

Analisis Kuat Tekan Beton *Self Compacting Concrete* Dengan Penambahan *Silica Fume* Dan Variasi *Superplasticizer*

Compressive Strength Analysis Of Concrete Self Compacting Concrete With The Addition Of Silica Fume And Superplasticizer Variations

Muhammad Agustian, As'at Pujiyanto

Juusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Kemajuan teknologi saat ini bukan hanya berdampak positif pada industri saja, melainkan berdampak juga pada bidang konstruksi. Maka dalam suatu proyek konstruksi pada pengerjaan pengecoran beton membutuhkan suatu alat yang dinamakan *vibrator* dan *compactor* yang bertujuan untuk memadatkan beton segar sehingga tidak terdapat lubang atau rongga udara yang ada didalam beton. Salah satu solusi dalam menghadapi permasalahan tersebut adalah penggunaan beton yang dapat memadat dengan sendiri yang disebut *self compacting concrete* atau biasa disebut “beton alir” (*flowing concrete*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penambahan *silica fume* dan variasi *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton *self compacting concrete* (SCC) dan pengaruh umur perendaman beton 7, 14 dan 28 hari, pembuatan benda uji menggunakan silinder berukuran 150mm x 300mm dengan total benda uji sebanyak 27 buah. Penambahan *silica fume* 10% dan variasi *superplasticizer* 0,6%, 1% dan 1,6%. Metode pengujian beton segar mengacu pada ketentuan EFRNAC (*European Federation for Specialist Construction Concrete and Concrete System*) tentang pengujian beton Segar, dari pengujian didapatkan nilai kuat tekan rata-rata pada variasi SP 0,6% secara berturut-turut sebesar 20,3 MPa, 23,4 MPa, 33,4 MPa. pada variasi SP 1% kuat tekan secara berturut-turut sebesar 21,8 MPa, 23,0 Mpa, 30,5 Mpa, dan variasi SP 1,6% kuat tekan secara berturut-turut sebesar 16,3 MPa, 20,0 MPa, 20,7 MPa. Dari penelitian ini pengujian kuat tekan dengan penambahan SF dan variasi SP paling optimum pada variasi SP 0,6% sebesar 33,4 MPa pada umur 28 hari.

Kata-kata kunci : Kuat tekan, *self compacting concrete*, *silica fume*, *superplasticizer*

Abstract. Current technological advances not only have a possitive impact on the industry, but also have an impact on the construction sector. Then in a construction project on concrete casting work requires a device called a vibrator and compactor that aims to compact the fresh concrete so that there are no holes or cavities in the concrete. One solution in dealing with the problem is the use of concrete that can compact with itself called *self compacting concrete* or so-called “*flowing concrete*” (*flowing concrete*). This study aims to analyze the addition of *silica fume* and *superplasticizer* variation to compressive concrete compressive strength concrete (SCC) and the effect of concrete immersion age 7, 14 and 28 day, Preparation of test specimens using a cylinder measuring 150mm x 300mm with a total of 27 test pieces. Fresh concrete testing method refers to the provisions of EFRNAC (*European Federation for Special Concrete Construction and Concrete Systems*) about testing fresh concrete. from the test, the average compressive strength value in the SP variation of 0.6% is 20.3 MPa, 23.4 MPa, 33.4 MPa. at SP variation of 1% compressive strength was respectively 21.8 MPa, 23.0 Mpa, 30.5 Mpa. and at SP variation of 1.6% compressive strength respectively of 16.3 MPa, 20.0 MPa, 20.7 MPa. From this study the compressive strength testing with the addition of SF and the most optimum SP variation in SP 0.6% variation was 33.4 MPa at 28 days.

Keywords : Compressive Strength, *self compacting concrete*, *silica fume*, *superplasticizer*

1. Pendahuluan

Self Compacting Conctere merupakan beton yang ketika dalam keadaan segar mampu mengalir sendiri secara gravitasi melalui celah antar tulangan dan dapat memenuhi ruangan yang ada didalam cetakan tanpa adanya bantuan mekanis (Merdana dan

Mahmud, 2016). selain itu beton *Self Compacting Concrete* bersifat kohesif sehingga dapat dikerjakan tanpa akan terjadinya segregasi atau *bleeding*, sehingga lebih cepat mengeras dibandingkan dengan beton konvensional dan dapat mengurangi *curing time*. beton *Self Compacting Concrete* memiliki bahan tambah yang berupa

mengandung *pozzolan*, bahan *pozzolan* ini dapat dijumpai dari limbah pabrik maupun industri seperti : *Fly Ash*, Kapur, abu sekam padi, kaolin, *silica fume* dan lain-lain.

