

# Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Variasi Merk Bahan Tambah *Superplasticizer*

*Compressive Strength of High Strength Concrete with Variation of Superplasticizer Brand*

**Fajar Dimar Isnandi, Fadillawaty Saleh**

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

**Abstrak.** Seiring berkembangnya teknologi khususnya dibidang struktur, penggunaan beton masih menjadi salah satu pilihan untuk bahan struktur. Beton masih menjadi pilihan utama bahan elemen struktur bangunan, dikarenakan keunggulan beton yakni dari segi kekuatan, tahan terhadap api, bahan penyusun yang mudah didapat dan dari segi harga yang murah. Beton mutu tinggi dibutuhkan pada jembatan dan gedung bertingkat tinggi. Beton mutu tinggi dapat diperoleh dengan cara menambahkan *superplasticizer*. Fungsi *superplasticizer* untuk memudahkan proses pengerjaan dan meningkatkan mutu beton. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan beton mutu tinggi dengan variasi merk bahan tambah *superplasticizer* pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Pembuatan benda uji mengacu pada *American Concrete Institute Method*. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder memiliki dimensi 15 cm x 30 cm. Hasil penelitian didapatkan bahwa pada umur 7 hari variasi merk Bestmittel didapat nilai rata-rata tertinggi sebesar 40,47 MPa, pada umur 14 hari variasi merk Viscocrete 1003 didapat nilai rata-rata tertinggi sebesar 45,06 MPa dan pada umur 28 hari variasi merk Viscocrete 1003 didapat nilai rata-rata tertinggi sebesar 46,58 MPa.

Kata kunci: beton mutu tinggi, *superplasticizer*, viscocrete 1003, sikament NN, bestmittel, kuat tekan beton

## ***Abstract.***

*Along with the development of technology, especially in the field of structure. Concrete is still the main choice of building structural elements, because of the superiority of concrete in strength, fire resistance, easy obtain constituent materials and low price. Hight quality concrete is needed on bridges and high-rise buildings. Hight strength concrete can be obtained by adding superplasticizer. The function of the superplasticizer is to facilitate the process of work as well as to improve the quality of the concrete. The purpose of this study was to determine the compressive strength of high quality concrete with a variety of brands of ingredients added superplasticizers at the age of 7 days, 14 days and 28 days. Making test specimens refers to the American Concrete Institute Method. The research uses a cylindrical test objects 15 cm x 30 cm. The results showed that at the age of 7 days the Bestmittel brand variation obtained the highest average value of 40.47 MPa, at the age of 14 days the variety of Viscocrete 1003 brands obtained the highest average value of 45.06 MPa and at the age of 28 days the Viscocrete brand variation 1003 obtained the highest average value of 46.58 MPa.*

*Key word: high strength concrete, superplasticizer, viscocrete 1003, sikament NN, bestmittel, concrete compressive strength.*

## 1. Pendahuluan

Seiring bertambah pesatnya pembangunan dan perkembangan teknologi beton yang juga semakin mengalami perkembangan. Dapat dibuktikan dengan didirikannya konstruksi bangunan dan gedung bertingkat tinggi serta jembatan bentang panjang dengan menggunakan beton mutu tinggi (Kurniawandy dkk., 2011). Beton mutu tinggi merupakan pilihan tepat dalam pembangunan gedung bertingkat tinggi dan pembangunan masal lainnya yang dibutuhkan dalam pembangunan (Husnah, 2016). Beton mutu tinggi dapat diartikan sebagai beton yang berorientasi pada kekuatan yang tinggi (*high strength concrete*) yang memiliki keawetan (*durability*) beton dan memudahkan pengerjaan beton (*workability*). Beton mutu tinggi merupakan beton yang memerlukan perlakuan khusus dimana tidak dapat selalu dicapai hanya menggunakan bahan-bahan konvensional tanpa menambahkan bahan-bahan tertentu (Erviyanto dkk., 2016). Beton mutu tinggi dengan bahan tambah mempunyai *setting time* yang tepat dalam pencampurannya (Arman dkk., 2017). Bahan tambah *superplasticizer* memberikan kuat tekan yang baik pada beton mutu tinggi (Sudhiarta dkk., 2015). Kuat tekan beton mutu tinggi dapat dicapai dengan penggunaan bahan tambah *superplasticizer* dengan kadar yang tepat, hasil dari kuat tekan yang dicapai lebih dari 40 MPa termasuk kuat tekan beton mutu tinggi, sedangkan kuat tekan dengan hasil mencapai lebih dari 80 MPa termasuk kuat tekan beton mutu sangat tinggi

