

# PENGARUH TINGGI SAMPEL TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Rizky Imam Fauzan<sup>1)</sup>, Darlina Tamjung<sup>2)</sup>, M. Husni Malik Hasibuan<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Alumni <sup>2,3)</sup>, Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik

Universitas Islam Sumatra Utara

[darlina@ft.uisu.ac.id](mailto:darlina@ft.uisu.ac.id); [husnihasibuan@ft.uisu.ac.id](mailto:husnihasibuan@ft.uisu.ac.id)

## Abstrak

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi hasil kombinasi antara semen, agregat halus, agregat kasar, dan air yang dicampur menjadi satu massa padat. Pekerjaan pembuatan beton dapat ditambahkan suatu bahan tambah mineral (additive) maupun bahan tambah kimiawi guna kepentingan dalam pekerjaan konstruksi. Pada beberapa kasus pekerjaan konstruksi diinginkan agar beton yang dapat dihasilkan kekuatan yang optimum pada umur awal beton sehingga waktu pengerjaan pembetonan dapat dipersingkat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh bentuk benda uji terhadap kuat tekan beton yang telah mengeras yang mengandung semen Portland komposit, terdapat tiga jenis cetakan yang digunakan yaitu : cetakan silinder diameter 150mm dengan tinggi 300mm, silinder diameter 150mm dengan tinggi 200mm dan 150mm dengan tinggi 150mm. Hasil pengujian kuat tekan dari sampel silinder diameter 150mm x 300mm lebih kecil dari sampel silinder diameter 150mm x 200mm dan lebih kecil dari sampel 150mm x 150mm. Nilai kuat tekan dari sampel silinder 150mm x 150mm lebih besar dari benda uji silinder diameter 150mm x 300mm.

**Kata-Kata Kunci** :Kuat Tekan, Semen, Agregat, Beton, Komposit

## I. Pendahuluan

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya. Dalam proses pembuatan beton sangat dipengaruhi oleh komposisi masing-masing unsur pembentuk, pelaksanaan, pemadatan dan pemeliharaan selama pengeringan, sehingga dihasilkan beton sesuai rencana. Kekuatan tekan adalah salah satu sifat yang palih penting beton dan merupakan parameter mekanis dasar yang dibutuhkan dalam desain struktur beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas penampang. Sejauh ini pengujian yang paling umum dilakukan adalah pengujian kuat tekan beton. Kekuatan tekan beton biasanya diperoleh dari menguji spesimen beton berbentuk kubus atau silinder dengan ukuran yang berbeda seperti yang disarankan oleh standar yang berlaku. Berdasarkan SNI 2847-2013, peraturan persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung telah mengatur bahwa pengujian kuat tekan beton harus menggunakan spesimen beton berbentuk silinder 300mm x 150mm, 200mm x 150mm dan 150mm x 150mm. Sedangkan menurut Pt T-37-2000-C, tata cara penilaian beton dan penerimaan beton normal selama pelaksanaan bangunan menjelaskan bahwa benda uji standar harus memenuhi ketentuan yakni silinde r 300mm x 150mm, 200mm x 150mm dan 150mm x 150mm.

Kekuatan menjadi tinjauan yang penting karena dalam setiap desain dan perencanaan membutuhkan data kekuatan dari material. Sebab itu pengujian di laboratorium diperlukan agar dapat menentukan seberapa besar kekuatan yang mampu dipikul benda uji tersebut. Hasil dari kuat tekan berdasarkan pengujia den gan benda uji silinder

dapat di hitung dan menghasilkan nilai kuat tekan berbeda.

## II. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Deskripsi Beton

Beton merupakan suatu elemen struktur yang terdiri dari partikel-partikel agregat yang dilekatkan oleh pasta yang terbuat dari semen portland dan air. Pasta itu mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel agregat dan setelah beton segar dicorkan, ia akan mengeras sebagai akibat dari reaksi-reaksi kimia eksotermis antara semen dan air sehingga membentuk suatu bahan struktur yang padat dan dapat tahan lama, (Ferguson, 1991, dalam Muhammad Ikhsan Saifuddin, 2012).

