

Perbandingan Kuat Tekan Beton Yang Terkekang Pada Benda Uji Kubus Dan Silinder

Fitriani Ridzeki

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan MAB Jl.
Adhyaksa No. 2 Kayu Tangi Banjarmasin
Email: fitriani Ridzeki@yahoo.com

Abstrak

Pengujian kuat tekan beton menggunakan benda uji kubus dan silinder yang terkekang telah dilakukan. Benda uji kubus $15\text{ cm} \times 15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ jarak sengkang 5 cm dan silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang terkekang dengan jarak sengkang 5 cm dan 10 cm. Salah satu cara untuk mendapatkan material beton bertulang yang cukup daktil adalah dengan memberikan pengekangan pada beton (*confinement*). Pengekangan merupakan solusi yang paling efektif dalam meningkatkan daktilitas (μ) dan regangan beton (ϵ_c).

Nilai perbandingan dari kuat tekan yang didapat dari pengujian kubus dan silinder yang terkekang adalah untuk kubus $15\text{ cm} \times 15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ dengan nilai 1, dan untuk silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan nilai 0,97. Terjadi peningkatan nilai kuat beton pada benda uji silinder. Sedangkan bentuk benda uji kubus $20\text{ cm} \times 20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$ tidak dilakukan sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

Kata kunci: Kuat Tekan, Terkekang, Benda Uji

Latar Belakang

Dunia konstruksi sekarang mengalami perkembangan yang sangat cepat seiring dengan era Revolusi Industri 4.0. untuk memenuhi kebutuhan manusia akan tempat tinggal, sarana dan prasarana. Sehingga perancangan gedung pada saat ini perlu mendapat perhatian lebih tidak hanya sebagai fungsi dan manfaatnya tetapi juga menitikberatkan pada *life safety* atau keselamatan jiwa. Hal ini disebabkan wilayah Indonesia berada pada pertemuan lempeng-lempeng tektonik, yaitu *Indo-Australia Plate*,

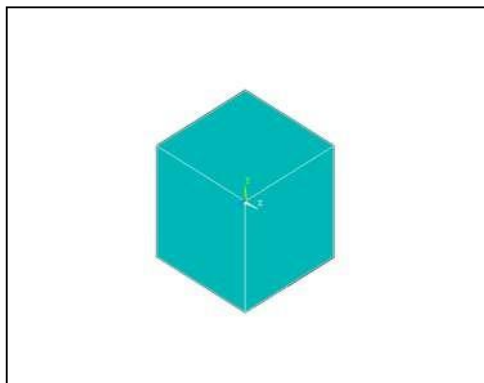
Eurasia Plate, *Pasifik Plate*. Juga berada di jalur yang dikenal dengan *Ring of Fire* disepanjang pertemuan jalur lempeng Australia dan Eurasia menjadikan wilayah Indonesia mempunyai potensi yang sangat besar terhadap bencana. Agar korban jiwa dapat diperkecil karena bangunan tidak mengalami keruntuhan. Akan tetapi kerusakan struktur yang sedemikian beratnya menyebabkan gedung tidak dapat diperbaiki sehingga apabila fungsi gedung tersebut adalah penting seperti rumah sakit, gedung pemerintahan maka kegiatan dalam gedung tersebut akan terhenti. Oleh karena itu diperlukan sebuah desain

Bangunan yang lebih memperhatikan tingkat kinerja bangunan yang bisa diperoleh dari pengujian kuat tekan beton benda uji untuk mewakili sebuah struktur. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan perbandingan nilai kuat tekan beton yang diberi pengekan (*confinement*). Standar benda uji yang digunakan pengujian kuat tekan adalah silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Benda Uji Silinder

Gambar 1 adalah pemodelan benda uji yang pertama yaitu beton bentuk silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Menurut SNI-03-2847- 2002, kuat tekan yang dihasilkan oleh benda uji silinder dalam perencanaan struktur beton dinyatakan dalam satuan MPa. Selain benda uji silinder, uji kuat tekan beton juga menggunakan benda uji kubus 15 cm × 15 cm × 15 cm dan 20 cm × 20 cm × 20 cm seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Model Benda Uji Kubus

Gambar 2 adalah pemodelan

benda uji beton bentuk kubus dengan ukuran 15 cm × 15 cm × 15 cm. Untuk benda uji kubus, mutu beton dinyatakan dengan huruf K dengan angka dibelakangnya yang menyatakan kekuatan karakteristik beton yang bersangkutan dengan satuan kg/cm².

Pada Tabel 1. menjelaskan perbandingan antara kekuatan tekan yang didapat dari benda uji yang telah disebutkan dimana benda uji kubus 15 cm × 15 cm × 15 cm sebagai acuannya.

Tabel 1. Perbandingan Kuat Tekan Beton pada Berbagai Benda Uji

Benda Uji	Perbandingan Kuat Tekan
Kubus 15 cm	1,00
Kubus 20 cm	
Silinder 15 cm × 30 cm	0,95
cm	0,83

(sumber: PBI 1971 N.I-2)

Tinjauan Pustaka

Kuat tekan beton diwakili oleh tegangan tekan maksimum f_c dengan satuan N/mm² atau MPa. Kuat tekan beton normal berumur 28 hari berkisar di antara 10 da 65 MPa. Struktur beton bertulang umumnya menggunakan beton dengan kuat tekan berkisar di antara 17 dan 30 MPa, sedangkan untuk beton prategang digunakan beton dengan kuat tekan yang lebih tinggi, yaitu dari 30 sampai 45 MPa. Untuk keadaan dan keperluan struktur khusus, beton *readymix* sanggup mencapai kuat tekan 62 MPa (MacGregor, 1997).

Perhitungan kuat tekan beton menggunakan persamaan:

$$f_c = \frac{P}{A}$$

Dimana:

f_c = kuat tekan beton (MPa)

P = beban hancur (N)

A = luas penampang (mm²)

Menurut Lorrain (1991), beton mutu normal Amemiliki harga, berkisar 20 sampai dengan 50 MPa. Dalam beberapa hal, beton mutu normal memiliki kelebihan dibandingkan beton mutu tinggi, seperti

1. Panas hidrasi pada awal pencampuran tidak terlalu tinggi,
2. Susut awal yang lebih rendah,
3. Rangkak awal yang lebih rendah, dan
4. Ketahanan terhadap fatigue yang lebih tinggi.

Dari tegangan maksimum yang diperoleh melalui pengujian mesin akan memberikan kekuatan tarik pada beton sehingga batas tarik beton. Proses ini menimbulkan batas

regangan maka didapat kurva tegangan-regangan beton. Dari hasil pengujian, kurva dapat ditetapkan model matematika yang sangat terkemuka oleh seluruh ahli di dunia. Salah satunya penelitian model persegi oleh Hognestad untuk menentukan distribusi tegangan yang bersifat nonlinier atau bagian parabola (MacGregor, 1997). Kuat tekan beton diukur dengan silinder beton berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm atau dengan kubus beton berukuran 150 mm × 150 mm × 150 mm. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh:

1. Faktor air semen (*water cement ratio* = w/c), semakin kecil nilai f.a.s nya maka jumlah airnya sedikit akan dihasilkan kuat tekan beton yang besar.
2. Sifat dan jenis agregat yang digunakan, semakin tinggi tingkat kekerasan agregat yang digunakan maka akan dihasilkan kuat tekan beton yang tinggi.
3. Jenis campuran.
4. Kelecekan (*workability*), untuk

mengukur tingkat kelecekan adukan dilakukan dengan menggunakan percobaan slump, yaitu dengan menggunakan cetakan kerucut terpancung dengan tinggi 300 mm diisi dengan beton segar, beton dipadatkan selapis demi selapis, kemudian cetakan diangkat. Pengukuran dilakukan terhadap merosotnya adukan dari puncak beton basah sebelum cetakan dibuka (disebut nilai slump). Semakin kecil nilai slump, maka beton lebih kaku dan *workability* beton rendah. Slump yang baik untuk pengerjakan beton adalah antara 70 dan 80 mm. Slump >

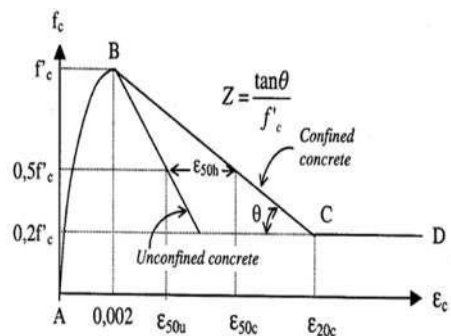
100 mm adukan dianggap terlalu encer.

- Perawatan (curing) beton, setelah satu jam beton dituang/dicor maka di sekeliling beton perlu di tutup dengan karung goni basah, agar air dalam adukan beton tidak cepat menguap. Apabila tidak dilakukan perawatan ini, maka kuat tekan beton akan turun.

Beton bertulang akan meningkat kekuatannya apabila dilakukan pengekan. Pada umumnya pengekan dilakukan menggunakan sengkang (tulangan transversal), baik itu yang berbentuk segi empat maupun yang berbentuk spiral. Hasil pengujian dari berbagai peneliti sebelumnya telah menunjukkan bahwa pengekan oleh tulangan transversal sangat mempengaruhi karakteristik atau perilaku tegangan-regangan beton (Park dan Paulay, 1975).

Untuk menggambarkan hubungan tegangan-regangan beton para ahli telah memperhitungkan beberapa parameter pengekan seperti jarak sengkang, mutu baja, diameter sengkang dan ada juga yang telah memperhitungkan pengaruh dari tulangan memanjang seperti rasio tulangan memanjang, jarak dan diameter tulangan memanjang (Abisetyo, 2009).

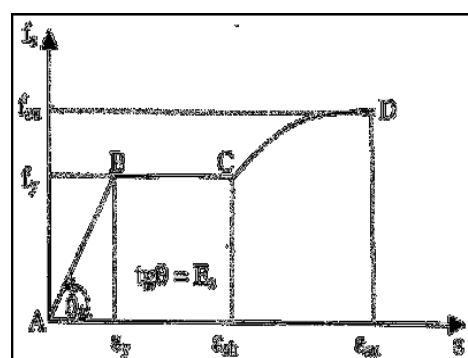
Kurva Usulan Kent-Park



Gambar 3. Kurva Tegangan- Regangan Beton Penelitian *Kent and Park* (1971)

Beton sebagai komponen struktur bangunan umumnya diperkuat dengan tulangan yang mampu menahan gaya tarik. Ada dua jenis baja tulangan yaitu, baja tulangan polos dan baja tulangan ulir (*deformed*). Baja tulangan ulir berfungsi untuk menambah lekatan antara beton dengan baja. Baja tulangan ulir yaitu batang tulangan yang permukaannya dikasarkan secara khusus, diberi sirip teratur dengan pola tertentu atau batang tulangan yang dipilih pada produksi (Park dan Paulay, 1975).

Kurva tegangan dan regangan baja menurut Park dan Paulay (1975) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva Tegangan- Regangan Baja *Park and Paulay* (1975)

Metodologi Penelitian

Uji Eksperimental

Benda uji yang akan digunakan adalah bentuk kubus dengan dimensi 150 mm × 150 mm × 150 mm dan silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Pada penelitian ini benda uji tersebut menggunakan tulangan utama dengan diameter 8,73 mm dan tulangan sengkang dengan diameter 5,26 mm. Dengan kode keterangan SA-B atau KA-B-C,S adalah bentuk benda uji silinder dan K untuk bentuk Kubus, A adalah tinggi benda uji, B adalah jarak pengekatan benda uji.

Pengujian Kuat Tarik Besi Tulangan

Pengujian tarik besi tulangan dilakukan untuk tulangan polos dengan diameter 8,73 mm dan 5,26 mm. Benda uji besi tulangan dipotong sepanjang 30 cm, lalu besi ditandai dengan jarak 10 cm sebagai acuan pengamatan perpanjangan, setelah dikeluarkan dari mesin *tensile test* jarak 10 cm pengamatan diukur kembali dan didapat nilai perpanjangan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan

Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Mutu beton pada umumnya ditentukan berdasarkan kuat tekannya.

Cara menguji modulus elastisitas beton dilakukan terhadap benda uji berupa bentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm atau kubus dengan sisi 150 mm setelah umur 28 hari. Pengujian kuat tekan beton dilakukan menggunakan mesin *compression test*, benda uji silinder dan *dial gauge*. Pengujian dilakukan setelah benda uji mencapai umur 28 hari. Pembebanan dilakukan sampai benda uji tidak kuat lagi menahan tekanan dan retak atau hancur. Mencatat regangan, khususnya untuk pengujian kuat tekan hingga benda uji hancur dengan melakukan *load control* dari awal pembebanan hingga mencapai beban maksimum dan *displacement control* dari pembebanan maksimal hingga benda uji hancur atau tidak dapat menerima beban lagi.



Gambar 6. Benda Uji, Dial Gauge dan Compression Test

Hasil dan Pembahasan

Model yang akan dianalisis manual menggunakan model pendekatan dengan perhitungan matematik. Langkah ini dilakukan agar diperoleh nilai validasi yang mendekati hasil eksperimental laboratorium. Dari hasil analisis model tersebut diperoleh data berupa nilai perbandingan kuat tekan beton.

Benda uji yang dilakukan di laboratorium adalah bentuk kubus 150 mm × 150 mm × 150 mm dan silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Berdasarkan hasil uji laboratorium untuk benda uji kubus 150 mm × 150 mm × 150 mm diperoleh beban maksimum pada masing-masing benda uji pada kondisi dengan tulangan utama 4ø8,73 mm dan tulangan sengkang pada spasi vertikal 50 mm dengan diameter sengkang 5,26 mm seperti tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Beban Maksimum dan Kuat Tekan pada Benda Hasil Pengujian Laboratorium

		4	
2.	Silinder		
	S-50-1	-	-
	S-50-2	42	23,78
	S-50-3	0	24,23
	S-100-1	42	24,01
	S-100-2	8	23,78
	S-100-3	42	7,70
		4	
		42	
		0	
		13	
		6	