(Pujiyanto, 2011). Perkembangan berbagai jenis tambahan atau *admixtures* dan *additives* untuk campuran beton, terutama *water reducer* atau *plasticizer* dan *superplasticizer*, maka telah terjadi kemajuan yang sangat pesat pada teknologi beton, dengan berhasil memproduksi beton mutu tinggi bahkan sangat tinggi dan yang pada akhirnya juga telah memperbaiki dan meningkatkan semua kinerja beton menjadi suatu material modern yang berkinerja tinggi (Darwis dkk., 2014). Peningkatan mutu beton dapat dilakukan dengan memberikan bahan ganti atau bahan tambah (Amran, 2014). Perbandingan bahan campuran pada beton mutu tinggi dengan bahan tambah harus sesuai dengan campuran yang ditentukan (Pujiyanto, 2010). Perbandingan campuran beton ditentukan dengan *mix design* untuk mencapai kualitas yang direncanakan (Gunawan dan Setiono, 2010).

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dilaksanakan selama 3 bulan yaitu pada bulan Maret 2018 sampai bulan Mei 2018.

### 2.2. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam campuran beton pada penelitian ini adalah sebagai berikut ini.

- a. *Portland pozzolan cement merk* Semen Gresik.
- b. Agregat halus yang digunakan yaitu pasir Merapi,

yang berasal dari lereng Merapi, Yogyakarta.

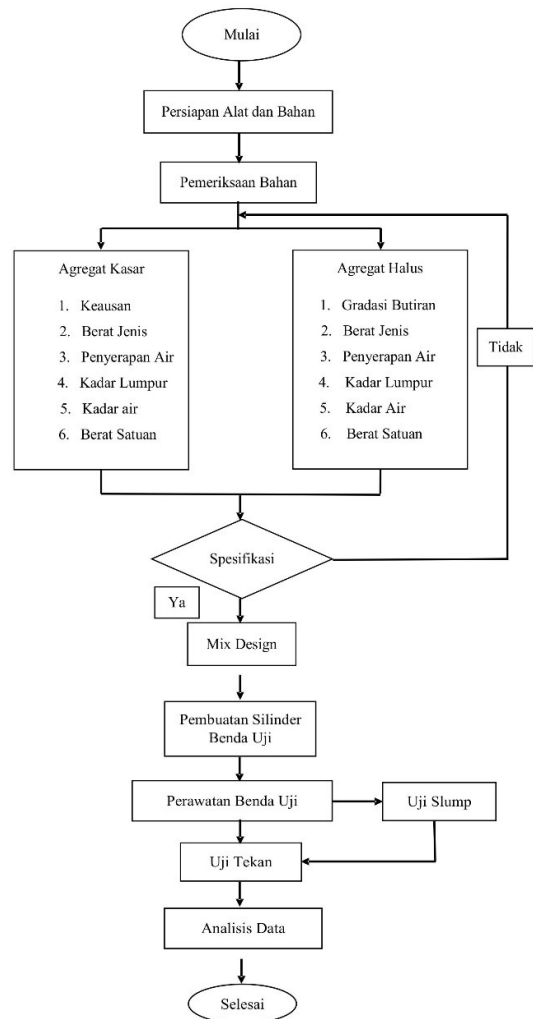
- c. Agregat Kasar yang digunakan yaitu krikil clereng, yang berasal dari Kulon Progo, Yogyakarta.
- d. *Superplasticizer* merk *Viscocrete 1003* produk PT. SIKA Indonesia.
- e. *Superplasticizer* merk *Sikament NN* produk PT. SIKA Indonesia.
- f. *Superplasticizer* merk *Bestmittel* peoduk PT. Multi Eraguna Usaha.
- g. Air bersih yang digunakan didapat dari Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