Mulyono Tri (2004), mengungkapkan bahwa beton merupakan fungsi dari bahan penyusunannya yang terdiri dari bahan semen hidrolik, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah. Sedangkan Sagel, dkk, (1994), menguraikan bahwa beton adalah suatu komposit dari bahan batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Mutu beton dipengaruhi oleh bahan pembentukannya serta cara pengerjaannya. Semen mempengaruhi kecepatan pengerasan beton, Air pada pembuatan adukan beton berfungsi untuk mempermudah sifat pengerjaan beton atau meningkatkan kinerja (workability) beton, Selanjutnya kadar lumpur, atas pengerjaan yang mencakup cara penuangan, pemadatan, dan perawatan, yang pada akhirnya mempengaruhi kekuatan beton.

### 2.2 Material Penyusun Beton

Berikut ini adalah material- material yang merupakan komposisi campuran beton :

### 2.2.1 Semen

Semen merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling klinker yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina, dan oksid besi, dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus ini bila dicampur dengan air, selang beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat hidrolis. (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1989).

Fungsi semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun sebagai bahan pengikat maka peranan semen sangat penting.

### 2.2.2 Agregat

Agregat merupakan butiran mineral yang merupakan hasil disintegrasi alami batu-batuan atau juga berupa hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alam. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun demikian peranan agregat pada beton sangat penting. Kandungan agregat dalam beton kira-kira mencapai 60% - 80% dari volume total beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton. Agregat dibedakan menjadi dua macam yaitu agregat kasar dan agregat halus, agregat kasar dapat didapat secara alami dan buatan.

Untuk menghasilkan beton dengan kekompakan yang baik, diperlukan gradasi agregat yang baik. Gradasi agregat adalah distribusi ukuran kekerasan butiran agregat. Gradasi diambil dari hasil pengayakan dengan lubang ayakan 38mm, 25mm, 19mm, 12,5mm, 9,6mm, 4,75mm, 2,36mm, 1,18mm, 0,6mm, 0,425mm, 0,150mm untuk koral. Untuk pasir lubang ayakan 4,75mm, 2,36mm, 1,18mm, 0,6mm, 0,425mm, dan 0,15mm. Penggunaan bahan batuan dalam adukan beton berfungsi :

1. Menghemat penggunaan semen portland.
2. Menghasilkan kekuatan yang besar pada beton.
3. Mengurangi susut pengerasan.
4. Mencapai susunan pampat beton dengan gradasi beton yang baik.
5. Mengontrol workability adukan beton dengan gradasi bahan batuan baik. (Paul Nugraha & Antoni, 1995)

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan berdasarkan pada ukuran butiran-butirannya. Agregat yang mempunyai butiran-butiran yang besar disebut agregat kasar yang ukurannya lebih besar dari 4,75mm. sedangkan butiran agregat yang kecil disebut agregat halus yang memiliki ukuran lebih kecil dari 4,75mm.

### 2.3 Kelangsingan Beton

Kelangsingan suatu kolom dapat dinyatakan dalam suatu rasio yang disebut

rasio kelangsingan. Rasio kelangsingan dapat ditulis sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{KL}{r}$$

Keterangan:

$\lambda$  = rasio kelangsingan

$K$  = faktor panjang efektif komponen struktur tekan;

$L$  = panjang struktur tekan yang tidak ditopang;

$r$  = jari-jari putaran (*radius of gyration*)

potongan lintang komponen struktur tekan =  $\sqrt{I/A}$  ;

$I$  = momen inersia penampang struktur tekan;

$A$  = luas penampang struktur tekan.

Harga  $KL/r$  dibatasi pada 200 untuk elemen struktur tekan. Harga  $KL/r$  yang memisahkan tekuk elastis(perilaku kolom panjang) dari tekuk inelastis (perilaku kolom pendek) ditentukan secara sembarang sebagai harga dimana tegangan tekuk Euler ( $f_e$ ) sama dengan  $F_y / 2$ . Harga  $KL/r$  ini disebut  $C_c$

$$C_c = \sqrt{\frac{KL}{r}} \sqrt{\frac{2\lambda^2 E}{F_y}}$$

Keterangan:

$C_c$  = batas tekuk elastis.

$E$  = modulus elastisitas

$F_y$  = tegangan leleh.

### 2.4 Kuat Tekan Beton.

Menurut Dipohusodo (1994 : 7) kuat tekan beton diwakili oleh tegangan tekan maksimum  $f'_c$  dengan satuan  $N/mm^2$  atau MPa (Mega Pascal). Sebelum diberlakukannya sistem SI di Indonesia, nilai tegangan menggunakan satuan  $kgf/cm^2$ . Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara nilai  $\pm 10-65$  Mpa.

