

Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Variasi Bahan Tambah Superplasticizer

Compressive Strength of High Strength Concrete with Variation of Superplasticizer

Ahmad Riza Setya Nugraha, Fadillahwaty Saleh

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Di era perkembangan yang sangat pesat di bidang struktur, beton masih menjadi pilihan bahan struktur. Beton dipilih karena memiliki beberapa keunggulan diantaranya adalah bahan penyusun yang mudah didapat dan harga yang relatif murah. Gedung bertingkat tinggi dan jembatan dengan bentang yang panjang merupakan salah satu bentuk perkembangan di bidang struktur dimana dibutuhkan beton mutu tinggi untuk memenuhi kebutuhan bahan strukturnya. Digunakan bahan tambah salah satunya adalah *superplasticizer* untuk mempermudah pengerjaan beton dan meningkatkan mutu beton. Penelitian ini dilaksanakan dengan untuk mengetahui kuat tekan beton mutu tinggi dengan variasi 0,8 %, 1,0 % dan 1,5 % bahan tambah *superplasticizer* pada umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Pembuatan sampel mengacu pada *American Concrete Institute Method*. Benda uji yang digunakan adalah silinder 15 cm x 30 cm. Hasil penelitian didapatkan bahwa pada umur 7 hari variasi 1,5 % memiliki kuat tekan beton rata-rata tertinggi yaitu 48,56 MPa, pada umur 14 hari variasi 1,0 % memiliki kuat beton rata-rata tertinggi yaitu 54,82 MPa dan pada umur 28 hari variasi 1,0 % memiliki kuat tekan beton rata-rata tertinggi sebesar 56,46 MPa.

Kata Kunci : beton mutu tinggi, *superplasticizer*, dan kuat tekan beton.

Abstract. *In the era of very rapid development in the field of structure, concrete is still a choice of structural materials. Concrete was chosen because it has several advantages, among which are constituent materials that are easily available and relatively cheap prices. High-rise buildings and bridges with long spans are one form of development in the field of structure where high strength concrete is needed to meet the needs of its structural materials. Use of added ingredients, one of which is a superplasticizer to facilitate concrete work and improve the quality of concrete. This research was conducted to determine the high quality concrete compressive strength with a variation of 0.8%, 1.0% and 1.5% material added superplasticizer at 7 days, 14 days and 28 days of concrete. Sampling refers to the American Concrete Institute Method. The test object used is a cylinder 15 cm x 30 cm. The results showed that at the age of 7 days variation 1.5% had the highest average concrete compressive strength of 48.56 MPa, at 14 days the variation of 1.0% had the highest average concrete strength of 54.82 MPa and at 28 days age variation 1.0% has the highest average concrete compressive strength of 56.46 MPa.*

Key word : high strength concrete, superplasticizer, and concrete compressive

1. Pendahuluan

Beton mutu tinggi telah dikenal dan digunakan dalam dunia konstruksi di Indonesia sejak lama. Hal ini dibuktikan dengan didirikannya konstruksi bangunan bertingkat tinggi dan jembatan dengan bentang panjang dengan menggunakan beton mutu tinggi (Kurniawandy dkk., 2011). Beton

mutu tinggi adalah merupakan pilihan paling tepat untuk pembangunan gedung-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 adalah beton yang memerlukan perlakuan khusus dimana tidak dapat selalu dicapai hanya menggunakan bahan-bahan konvensional tanpa menambahkan bahan tambah tertentu (Ervianto dkk., 2016). 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 hampir 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). Bahan tambahan merupakan bahan yang dianggap penting dalam pembuatan beton mutu tinggi, penambahan dimaksudkan untuk memperbaiki dan menambah sifat beton sesuai dengan sifat yang diinginkan (Lydiasari, 2009).

Bahan penyusun dari beton adalah agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), semen, dan air. Sebelum pembuatan beton perlu diadakan terlebih dahulu pemeriksaan bahan penyusun supaya didapat material pembentuk beton yang baik (Yusra dkk., 2015). Secara umum beton memiliki keunggulan dan kelemahan. Kelebihan dari beton diantaranya biaya perawatan yang murah, dapat menahan beban yang berat, mudah diangkut, dan dicetak sesuai kebutuhan (Arman dkk., 2017). Sedangkan kelemahan dari beton adalah cara perencanaan yang bermacam-macam, mempunyai kelas keras yang beraneka ragam sehingga harus disesuaikan dengan bangunan yang dibuat, dan kuat tarik beton rendah (Tjokrodinulyo, 2007).

Besar dan kecilnya porositas juga dipengaruhi besar dan kecilnya fas yang digunakan. Semakin besar fasnya porositas semakin besar, sebaliknya semakin kecil fasnya porositas semakin kecil (Asri dan Nisumanti, 2009). Beton mutu tinggi

mebutuhkan nilai fas yang rendah, dimana hal ini menyebabkan pengerjaan beton seperti pada saat proses pengadukan, penuangan, pengangkutan dan terutama pemadatan beton tidak optimal, sehingga mengakibatkan beton menjadi keropos, hal tersebut akan mengakibatkan menurunnya kuat tekan beton. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat digunakan bahan tambah seperti *superplasticizer*.

Superplasticizer adalah bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*) yang lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja pelaksanaan. Penggunaan *superplasticizer* dapat mengurangi jumlah pemakaian air, mempercepat waktu pengerasan dan meningkatkan *workability*.

Semakin lama umur beton mutu tinggi maka akan terjadi peningkatan mutu beton, dimana kuat tekan beton maksimum terjadi pada umur beton 28 hari (Sumajouw dkk., 2014)

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kuat tekan beton mutu tinggi dengan variasi bahan tambah *superplasticizer*, dimana *superplasticizer* yang digunakan adalah Viscocrete 1003

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.

- Portland pozzolan cement merk* Semen Gresik.
- Agregat halus yang digunakan yaitu pasir merapi, yang berasal dari Merapi, Yogyakarta.
- Agregat kasar yang digunakan yaitu kerikil clereng, yang berasal dari Kulon Progo, Yogyakarta.
- Superplasticizer merk* Viscocrete 1003 produk PT SIKA Indonesia

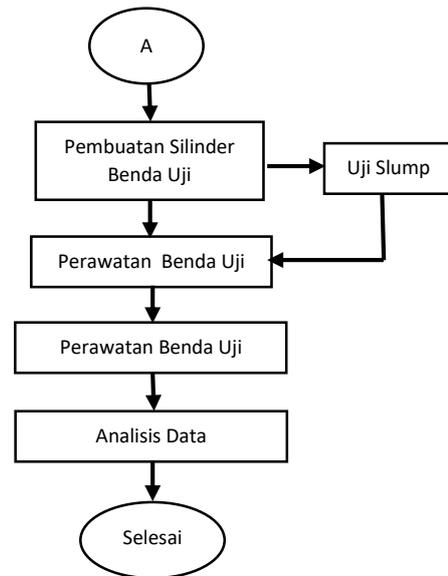
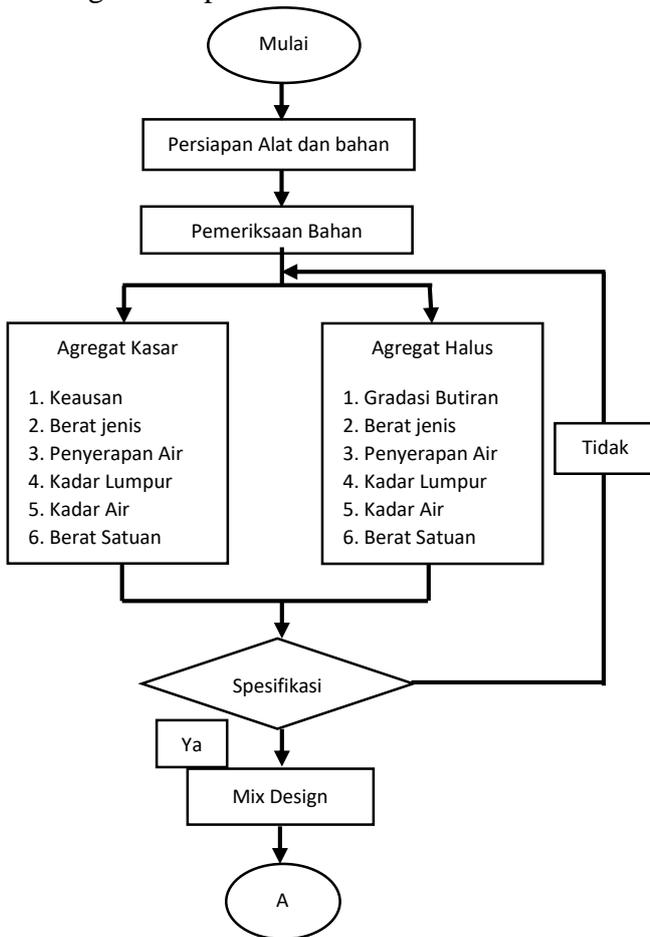
e. Air bersih yang digunakan didapat dari Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

2.3. Peralatan Penelitian

- 1) Mesin uji tekan merk Hung Ta
- 2) *Concrete mixer*
- 3) Cetakan beton silinder
- 4) Jangka sorong
- 5) Timbangan ketelitian 0,5 gr
- 6) Satu set ayakan
- 7) Oven
- 8) Gelas ukur
- 9) Kerucut *Abrams*
- 10) Cetok
- 11) Mesin *Los Angeles*
- 12) Mistar
- 13) Penumbuk besi.

3. Tahapan Penelitian

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



Gambar 1. Bagan alir tahapan penelitian

Penelitian dimulai dengan menyiapkan bahan-bahan kemudian dilanjutkan dengan pengujian bahan agregat yang akan digunakan dalam penelitian ini. Data hasil pengujian bahan yang nanti akan menjadi data perencanaan untuk pembuatan benda uji. Langkah-langkah pembuatan benda uji adalah sebagai berikut ini.

- 1) Siapkan bahan-bahan yang sesuai dengan perhitungan *mix design*.
- 2) Pasir dan kerikil dimasukkan ke dalam *concrete mixer*.
- 3) Semen dimasukkan ke dalam *concrete mixer* setelah pasir dan kerikil tercampur.
- 4) Air dimasukkan sesuai dengan takaran sedikit demi sedikit, proses pencampuran tidak boleh lebih dari 5 menit untuk menjaga beton tidak mengeras pada waktu dimasukkan ke dalam silinder.
- 5) *Superplasticizer* yang sudah ditakar kemudian dimasukkan sedikit demi sedikit supaya tercampur merata.
- 6) Beton dituangkan ke dalam nampan kemudian lakukan uji *slump* sebelum dimasukkan ke dalam silinder.
- 7) Beton segar dimasukkan ke dalam silinder benda uji dengan cara memasukkan beton segar masing-masing sepertiga dari silinder benda uji kemudian ditusuk dengan penumbuk besi sebanyak 25 kali pada setiap lapisnya.
- 8) Cetakan benda uji dibuka setelah ± 24 jam, timbang beton kemudian lakukan

- perendaman/perawatan sesuai dengan umur rencana.
- 9) Setelah beton mencapai umur rencana beton diangkat lalu diukur dimensinya, kemudian beton dapat diuji tekan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar adalah sebagai berikut ini.

- a. Pengujian Berat Jenis dan penyerapan Air
Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapat hasil nilai berat jenis yaitu 2,64 dan nilai penyerapan air 0,014 %. Agregat yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan 1/2". Agregat berdasarkan berat jenisnya dibedakan menjadi 3 yaitu agregat ringan, agregat normal, dan agregat berat. Agregat ringan yaitu agregat yang berat jenisnya kurang dari 2,0, agregat normal yaitu agregat yang berat jenisnya berkisar antara 2,5 – 2,7, dan agregat berat yaitu agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8. Berdasar hasil pengujian maka agregat kasar yang digunakan tergolong dalam agregat normal.
- b. Pengujian Keausan Agregat
Berdasarkan pengujian kadar air agregat kasar didapat nilai kadar air 1,00 %.
- c. Pengujian Kadar Lumpur
Berdasarkan pengujian kadar lumpur agregat kasar Clereng, didapat nilai 2,52 %. Berdasarkan persyaratan kadar lumpur agregat kasar yaitu tidak lebih dari 1 % sedangkan dari pengujian didapatkan hasil yang lebih besar dari yang disyaratkan. Maka agregat kasar perlu dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.
- d. Pengujian Berat Jenis dan penyerapan Air
Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapat hasil nilai berat jenis yaitu 2,64 dan nilai penyerapan air 0,014 %. Agregat yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan 1/2". Agregat berdasarkan berat jenisnya dibedakan menjadi 3 yaitu agregat ringan, agregat normal, dan agregat berat. Agregat ringan yaitu agregat yang berat jenisnya kurang dari 2,0, agregat normal yaitu agregat yang berat jenisnya berkisar antara 2,5 – 2,7, dan agregat berat yaitu agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8. Berdasar hasil pengujian maka agregat kasar yang digunakan tergolong dalam agregat normal.

- e. Pengujian Keausan Agregat
Berdasarkan pengujian kadar air agregat kasar didapat nilai kadar air 1,00 %.

f. Pengujian Kadar Lumpur

Berdasarkan pengujian kadar lumpur agregat kasar Clereng, didapat nilai 2,52 %. Berdasarkan persyaratan kadar lumpur agregat kasar yaitu tidak lebih dari 1 % sedangkan dari pengujian didapatkan hasil yang lebih besar dari yang disyaratkan. Maka agregat kasar perlu dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

g. Pengujian Berat Satuan

Berdasarkan hasil pengujian, didapat nilai berat satuan agregat kasar sebesar 1,434 gr/cm^2 . Pengujian ini menggunakan krikil dalam keadaan kering dengan menggunakan silinder 15 cm x 30 cm. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengindikasikan bahwa agregat kasar yang akan digunakan berongga atau mampat. Semakin besar nilai berat satuan maka semakin mampat agregat kasar. Hal ini akan mempengaruhi proses pengerjaan beton dalam jumlah besar dan juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Apabila nilai berat satuan semakin rendah maka agregat tersebut berongga dan dapat mengurangi kuat tekan beton. Untuk berat satuan agregat normal adalah sekitar 1,5 – 1,8 gr/cm^3 . Hasil pengujian berat satuan dapat dilihat pada lampiran I. Adapun hasil pengujian agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian agregat kasar

No	Jenis Pengujian Agregat	Hasil	Satuan
1	Berat Jenis	2,64	-
2	Penyerapan Air	0,014	%
3	Kadar Air	1,00	%
4	Kadar Lumpur	2,52	%
5	Berat Satuan	1,434	gr/cm^3
6	Keausan	25,7	%

4.2. Hasil Pengujian Agregat Halus

Adapun hasil pengujian agregat halus adalah sebagai berikut ini.

a. Berat Jenis dan Penyerapan Air

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, nilai berat jenis agregat halus didapatkan sebesar $2,63 \text{ gr/cm}^3$ dan nilai penyerapan air sebesar $4,84 \%$. Agregat halus dapat dibedakan menjadi 3 berdasarkan berat jenisnya, yaitu agregat ringan, agregat normal, dan agregat berat. Agregat ringan yaitu yang berat jenisnya $\leq 2,0$, agregat normal yaitu yang berat jenisnya berkisar antara $2,5 - 2,7$, sedangkan agregat berat yaitu yang berat jenisnya $\geq 2,8$. Berdasarkan nilai berat jenis yang didapat maka agregat halus yang akan digunakan termasuk dalam agregat normal.

b. Pengujian Gradasi Butiran

Pada pengujian gradasi didapat nilai modulus halus butir (MHB) sebesar $3,02 \%$. Berdasar nilai modulus halus butir maka agregat halus yang akan digunakan termasuk ke dalam daerah gradasi no. 3 yaitu pasir agak kasar. Untuk mengetahui daerah gradasi bisa dilihat pada Tabel 2. Hasil pengujian bisa dilihat pada Gambar 1.

Tabel 2. Daerah gradasi butiran

Lubang (mm)	% Berat Butir Lolos Saringan			
	Zona 1	Zona 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

c. Pengujian Kadar Air

Berdasarkan pengujian kadar air didapatkan nilai kadar air sebesar $11,904 \%$. Agregat yang digunakan merupakan agregat halus merapi.

d. Pengujian Kadar Lumpur

Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur agregat halus didapatkan nilai kadar lumpur sebesar $5,3 \%$. Dalam SK SNI S-04-1989 (BSN 1989) klasifikasi kadar lumpur

agregat halus terbagi menjadi 3, yaitu agregat halus bersih dengan kadar lumpur $0 \% - 3 \%$, agregat halus sedang dengan kadar lumpur $5 \% - 7 \%$, agregat halus kotor dengan kadar lumpur $> 5 \%$. Agregat halus yang akan digunakan termasuk dalam kategori agregat halus sedang.

e. Pengujian Berat Satuan

Dari hasil pengujian didapatkan nilai berat satuan agregat halus sebesar $1,649 \text{ gram/cm}^3$. Berat satuan digunakan untuk mengindikasikan bahwa agregat halus berongga atau mampat. Semakin besar nilai berat satuan maka semakin mampat agregat, hal ini juga akan mempengaruhi kuat tekan beton. Semakin rendah nilai berat satuan maka agregatnya berongga dan bisa menyebabkan terjadinya penurunan kuat tekan beton. Untuk berat satuan agregat halus normal adalah berkisar $1,5 - 1,8 \text{ gr/cm}^3$.

Tabel 3. Hasil pemeriksaan agregat halus

No	Jenis Pengujian Agregat	Hasil	Satuan
1	Berat Jenis	2,63	-
2	Penyerapan Air	4,84	%
3	Modulus Halus Butir	3,02	-
4	Gradasi Butir	3	-
5	Kadar Air	11,904	%
6	Kadar Lumpur	5	%
7	Berat Satuan	1,694	gr/cm^3

4.3. Hasil Perancangan Campuran Beton

Pada penelitian ini tata cara perancangan campuran beton mengacu pada metode ACI 211. 4R – 93. Perancangan campuran bertujuan untuk mengetahui komposisi dan proporsi bahan penyusun beton. Hasil dari desain yang kami lakukan dalam pembuatan benda uji beton tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

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

Volume/ Bahan	Variasi Superplasticizer			Satuan
	0,8 %	1,0 %	1,5 %	
Air	1320	1270	1190	ml
Semen	5,52	5,25	5,25	Kg
Kerikil	5,90	5,90	5,90	Kg
Pasir	1,74	1,74	1,74	Kg
Viscocrete 1003	42,01	52,51	84,02	ml

4.4. Hasil Pengujian *Slump*

Pengujian ini dilakukan setelah pencampuran beton. Menurut SNI 1972-2008 (BSN, 2008), pengujian *slump* bertujuan untuk mengetahui homogenitas dan *workability* beton segar dengan suatu kekentalan tertentu yang dinyatakan dengan

nilai *slump*. Semakin tinggi nilai *slump* maka semakin mudah proses pengadukan, penuangan dan pemadatan, sebaliknya jika nilai *slump* semakin rendah maka akan memiliki nilai *workability* yang rendah, sehingga proses pencampuran, penuangan, pemadatan menjadi sulit. Untuk hasil pengujian *slump* dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian *Slump*

No	Variasi Superplasticizer (%)	Umur beton (Hari)	Nilai <i>Slump</i> (cm)
1	0,8	7	10
2	1,0	7	12
3	1,5	7	15
1	0,8	14	9
2	1,0	14	12
3	1,5	14	16
1	0,8	28	11
2	1,0	28	16
3	1,5	28	19

4.5. Hasil Kuat Tekan Beton

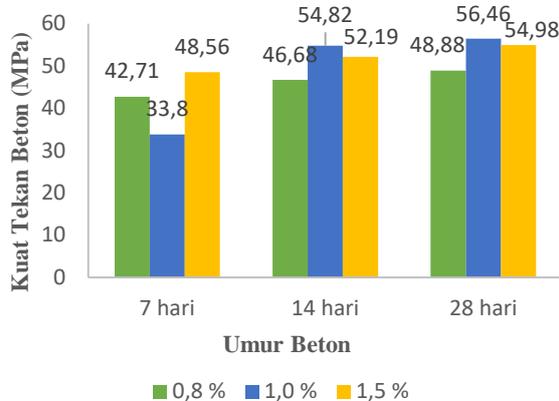
Berdasar pengujian hasil kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil kuat tekan beton.

Variasi Superplasticizer	Kuat Tekan Rata-Rata			Satuan
	7 Hari	14 Hari	28 Hari	
0,8 %	42,71	46,68	48,88	MPa
1,0 %	33,8	54,82	56,46	MPa
1,5 %	48,56	52,19	54,98	MPa

Tabel 6 menunjukkan bahwa pada penambahan superplasticizer 0,8 % nilai kuat tekan yang didapat memiliki selisih yang tidak jauh. pada penambahan *superplasticizer* kadar 1,0 % terjadi peningkatan yang signifikan dari umur 7 hari ke umur 14 hari tetapi terjadi penurunan kuat tekan pada umur 28 hari hal ini dimungkinkan karena kurangnya ketelitian pada proses pengadukan beton, proses penuangan beton ke dalam silinder yang tidak merata sehingga terjadi perbedaan isi campuran beton antar benda uji satu dengan

benda uji lainnya. Berdasar Tabel 1. menunjukkan bahwa semakin besar kadar *superplasticizer* maka semakin meningkat kuat tekannya.



Gambar 2. Hubungan kuat tekan beton (MPa) dengan umur beton.

Berdasarkan Gambar 2. Pada umur 7 hari kuat tekan beton tertinggi didapat dari penambahan *superplasticizer* 1,5 % sebesar 48,56 MPa, pada umur 14 hari kuat tekan beton tertinggi didapat dari penambahan *superplasticizer* 1,0 % sebesar 54,82 MPa, pada umur 28 hari kuat tekan beton tertinggi terdapat pada penambahan *superplasticizer* 1,0 % sebesar 56,46 MPa. Dari semua hasil kuat tekan yang didapatkan belum memenuhi target yaitu 80 MPa, namun masih memenuhi kategori beton mutu tinggi yaitu dengan kuat tekan diatas 41 MPa. Hal ini dimungkinkan dipengaruhi oleh ukuran maksimum agregat kasar yang cukup kecil dan tidak cukup kuat berdasar nilai keausan agregat yang tinggi.

KESIMPULAN

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

a. Nilai kuat tekan beton mutu tinggi pada masing masing variasi setelah dilakukan *curing* pada umur 7 hari yaitu variasi 0,8% didapat nilai rata rata 42,71 MPa, variasi 1,0% sebesar 33,8 MPa, variasi 1,5% sebesar 48,56. Pada umur 14 hari didapat nilai uji tekan rata rata yaitu variasi 0,8% sebesar 46,68 MPa, variasi 1,0% sebesar 54,82 MPa, variasi 1,5% sebesar 52,19. Pada umur 28 hari didapat nilai rata rata uji tekan yaitu variasi 0,8 sebesar 48,88 MPa, variasi 1,0% sebesar 56,46, variasi 1,5% sebesar 54,98 MPa.

b. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada ketiga variasi kadar *superplasticizer merk* viscrete 1003 didapatkan analisis bahwa variasi yang baik adalah variasi 1,0% karena pada umur 14 hari dan 28 hari memiliki kuat tekan paling baik.

Ada beberapa saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan sehingga hasil penelitian dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari hari, yaitu yang pertama adalah perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang penambahan *superplasticizer* terhadap kekuatan beton dengan lebih banyak variasi dan lebih banyak macam jenis agregat untuk mendapatkan hasil kuat tekan yang maksimal. Kedua, perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang penambahan *superplasticizer* dengan jenis lainnya terhadap beton mutu tinggi.

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.
- Amran, Pengaruh Penggunaan Silica Fume dan Silament-nn pada Campura Beton Mutu Tinggi Mengacu pada Metode *American Concrete Institute (ACI)*, *TAPAK*, 3(2), 127-136.
- Arman, A., Sonata, H., dan 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.
- Asri, R., dan Nisumanti, S., 2014. Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Penambahan *Conplast SP 337*. *Jurnal Tekno Global*, 3(1), 14-20.
- BSN, 1989, SK SNI S-04-1989-F : *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- BSN, 2008, SNI 1972-2008 : *Metode Pengujian Slump Beton*, Badan Standardisasi nasional, Jakarta.
- Darwis, Z., Soelarso., dan Ismail, I, M., 2014. Perencanaan Beton Mutu Tinggi dengan Menggunakan *HR-Water Reducer Ligno P 100 dan Portland Composite*

- Cement (PPC). Jurnal Fondasi*, 3(1), 90-97.
- Ervianto, M., Saleh, F., Prayuda, H., 2016, Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Bahan Tambah Abut Terbang (Fly Ash) Dan Zat Adiktif (Besmittel), *Sinergi*, 20(3), 199-206.
- Husnah, 2016, Analisa Perencanaan Beton Mutu Tinggi (High Strength Concrete) Dengan Semen Holcim, *Jurnal Rab Construction research*, 1(2), 134-144.
- Kurniawandy, A., Djauhari, Z., Napitu, E. T., 2011, Pengaruh Abu Terbang Terhadap Karakteristik Mekanik Beton Mutu Tinggi, *Jurnal Teknobiologi*, II(1), 55-59.
- Lydiasari, H., 2009, Optimasi Penambahan Admixture LSC309 Dan RHEOMAC SF100-MB Pada Beton Mutu Tinggi, *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*, 9(2), 43-53.
- Sumajouw, M. D. J., Dapas, S. O., Windah, R. S., 2014, Pengujian Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi, *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 4(4), 215-218.
- Tjokrodimuljo, K., 2007, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
- Yusra, A., Aulia, T. B., Muttaqin, 2015, Pengaruh Variasi Bahan Tambahan Terhadap Sifat Mekanis Beton Mutu Tinggi, *Jurnal Teknik Sipil*, 4(2), 1-10.

