

## EVALUASI MUTU BETON MENGGUNAKAN BETON INTI DIAMETER KECIL

### *EVALUTION OF CONCRETE BY USING SMALL CORE DIAMETER*

Yulius Rakhman<sup>1)</sup>, Herman Parung<sup>2)</sup>, Rita Irmawaty<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Magister Student, Civil Engineering Department, Hasanuddin University, Makassar, Indonesia.

<sup>2)</sup> Professor, Civil Eng. Dep., Hasanuddin University, Makassar, Indonesia.

<sup>3)</sup> Associate Professor, Civil Eng. Dep., Hasanuddin University, Makassar, Indonesia.

Email address : [yuliusurabaya@gmail.com](mailto:yuliusurabaya@gmail.com), [rita\\_irmaway@yahoo.co.id](mailto:rita_irmaway@yahoo.co.id).

#### ABSTRAK

Salah satu penyebab keterbatasan pengambilan sampel beton inti karena keberadaan tulangan pada struktur beton. Jika digunakan diameter core besar, dapat menurunkan kapasitas struktur beton dengan adanya tulangan yang terpotong. Oleh karena itu, dilakukan studi penggunaan core beton diameter kecil untuk memprediksi kuat tekan beton diameter kecil terhadap silinder beton diameter standar. Benda uji berupa (a) silinder beton berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm; (b) 2 plat beton berdimensi 45cm x 45cm x 13cm; dan (c) 4 balok beton berdimensi 70cm x 30cm x 15cm. Metode pengambilan sampel core diameter 2 inchi dan 1 inchi dengan arah sejajar dan tegak lurus arah pengecoran. Ada 2 variasi mutu beton yaitu 20 MPa dan 30 Mpa dengan MSA masing-masing 10 mm dan 20 mm. Pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas beton dilakukan, serta uji normalitas beton inti untuk mengevaluasi kecukupan benda uji. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton inti 2 inchi dengan pengambilan benda uji sejajar dan tegak lurus arah pengecoran memenuhi syarat uji normalitas, sehingga dapat direkomendasikan dengan jumlah sampel 25 buah, sedangkan untuk sampel berdiameter 1 inchi jumlah sampelnya perlu ditambah.

Kata Kunci : beton inti, core drill, kuat tekan.

#### ABSTRACT

*One of the causes of limited sampling on concrete structures is that there are reinforcement in the concrete structure, so that when using a large diameter drill core, can damage the concrete structure. Therefore a study of small diameter concrete was conducted to predict the compressive strength of cylindrical concrete. Test specimens in the form of concrete cylinders with dimension 10 cm x 20 cm, 2 concrete plates with dimension 45cm x 45cm x 13cm and 4 concrete beams with dimensions 70 cm x 30 cm x 15 cm by taking concrete using a drill core diameter of 2" and 1". Two concrete slabs and two concrete beams with concrete strength ( $f_c$ ) 20 MPa (MSA 20mm and 10mm) while two concrete concrete slabs and two concrete beams with concrete strength ( $f_c$ ) 30 MPA (MSA 20mm and 10mm). Types of tests carried out include testing the compressive strength of concrete, core concrete normality test, modulus of elasticity and compressive strength of the core concrete. From test results, can be concluded that the compressive strength of core concrete with sample in the direction of casting for a diameter of 2 inches and concrete strength of 20 MPa (MSA 20 mm and 10 mm) meets the requirements and can be recommended with number samples of 25, whereas for diameter 1" the number of samples must be added.*

**Keywords:** *Concrete Core, core drill, compressive strength.*

## I. PENDAHULUAN

Beton menurut ASTM C125-06a “Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates” didefinisikan sebagai bahan komposit dengan penyusun utamanya berupa partikel atau fragmen berbentuk agregat yang saling mengikat dan melekat. Kualitas beton dipengaruhi oleh banyak hal, diantaranya oleh material penyusunnya, komposisi campuran, cara pengerjaan, dan perawatan. ASTM C42-16 “Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Core and Sawed Beams of Concrete” (ASTM, 2016) menetapkan ukuran standar sampel beton inti yaitu berdiameter minimum 4 inci (100 mm).