Silica Fume memiliki fisik yang lebih halus dibandingkan dengan semen dan secara kimiawi mempunyai kandungan unsur SiO_2 yang tinggi, sehingga akan dapat menambah kekuatan apabila digunakan sebagai bahan tambah pada beton. Selain *silica fume* juga diperlukan *superplasticizer*, yang mana merupakan bahan tambah (*admixture*). Bahan tambah *admixture* atau *additive* adalah bahan selain semen, air dan agregat yang ditambahkan ke dalam adukan beton, sebelum atau selama melakukan pengadukan beton untuk mengubah sifat dari beton untuk mengubah sifat dari beton sesuai dengan yang diinginkan (Annas dkk., 2016). Semakin besar penggunaan kadar *superplasticizer*, maka nilai *slump flow* dalam pengujian beton segar akan semakin tinggi (Gumalang dkk., 2016). Penelitian tentang aplikasi metode *analysis of variance (anova)* untuk mengkaji pengaruh penambahan *silica fume* terhadap sifat fisik dan mekanik mortar (Fajrin dkk., 2016). Kemudian sifat mekanis dan rembesan beton mutu tinggi dengan menggunakan agregat halus pasir laut dan bahan tambah berupa *silica fume* (Olivia dkk., 2013). Kemudian penelitian tentang pemanfaatan limbah serbuk marmer terhadap beton sebagai bahan pengganti dari sebagian semen dengan menggunakan variasi *silica fume* (Handayani dkk., 2014). Kemudian penelitian tentang pengaruh penggunaan *silica fume* terhadap kuat tekan *reactive powder concrete* (Simatupang dkk., 2017). Kemudian penelitian tentang perancangan campuran *flow mortar* untuk pembuatan *self-compacting concrete* dengan fas 0,5 (Maskur dkk., 2017).

Pengembangan *Self Compacting Concrete* harus dapat memastikan keseimbangan antara deformabilitas dan stabilitas. Selain itu, tingkat kepadatan dapat mempengaruhi karakteristik terhadap material dan proporsi campuran (Aggarwal dkk., 2008). Penelitian tentang kajian pengaruh penggunaan penambahan variasi abu ampas tebu terhadap *flowability* dan kuat tekan *self compacting concrete* (Setyawan dkk., 2016). Penelitian tentang kajian pemanfaatan penggunaan limbah kaca dan abu sekam padi sebagai

podwder terhadap *self compacting concrete* (Marhendi dan Yusup., 2016). Penelitian tentang kajian pengaruh kondisi terhadap perawatan kekuatan dan struktur mikro beton memadat sendiri dengan volume abu terbang tinggi (Sondakh dkk., 2016)

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh kuat tekan beton *self compacting concrete* dengan penambahan *silica fume* dan variasi *superplasticizer* serta menganalisis pengaruh umur beton terhadap kuat tekan beton dengan penambahan *silica fume* dan variasi *superplasticizer*.

2. Bahan Tambah Beton

a. Semen

Menurut (ASTM, 1985) semen *portland* didefinisikan sebagai semen *hidraulik* yang dapat dihasilkan dengan cara menggiling kliner yang terdiri dari kalsium hidrolik, yang pada umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium silikat sebagai bahan tambahan dengan digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen *portland pozzolan* adalah campuran semen *Portland* dengan *pozzolan* antara 15%-40% dari berat total campuran dan kandungan $\text{SiO}_2 + \text{AlO}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ dalam *pozzolan* minimum yaitu 70% (BSN, 2000).

b. Silica Fume

Silica Fume yang digunakan yaitu berupa produk P.T. SIKA yang berada di Yogyakarta. Dalam penelitian ini tidak melakukan pengujian *Silica Fume*, data yang digunakan adalah hasil dari penelitian terdahulu oleh (Pujiyanto, 2011) tentang beton mutu tinggi dengan *admixture superplasticizer* dan *aditif silica fume*. Hasil dari pengujian tersebut menyatakan bahwa *Silica fume* memiliki karakteristik yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Karakteristik *Silica Fume*
(Pujiyanto, 2011)

Bahan	<i>Silica Fume</i>
Berat jenis	1,28 gr/cm ³
Kadar air	1,47%

c. Superplasticizer

Penelitian ini, *Superplasticizer* yang digunakan adalah *Viscocrete*. *Viscocrete* yang

digunakan merupakan *superplasticizer* dari merk sika tipe 1003 dengan memiliki kemampuan mengalir yang baik bersamaan dengan *kohesi* yang optimal serta dapat mengurangi pengurangan air sehingga nilai kuat tekannya meningkat dengan *workability* yang sangat baik.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan agregat kasar yang berasal dari Clereng, Kulon Progo dengan ukuran 1:1 cm, dan agregat halus yang berasal dari sungai progo. Serta air, semen merk semen gresik PPC tipe 1 dan dengan penambahan *silica fume* 10% dan variasi *superplasticizer* 0,6%, 1% dan 1,6%. Pada penelitian ini menggunakan silinder beton berukuran 150mm x 300mm sebanyak 27 buah dengan 9 buah masing-masing setiap variasi SP 0,6%, 1% dan 1,6%. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari. Metode pengujian beton segar mengacu pada ketentuan EFRNAC (*European Federation for Specialist Construction Concrete and Concrete System*) tentang pengujian beton Segar. Penelitian ini menggunakan 3 variasi benda uji yaitu : (1) benda uji dengan campuran *superplasticizer* 0,6%, (2) benda uji dengan campuran *superplasticizer* 1% dan (3) benda dengan campuran *superplasticizer* 1,6%. Pada penelitian ini untuk kebutuhan bahan susun per 1 m³ mengacu berdasarkan penelitian terdahulu (Aggarwal dkk., 2008) yaitu campuran beton SCC4 dan menggunakan fas 0,45 dengan hasil pada tabel 2.

Dalam pembuatan beton *Self Compacting Concrete* (SCC), ada syarat sifat-sifat khusus beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC) dapat dilihat pada tabel 3. komposisi agregat kasar dan halus agar dapat diperhatikan. Banyaknya pemakaian agregat halus berbanding lurus dengan daya alir beton segar. Berbeda dengan beton konvensional yang memiliki komposisi agregat kasar yang lebih banyak dibandingkan agregat halus.

Penelitian ini ada beberapa pengujian *fresh properties* terhadap *Self Compacting Concrete* (SCC) yaitu :

1. Meja sebar T50
 - a. Kerucut *Abrams* diletakkan di atas plat baja pada permukaan yang datar.
 - b. Kerucut *Abrams* diletakkan dengan posisi terbalik (diameter 10 cm dibagian bawah dan diameter 20 cm diatas) diatas plat baja dan diletakkan di posisi tengah papan aliran.
 - c. Kerucut *Abrams* di isi campuran SCC sampai penuh, karena *Self-Compacting Concrete* dilakukan tanpa proses pemadatan.
 - d. Alat uji kerucut *slump* di angkat secara perlahan dan tegak lurus keatas dengan papan aliran, sehingga campuran SCC akan turun mengalir serta membentuk lingkaran.
 - e. Waktu yang di perlukan campuran beton segar untuk mencapai diameter maksimum 500 mm di catat dan diukur diameter sebaran maksimum pada beton segar.
2. *V-Funnel*
 - a. Alat uji *V-vunnel* dibersihkan, baik pada rongga maupun penutup di dasarnya.
 - b. Campuran beton segar SCC dimasukkan kedalam rongga *V-Funnel* hingga terisi penuh dengan penutup bagian dasarnya dalam keadaan tertutup dan tunggu hingga satu menit.
 - c. Meratakan campuran beton segar SCC pada permukaan *V-Funnel*.
 - d. Wadah diletakkan dibawah alat uji *V-Funnel*.
 - e. Penutup bagian dasar *V-Funnel* dibuka dan durasi waktu penurunan aliran beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) dicatat hingga isi campuran beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) didalam *V-Funnel* habis dengan menggunakan *stopwatch*.
 - f. Waktu penurunan aliran yang diperlukan campuran beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) yang diharuskan yaitu 6-12 detik.
3. *L-Box*
 - a. Alat uji *L-Box* diletakkan pada area yang rata.
 - b. Campuran beton segar SCC di masukkan kedalam rongga prisma

tegak hingga terisi penuh dengan bagian *slide* dalam keadaan tertutup.

- c. *Slide* rongga prisma tegak dilepaskan dan durasi waktu penurunan aliran campuran beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) dicatat hingga menyentuh ujung *L-Box* dengan menggunakan *stopwatch*, ketinggian beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) dicatat bagian depan (hulu) dan bagian belakang (hilir) pada *L-Box*.
- e. Campuran beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) dihitung berdasarkan rasio ketinggian akhir (H_2/H_1) yaitu ≥ 0.8 .

Tabel 2 *Mix design* masing-masing variasi untuk 3,5 benda uji

	Variasi 0,6%	Variasi 1%	Variasi 1,6%
Pasir (kg)	18,123	18,123	18,123
Semen (kg)	8,996	8,996	8,996
Kerikil (kg)	10,406	10,406	10,406
<i>Silica</i> <i>fume</i> (kg)	0,899	0,899	0,899
<i>Superplas</i> <i>ticizier</i> (liter)	0,053	0,053	0,053
Air (kg)	3,958	4,235	4,585

Tabel 3 Batas-batas sifat beton segar SCC (EFRNAC, 2002)

Parameter	Kisaran
$T_{50\text{ cm}}$	2 – 5 sec
<i>V-Funnel</i>	6 – 12 sec
<i>L-Box</i> , H_2/H_1	$\geq 0,8$
<i>Slump Flow</i>	650 – 800 mm

Setelah melakukan pembuatan beton segar *self compacting concrete*. Masukkan campuran beton segar SCC ke dalam cetakan silinder dan tunggu 1 hari sampai campuran beton kering lalu dimasukkan kedalam bak air untuk perendaman selama 7, 14, dan 28 hari.

4. Hasil dan Pembahasan

Pengujian beton SCC ini akan dilakukan setelah melakukan pengujian agregat halus, agregat kasar, pengujian *fresh properties* pada *Self Compacting Concrete* dan pengujian kuat tekan beton SCC.

Pengujian agregat halus yang berasal dari sungai Progo, Diperoleh berat jenis 2,63. Dapat dilihat pada tabel tabel 4

Tabel 4 Hasil pengujian agregat halus

No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Gradasi	-	Memenuhi standar ASTM
2	Kadar Lumpur	%	1
3	Berat Satuan	Gr/cm ³	1,604
4	Kadar Air	%	1,3
5	Berat Jenis	-	2,63
6	Penyerapan Air	%	5,26

Pengujian agregat kasar yang berasal dari Clereng, Kulon Progo, diperoleh berat jenis 2,60. Dapat dilihat pada tabel 5 .

Tabel 5 Hasil pengujian agregat kasar

No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Kadar Lumpur	%	3,8
2	Pemeriksaan Keausan	%	18,3
3	Berat Satuan	gr/cm ³	1,452
4	Kadar Air	%	1,33
5	Berat Jenis	-	2,60
6	Penyerapan Air	%	1,06

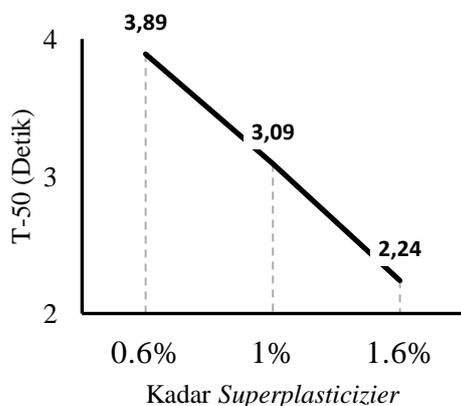
Self-Compacting Concrete (SCC) banyak sekali pilihan pengujian sifat pada beton segar agar dapat mengetahui kemampuan mengisi pada beton (*filling ability*), kemampuan mengalir beton (*flowability*), Kemampuan melewati tulangan beton (*passing ability*), stabilitas maupun

segregasi. Dalam penelitian ini, dilakukan 4 pengujian sifat-sifat beton segar, yaitu pengujian Meja Sebar *T-50*, *Slump Flow*, *V-Funnel* dan *L-Box*. Hasil yang diperoleh dari pengujian sifat-sifat beton segar dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil pengujian *fresh properties* berdasarkan variasi *superplasticizier*

Variasi	<i>T</i> _{50cm}	<i>V-Funnel</i>	<i>L-Box</i> H ₂ /H ₁	<i>Slump Flow</i>
0,6%	2,89 detik	6,18 detik	0,83 cm	655 mm
1%	3,09 detik	6,51 detik	0,87 cm	675 mm
1,6%	2,24 detik	7,11 detik	0,91 cm	690 mm

Hubungan Uji *T-50* Dengan Penambahan Kadar Variasi *Superplasticizier*.



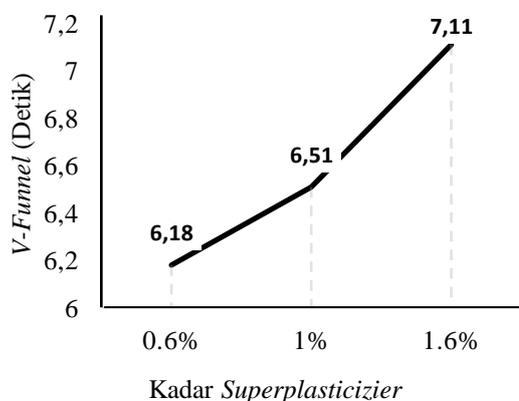
Gambar 1 Grafik hubungan uji *T-50* dengan penambahan kadar variasi *superplasticizier*.

Gambar 1 menunjukkan hasil dari pada pengujian beton segar *T-50*, dengan kadar variasi *superplasticizier* 0,6%, 1%, dan 1,6% maka didapatkan hasil dengan berturut-turut yaitu 3,89 detik, 3,09 detik, dan 2,24 detik. Sehingga dengan penambahan setiap kadar *superplasticizier* yang digunakan maka kemampuan mengisi ruangan (*Filling ability*) akan terus meningkat disebabkan sifat dari kadar *superplasticizier* yang memiliki kemampuan alir, sehingga kemampuan mengalir beton juga meningkat (*flowability*). Demikian dari masing-masing variasi pada

beton segar *SCC* telah memenuhi standar yang di tentukan oleh *EFNARC* (2002).

Hubungan Uji *V-funnel* Dengan Penambahan Kadar Variasi *Superplasticizier*.

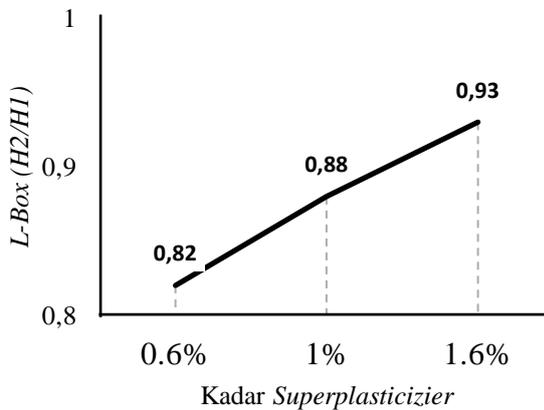
Gambar 2 menunjukkan hasil dari pada pengujian beton segar *V-funnel*. Maka hasil pengujian dari ketiga kadar variasi *superplasticizier* berbeda-beda yaitu, untuk kadar variasi 0,6% diperoleh dengan catatan waktu 6,18 detik, kadar untuk variasi *superplasticizier* 1% diperoleh dengan catatan waktu 6,51 detik, dan kadar untuk variasi *superplasticizier* 1,6% diperoleh dengan catatan waktu 7,11 detik. Sehingga setiap dari penambahan kadar *superplasticizier* yang digunakan maka kemampuan mengisi ruangan (*fillingability*) serta segregasi akan terus meningkat. Besarnya waktu yang diperlukan beton *SCC* mengalir disebabkan oleh pengaruh dari *silica fume* yang menyerap air. Ukuran partikel yang kecil dan mengakibatkan daya serapan terhadap campuran *SCC*, sehingga viskositas beton meningkat dan disebabkan sifat dari kadar *superplasticizier* yang memiliki kemampuan alir, sehingga kemampuan mengalir beton juga meningkat (*flowability*). Dengan demikian dari masing-masing variasi untuk beton segar *SCC* telah memenuhi standar yang ditentukan oleh *EFNARC* (2002).



Gambar 2 Grafik hubungan uji *V-funnel* dengan penambahan kadar variasi *superplasticizier*

Hubungan Uji *L-box* Dengan Penambahan Kadar Variasi *Superplasticizer*.

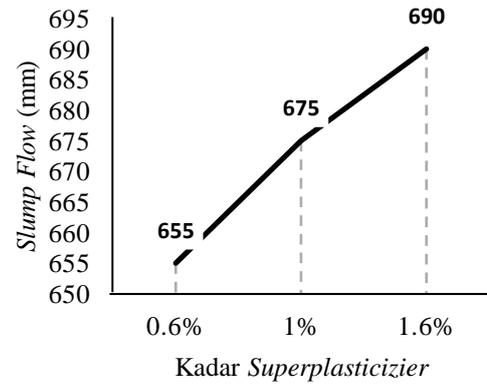
Gambar 3 menunjukkan hasil dari pengujian pada beton segar *L-Box*. Maka hasil yang didapatkan pada penambahan ketiga variasi *superplasticizer* 0,6%, 1%, dan 1,6% adalah berturut-turut yakni 0,82 cm, 0,88 cm, dan 0,93 cm. sehingga dengan penambahan kadar *superplasticizer* yang digunakan maka kemampuan campuran beton melewati tulangan (*passing ability*) akan terus meningkat disebabkan sifat dari kadar *superplasticizer* yang memiliki kemampuan alir, sehingga kemampuan mengalir beton juga meningkat (*flowability*). Dengan demikian dari masing-masing variasi untuk beton segar *SCC* telah memenuhi standar yang di tentukan oleh *EFNARC* (2002).



Gambar 3 Grafik hubungan uji *L-box* dengan penambahankadar variasi *superplasticizer*

Hubungan Uji *Slump Flow* Dengan Penambahan Kadar *Superplasticizer*.

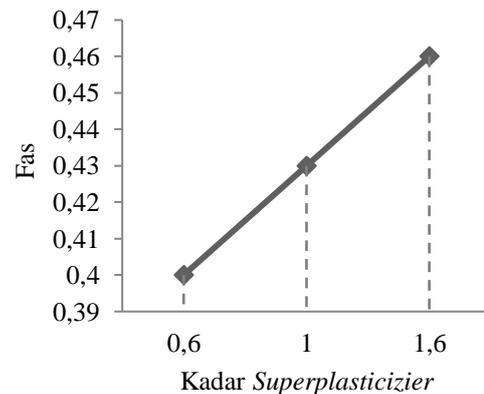
Gambar 4 menunjukkan hasil dari pengujian untuk beton segar *slump flow* meningkat saat persentase *superplasticizer* ditambah dikarenakan kemampuan mengalir (*flowability*). Dengan ini semakin besar persentase *superplasticizer* pada campuran *SCC* maka semakin cepat campuran beton segar dapat mencapai diameter 500 mm. Hasil nilai *Slump Flow* yang didapatkan adalah sebesar 655 mm, 675 mm, dan 690 mm. Dengan secara demikian diperoleh dari masing-masing variasi untuk beton segar *SCC* telah memenuhi standar yang ditentukan menurut *EFNARC* (2002).



Gambar 4 Grafik hubungan uji *slump flow* dengan penambahan kadar variasi *superplasticizer*

Hubungan Kadar *Superplasticizer* Dengan Nilai Fas Beton.

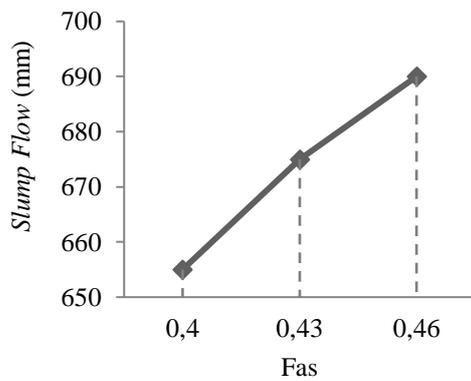
Gambar 5 Menunjukkan bahwa untuk kadar *Superplasticizer* semakin tinggi maka akan kebutuhan air juga semakin meningkat dapat dilihat dari nilai *FAS* yang semakin naik sehingga mengikuti presentase *Superplasticizer* yang digunakan.



Gambar 5 Grafik hubungan kadar *Superplasticizer* dengan nilai fas beton

Hubungan Antara Fas Dengan Nilai *Slump Flow*.

Gambar 6 menunjukkan bahwa jika nilai *FAS* pada beton semakin tinggi maka dari itu nilai pada pengujian *Slump flow* beton juga akan semakin tinggi.



Gambar 6 Grafik hubungan antara fas dengan nilai slump flow

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton *Self-Compacting Concrete*.

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji umur 7, 14, dan 28 hari. Dalam penelitian ini penyusun melakukan penelitian dengan penambahan *silica fume* sebagai bahan tambah dari berat semen. Serta menggunakan bahan tambah zat *additive superplasticizier* dengan jenis *viscrote 1003* dengan kadar dengan persentase variasi 0,6%, 1%, dan 1,6% dari berat semen. Hasil

pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel 7, 8 dan 9.

Berdasarkan Tabel 7, menunjukkan hasil kuat tekan beton umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan variasi *Superplasticizier* 0,6% dari berat semen serta kadar *Silica Fume*. Didapatkan hasil kuat tekan dengan rata-rata berdasarkan hari perawatanya adalah sebesar 20,3 MPa; 23,4 MPa; dan 33,4 MPa.

Berdasarkan tabel 8, menunjukkan hasil kuat tekan beton umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari dengan variasi *Superplasticizier* 1% dari berat semen serta kadar *Silica Fume*. Didapatkan hasil kuat tekan dengan rata-rata berdasarkan hari perawatanya adalah sebesar 21,8 Mpa; 23 MPa; dan 30,25MPa.

Berdasarkan Tabel 9, menunjukkan hasil kuat tekan beton umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan variasi *Superplasticizier* 1,6% dari berat semen serta kadar *Silica Fume*. Sehingga didapatkan hasil kuat tekan dengan rata-rata berdasarkan hari perawatanya adalah sebesar 16,3 MPa; 20,0 MPa ; dan 20,7 MPa. variasi *superplasticizer* dan penambahan kadar *Silica Fume* yang digambarkan pada gambar 7.

Tabel 7 Hasil uji kuat tekan beton variasi *superplasticizier* 0,6%

No	Kode Benda Uji	Umur (hari)	Kadar S.P (%)	Kadar <i>Silica Fume</i> (%)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
1	A7SF0,6%	7			18,2	
2	B7SF0,6%	7			22,3	20,3
3	C7SF0,6%	7			20,5	
4	A14SF0,6%	14			21,6	
5	B14SF0,6%	14	0,6%	10%	24,0	23,4
6	C14SF0,6%	14			24,7	
7	A28SF0,6%	28			27,8	
8	B28SF0,6%	28			35,2	33,4
9	C28SF0,6%	28			37,3	

Tabel 8 Hasil uji kuat tekan beton variasi *superplasticizier* 1 %

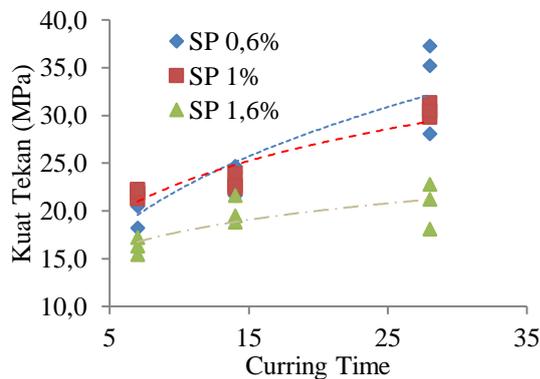
No	Kode Benda Uji	Umur (hari)	Kadar S.P (%)	Kadar Silica Fume (%)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
1	D7SF1%	7			21,3	
2	E7SF1%	7			21,9	21,8
3	F7SF1%	7			22,2	
4	D14SF1%	14			22,4	
5	E14SF1%	14	1%	10%	23,9	23,0
6	F14SF1%	14			22,6	
7	D28SF1%	28			31,3	
8	E28SF1%	28			30,5	30,5
9	F28SF1%	28			29,8	

Tabel 9 Hasil uji kuat tekan beton variasi *superplasticizier* 1,6 %

No	Kode Benda Uji	Umur (hari)	Kadar S.P (%)	Kadar Silica Fume (%)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
1	G7SF1,6%	7			15,4	
2	H7SF1,6%	7			17,2	16,3
3	I7SF1,6%	7			16,3	
4	G14SF1,6%	14			21,6	
5	H14SF1,6%	14	1,6%	10%	19,5	20,0
6	I14SF1,6%	14			18,8	
7	G28SF1,6%	28			22,8	
8	H28SF1,6%	28			18,1	20,7
9	I28SF1,6%	28			21,2	

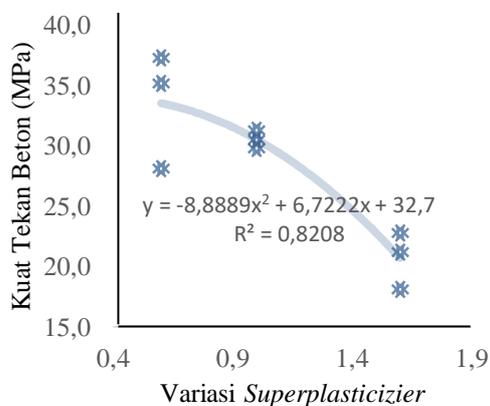
Hubungan Kuat Tekan Beton Dengan Umur Perendaman.

Gambar 7 menunjukkan bahwa hasil nilai kuat tekan yang didapatkan pada awal tertinggi terjadi pada kadar variasi variasi 1%, sedangkan untuk kadar yang variasi 0,6% memiliki nilai kuat tekan rendah namun pada saat beton umur 28 hari memiliki nilai kuat tekan paling tinggi jika dibandingkan dengan kadar yang variasi 1% dan 1,6%. Nilai kuat tekan untuk kadar yang variasi 1,6% memiliki nilai kuat tekan yang paling rendah sehinggal sampai umur perawatan (*Curing*) 28 hari. Karena sebab itu dapat kita simpulkan bahwa, penggunaan kadar *superplasticizier* berlebih akan membuat nilai kuat tekan beton menjadi semakin menurun.



Gambar 7 Grafik hubungan kuat tekan beton dengan umur perendaman

Hubungan Antara Kadar Variasi *Superplasticizier* Dengan Kuat Tekan Beton.

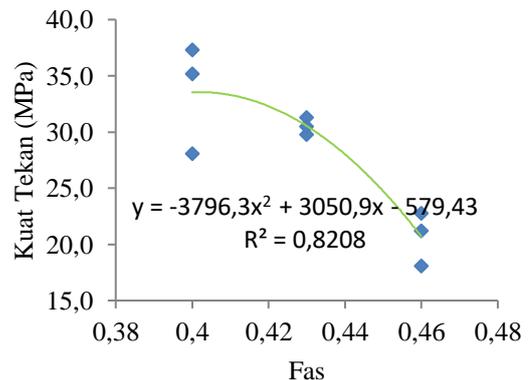


Gambar 8 Grafik hubungan antara kadar variasi *superplasticizier* dengan kuat tekan beton

Gambar 8 menunjukkan persamaan $y = -8,8889x^2 + 6,7222x + 32,7$. didapatkan nilai kuat tekan paling baik dari rentang kadar yang bervarvariasi *superplasticizier* antara 0,6%, 1%, hingga 1,6% yaitu pada kadar variasi 0,6% adalah sebesar 37,3 MPa. Dari perhitungan dengan persamaan tersebut dapat dijelaskan semakin besar penggunaan kadar variasi *superplasticizier*, akan semakin kecil nilai kuat tekan yang akan didapatkan atau dapat dikatakan menurun. Disebabkan oleh pengaruh dari *superplasticizier* yang sifatnya mengalir. Sehingga memiliki rongg udara dan pori beton yang berlebih dan mengakibatkan kuat tekan menurun.

Hubungan Kadar Fas Dengan Kuat Tekan Beton.

Gambar 9 berdasarkan persamaan $y = -3796,3x^2 + 3050,9x - 579,43$ didapatkan nilai FAS yang baik dengan rentang kadar variasi *superplasticizier* antara sebesar 0,6%, 1%, hingga 1,6% yaitu pada nilai FAS 0.4 sebesar 37,3 MPa . maka dari perhitungan persamaan yang didapatkan menjelaskan semakin besar penambahan nilai FAS maka semakin kecil nilai kuat tekan yang akan didapatkan atau dikatakan menurun.

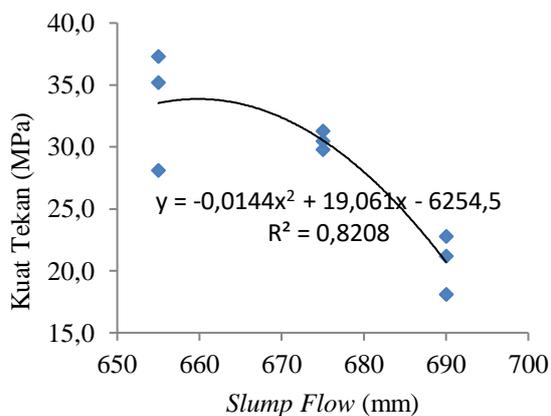


Gambar 9 Grafik hubungan kadar fas dengan kuat tekan beton

Hubungan Antara Pengujian *Slump Flow* Dengan Kuat Tekan Beton.

Gambar 10 menunjukkan persamaan $y = -0,8542x^2 + 111,25x - 3588,9$ didapatkan dengan niali *Slump Flow* yang baik dari rentang kadar *superplasticizier* yang bervariasi antara 0,6%, 1%, sampai 1,6% yaitu pada nilai

Slump flow 655 mm sebesar 37,3 MPa. Maka perhitungan persamaan tersebut menjelaskan semakin besar penggunaan nilai *Slump Flow* akan semakin kecil nilai kuat tekan yang didapat atau dikatakan menurun, pengujian kuat tekan beton SCC menunjukkan bahwa kuat tekan awal yang besar. Disebabkan oleh proses hidrasi pasta semen yang terus meningkat, sehingga dengan penambahan *silica fume* yang mempunyai sifat menyerap air dan memperkuat ikatan antar material serta mengurangi rongga udara dan pori didalam beton.



Gambar 10 Grafik hubungan antara pengujian *Slump flow* dengan kuat tekan beton

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah didapatkan dari penelitian *Self Compacting Concrete* dengan penambahan *Silica Fume* dan variasi *Superplasticizier* (0,6%, 1%, dan 1,6%) terhadap campuran semen dengan nilai kuat tekan pada umur 7, 14 dan 28 hari dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil nilai kuat tekan beton SCC terhadap setiap kadar variasi *Superplasticizier* (0,6%, 1%, dan 1,6%) setelah dilakukannya waktu perendaman terhadap beton (*curing time*) pada umur 7, 14 dan 28 hari dengan kuat tekan berturut-turut untuk kadar variasi *Superplasticizier* 0,6% sebesar 20,3 MPa, 23,4 MPa, 33,4 MPa dan kadar variasi *Superplasticizier* 1% sebesar 21,8 MPa, 23,0 MPa, 30,5 MPa , dan untuk yang terakhir dengan variasi *Superplasticizier* 1,6% sebesar 16,3 MPa, 20,0 MPa, dan 20,07 MPa.

2. Pada ketiga pengujian campuran beton *fresh properties* yang telah dilakukan memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh *EFRNAC*. Yang dimana kadar *Superplasticizier* sangat mempengaruhi terhadap *flowability* pada pengujian *fresh properties*, semakin besar penggunaan kadar *Superplasticizier* maka akan semakin cepat juga *flowability* pada pengujian *fresh properties* campuran beton *Self Compacting Concrete*.
3. Dari hasil kuat tekan yang telah didapatkan dari penggunaan penambahan *silica fume* dan kadar variasi *Superplasticizier* yang berbeda-beda, maka dapat disimpulkan bahwa pengaruh umur perawatan (*curing time*) pada 7, 14, dan 28 hari sangat mempengaruhi kuat tekan beton. Semakin lama umur perawatan terhadap beton SCC maka semakin tinggi nilai kuat tekan beton yang didapatkan. Penambahan *silica fume* dari ketiga pengujian yaitu T-50, V-vunnel dan L-Box dengan variasi *superplasticizier* cukup berpengaruh pada kuat tekan beton, disebabkan reaksi dari *silica fume* yang mempunyai sifat menyerap air dan mengikat antar material campuran beton sehingga mampu meningkatkan kinerja beton.

6. Daftar pustaka

- Aggarwal, P., Siddique, R., Aggarwal, Y., and Gupta, S. M. 2008. Self-Compacting Concret-Procedure For Mix Design. *Leornado Elctronic Journal of Precties and Technologies*, 15-22.
- Annas, A., Ekaputri J. J., dan Triwulan 2016. Pemanfaatan Mikrobakteri Terhadap Beton Mutu Tinggi Dengan Tambahan Silica Fume. *Jurnal Teknik ITS* 5(1), 19-23.
- ASTM, 1985, C 150. *Standard Spesification for Portland Cement*. America Society for Testing Materials. ASTM International. Philadelphia, USA.
- BSN, 2000. *SNI 03-2834-2000 Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Ervianto, M., Saleh, F., dan Prayuda, H. 2016. Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi

- Menggunakan Bahan Tambah Abu Terbang (Fly Ash) dan Zat Adiktif (Bestmittel). *Sinergi* 20(3), 199-206.
- EFNARC, 2002. *Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete*. European Federation of National Trade Associations Representing Producers and Applicator of Specialist building Products. Hampshire, U.K.
- Fajrin, J., Pathurahman, dan Pratama, L. G. 2016. Aplikasi Metode Analysis Of Variance (Anova) Untuk Mengkaji Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Mortar. *Jurnal Rekaya Sipil* 12(1), 11-22.
- Gumalang, S., Wallah, S. E., dan Sumajouw, M. D. J. 2016. Pengaruh Kadar Air dan Superplasticizer Pada Kekuatan dan Kelecekan Beton Geopolimer Memadat Sendiri Berbasis Abu Terbang. *Jurnal Ilmiah Media Engineering* 6(3), 574-580.
- Handayani, A. F., Djojoatmodjo, A. S. M., dan Zacoeb, A. 2014. Pemanfaatan Limbah Serbuk Marmer Pada Beton Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Dengan Variasi Penggunaan Silica Fume. *Teknologi dan Kejuruan* 37(2), 179-189.
- Marhendi, T., dan Yusup, F. 2016. Pemanfaatan Limbah Kaca dan Abu Sekam Padi Sebagai Powder Pada Self Compacting Concrete (Beton Memadat Sendiri). *Techno* 1(2), 67-71.
- Merdana, I. N., dan Mahmud, F. 2016. Perbandingan Sifat Mekanis Antara Beton Konvensional dan Beton Memadat Sendiri Dengan Penambahan Serat Kawat Bendrat. *Spektrum Sipil* 3(1), 60-67
- Maskur, I., Satyarno I., dan Siswanto M. F. 2017. Perancangan Campuran Flow Mortar Untuk Pembuatan Self-Compacting Concrete Dengan FAS 0,5. *Dinamika Rekayasa* 13 (2), 89-95
- Olivia, M., Indrawan, B., dan Sitompul, I. R. 2013. Sifat Mekanis dan Rembesan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Agregat Halus Pasir Laut dan Bahan Tambah Silica Fume. *Jurnal Sains dan Teknologi* 12 (1), 7-10.
- Pujianto, A. 2011. Beton Mutu Tinggi Dengan Admixture Superplasticizer Dan Aditif SilicaFume. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik* 14 (2), 177-183.
- Setyawan, D., Saleh, F., dan Prayuda, H. 2016. Pengaruh Variasi Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Flowability Dan Kuat Tekan Self Compacting Concrete. *Jurnal Rekayasa Sipil* 12 (2), 40-49.
- Simatupang, P. H., Nasjono, J. K., dan Mite, K. G. 2017. Pengaruh Penambahan Silica Fume Terhadap Kuat Tekan Reactive Powder Concrete. *Jurnal Teknik Sipil* 7(2), 219-228.
- Sondakh, C.S. P., Manalip, H., dan Wallah, S. E. 2016. Pengaruh Kondisi Perawatan Pada Kekuatan dan Struktur Mikro Beton Memadat Sendiri Dengan Volume Abu Terbang Tinggi. *Jurnal Ilmiah Media Engineering* 6 (3), 583-589.