### 2.3.Peralatan Penelitian

- 1) Cetakan silinder beton
- 2) Mesin uji tekan merk Hung Ta
- 3) Gelas ukur kapasitas 1000 ml
- 4) Mesin pengaduk beton (*Concrete mixer*)
- 5) Kerucut *Abrams*
- 6) Jangka Sorong
- 7) Mistar
- 8) Timbangan dengan ketelitian 0,5 gr
- 9) Ayakan/saringan
- 10) Mesin *Los Angeles*
- 11) *Oven*
- 12) Labu *Erlenmeyer*
- 13) Cetok
- 14) Nampian besi
- 15) Penumbuk besi

### 3. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental, yaitu metode yang dilakukan dengan cara percobaan.



Gambar 1. Bagan alir tahapan penelitian

Penelitian dimulai dengan melakukan persiapan bahan-bahan kemudian dilanjutkan dengan pengujian bahan agregat yang akan digunakan dalam penelitian. Data hasil pengujian bahan kemudian akan digunakan sebagai data perencanaan benda uji. Langkah-langkah pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

- 1) siapkan bahan-bahan yang sesuai dengan perhitungan *mix design*,
- 2) campurkan agregat halus dan agregat kasar ke dalam *concrete mixer*,

- 3) masukkan semen ke dalam *concrete mixer* setelah agregat halus dan agregat kasar tercampur merata,
- 4) masukkan air sesuai dengan takaran yang sudah ditentukan sedikit demi sedikit supaya tercampur merata, proses pencampuran tidak boleh lebih dari 5 menit untuk menjaga beton tidak mengeras pada waktu dimasukkan ke dalam cetakan silinder,
- 5) masukkan *superplasticizer* sesuai dengan takaran yang sudah ditentukan sedikit demi sedikit supaya tercampur merata,
- 6) beton segar dituang ke dalam naMPan besi kemudian lakukan pengujian *slump* sebelum dimasukkan ke dalam cetakan silinder,
- 7) beton segar dimasukkan ke dalam cetakan silinder masing-masing sepertiga silinder kemudian ditumbuk dengan penumbuk besi sebanyak 25 kali pada setiap lapisnya,
- 8) buka cetakan silinder beton setelah  $\pm$  24 jam, timbang beton kemudian lakukan perawatan/perendaman sesuai dengan umur rencana, dan
- 9) setelah beton mencapai umur rencana, beton diangkat lalu diukur dimensinya, kemudian lakukan pengujian kuat tekan.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1. Hasil Pengujian Agregat Halus

Adapun hasil pengujian agregat halus adalah sebagai berikut ini.

###### a. Berat Jenis dan Penyerapan Air

Berat jenis dan penyerapan air diuji berdasarkan hasil

pengujian yang dilakukan, didapat nilai berat jenis agregat halus sebesar 2,6 gram/cm<sup>3</sup> dan nilai penyerapan air 1,1%. Berdasarkan berat jenisnya agregat dibedakan menjadi 3 yaitu agregat ringan yang mempunyai nilai berat jenis  $\leq$  2,0, agregat normal yaitu agregat yang mempunyai nilai berat jenis berkisar antara 2,5-2,7 dan agregat berat yaitu agregat yang mempunyai nilai berat jenis  $\geq$  2,8. Berdasarkan nilai berat jenis yang didapatkan maka agregat halus yang akan digunakan termasuk dalam agregat normal.Sc