Pada kenyataannya beton inti dengan diameter lebih kecil sering digunakan karena lebih mudah dalam pengerjaan, perawatan, dan penyimpanan, serta lebih cepat dibandingkan dengan ukuran standar. Beton inti berdiameter kecil juga lebih meminimalkan kerusakan struktur seperti tidak memotong tulangan yang ada pada suatu struktur dengan tulangan yang rapat dan menghasilkan lubang yang lebih kecil untuk dilakukan perbaikan. Permasalahan yang muncul kemudian adalah nilai kuat tekan dari beton inti berdiameter kecil mempunyai nilai koefisien variasi yang besar sehingga agak sulit untuk menentukan nilai kuat tekan yang sebenarnya.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yamamoto, et all (2013) penggunaan spesimen beton inti berdiameter kecil pada uji kuat tekan elemen struktur merupakan teknologi yang memberikan sedikit kerusakan pada struktur saat pengambilan sampel dilakukan. Namun, variasi hasil uji kuat tekan beton inti berdiameter kecil

menjadi besar dan sulit untuk mengevaluasi secara tepat nilai kekuatan tekannya dan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yamamoto, et all (2015) Kekuatan tekan inti berdiameter kecil cenderung lebih besar jika kadar volume agregat kasar dari spesimen lebih tinggi.

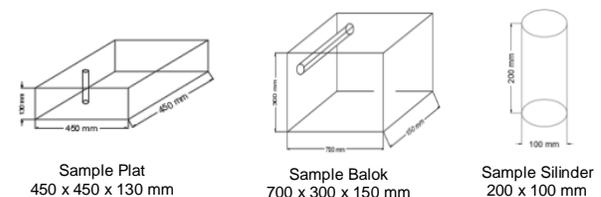
## II. BAHAN DAN METODE

### 2.1 Lokasi Penelitian

Pengambilan dan Pembuatan Sampel menggunakan Core Drilled Test ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.

### 2.2 Desain Penelitian

Benda uji yang dibuat di Laboratorium Struktur dan Bahan Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin adalah berbentuk plat ukuran 450x450x130 mm, balok ukuran 700x300x150 mm dan silinder ukuran 200x100 mm dengan 2 (dua) mutu yang berbeda ( $f'c$  20 Mpa dan  $f'c$  30 Mpa) dan 2 (dua) agregat kasar dengan MSA yang berbeda (MSA 10 mm dan MSA 20 mm). Gambar 1 menunjukkan desain benda uji.



**Gambar 1.** Desain Benda Uji

### 2.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dibantu oleh teman-teman mahasiswa S1 di Laboratorium Struktur dan Bahan departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin. Data yang diambil di Laboratorium Struktur dan Bahan Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin adalah data dari hasil core drill Ø 2 inci, Ø 1 inci dengan metode pengambilan arah sejajar (plat beton) dan tegak lurus pengecoran (balok beton) serta beton silinder dengan cara pengujian kuat tekan, pengujian uji normalitas sampel beton inti, pengujian modulus elastisitas, dan evaluasi kuat tekan beton inti yaitu mencari faktor korelasi antara beton inti dengan beton silinder. Sampel yang diambil di laboratorium terbagi jadi 4 variasi yaitu variasi A ( $f'c$  20 MPa dan MSA 20 mm), Variasi B ( $f'c$  20 MPa dan MSA 10 mm), Variasi C ( $f'c$  30 MPa dan MSA 20 mm), Variasi D ( $f'c$  30 MPa dan MSA 10 mm).

## III. HASIL PENELITIAN

### 3.1 Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh faktor air semen, sifat dan jenis agregat, jenis campuran, kelecakan (workability), perawatan (curing) beton dan umur beton. Kuat tekan benda uji beton inti dihitung dengan menggunakan rumus :

$$f'c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana :

- $f'c$  = kuat tekan (MPa)
- P = beban uji maksimum yang ditunjukkan oleh mesin uji tekan (N).
- A = luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>).

Dari hasil rata-rata test nilai kuat tekan dari beton silinder usia 28 hari dengan nilai ditiap

variasi adalah sebagai berikut variasi A 21,25 MPa, variasi B 24,27 MPa, variasi C 33,82 MPa, variasi D 34,67 MPa.