NO.	Benda Uji Kubus	Beban Maksimu m (kN)	Kuat Tekan (N/mm ²)
1.	Kubus		
	K150-1	56	24,89
	K150-2	0	23,02
	K150-3	51	26,84
		8	
		60	

Tabel 3. Nilai Beban Maksimum dan Deformasi pada Benda Uji Kubus dan Silinder Hasil Pengujian Laboratorium

Model	Kondisi Maksimum		
	P_u (kN)	f_c (N/mm ²)	Δ_u (mm)
(2)	(3)	(4)	(5)
K-50-3	604	26,84	-
S-50-3	428	24,23	0,720
S-100-1	420	24,01	0,158



Gambar 7. Pola Keruntuhan Silinder dengan Jarak Sengkang 50 mm

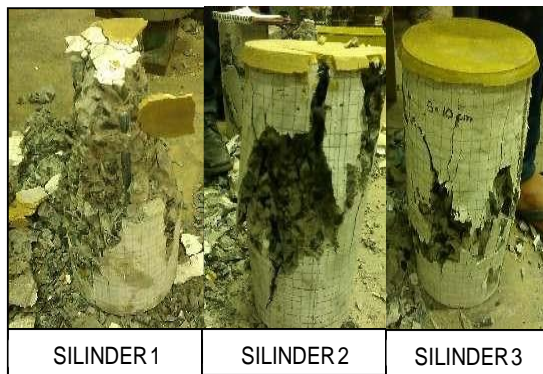
Dari Tabel 4. Nilai Perbandingan Kuat Tekan Beton yang Terkekang

No	Model	Rasio Lab	Rasio PBI 1971
	<i>Terkekang</i>		
1.	K150-50	1,00	1,00
2.	K200-50	-	0,95
3.	S300-50	0,97	0,83

Dari Tabel 4. dapat dilihat rasio kuat tekan untuk beton yang terkekang rasio kuat tekan pada model bentuk silinder 300 mm × 150 mm adalah 0,97 terhadap model bentuk kubus 150 mm × 150 mm × 150 mm. Sedangkan model bentuk kubus 200 mm × 200 mm × 200 mm belum dilakukan.

Pola keruntuhan yang terjadi Hasil Pengujian Laboratorium untuk Silinder dengan Tulangan kondisi Jarak Sengkang 50 mm

Pola keruntuhan yang terjadi Hasil Pengujian Laboratorium untuk Silinder dengan Tulangan kondisi Jarak Sengkang 100 mm



Gambar 8. Pola Keruntuhan Silinder dengan Jarak Sengkang 100 mm

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada benda uji kubus dan silinder dengan variasi jarak sengkang 50 mm, 100 mm dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengaruh pengekan terhadap benda uji kubus adalah jarak sengkang yang mempengaruhi nilai beban maksimum, semakin rapat jarak antar sengkang maka nilai beban maksimum semakin besar, tegangan maksimum juga semakin besar sedangkan nilai regangan semakin kecil. Sedangkan pada benda uji silinder jarak sengkang dengan pengekan persegi tidak mempengaruhi nilai beban maksimum, tegangan dan regangannya.
2. Perbandingan kuat tekan benda uji silinder 300 mm × 150 mm nilai rasio kuat tekan terjadi kenaikan sebesar 16,8% untuk untuk terhadap rasio kuat tekan silinder tak terkekang pada PBI 1971 untuk terhadap rasio kuat tekan kubus tak terkekang pada PBI 1971.

Referensi

- [1]Abisetyo, Windunoto. 2009. *Studi Pengaruh Pengekan pada Balok Beton Bertulangan Rangkap dengan Unified Theory*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- [2]ASTM C39-94. 1996. *Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. ASTM Standards: Concrete and Aggregates, V.04.02., Philadelphia.
- [3]Dipohusodo, Istimawan. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.
- [4]Hognestad, E., N.W. Hanson, dan M. Henry, D.1955. *Concrete Stress Distribution in Ultimate Strength Design*. ACI Journal V.52. No.6, American Concrete Institute, Detroit.
- [5]Kent, D.C., dan R. Park. 1971. *Flexural Members with Confined Concrete*. Journal of Structural Division ASCE V.97 No. ST7.
- [6]Park, R. dan T. Paulay. 1975. *Reinforced Concrete Structures*. John Willey & Sons. New York, US.
- [7]SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional, 2002.
- [8]SNI 03-1726-2003. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung*. Badan Standarisasi Nasional, 2003.
- [9]Tavio T., I. Wimbadi, N. Kusuma, R. Tirtajaya. 2009. *Effect Confinement on Interaction Diagrams of Square Reinforced Concrete Columns*. Civil Engineering Dimension Volume 11 No.2