###### b. Pengujian Gradasi Butiran

Gradasi butiran diuji berdasarkan hasil pengujian gradasi butiran didapat nilai modulus halus butir (MHB) sebesar 3,02%. Dari nilai modulus halus butir yang didapat maka agregat halus yang digunakan termasuk ke dalam daerah gradasi no. 3 yaitu pasir agak kasar. Untuk mengetahui daerah gradasi dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

###### c. Pengujian Kadar Air

Kadar air diuji berdasarkan hasil pengujian kadar air didapat nilai sebesar 11,904 %. Agregat yang digunakan merupakan agregat halus yang diambil dari lereng Merapi.

Tabel 1. Daerah gradasi butiran

Lubang (mm)	% Berat Butir Lolos Saringan			
	Daerah 1	Daerah 2	Daerah 3	Daerah 4
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 -100	90 -100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 - 100	85 -100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 - 90	75 - 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 - 59	60 - 79	80 -100
0,3	5 – 20	8 -30	12 - 40	15 -50
0,15	0 – 10	0 -10	0 - 10	0 – 15

## d. Pengujian Kadar Lumpur

Kadar lumpur diuji berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur didapat nilai sebesar 5,3 %. Di dalam SK SNI 2-04-1989 (BSN 1989) klasifikasi kadar lumpur agregat halus terbagi menjadi 3, yaitu agregat halus dengan

nilai kadar lumpur sebesar 0 % - 3 %, agregat halus sedang dengan nilai kadar lumpur sebesar 5 % - 7 % dan agregat halus kotor dengan nilai kadar lumpur lebih dari 5 %. Agregat yang digunakan termasuk dalam kategori agregat halus sedang.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan agregat halus

No	Jenis Pengujian Agregat	Hasil	Satuan
1	Berat Jenis	2,6	gram/cm <sup>3</sup>
2	Penyerapan Air	1,1	%
3	Modulus Halus Butir	3,02	%
4	Gradasi Butir	3	-
5	Kadar Air	11,904	%
6	Kadar Lumpur	5,3	%
7	Berat Satuan	1,75	gram/cm <sup>3</sup>

## e. Pengujian Berat Satuan

Berat satuan diuji berdasarkan hasil pengujian berat satuan didapat nilai sebesar 1,75 gram/cm<sup>3</sup>. Pengujian ini dilakukan

untuk mengindikasikan bahwa agregat halus berongga atau maMPat. Semakin tinggi nilai berat satuan maka semakin maMPat agregat, hal ini juga

akan mempengaruhi nilai kuat tekan beton. Semakin rendah nilai berat satuan maka agregatnya berongga dan dapat mengakibatkan penurunan nilai kuat tekan beton. Untuk nilai berat satuan agregat normal adalah berkisar 1,5 – 1,8 gram/cm<sup>3</sup>.

#### 4.2. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar adalah sebagai berikut ini.

##### a. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Berat jenis dan penyerapan air diuji berdasarkan pengujian yang dilakukan didapat nilai berat jenis sebesar 2,64 gram/cm<sup>3</sup> dan nilai penyerapan air sebesar 1,48 %. Agregat yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan 1/2". Berdasarkan berat jenisnya agregat dibedakan menjadi 3 yaitu agregat ringan yang mempunyai nilai berat jenis kurang dari 2,0, agregat normal yang mempunyai nilai berat jenis berkisar antara 2,5 – 2,7 dan agregat berat yaitu agregat yang mempunyai nilai berat jenis lebih dari 2,8. Berdasarkan hasil pengujian maka agregat kasar yang digunakan tergolong dalam agregat normal.

##### b. Pengujian Kadar Air

Berdasarkan hasil pengujian kadar air didapat nilai sebesar 1,00 %.