Tabel 1 menunjukkan hasil kuat tekan dari beton inti pengambilan sampel sejajar arah pengecoran dengan diameter 2 inci dan 1 inci adalah sebagai berikut untuk diameter 2 inci variasi A 22,18 MPa, variasi B 26,98 MPa, variasi C 31,70 MPa, variasi D 33,06 MPa sedangkan untuk diameter 1 inci variasi A 20,06 MPa, variasi B 24,00 MPa, variasi C 27,15 MPa, variasi D 28,61 MPa dan hasil kuat tekan dari beton inti pengambilan sampel tegak lurus arah pengecoran dengan diameter 2 inci dan 1 inci adalah sebagai berikut untuk diameter 2 inci variasi A 20,44 MPa, variasi B 26,27 MPa, variasi C 29,25 MPa, variasi D 30,36 MPa sedangkan untuk diameter 1 inci variasi A 17,94 MPa, variasi B 23,94 MPa, variasi C 24,92 MPa, variasi D 27,70 MPa.

**Tabel 1.** Nilai Kuat Tekan Beton Inti dan Beton Silinder

Sampel	Beton Silinder (Mpa)	Beton Inti (Mpa)			
		Pengambilan Sejajar Arah Pengecoran		Pengambilan Tegak Lurus Arah Pengecoran	
		Ø 2 inci	Ø 1 inci	Ø 2 inci	Ø 1 inci
A	21.25	22.18	20.06	20.44	17.94
B	24.27	26.98	24.00	26.27	23.94
C	33.82	31.70	27.15	29.25	24.92
D	34.67	33.06	28.61	30.36	27.70

### 3.2 Pengujian Normalitas Beton Inti

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian normalitas beton inti dapat dilihat apakah dapat mencukupi atau tidak jumlah pengujian sebanyak 25 sampel disetiap variasi untuk menentukan nilai kuat tekan.

**Tabel 2.** Pengujian Normalitas Beton Inti

Sampel	Beton Inti (Mpa)	
	Pengambilan Sejajar Arah Pengecoran	Pengambilan Tegak Lurus Arah Pengecoran

	Ø 2 inci	Ø 1 inci	Ø 2 inci	Ø 1 inci
A	√	√	√	x
B	√	x	x	x
C	√	√	x	x
D	√	x	√	x

### 3.3 Pengujian Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas beton menurut ASTM C469-02 adalah nilai tegangan regangan beton dalam kondisi elastis, pada saat tegangan menjadi 40% dari kuat tekan maksimum. Pengujian modulus elastisitas ini bertujuan untuk menentukan mutu beton yang disyaratkan modulus elastisitas dari sampel beton pada umur 28 hari. Rumus modulus elastisitas secara eksperimental dihitung dengan rumus:

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\epsilon_2 - 0,00005} \quad (2)$$

Dimana :

$E_c$  = Modulus elastisitas beton (MPa)

$S_1$  = Tegangan pada saat regangan longitudinal  $\epsilon_1 = 0,00005$  (MPa)

$S_2$  = Tegangan pada saat 40% beban maksimum (MPa)

$\epsilon_2$  = Regangan longitudinal yang dihasilkan pada saat  $S_2$

Rumus modulus elastisitas secara teoritis dihitung dengan rumus :

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c} \quad (3)$$

Dimana:

$E_c$  = Modulus elastisitas beton (MPa)

$f_c$  = Kuat tekan beton umur 28 hari (MPa) sementara untuk beton dengan nilai 1442 kg/m<sup>3</sup> sampai 2563 kg/m<sup>3</sup>, dihitung dengan rumus :

$$E_c = W_c^{1,5} \cdot 0,043 \sqrt{f_c} \quad (4)$$

Dimana :

$E_c$  = Modulus elastisitas beton (MPa)

$f_c$  = Kuat tekan beton umur 28 hari (MPa)

$W_c$  = Berat volume beton (kg/m<sup>3</sup>)

Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian modulus elastisitas adalah untuk melihat nilai modulus elastisitas secara eksperimental apakah lebih kecil atau lebih besar dari modulus elastisitas secara teoritis.