Menurut Arnri (2005 :161) Kuat tekan yang dipikul oleh suatu penampang beton dapat ditentukan dengan cara yang sederhana. yaitu dengan membagikan beban maksimum yang dipikulnya terhadap luas penampang beton yang memikulnya.

Anonim (1971 : 1) menyatakan bahwa kuat tekan beton adalah besarnya beban per-satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin.

Menurut Amri (2005 : 162), kuat tekan yang dapat dipikul oleh suatu penampang beton dapat ditentukan dengan cara yang sederhana. yaitu dengan membagikan beban maksimum yang dipikul terhadap luas penampang beton yang dipikulnya, dapat dihitung dengan Persamaan.

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

Dengan:

$f_c'$  = tegangan beton yang timbul ( $\text{kg/cm}^2$ );

P = beban yang bekerja (kg);

A = luas penampang yang memikul beban ( $\text{cm}^2$ ).

Anonim (1971 : 39) menguraikan bahwa, mutu pelaksanaan suatu penelitian dapat dilihat dari penyebaran nilai-nilai hasil pemeriksaan. Baik tidaknya penyebaran yang diperoleh tersebut dapat dilihat dari simpangan baku (standar deviasi). Semakin kecil standar deviasi yang timbul, maka akan baik pula mutu pelaksanaan penelitian. Besarnya standar deviasi dihitung dengan menggunakan Persamaan.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{X_i - \bar{X}\}^2}{n - 1}}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Dengan :

S = standar deviasi ( $\text{kg/cm}^2$ );

$X_i$  = besarnya data ke-i ( $\text{kg/cm}^2$ );

$\bar{X}$  = nilai rata-rata dari benda uji ( $\text{kg/cm}^2$ );

n = jumlah benda uji.

Menurut Anonim (1971), kuat tekan beton dinyatakan dalam kuat tekan karakteristik yang dapat dihitung dengan Persamaan.

$$X_o = \bar{X} \pm k.S$$

Dengan :

$X_o$  = kuat tekan karakteristik benda uji ( $\text{kg/cm}^2$ );

$\bar{X}$  = kuat tekan rata-rata benda uji ( $\text{kg/cm}^2$ );

K = konstanta yang tergantung pada jumlah benda uji dengan tingkat kepercayaan yang diambil.

S = standar deviasi ( $\text{kg/cm}^2$ ):

## 2.4 Pemeriksaan Adukan Beton

Pemeriksaan adukan beton bertujuan untuk mengontrol kembali slump campuran apakah telah sesuai dengan yang direncanakan. Pemeriksaan yang dilakukan terhadap adukan beton segar antara lain pemeriksaan slump (ASTM C.143-90), berat volume dan kandungan udara (ASTM C.173-94), diperlukan juga pengukuran suhu mortar adukan beton (adukan beton segar) dan suhu kamar pada saat pengecoran untuk perbandingan dengan suhu mortar.

Pemeriksaan slump, Amri (2005:85) menyatakan bahwa, nilai slump merupakan pengukuran terhadap tingkat kekentalan suatu campuran beton. Menurut Murdock dan Brook (1991 : 99) bertujuan untuk mengukur kekentalan mortar (konsistensi beton). Nilai slump adalah besarnya penurunan tinggi permukaan mortar setelah kerucut diangkat vertikal ke atas.

Air untuk campuran beton harus memenuhi persyaratan yang tercantum pada Anonim (1982: 14) pasal 9 yaitu bersih, tidak mengandung lumpur, minyak, benda terapung dan garam-garam yang dapat merusak beton. Temperatur air pengaduk beton menurut Anonim (2005), tidak boleh lebih dari pada 230C. Temperatur kamar dan material

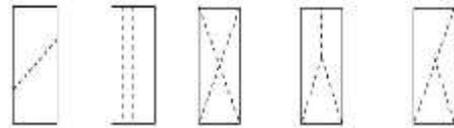
beton berkisar antara 200C sampai 270C. Anonim (2005) menyatakan, suhu maksimum 320C.

## 2.5 Susut

Pada dasarnya ada dua jenis susut: susut plastis dan susut pengeringan. Susut plastis terjadi beberapa jam setelah beton segar dicor ke dalam acuan. Permukaan yang diekspos seperti pelat lantai akan lebih mudah dipengaruhi oleh udara kering karena adanya bidang kontak yang luas. Dalam hal demikian terjadi penguapan yang lebih cepat melalui permukaan beton dibandingkan dengan pergantian oleh air dari lapisan beton yang lebih bawah. Sebaliknya susut pengeringan setelah terjadi beton mencapai bentuk akhirnya dan proses hidrasi pasta semen telah selesai (Edward G. Nawi, 1998).

## 2.6 Pola Retak dan Kehancuran

Berdasarkan SNI 1974-2011 pola kehancuran pada benda uji dibedakan menjadi 5 bentuk :



Gambar 1. Pola Kehancuran Berdasarkan SNI 1974

Sumber : SNI 1974-2011

Keterangan:

1. Bentuk kehancuran kerucut
2. Bentuk kehancuran kerucut dan belah
3. Bentuk kehancuran kerucut dan geser
4. Bentuk kehancuran sejajar sumbu tegak (*kolumnar*)

Pada penelitian ini pola retak yang terjadi pada benda uji yakni sejajar sumbu tegak (*kolumnar*)

## 2.7 Konversi Umur Beton

Jika umur beton yang di kehendaki saat di uji belum mencapai umur 28 hari maka harus di konversi sebagai berikut:

Tabel 1. Konversi Uji Umur Kuat Tekan Beton

Umur	Perbandingan
3	0,46
7	0,7
12	0,88
21	0,96
28	1

J.R.Del Viso, dkk (2007) dalam jurnal “*Shape and size effects on the compressive strength of high-strength concrete*” menyelidiki hubungan antara kekuatan tekan yang diberikan oleh dua jenis spesimen untuk beberapa ukuran spesimen. Menggunakan silinder dan kubus dengan berbagai

ukuran untuk melakukan uji regangan tegangan. Ukuran untuk benda uji silinder 150 mm x 300 mm, 150 mm x 200 mm dan 150 mm x 150 mm. Dalam penelitian ini, kekuatan beton meningkat secara signifikan seiring ukuran benda uji menurun.

**III. Hasil Pembahasan**

**4.1 Pengujian Slump**

Hasil pengujian *slump test* diperoleh nilai rata-rata 7 cm seperti yang terlihat pada Gambar 2, dimana nilai slump tersebut memenuhi nilai slump rencana. Dari observasi visual terlihat bahwa beton segar memiliki sifat adhesif antara pasta atau mortar dengan agregat yang baik sehingga tidak terjadi *segregasi* dan *bleeding*.



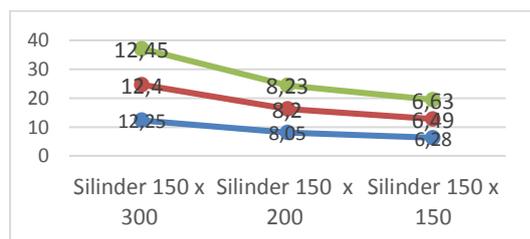
**Gambar 2. Pengujian Slump**  
Sumber : ( Hasil penelitian )

**4.2 Berat Volume Beton**

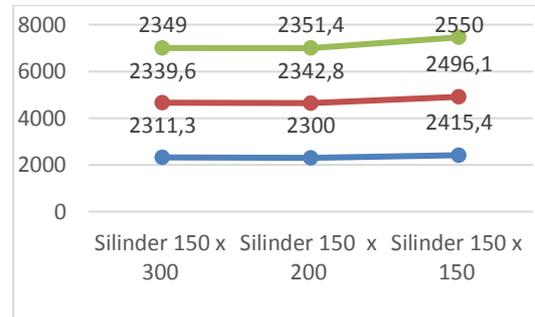
Berat volume masing-masing benda uji pada penelitian ini ditampilkan pada Tabel

**Tabel 2. Berat volume benda uji**

Ukuran Benda Uji (mm)	Berat Benda Uji (kg)	Volume Silinder (m <sup>3</sup> )	Berat Volume (kg/m <sup>3</sup> )
Silinder 150 x 300	12,25	0,0053	2311,3
	12,40	0,0053	2339,6
	12,45	0,0053	2349,0
Silinder 150 x 200	8,05	0,0035	2300,0
	8,20	0,0035	2342,8
	8,23	0,0035	2351,4
Silinder 150 x 150	6,28	0,0026	2415,4
	6,49	0,0026	2496,1
	6,63	0,0026	2550,0



**Gambar 3. Grafik Berat benda uji**  
Sumber : ( Hasil penelitian )



**Gambar 4. Grafik Berat Volume**  
Sumber : ( Hasil penelitian )

Berat volume benda uji silinder 150 mm x 300 mm rata-rata sebesar 2333,3 kg/m<sup>3</sup>, benda uji silinder 150 mm x 200 mm rata-rata sebesar 2331,4 kg/m<sup>3</sup> dan benda uji Silinder 150 mm x 150 mm rata-rata sebesar 2487,2 kg/m<sup>3</sup>. Hasil menunjukkan bahwa seluruh benda uji merupakan beton normal sesuai dengan SNI 03:2834:2002 yaitu sekitar 2200 - 2500 kg/m<sup>3</sup>.

**4.3 Perencanaan ( Mix Dsigen )**

Untuk menentukan kekuatan beton harus dilakukan perencanaan benda uji silinder atau yang di sebut dengan *Mix dsigen*, sebagai berikut:

**4.3.1 Sampel silinder 150mm x 150mm**

$$V = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot t$$

$$V = \frac{1}{4} 3,14(0,15)^2 \cdot (0,15) = 0,0026$$

Volume untuk 3 silinder 3 x 0,0026 = 0,0078m<sup>3</sup>

Kehilangan 5% 5% x 0,0078 = 0,00039m<sup>3</sup>

Volume total 0,0105 + 0,00039 = 0,00819m<sup>3</sup>

Semen = 500 x 0,00819 = 4 kg

Pasir = 1030,5 x 0,00819 = 8,4 kg

Batu = 1259,5 x 0,00819 = 10,3 kg

Air = 210 x 0,00819 = 1,7 L

Penambahan air = 10% x 1700 = 170 ml

Total air = 1700 + 170 = 1870 ml

**4.3.2 Sampel silinder 150mm x 200mm**

$$V = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot t$$

$$V = \frac{1}{4} 3,14(0,15)^2 \cdot (0,20) = 0,0035$$

Volume untuk 3 silinder 3 x 0,0035 = 0,0105m<sup>3</sup>

Kehilangan 5% 5% x 0,0105 = 0,00052m<sup>3</sup>

Volume total 0,0105 + 0,00052 = 0,0110m<sup>3</sup>

Semen = 500 x 0,0110 = 5,5 kg

Pasir = 1030,5 x 0,0110 = 11,3 kg

Batu = 1259,5 x 0,0110 = 13,8 kg

Air = 210 x 0,0110 = 2,3 L

Penambahan air = 10% x 2300 = 230 ml

Total air = 2300 + 230 = 2530 ml

**4.3.3 Sampel silinder 150mm x 300mm**

$$V = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \cdot t$$

$V = \frac{1}{4} 3,14(0,15)^2 \cdot (0,30) = 0,0053$   
 Volume untuk 3 silinder  $3 \times 0,0053 = 0,0159m^3$   
 Kehilangan 5%  $5\% \times 0,0159 = 0,000795m^3$   
 Volume total  $0,0159 + 0,000795 = 0,0167^3$   
 Semen =  $500 \times 0,0167 = 8,35 \text{ kg}$   
 Pasir =  $1030,5 \times 0,0167 = 17,2 \text{ kg}$   
 Batu =  $1259,5 \times 0,0167 = 21,03 \text{ kg}$   
 Air =  $210 \times 0,0167 = 3,5 \text{ L}$   
 Penambahan air =  $10\% \times 3500 = 350 \text{ ml}$   
 Total air =  $3500 + 350 = 3850 \text{ ml}$

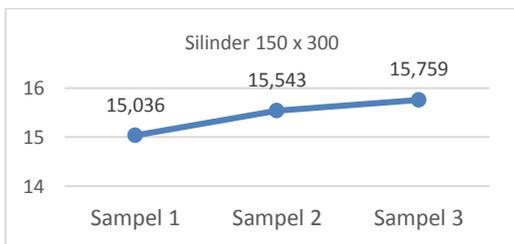
**4.4 Pengujian Kuat Tekan**

Dari pengujian yang dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Sipil, Universitas Islam Sumatera Utara, diperoleh hasil sebagai berikut:

**Tabel 3. Hasil pengujian kuat tekan umur 28 hari**

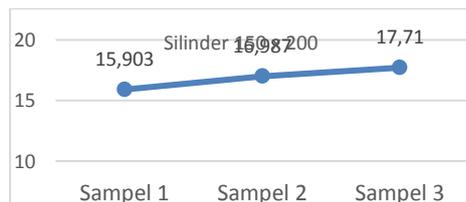
Ukuran Bentuk Benda Uji	Kuat Tekan (N/mm <sup>2</sup> )	Nilai Rata rata
Silinder 150 x 300	15,036	15,446
	15,543	
	15,759	
Silinder 150 x 200	15,903	16,866
	16,987	
	17,710	
Silinder 150 x 150	16,626	17,710
	17,710	
	18,795	

Sumber : ( Hasil penelitian )



**Gambar 4. Grafik hubungan tinggi benda uji Silinder 150 x 300 dengah kuat tekan**

Sumber : ( Hasil penelitian )



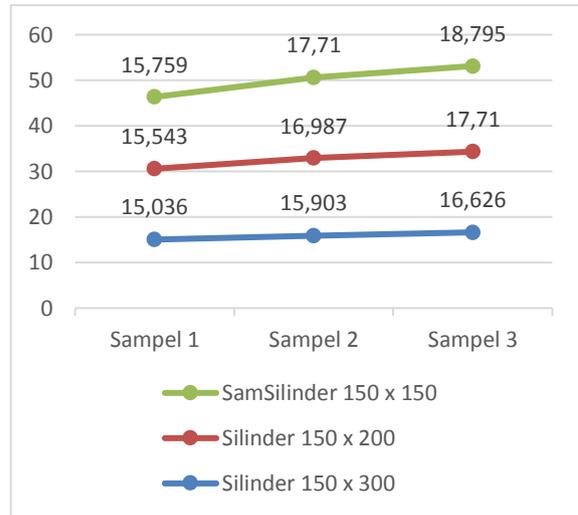
**Gambar 5. Grafik hubungan tinggi benda uji Silinder 150 x 200 dengah kuat tekan**

Sumber : ( Hasil penelitian )

**Tabel 4. Nilai kuat tekan rata-rata tiap dimensi benda uji.**

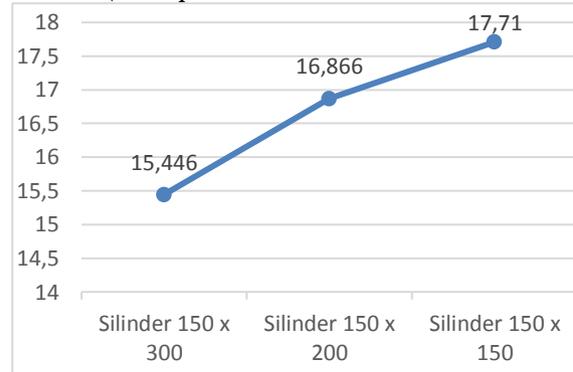
Sumber : ( Hasil penelitian )

Bentuk Benda Uji ( mm )	Kuat Tekan Rata-rata 3 benda uji
Silinder 150 x 300	15,446
Silinder 150 x 200	16,866
Silinder 150 x 150	17,710



**Gambar 6. Grafik hubungan tinggi benda uji Silinder dengah kuat tekan**

Sumber : ( Hasil penelitian )



**Gambar 7. Grafik hubungan tinggi benda uji dengan kuat tekan rata-rata**

Sumber : ( Hasil penelitian )

**Daftar Pustaka**

- [1]. ASTM Standard C 150-07, 1990, *Standard Specification for Portland Cement (ASTM C 150-07)*. USA: ASTM International
- [2]. Badan Standardisasi Nasional, 1996, *Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-4169-1996 Modulus Elastisitas Statis dan Rasio Poisson dengan Kompresor Ekstensometer*. Jakarta: Dewan Standardisasi Nasional.

- [3]. Badan Standardisasi Nasional, 1998, *Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-4810-1998 Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Lapangan*. Jakarta: Dewan Standardisasi Nasional.
- [4]. Badan Standardisasi Nasional, 2002, *Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2847-2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Dewan Standardisasi Nasional.
- [5]. Badan Standardisasi Nasional, 2013, *Standar Nasional Indonesia (SNI) 2847- 2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta : Dewan Standardisasi Nasional.
- [6]. Del Viso. J.R, Carmona. J.R, G. Ruiz, 2007, *Shape And Size Effects On Yhe Compressive Strength Of High-Strenght Concrete*. Journal of Cement And Concrete Research 38 (2008) 386.
- [7]. Kardiyono Tjokrodimulyo, 1992, *Teknologi Beton*, Buku Ajar Pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [8]. Mulyono, Tri, 2004, *Teknologi Beton*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- [9]. Nawy, Edward. G., 1998, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung: Refika Aditama
- [10]. Paul Nugraga dan Antoni 2007. *Teknologi Beton*, Penerbit C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- [11]. Pt T-37-2000-C *Tata Cara Penilaian dan Penerimaan Beton Normal Selama Pelaksanaan Bangunan*. Jakarta:Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.