##### c. Pengujian Kadar Lumpur

Kadar lumpur diuji berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur didapat nilai sebesar 2,52 %. Berdasarkan peraturan kadar lumpur agregat kasar tidak melebihi 1 % sedangkan dari pengujian didapatkan nilai lebih besar, maka agregat kasar perlu dibersihkan terlebih dahulu sebelum digunakan.

##### d. Pengujian Berat Satuan

Berat satuan diuji berdasarkan hasil pengujian berat satuan didapat nilai sebesar 1,434 gram/cm<sup>3</sup>. Pada pengujian ini digunakan krikil dalam keadaan kering dengan menggunakan silinder berukuran 15 sm x 30 cm. Pengujian ini bertujuan untuk mengindikasikan bahwa agregat kasar yang akan digunakan berongga atau maMPat. Semakin tinggi nilai berat satuan maka semakin maMPat. Hal ini akan mempengaruhi proses pengerjaan beton dalam jumlah banyak dan dapat berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Apabila nilai berat satuan semakin rendah maka agregat tersebut berongga dan dapat mengurangi nilai kuat tekan beton. Nilai berat satuan agregat normal berkisar 1,5 – 1,8 gram/cm<sup>3</sup>. Adapun hasil pengujian agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Hasil pengujian agregat kasar

No	Jenis Pengujian Agregat	Hasil	Satuan
1	Berat Jenis	2,64	gram/cm <sup>3</sup>
2	Penyerapan Air	1,48	%
3	Kadar Air	1	%
4	Kadar Lumpur	2,52	%
5	Berat Satuan	1,434	gram/cm <sup>3</sup>
6	Keausan	25,17	%

e. Pengujian Keausan Agregat Kasar

Keausan agregat diuji berdasarkan hasil pengujian keausan agregat kasar disapat nilai sebesar 25,17 % dimana nilai keausan maksimal yang disyaratkan dengan mesin uji *Los Angeles* adalah sebesar 40%

Pada penelitian ini tata cara perencanaan campuran beton mengacu pada metode ACI 211. 4R – 93. Untuk mengetahui komposisi dan proporsi bahan penyusun yang tepat maka dilakukan perencanaan campuran beton. Hasil dari design yang dilakukan dalam pembuatan benda uji dapat dilihat pada Tabel 4.

#### 4.3. Hasil Perencanaan Campuran Beton

Tabel 4. Kebutuhan bahan penyusun beton untuk silinder 15 cm x 30 cm

Volume/ Berat	Merk Superplasticizer			Satuan
	Viscocrete 1003	Sikament NN	Bestmittel	
Pasir	1,72	1,72	1,72	Kg
Kerikil	5,9	5,9	5,9	Kg
Semen	5,25	5,25	5,25	Kg
Air	1320	1320	1320	MI
Superplasticizer	42,01	42,01	42,01	MI

#### 4.4. Hasil Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan setelah pencampuran beton. Menurut SNI 03-1972-2008 (BSN,2008), pengujian *slump* digunakan untuk mengetahui *workability* dan homogenitas beton segar dengan suatu kekentalan tertentu yang dinyatakan dengan nilai *slump*. Semakin tinggi nilai *slump* maka

nilai *workability* juga semakin tinggi sehingga dalam proses pengadukan, penuangan dan pemadatan akan menjadi mudah, begitu sebaliknya jika nilai *slump* rendah maka *workability* akan rendah sehingga dalam proses pengadukan, penuangan dan pemadatan akan menjadi lebih sulit. Hasil pengujian *slump* dapat dilihat di Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian *slump*

No	Merk <i>Superplasticizer</i>	Umur Beton (Hari)	Nilai <i>Slump</i> (cm)
1	Viscocrete 1003	7	19.5
2	Sikament NN	7	7
3	Bestmittel	7	6.67
1	Viscocrete 1003	14	10.17
2	Sikament NN	14	4.67
3	Bestmittel	14	9.83
1	Viscocrete 1003	28	19
2	Sikament NN	28	8.5
3	Bestmittel	28	8.27

#### 4.5. Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini pengujian kuat tekan beton mutu tinggi dengan variasi merk bahan tambah *suprplasticizer* dilakukan pada umur

7 hari, 14 hari dan 28 hari. Hasil kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 6.