**Tabel 3.** Pengujian Modulus Elastisitas

Sampel	Pengambilan Sejajar Arah Pengecoran				Pengambilan Tegak Lurus Arah Pengecoran			
	Ø 2 inci		Ø 1 inci		Ø 2 inci		Ø 1 inci	
	Teoritis	Eksperimental	Teoritis	Eksperimental	Teoritis	Eksperimental	Teoritis	Eksperimental
A	18,029.46	20,505.74	20,060.37	22,607.79	19,242.49	21,230.93	19,666.21	20,213.23
B	21,963.27	23,141.00	20,441.29	24,481.08	21,631.84	18,012.28	21,510.18	43,798.21
C	23,500.80	25,150.04	22,443.55	27,197.69	25,001.87	-	24,582.99	26,395.20
D	24,509.61	26,382.03	23,795.06	28,202.56	20,685.74	31,183.00	26,457.50	39,214.54

standar diameter 10 cm. ASTM C42-12 mengatur

### 3.4 Pengujian Kuat Tekan Beton Inti

Evaluasi kuat tekan beton inti dilakukan dengan membandingkan nilai kuat tekan antara beton inti berdiameter 2 inci dan 1 inci serta beton

dimensi penampang beton inti tidak boleh kurang dari dua kali MSA sedangkan pada BS-EN 12504-1:2000 menerangkan rasio MSA dalam beton terhadap diameter beton inti memiliki

pengaruh signifikan terhadap kuat tekan apabila nilainya lebih besar dari 1:3. Beton inti dengan MSA yang lebih kecil memiliki nilai kuat tekan yang lebih mendekati kuat tekan beton standar.

Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian Evaluasi Kuat Tekan Beton Inti adalah untuk melihat Faktor Korelasi beton inti terhadap beton silinder.

**Tabel 4.** Faktor Korelasi Kuat Tekan Beton Inti

Sampel	Pengambilan Sejajar Arah Pengecoran		Pengambilan Tegak Lurus Arah Pengecoran	
	Ø 2 inci	Ø 1 inci	Ø 2 inci	Ø 1 inci
A	1.0364	1.1801	1.1013	1.3104
B	1.0205	1.1536	1.0815	1.1944
C	1.0364	1.1801	1.1013	1.3104
D	1.0205	1.1536	1.0815	1.1944

#### IV. PEMBAHASAN

Untuk pengambilan sampel secara tegak lurus maupun sejajar arah pengecoran, menunjukkan bahwa nilai kuat tekan pada beton inti berdiameter 1 inci lebih kecil dibandingkan dengan beton inti berdiameter 2 inci. Hal ini menunjukkan bahwa beton inti dengan diameter 1 inci memerlukan faktor koreksi yang lebih besar dibandingkan dengan beton inti berdiameter 2 inci.

Untuk pengambilan sampel secara tegak lurus maupun sejajar arah pengecoran, menunjukkan bahwa nilai kuat tekan pada beton inti berdiameter 1 inci dan 2 inci untuk agregat dengan MSA 20 mm lebih kecil dibandingkan dengan beton inti berdiameter 1 inci dan 2 inci untuk agregat dengan MSA 10 mm.

Untuk pengambilan sampel secara sejajar arah pengecoran, menunjukkan bahwa nilai kuat tekan pada beton inti berdiameter 2 inci untuk mutu  $f'c$  20 MPa lebih besar dibandingkan dengan uji silinder standar Ø 10 cm sedangkan untuk beton inti berdiameter 2 inci untuk mutu  $f'c$

30 MPa, beton inti berdiameter 1 inci untuk mutu  $f'c$  20 MPa dan  $f'c$  30 MPa lebih kecil dibandingkan dengan uji silinder standar Ø 10 cm.

Untuk pengambilan sampel secara sejajar arah pengecoran, menunjukkan bahwa nilai kuat tekan pada beton inti berdiameter 2 inci untuk mutu  $f'c$  20 MPa lebih besar dibandingkan dengan uji silinder standar Ø 10 cm sedangkan untuk beton inti berdiameter 2 inci untuk mutu  $f'c$  30 MPa, beton inti berdiameter 1 inci untuk mutu  $f'c$  20 MPa dan  $f'c$  30 MPa lebih kecil dibandingkan dengan uji silinder standar Ø 10 cm.

