang berurutan masing-masing sebesar $E_c\text{-C} = 209114,37$ kg/cm², $E_c\text{-B} = 214769,59$ kg/cm², $E_c\text{-A} = 216764,19$ kg/cm², sedangkan pada umur beton mencapai 60 hari masing-masing sebesar $E_c\text{-C} = 231538,02$ kg/cm², $E_c\text{-B} = 240495,75$ kg/cm², $E_c\text{-A} = 259061,67$ kg/cm². Jika modulus elastisitas beton dari masing-masing benda uji diperbandingkan dengan ukuran yang distandarkan oleh SNI, adalah tipe C : tipe B : tipe A = 1 : 1,03 : 1,04 pada umur beton 28 hari dan tipe C : tipe B : tipe A = 1 : 1,04 : 1,12 pada beton mencapai umur 60 hari.

Kata kunci: kuat tekan, modulus elastisitas, ukuran silinder

STRESS PRESSURE BEHAVIOR AND MODULUS HIGH QUALITY CONCRETE ELASTICITY DUE TO STATIC AXIAL LOADS ON DIFFERENT TEST OBJECTS

Abstract - This study presents a comparison of the concrete compressive strength and modulus of elasticity of different cylindrical specimens and the ratio of diameter and height of cylinders of fixed specimens, which are carried out at concrete ages up to 7, 14, 28 and 60 days and in the proportion of concrete stacking materials same. The size of cylindrical specimens used in this study are 15 cm in diameter and 30 cm in height (type C), 10 cm in diameter and 20 cm in height (type B), and 7.5 cm in diameter and 15 cm in height (type A), with a total of 30 test specimens of each test age. The results of compressive strength testing at 28 days for each type of specimen size are type C, B and A, respectively of $f'_c\text{-C} = 42.20$ MPa, $f'_c\text{-B} = 42.44$ MPa, $f'_c\text{-A} = 46.49$ MPa, whereas at the age of concrete reaching 60 days each of $f'_c\text{-C} = 44.93$ MPa, $f'_c\text{-B} = 45.65$ MPa, $f'_c\text{-A} = 51.21$ MPa. If the concrete quality of each test object is compared with the standard standardized by SNI, it is type C: type B: type A = 1: 1.01: 1.10 at 28 days of concrete and type C: type B: type A = 1: 1.02: 1.14 on concrete reaching 60 days. The results of testing the elastic modulus at 28 days for each type of specimen size are type C, B and A, respectively for $E_c\text{-C} = 209114.37$ kg/cm², $E_c\text{-B} = 214769.59$ kg/cm², $E_c\text{-A} = 216764.19$ kg/cm², while at the age of concrete reached 60 days each at $E_c\text{-C} = 231538.02$ kg/cm², $E_c\text{-B} = 240495.75$ kg/cm², $E_c\text{-A} = 259061.67$ kg/cm². If the modulus of elasticity of concrete from each specimen is compared with the standard standardized by SNI, it is type C: type B: type A = 1: 1.03: 1.04 at the age of 28 days and type C: type B: type A = 1: 1.04: 1.12 on concrete reaches 60 days.

Keywords: compressive strength, modulus of elasticity, cylinder size

I. PENDAHULUAN

Sampai saat ini beton masih merupakan bahan pilihan utama bangunan yang paling diminati dalam dunia konstruksi bangunan. Bila dulu beton dikenal sebagai bahan bangunan yang mudah diperoleh bahan pembentuknya, mudah dicetak dan dibentuk secara lokal sesuai keinginan perencana, memiliki ketahanan yang relatif baik terhadap suhu tinggi dan keawetan yang cukup baik, serta relatif murah harganya. Tetapi disisi lain beton menunjukkan keterbatasannya baik proses produksi maupun sifat-sifat mekaniknya (Supartono, 1998a).

Kini, dengan pesatnya kemajuan pengetahuan teknologi dibidang material bangunan khususnya pengetahuan teknologi beton, menjadikan beton sebagai bahan bangunan yang makin banyak diminati oleh para ahli struktur, terutama setelah dihasilkan produksi beton dengan kekuatan dan kinerja tinggi, bahkan akhir-akhir ini telah berhasil dikembangkannya beton mutu sangat tinggi.

Beton mutu tinggi telah banyak digunakan untuk bangunan yang mensyaratkan tingkat keamanan yang tinggi dengan material bermutu tinggi, seperti bangunan bertingkat tinggi, produk precast dan prestress, bangunan dermaga, jembatan berbentuk panjang, bangunan lepas pantai, silo yang tinggi dan berdiameter besar, dan juga untuk bangunan beresiko tinggi seperti bangunan pembangkit tenaga nuklir (Randall dkk., 1989; ACI 363R-84, 1998; Supartono, 1998b).

Selain kekuatan dan keawetan yang didapat dari beton mutu tinggi, faktor ekonomi lebih memiliki peranan yang sangat berarti (Zadeh, 2000). Penghematan biaya secara menyeluruh pada sistem struktur bangunan dapat dicapai dengan menggunakan material bangunan dari beton dengan kekuatan yang tinggi. Terutama penghematan bahan yang didapat dari berkurangnya volume elemen-elemen struktur, khususnya kolom, dan fondasi sehingga berat bangunan menjadi berkurang, serta efisiensi pemanfaatan ruang dan juga waktu pelaksanaan yang lebih cepat (Supartono, 1998a; Nawy, 1996).

Biasanya beton dikenal sebagai material pada skala besar dan karakteristiknya dikenal melalui kuat tekan, modulus elastisitas dan perilaku mekanik lainnya, yang dimodelisasi

sebagai media kontinu yang isotrop homogen, dan elastis pada umumnya. Kuat tekan dan modulus elastisitas beton merupakan indikasi yang sangat penting dalam perencanaan struktur secara tepat dan aman. Besarnya nilai modulus elastisitas dipengaruhi oleh kekuatan atau mutu beton, dan pada gilirannya juga menentukan besarnya kekakuan dan deformasi dari elemen struktur beton.

Perilaku bahan-bahan pembentuk beton terutama pasta semen, beton setelah mengeras mempunyai sifat yang getas, yaitu kuat dalam menahan tekanan tapi lemah dalam menahan tarikan. Oleh sebab itu, besaran kuat tekan merupakan suatu karakteristik beton yang bisa dikatakan paling penting, di samping sifat-sifat mekaniknya yang lain, yang tentu saja perlu diperhatikan juga dalam penggunaannya pada suatu konstruksi bangunan.

Kekuatan beton dapat diketahui dengan melakukan pengujian kuat tekan beton silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm pada umur beton mencapai 28 hari (SNI 2002). Untuk beton dengan kuat tekan yang kurang dari 80 MPa (dengan beban tekan sebesar 141 ton) masih dapat dilakukan dengan baik oleh *Machine Compression* yang berkapasitas 180-200 ton, yang banyak dimiliki oleh berbagai laboratorium. Namun ketika kuat tekan yang ingin dicapai lebih dari 80 MPa, pengujiannya sering mengalami kesulitan karena keterbatasan kemampuan mesin kuat tekan beton yang dimiliki. Jika dipaksakan hal ini akan memperpendek umur dari mesin tersebut atau bahkan seal yang berfungsi menahan tekanan mengalami kebocoran sehingga mesin tersebut menjadi tidak berfungsi.

Kondisi di atas dapat disederhanakan dengan membuat benda uji yang ukurannya lebih kecil dari ukuran yang telah disyaratkan dalam SNI tahun 2002. Namun demikian hal tersebut belum dapat menjawab permasalahan tentang faktor koreksi dari konversi benda uji yang berukuran standar dengan benda uji yang berukuran lebih kecil.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya faktor koreksi dari perbedaan ukuran benda uji silinder dengan tetap mempertahankan rasio diameter dan tinggi silinder sebesar 1:2, yang diidentifikasi berdasarkan karakteristik kuat tekan dan

modulus elastisitas beton akibat pembebanan tekan aksial statis.

II. PROGRAM EKSPERIMENTAL

Sampel beton untuk penelitian ini menggunakan campuran dari bahan semen, pasir, kerikil, air, silica fume dan superplasticizer. Semen yang digunakan adalah semen Portland tipe-1 yang beredar di lokal Purwokerto. Pasir yang digunakan adalah pasir sungai di daerah Purwokerto. Ukuran maksimum pasir adalah 9,5 mm dan modulus halus butirnya sebesar 3,67. Sifat-sifat fisik pasir sungai ditampilkan dalam Tabel 1. Begitu juga dengan kerikil dari *stone crusher* yang bersumber dari penambangan batu di wilayah Banyumas, dengan ukuran maksimum butirnya adalah 20 mm. Sifat-sifat fisik kerikil ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat-sifat fisik agregat (pasir dan kerikil)

Karakteristi fisik	Pasir	Kerikil
Berat Jenis		
• Apparent	2.77	2.77
• Bulk	2.42	2.47
• SSD	2.54	2.58
Penyerapan (%)	5.22	4.31
BI Lepas (g/cm ³)	1.65	1.33
Fineness Modulus (FM)	3.67	6.93

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder dengan tiga variasi ukuran yaitu:

- 1) Tipe A: diameter 75 mm dan tinggi 150 mm
- 2) Tipe B: diameter 100 mm dan tinggi 200 mm
- 3) Tipe C: diameter 150 mm dan tinggi 300 mm

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada sampel beton yang telah mencapai umur 7,14,28 dan 60 hari.

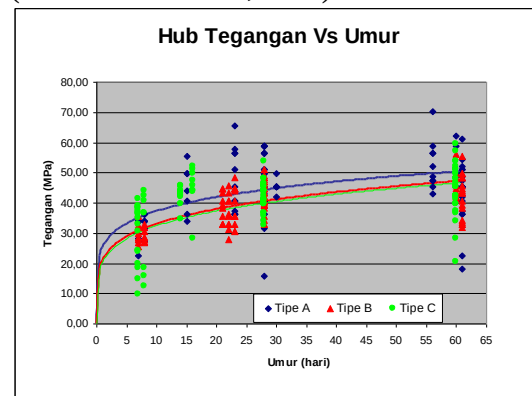
Proporsi campuran beton dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Proporsi campuran bahan beton

Cement (kg)	Sand (kg)	Coarse Aggr. (kg)	Water (kg)	Silica fume (kg)	Admixturer (SP) (kg)
532	627	1023	160	40	9.5

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji silinder dengan ukuran diameter 15 cm x tinggi 30 cm, diameter 10 cm x tinggi 20 cm, dan diameter 7,5 cm x tinggi 15 cm. Hasil pengujian kuat tekan beton dari ukuran benda uji yang berbeda yaitu Tipe A ($\phi = 7,5$ cm dan $h = 15$ cm), Tipe B ($\phi = 10$ cm dan $h = 20$ cm) dan Tipe C ($\phi = 15$ cm dan $h = 30$ cm) dengan rasio antara diameter dan tinggi benda uji sebesar 0,5, menunjukkan bahwa kuat tekan beton dengan ukuran benda uji yang lebih kecil memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran benda uji yang standar (Tipe C), seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 1 dan didekati dengan persamaan $f'_c = a.t^m$ (Neville dan Brooks, 1987).



Gambar 1. Grafik hubungan antara kuat tekan dan umur pengujian

Pola keruntuhan untuk masing-masing ukuran benda uji rata-rata berbentuk kerucut (Gambar 2) dan disertai dengan suara ledakan yang cukup besar. Benda uji yang besar (standar) memiliki suara ledakan yang paling kecil dibandingkan dengan ukuran benda uji yang lebih kecil atau ukuran benda uji yang paling kecil memiliki suara ledakan yang paling besar saat benda uji tersebut hancur.



Gambar 2. Pola kehancuran benda uji

Rasio perbandingan rerata kuat tekan beton benda uji silinder standar pada umur 28 hari dengan benda uji silinder berdiameter 7,5 x tinggi 15 cm dan silinder berdiameter 10 cm x tinggi 20 cm, masing-masing berturut-turut sebesar 1,01 dan 1,10, seperti yang diperlihatkan dalam Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Rasio kuat tekan rerata benda uji silinder terhadap ukuran benda uji silinder standar SNI

No.	Umur	Kuat Tekan			Rasio thd Ukuran Standar		
		Ukuran Benda Uji			Ukuran Benda Uji		
		15/30	10/20	7,5/15	15/30	10/20	7,5/15
1	7	29,80	30,42	32,58	1	1,02	1,09
2	8	30,95	31,39	33,45	1	1,01	1,08
3	28	42,20	42,44	46,49	1	1,01	1,10
4	60	44,93	45,65	51,21	1	1,02	1,14
rata-rata					1,00	1,01	1,10

Tabel 4. Rasio kuat tekan benda uji silinder terhadap ukuran benda uji silinder standar SNI, berdasarkan pendekatan persamaan Neville dan Brooks (1987)

No.	Umur	Kuat Tekan			Rasio thd Ukuran Standar		
		Ukuran Benda Uji			Ukuran Benda Uji		
		15/30	10/20	7,5/15	15/30	10/20	7,5/15
1	3	30,35	26,01	25,54	1,00	1,02	1,19
2	7	35,01	30,76	30,26	1,00	1,02	1,16
3	14	39,34	35,28	34,77	1,00	1,01	1,13
4	21	42,12	38,23	37,71	1,00	1,01	1,12
5	28	44,21	40,47	39,95	1,00	1,01	1,11
6	60	50,27	47,05	46,54	1,00	1,01	1,08

Nilai modulus elastisitas diambil berdasarkan pengujian kuat tekan aksial terhadap benda uji diameter 15 cm x tinggi 30 cm, diameter 10 cm x tinggi 20 cm, dan diameter 7,5 cm x tinggi 15 cm. Pengujian dilakukan pada umur 7,14,28 dan 60 hari setelah sebelumnya dilakukan perawatan dengan cara direndam dalam air tawar. Jumlah masing-masing umur pengujian tiap tipe ukuran benda uji silinder berjumlah 30 buah benda uji silinder dengan proporsi dan campuran bahan yang sama.

Hasil pengujian modulus elastisitas beton dari ukuran benda uji yang berbeda yaitu Tipe A ($\phi = 7,5$ cm dan $h = 15$ cm), Tipe B ($\phi = 10$ cm dan $h = 20$ cm) dan Tipe C ($\phi = 15$ cm dan $h = 30$ cm) dengan rasio antara diameter dan tinggi benda uji sebesar 0,5, menunjukkan bahwa modulus elastisitas beton dengan ukuran benda uji yang lebih kecil memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran benda uji yang standar (Tipe C), seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 5.

Table 5. Rasio modulus elastisitas rerata benda uji silinder terhadap ukuran benda uji silinder standar SNI

No.	Umur (hari)	Modulus Elastisitas (kg/cm^2)			Rasio thd Ukuran Standar		
		Ukuran Benda Uji			Ukuran Benda Uji		
		15/30	10/20	7,5/15	15/30	10/20	7,5/15
1	7	196147,17	158678,30	152597,56	1	0,81	0,78
2	8	223298,41	172231,22	179669,74	1	0,77	0,80
3	28	209114,37	214769,59	216764,19	1	1,03	1,04
4	60	231538,02	240495,75	259061,67	1	1,04	1,12

Hasil pengujian modulus elastisitas pada umur 28 hari untuk masing-masing tipe ukuran benda uji yaitu tipe C, B dan A, yang berurutan dari nilai terendah, masing-masing sebesar $E_{c-C} = 209114,37 \text{ kg/cm}^2$, $E_{c-B} = 214769,59 \text{ kg/cm}^2$, $E_{c-A} = 216764,19 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan pada umur beton mencapai 60 hari, dari nilai terendah masing-masing sebesar $E_{c-C} = 231538,02 \text{ kg/cm}^2$, $E_{c-B} = 240495,75 \text{ kg/cm}^2$, $E_{c-A} = 259061,67 \text{ kg/cm}^2$. Jika modulus elastisitas beton dari masing-masing benda uji dibandingkan dengan ukuran yang distandarkan oleh SNI, adalah tipe C: tipe B: tipe A = 1: 1,03: 1,04 pada umur beton 28 hari dan tipe C: tipe B: tipe A = 1: 1,04: 1,12 pada beton mencapai umur 60 hari.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Faktor koreksi ukuran benda uji silinder beton berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm, berdiameter 75 mm dan tinggi 150 mm terhadap ukuran standar secara berurutan adalah 1,01 dan 1,10 yang diidentifikasi terhadap kuat tekan beton pada umur 28 hari.
2. Faktor koreksi ukuran benda uji silinder beton berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm, berdiameter 75 mm dan tinggi 150 mm terhadap ukuran standar secara berurutan adalah 1,03 dan 1,04 yang diidentifikasi terhadap modulus elastisitas beton pada umur 28 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 363. 1988. State of the Art Report on Hight Strength Concrete, (ACI 363R-84). American Concrete Institute, Detroit, 1988, 48 pp.

- American Society for Testing and Materials (ASTM).1995. Concrete and Aggregates. Vol. 04.02.
- Anonim, 2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SNI-2002.
- Nawy, E.G. 1996. *Fundamentals of High Strength Performance Concrete*, Longman Group Limited,1996.
- Nevile, A.M.1975. *Properties of Concrete*. Second Edition. The EngLish Language Book society and Pitman Publishing. London
- Randall, V., and Fout, K. 1989. *High Strength Concrete for Pacific first Center*. Concrete International, V.11., No.4., April 1989.
- Supartono, F.X. 1998a. *Beton Berkinerja Tinggi dan Keterkaitannya dengan Pembangunan Nasional Memasuki Abad 21*. Seminar Material Konstruksi, JTS FTUI, Jakarta, Maret 1998.
- Supartono, F.X. 1998b. *Beton Berkinerja Tinggi, Keunggulan dan Permasalahannya*. Seminar HAKI, Jakarta, Agustus 1998.
- Tjokrodinuljo, K.1996. *Teknologi Beton*. Nafiri, Yogyakarta.
- Zadeh, A.M. and C. French. 2000a. *Time Dependent Properties of High Strength Concrete with Consideration for Precast Application*. ACI Material Journal, May-June 2000.
- Zadeh, A.M., French, C. 2000b, *Mechanical Properties of High Concrete with Consideration for Precast Applications*, ACI Material Journal, March-April 2000.