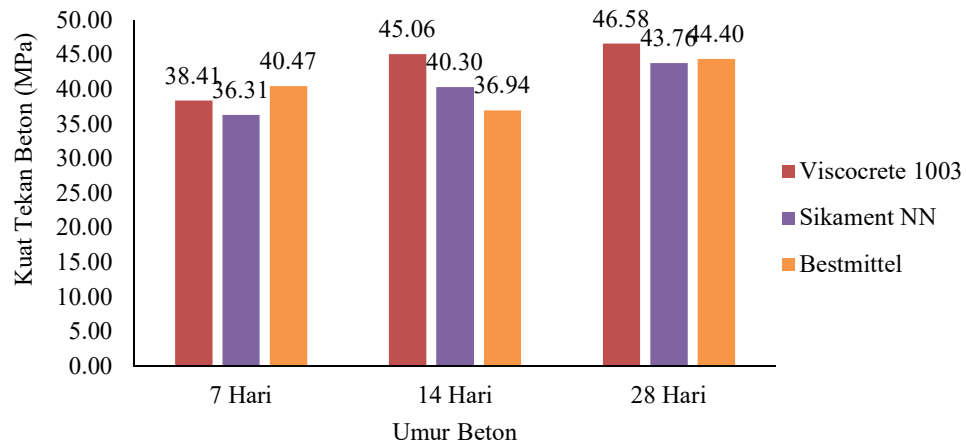


Tabel 6. Hasil kuat tekan beton

No	Kode Benda Uji	Umur Benda Uji (Hari)			Satuan
		7	14	28	
1	Viscocrete 1003	27,86	50,67	51,27	MPa
2		47,64	45,03	48,94	
3		39,72	39,46	39,53	
		<b>Rata-rata</b>	<b>38,41</b>	<b>45,06</b>	
1	Sikament NN	37,68	42,01	35,02	MPa
2		38,88	44,20	47,59	
3		32,36	34,70	48,68	
		<b>Rata-rata</b>	<b>36,31</b>	<b>40,30</b>	
1	Bestmittel	43,55	35,56	45,71	MPa
2		29,11	34,19	43,15	
3		48,74	41,08	44,34	
		<b>Rata-rata</b>	<b>40,47</b>	<b>36,94</b>	

Tabel 6 menunjukkan bahwa seiring bertambahnya umur beton semua variasi mengalami peningkatan kuat tekan beton. Pada campuran beton dengan penambahan *superplasticizer merk Viscocrete 1003* dan Bestmittel pada umur 14 hari *merk Sikament NN*

pada umur 28 hari mengalami penurunan, hal ini dimungkinkan karena kurangnya ketelitian dan campuran beton yang tidak homogen pada saat pembuatan benda uji silinder beton.



Gambar 2. Hubungan antara kuat tekan beton (MPa) dan umur beton

Berdasarkan gambar 2 bahan tambah *superplasticizer merk Viscocrete*

1003 memiliki kuat tekan beton lebih tinggi dibandingkan dengan *merk*

bahan tambah *superplasticizer* yang lain, dengan urutan dari yang terbesar adalah Viscocrete 1003, Sikament NN dan Bestmittel. Secara keseluruhan hasil pengujian kuat tekan beton memenuhi persyaratan sebagai beton mutu tinggi (>40 MPa) akan tetapi tidak mencapai target yang diharapkan, hal ini dikarenakan ukuran maksimumnya cukup kecil dan tidak kuat berdasar nilai pengujian agregat yang cukup besar.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut ini.