Untuk pengambilan sampel secara tegak lurus arah pengecoran, menunjukkan bahwa nilai kuat tekan pada beton inti berdiameter 2 inci untuk mutu  $f'c$  20 MPa (variasi B) lebih besar dibandingkan dengan uji silinder standar Ø 10 cm sedangkan untuk beton inti berdiameter 2 inci untuk mutu  $f'c$  20 MPa (variasi A), beton inti berdiameter 2 inci untuk mutu  $f'c$  30 MPa, beton inti berdiameter 1 inci untuk mutu  $f'c$  20 MPa dan  $f'c$  30 MPa lebih kecil dibandingkan dengan uji silinder standar Ø 10 cm.

Untuk pengambilan sampel secara sejajar arah pengecoran, menunjukkan bahwa faktor korelasi untuk beton inti 2 inci dengan MSA 20 mm sebesar 1,0364, untuk MSA 10 mm sebesar 1,0205, sedangkan faktor korelasi untuk beton inti 1 inci dengan MSA 20 mm sebesar 1,1801, dan untuk MSA 10 mm sebesar 1,1536 untuk menyamakan dengan nilai kuat tekan beton silinder 10 cm untuk mutu beton antara 20 MPa hingga 30 MPa.

Untuk pengambilan sampel secara tegak lurus arah pengecoran, menunjukkan bahwa faktor korelasi untuk beton inti 2 inci dengan MSA 20 mm sebesar 1,1013, untuk MSA 10 mm sebesar 1,0815, sedangkan faktor korelasi untuk beton inti 1 inci dengan MSA 20 mm sebesar 1,3104, dan untuk MSA 10 mm sebesar 1,1944, untuk menyamakan dengan nilai kuat tekan beton

silinder 10 cm untuk mutu beton antara 20 MPa hingga 30 MPa.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kami menyimpulkan bahwa yang memenuhi dan direkomendasikan untuk mewakili kuat tekan beton inti adalah pengambilan sejajar dengan diameter 2 inci ( $f_c$  20 MPa dengan MSA 20 mm dan MSA 10 mm) dengan jumlah sampel 25 buah, sedangkan untuk yang lainnya harus ditambah jumlah sampel untuk lebih mendekati dan saran yang dapat diberikan sebagai pertimbangan dalam penelitian lebih lanjut adalah perlu dipertimbangkannya jumlah benda uji yang lebih banyak dengan mengambil variasi ukuran benda uji bentuk plat dan balok.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M. Eng. dan Ibu Dr.Eng. Hj. Rita Irmawaty, ST., MT. atas segala bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mulai dari pengembangan minat terhadap permasalahan pada penelitian ini, pelaksanaan penelitian, sampai dengan penulisan tesis ini. Terima kasih untuk Istri dan anak tercinta beserta yang telah banyak memberikan dukungan, motivasi dan doa selama ini. Terima kasih kepada staf Laboratorium Struktur dan Bahan departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin serta para mahasiswa yang turut membantu sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] ACI 211.1-91 Standart Practice for Normal, Heavyweight and Mass Concrete.

- [2] ACI 214.4R-03 Guide For Obtaining Cores and Interpreting Compressive Strength Result.
- [3] American Society for Testing and Material. Annual Book of ASTM Standart: Volume 04.02, Concreate and Aggregate. US and Canada. 2003. American Society for Testing and Material. *ASTM Standart: C125-06a, Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates.*
- [4] American Society for Testing and Material. *ASTM Standart: C42-16, Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Core and Sawed Beams of Concrete.*
- [5] SNI 03-1974-1990 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.
- [6] SNI 03-3403-1994 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton Inti Pemboran.
- [7] SNI 03-2492-2002 tentang Metode Pengambilan dan Pengujian Beton Inti.
- [8] SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.
- [9] Yamamoto, Daisuke., Hamada, Hidenori., Sagawa, Yasutaka., Hiromitsu, Toshiumi. Evaluation of Compressive Strength of Concreate Using Small Diameter Core. Journal 3<sup>rd</sup> International Conference on Sustainable Construction Materials & Technologies – SCMT3. Kyoto Research Park, Kyoto, Japan: 2013.
- [10] Yamamoto, Daisuke., Hamada, Hidenori., Sagawa, Yasutaka. Variation and Its Suppression Method of Compressive Srength Obtained by Small Diameter Core Specimen. Jounal 40<sup>th</sup> Conference on Our World in Concrete & Structures. Singapore: 2015.