- a. Nilai kuat tekan tertinggi beton mutu tinggi pada masing-masing variasi setelah dilakukan *curing* pada umur 7 hari yaitu variasi merk Bestmittel. Pada umur 14 hari yaitu variasi merk Viscocrete 1003. Pada umur 28 hari yaitu variasi merk Viscocrete 1003.
- b. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada ketiga variasi *superplasticizer* merk Viscocrete 1003, Sikament NN dan Bestmittel didapatkan hasil analisis bahwa variasi yang baik adalah variasi merk Viscocrete 1003 karena pada umur 14 hari dan 28 hari memiliki nilai kuat tekan paling baik.

## 6. Daftar Pustaka

- ACI, 1998, 211. 4R-93 : *Guide for Selecting Proportions for High Strength Concrete with Portland Cement and Fly Ash*, American Concrete Institute, USA.
- Arman, A., Sonata, H., Ananda, K., 2017, Studi Eksperimental Setting Time Beton Mutu Tinggi Menggunakan Zat Adiktif Fosroc SP 337 dan Fosroc Conplast R, *Jurnal Momentum*, 19(2), 57-61.
- Amran, Y., 2014, Pengaruh Penggunaan Silica Fume dan Sikament NN pada Campuran Beton Mutu Tinggi Mengacu pada Metode American Concrete Institute (ACI), *Jurnal Ilmiah Tapak*, 3(2), 127-136.
- BSN, 1989, SNI 2-04-1989-F : *Spesifikasi bahan bangunan bagian A*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 1990, SNI 03-1972-2008 : *Metode Pengujian Slump Beton*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 1990, SNI 03-1974-1990 : *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 1993, SNI 03-2834-1993 : *Perencanaan Campuran Beton*,

- Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 1998, SK SNI 03-4804-1998 : *Metode pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2002, SNI 03-2847-2002 : *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2004, SNI 15-0302-2004 : *Semen Portland Pozzolan*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2004, SNI 15-2049-2004 : *Semen Portland*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2004, SNI 15-7064-2004 : *Semen Portland Komposit*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2008, SNI 03-1970-2008 : *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2008, SNI 03-1972-2008 : *Cara uji slump*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2008, SNI 2417:2008: *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Darwis, Z., Soelarso., Isa M., 2014, Perencanaan Beton Mutu Tinggi dengan Menggunakan HR-Reducer Ligno P 100 dan Portland Composite Cement (PCC), *Jurnal Fondasi Teknik Sipil*, 3(1), 90-97.
- Ervianto, M., Saleh F., Prayuda, H., 2016, Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Bahan Tambah Abu Terbang (Fly Ash) dan Zat Adiktif (Bestmittel, 20(3), 199-206.
- Gunawan, P., dan Setiono., 2010, Program Mix Design Untuk Beton Mutu Tinggi, *Jurnal Media Teknik Sipil*, 10(1), 42-48.
- Husnah., 2016, Analisa Perencanaan Beton Mutu Tinggi (High Strenght Concrete) Dengan Semen Holcim, *Jurnal Rab Construction Research*, 1(2), 134-144.
- Kurniawandy, A. Djauhari, Z., dan Napitu, E., 2011, Pengaruh Abu Terbang terhadap Karakteristik Mekanik Beton Mutu Tinggi,

*Jurnal Teknobiologi*, 2(1), 55-59.

Mulyono, T., 2003, *Teknologi Beton*, Yogyakarta.

Pujianto, A., 2010, *Beton Mutu Tinggi Dengan Bahan Tambah Superplasticizer dan Fly Ash*, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 13(2), 171-180.

Pujianto, A., 2011, *Beton Mutu Tinggi dengan Admixture Superplasticizer dan Adiktif Silicafume*, *Jurnal Ilmiah*

*Semesta Teknika*, 14(2), 177-185.

Sudhiarta, T. A., Salain, I. M. A. K., Sutarja, I, N., 2015, *Perilaku Mekanis Beton Mutu Tinggi Dengan Variasi Penggunaan Superplasticizer*, *Jurnal Spektran*, 3(2), 90-95.

Tjokrodimuljo, K., 2007, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta