PERILAKU DARI *EARLY HIGH STRENGTH FLOW CONCRETE* DI USIA MUDA DENGAN VARIASI *FLY ASH*

Martha Triayu [1)]
[1)] Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak

ABSTRAK

Masyarakat Indonesia terus mengalami peningkatan kebutuhan terhadap fasilitas umum terutama fasilitas infrastruktur yang semakin maju. Dalam melakukan perencanaan fasilitas dibutuhkan suatu teknologi yang semakin baik kualitasnya seperti beton mutu tinggi yang mencakup kekuatan, durabilitas, masa layanan dan efisiensi. Beton mutu tinggi juga memiliki porositas yang menjadikan beton lebih awet dan tahan sulfat karena tidak mudah ditembus oleh air dan bakteri perusak beton. Faktor air semen yang digunakan untuk campuran beton mutu tinggi berpengaruh besar terhadap besar dan kecilnya porositas. Agar mencapai kuat tekan beton yang tinggi dibutuhkan bahan tambah *superplasticizer* yang sifatnya dapat mengurangi penggunaan air (dengan menggunakan faktor air semen kecil) tetapi tetap mudah dikerjakan. Pada penelitian ini digunakan inovasi beton yaitu *Self Compacting Concrete* (*SCC*). Zat aditif yang digunakan adalah *fly ash* yang merupakan sisa pembakaran batu bara yang mengandung SiO2 yang tinggi. Tujuan peneilitian ini mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan *superplasticizer Sika Viscocrete 3115N* dan *fly ash* terhadap kuat tekan, kuat tarik belah beton mutu tinggi dan modulus elastisitas beton mutu tinggi pada umur 1, 2, 3, 7,14 dan 28 hari. Hasil dari penelitian yaitu kuat tekan beton SCC optimum sebesar 55,81 MPa dihasilkan pada umur 28 hari pada kadar *fly ash* 0% dari berat semen dengan penambahan *admixture Sika Viscocrete 3115N*.

Keywords: *Beton Mutu Tinggi, Self Compacting Concrete, Fly Ash*

ABSTRACT

Indonesian society continues to experience an increased need for public facilities, especially infrastructure facilities that are increasingly advanced. In planning the facility, a technology that is getting better quality is needed, such as high-strength concrete which includes strength, durability, service life, and efficiency. High-quality concrete also has a porosity which makes the concrete more durable and resistant to sulfate because it is not easily penetrated by water and bacteria destroying concrete. The water-cement factor used for high-strength concrete mixes has a big effect on the size of the porosity. In order to achieve a high compressive strength of concrete, it is necessary to add a superplasticizer that is able to reduce water use (by using a small cement water factor) but is still easy to work with. This research uses concrete innovation, namely Self Compacting Concrete (SCC). The additive used is fly ash which is the residue from burning coal that contains high SiO2. The purpose of this study was to determine the effect of the addition of superplasticizer Sika Viscocrete 3115N and fly ash on the compressive strength, split tensile strength of high-strength concrete, and the modulus of elasticity of high-strength concrete at the ages of 1, 2, 3, 7,14 and 28 days. The result of this research is that the optimum compressive strength of SCC concrete of 55.81 MPa is produced at the age of 28 days at a fly ash content of 0% by weight of cement with the addition of Sika Viscocrete 3115N admixture.

Keywords: *Beton Mutu Tinggi, Self Compacting Concrete, Fly Ash*

1. Pendahuluan

Beton merupakan material konstruksi bangunan yang sering dipakai dikarenakan memiliki sifat mudah dibentuk, mudah diproduksi, dan ekonomis. Beton yang mengalami keropos akan mengalami penurunan kuat tekan beton. Agar mencapai kuat tekan beton yang tinggi dibutuhkan bahan tambah *superplasticizer* yang sifatnya dapat mengurangi penggunaan air (dengan menggunakan fas kecil) tetapi tetap mudah dikerjakan. Pada penelitian ini digunakan salah satu inovasi beton yaitu *Self Compacting Concrete* (*SCC*). Beton yang mengalami keropos akan mengalami penurunan kuat tekan beton. Agar mencapai kuat tekan beton yang tinggi dibutuhkan bahan tambah *superplasticizer* yang sifatnya dapat mengurangi penggunaan air (dengan menggunakan fas kecil) tetapi tetap mudah dikerjakan. Pada penelitian ini digunakan salah satu inovasi beton yaitu *Self Compacting Concrete* (*SCC*). *SCC* adalah campuran beton yang dapat memadat sendiri tanpa menggunakan alat pemadat, sebagai gantinya melalui penggunaan bahan

tambahan (*additives admixtures*) atau *superplasticizer*. Jenis superplasticizer yang akan digunakan pada penelitian ini adalah *superplasticizer Sika Viscocrete 3115N.*

Porositas beton dapat diakibatkan oleh adanya partikel-partikel bahan penyusun beton yang relatif besar, sehingga kerapatan tidak dapat maksimal. Semen merupakan partikel terkecil dari bahan penyusun beton konvensional. Maka dari itu, untuk mengurangi porositas semen dapat digunakan aditif yang bersifat *pozzolan* dan mempunyai partikel sangat halus. Aditif yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah *fly ash* yang merupakan sisa pembakaran batu bara yang mengandung SiO2 yang tinggi, yang dapat meningkatkan kuat tekan beton sehingga dapat berpengaruh baik terhadap stuktural beton.

2. Metodologi Penelitian

Dalam hal ini penulis melakukan percobaan langsung di laboratorium. Mengenai metode eksperimen ini Sugiono (2008) mengemukakan bahwa "secara umum metode penelitian diartikan sebagai cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi fly ash yang dikombinasikan dengan superplasticizer pada beton mutu tinggi. Sedangkan pengujian benda uji yang dilakukan adalah kuat tekan beton pada umur 1,2,3, 7,14 dan 28 hari, kuat tarik belah beton serta modulus elastisitas beton.

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Tanjungpura di Pontianak dan dilaksanakan selama 2 (dua) bulan (April - Mei).

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

a. Alat yang digunakan :

1. Timbangan, untuk mengetahui berat dari bahan-bahan penyusun beton.
2. Oven, untuk mengeringkan sampel dalam pemeriksaan bahan-bahan yang akan digunakan dalam campuran.
3. Satu set alat pemeriksaan agregat (piring, saringan, piknometer).
4. Kerucut Abrams
5. Mesin *Los Angeles*, untuk menguji tingkat keausan agregat kasar.
6. Tongkat penumbuk, untuk menumbuk beton yang sudah dimasukan ke dalam cetakan.
7. Mesin Uji Tekan, untuk menguji dan mengetahui nilai kuat tekan dan kuat tarik belah dari sampel beton yang dibuat.
8. Alat ukur deformasi *(dial gauge)*
9. Mesin aduk beton (*mixer*/molen)
10. Satu set alat uji *slump flow*
11. Cetakan benda uji berbentuk silinder
12. Bak Perendaman
13. Mistar/ penggaris
14. Ember
15. Gelas ukur

b. Bahan yang digunakan :

1. Semen Portland komposit (PCC) merk Semen Gresik.
2. Agregat halus (pasir) diambil dari Desa Kuala Dua, Kabupaten Kubu Raya.
3. Agregat kasar berupa batu pecah diambil dari Desa Peniraman, Sungai Pinyuh, Kabupaten Mempawah.
4. Air yang digunakan dari Laboratorium Bahan Konstruksi Universitas Tanjungpura.
5. Bahan tambah *superplasticizer* menggunakan *Sika Viscocrete 3115N.*
6. Abu terbang *(fly ash)* yang diambil dari PLTU Jeranjang berlokasi di Desa Sungai Batu Kecamatan Kapuas Kabupaten Sanggau.

2.3. Desain Benda Uji

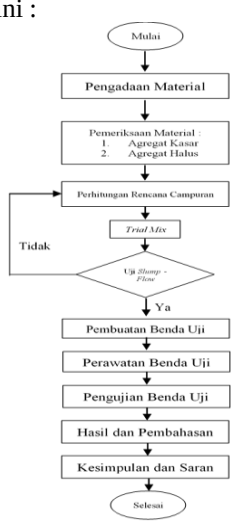
Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Setiap variasi benda uji tersebut itu digunakan untuk pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas.

2.4. Bahan Tambahan (Admixture) atau Bahan Pengganti

Bahan tambahan adalah suatu bahan berupa bubukan atau cairan, yang dibubuhkan kedalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu untuk merubah beberapa sifatnya (Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton. SNI 03-2495-1991).

2.5. Bagan Alir Penelitian

Secara garis besar, tahapan penelitian yang dilaksanakan di laboratorium dapat dilihat pada bagan berikut ini :



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

2.6. Prosedur Penelitian

1. Persiapan Alat dan Bahan
2. Pengujian Karakteristik Agregat
3. Perencanaan Campuran (Mix Design)
4. Pembuatan Benda Uji
5. Perawatan Benda Uji
6. Pengujian Sampel
7. Analisis Hasil

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pemeriksaan Material

Penelitian ini merupakan studi eksperimental di laboratorium. Pembuatan, perawatan dan pengujian dilakukan di Laboratorium Universitas Tanjungpura Pontianak. Kegiatan yang lebih dahulu dilakukan adalah pemeriksaan material yang bertujuan untuk mengetahui apakah spesifikasi agregat memenuhi persyaratan yang akan digunakan dalam perancangan campuran beton mutu tinggi.

a. Agregat Halus

Setelah dilakukan pemeriksaan, maka didapatlah hasilnya pada Tabel 2. Hasil perhitungan dan data-data pemeriksaan secara lengkap terdapat dalam lampiran.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

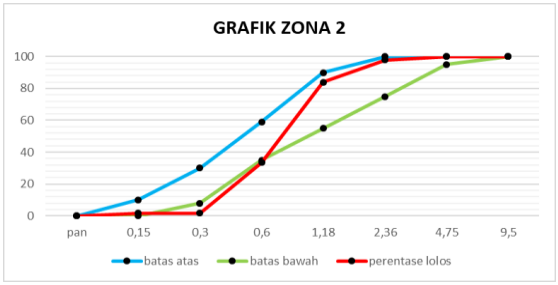
JENIS PEMERIKSAAN	DETAIL	HASIL	SATUAN
Kadar Lumpur Agregat Halus	-	0,200	%
Kadar Air Agregat Halus	-	2,54	%
Gradasi Agregat Halus	saringan tertahan	4,750	mm
	modulus	2,810	-
Berat Jenis dan Absorbsi Agregat Halus	berat jenis	2,636	gr/cm^3
	berat jenis kering permukaan jenuh	2,640	gr/cm^3
	berat jenis semu	2,646	gr/cm^3
	absorbsi	0,140	%
Bobot Isi / Berat Volume Agregat Halus	-	1,399	gr/cm^3
Modulus Halus Butir Agregat Halus	-	2,81	

Untuk hasil pemeriksaan gradasi agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3. berikut ini.

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Komulatif (%)	Berat Lolos Komulatif (%)
9,5	0	0	0	100
4,75	0,3	0,015067805	0,015067805	99,98493219
2,36	41,2	2,069311904	2,084379709	97,91562029
1,18	278,1	13,96785535	16,05223506	83,94776494
0,6	1003,1	50,38171773	66,43395279	33,56604721
0,3	632,9	31,78804621	98,221999	1,778001005
0,15	0,2	0,010045203	98,2320442	1,767955801
pan	35,2	1,767955801	100	0
Jumlah	1991	100		

Dari Tabel 3. gradasi agregat halus di atas dapat digambarkan grafik gradasi sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik Hubungan antara Ukuran Ayakan dan Persentase Lolos Kumulatif

Dari gambar 2. Grafik hubungan antara ukuran ayakan dan persentase lolos kumulatif pada agregat halus mendekati pada daerah gradasi zona 2, sehingga agregat halus termasuk pasir sedang.

b. Agregat Kasar

Setelah dilakukan pemeriksaan, maka didapatlah hasilnya pada Tabel 4. Hasil perhitungan dan data-data pemeriksaan secara lengkap terdapat dalam lampiran.

Tabel 4. Hasil Pengujian Agregat Kasar

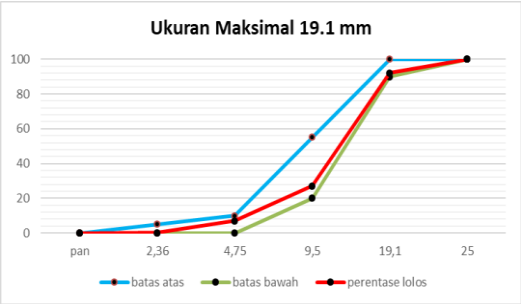
JENIS PEMERIKSAAN	DETAIL	HASIL	SATUAN
Kadar Air Agregat Kasar	-	2,28	%
Gradasi Agregat Kasar	saringan tertahan	19,1	mm
Berat Jenis dan Absorbsi Agregat Kasar	berat jenis	2,651	gr/cm^3
	berat jenis kering permukaan jenuh	2,667	gr/cm^3
	berat jenis semu	2,693	gr/cm^3
	absorbsi	0,585	%
Bobot Isi / Berat Volume Agregat Kasar	dengan rojokan tanpa rojokan rata-rata	1,656	gr/cm^3
Modulus Halus Butir Agregat Kasar	-	7,4	

Untuk hasil pemeriksaan gradasi agregat halus dapat dilihat pada Tabel 5. berikut ini.

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Komulatif (%)	Berat Lolos Komulatif (%)
38,1	0	0	0	100
25,4	0	0	0	100
19,1	197,50	7,906008567	7,906008567	92,09399143
12,7	1481,9	59,32108402	67,22709259	32,77290741
9,5	142,7	5,712341379	72,93943397	27,06056603
4,75	500,9	20,05123894	92,99067291	7,009327089
2,36	170,3	6,817181058	99,80785397	0,192146031
pan	4,8	0,192146031	100	0
Jumlah	2498,1	100		

Dari Tabel 5. gradasi agregat kasar di atas dapat digambarkan grafik gradasi sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Ukuran Ayakan dan Persentase Lolos Kumulatif

Dari gambar 3. Grafik hubungan antara ukuran ayakan dan persentase slolos kumulatif pada agregat kasar masuk pada daerah gradasi agregat untuk besar butir maksimum 19.1 mm.

c. Hasil Pemeriksaan *Fly Ash*

Pada penelitian ini, *fly ash* yang digunakan berasal dari PLTU Jeranjang berlokasi di Desa Sungai Batu Kecamatan Kapuas Kabupaten Sanggau. Setelah dilakukan pemeriksaan terhadap kandungan dalam *fly* ash, maka didapat hasil seperti pada tabel 6. di bawah ini :

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan *Fly Ash*

Characteristics	Unit	Result	Methods
SiO2 as Silicon Dioxide	%	23,89	AOAC (2016) ed.20
Al2O3 as Aluminium Dioxide	%	11,19	AOAC (2016) 983.05
F-e203 as Iron (II) Oxide	%	17,62	AOAC (2016) 967.01
Cao as Calcium Oxide	%	12,71	AOAC (2016) 945.04
MgO as Magnesium Oxide	%	1,98	AOAC (2016) 984.01
SO3 as Sulphur Trioxide	%	2,44	AOAC (2016) ed.20
Na2O as Natrium Oxide	%	8,90	AOAC (2016) ed.20
K2O as Kalium Oxide	%	6,69	AOAC (2016) 955.06
Loss of Ignition	%	12,06	AOAC (2016) ed.20
Total Moisture	%	0,47	Gravimetric

Berdasarkan hasil pemeriksaan kandungan kimia yang terdapat dalam *fly ash* di atas, maka *fly ash* tersebut masuk ke dalam Tipe C.

Tabel 7. Hasil Pemeriksaan *Specific Gravity*, Hidrometer dan Analisa Saringan

No	No. Sampel	Kedalaman	Gs	MIT Classification		
				Sand	Silt	Clay
				Diameter (mm)		
				0.06-2.00	0.002-0.06	≤ 0.002
				Hydrometer & Analisa Saringan		
1	1	-	2,450	68,5	29,5	2,0
2	2	-	2,339	68,0	30,0	2,0

3.2. Proporsi Campuran Beton

pada penelitian ini menggunakan SNI 7656:2012 dengan modifikasi beton SCC mengacu pada proposi campuran beton SCC pada proyek LRT Jakarta. Pada penelitian ini, campuran beton akan divariasikan dengan *fly ash* dengan variasi 0%, 10% dan 20% dari berat semen dan bahan tambah *Sika viscocrete 3115N* dengan kadar 1,4% dari berat semen untuk setiap variasi.

3.3. Hasil Pengujian *Slump-Flow*

Dalam setiap pembuatan benda uji, perlu dilakukan uji *slump-flow* dikarenaka pada penelitian ini beton yang dibuat adalah beton SCC atau beton memadat sendiri. Uji *slump-flow* ini bertujuan untuk mengetahui nilai *slump-flow* dari setiap campuran beton. Hasil uji *slump-flow* pada setiap campuran beton dapat dilihat pada tabel 8 berikut :

Tabel 8. Hasil Uji *Slump Flow*

Variasi	Nilai *Slump-flow (cm)*
FA 0%	60
FA 10%	60
FA 20%	60

3.4. Berat Isi Beton

Setelah dilakukan pembuatan benda uji maka didapatlah hasil berat isi masing-masing benda uji. Berikut ini perbandingan berat isi antara beton dengan variasi *fly ash* 0%, 10% dan 20%.

Tabel 9. Perbandingan Berat Isi Beton dengan Variasi *Fly Ash* 0%, 10% dan 20%

VARIASI	BERAT ISI						TOTAL BERAT ISI
FA 0%	12565	12425	12625	13000	13245	12310	
FA 0%	12305	12120	13385	13505	12925	12490	228360
FA 0%	12490	11835	12615	13165	12785	12570	
FA 10%	12145	12355	12070	11830	12630	11970	
FA 10%	12245	12195	12120	12175	12440	12040	219475
FA 10%	12115	11720	12405	12270	12350	12400	
FA 20%	12140	12015	11735	12140	11855	12200	
FA 20%	12405	12430	12195	12205	12065	11800	216745
FA 20%	12060	12050	12040	11955	11905	11550	

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa berat isi beton akan semakin menurun apabila jumlah *fly ash* bertambah. Dengan kata lain, penambahan jumlah *fly ash* akan menurunkan berat isi dari beton. Hal ini dikarenakan berat jenis semen lebih besar dari berat jenis *fly ash* yang pada akhirnya akan memengaruhi berat isi beton.

3.5. Perhitungan Stabilitas Lereng

a. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Rumus perhitungan uji kuat Tarik belah beton mengacu pada SNI 1974:2011.

$$Kuat\ Tekan(MPa) = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

P : beban uji maksimum (beban hancur) (N) yang ditunjukkan mesin uji tekan

A : luas penampang melintang benda uji (mm²)

Tabel 10. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

VARIASI	UMUR (HARI)					
	1	2	3	7	14	28
FA 0%	5,94	36,58	46,38	47,23	53,55	55,81
FA 10%	14,61	22,15	22,53	36,86	37,43	39,03
FA 20%	9,33	17,44	19,33	22,63	25,74	29,41

b. Analisa Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Berdasarkan penelitian yang dilakukan *fly ash* menyerap lebih banyak air dibandingkan dengan semen *Portland.* Apabila penyerapan air lebih banyak akan menyebabkan terjadinya segregasi, yaitu memisahnya agregat dalam campuran beton sehingga campuran menjadi tidak kohesif (menyatu) dan tidak homogen. Penggunaan *fly ash* yang semakin banyak pada campuran beton SCC akan meningkatkan kadar air dan kualitas beton akan semakin menurun dikarenakan kadar air yang terlalu banyak.

Peningkatan kuat tekan beton yang terjadi juga dikarenakan penambahan *Sika Viscocrete 3115N*. penambahan *Sika Viscocrete 3115N* dapat meningkatkan workabilitas dari beton sehingga adukan beton menjadi lebih kohesif yang berpengaruh pada kuat tekan beton.

c. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah beton dalam bentuk silinder diperoleh dari hasil pembebanan maksimum benda uji yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan. Rumus perhitungan uji kuat Tarik belah beton mengacu pada SNI 03-2491-2002.

$$Kuat\ Tarik\ Belah(MPa) = \frac{2P}{L.D}$$

Keterangan :

P : beban uji maksimum (beban belah / hancur) (N) yang ditunjukkan mesin uji tekan

L : panjang benda uji (mm)

D : diameter benda uji (mm)

Berikut ini hasil rata-rata dari pengujian kuat tekan beton pada masing-masing variasi benda uji.

Tabel 11. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

VARIASI	UMUR (HARI)					
	1	2	3	7	14	28
FA 0%	3,22	10,44	10,67	12,22	14,78	15,44
FA 10%	6,89	8,33	9,67	10,56	11,56	12,33
FA 20%	4,78	6,11	8,33	9,89	10,44	11,44

d. Analisa Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Dari data hasil pengujian kuat tarik belah di atas, dapat diketahui bahwa kuat tarik belah optimum juga terdapat pada beton dengan variasi *fly ash* 0%. Hasil pengujian kuat tarik belah di atas dapat diketahui bahwa semakin besar jumlah substitusi *fly ash* terhadap semen maka kuat tarik belahnya akan semakin rendah. Ini ditunjukkan pada data yang didapat di mana beton dengan variasi *fly ash* 20% memiliki kuat tarik yang lebih rendah dibandingkan dengan variasi 10% dan 0%.

Nilai kuat tarik belah yang kecil termasuk dalam kelemahan dari beton. Adapun cara untuk menaikan kuat tarik belah pada beton adalah dengan menambahkan tulangan pada beton di mana tulangan dapat membantu menahan gaya tarik yang terjadi.

e. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas adalah perbandingan antara tegangan (σ) dan regangan (ε). Pengujian modulus elastisitas dilakukan dengan menggunakan mesin uji tekan. Pengujian dilakukan dengan asumsi hubungan antara hasil tegangan dan regangan yang didapat masih di dalam batas linier yaitu sampai pda 40 % dari beban runtuh.

Tabel 12. Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

VARIASI	HARI KE -				
	1	2	3	7	14
FA 0%	22933,97	33654,67	37262,37	42258,05	43967,15
FA 10%	16090,82	19410,05	22674,05	25985,45	31446,66
FA 20%	15231,6	17964,15	20605,13	24547,24	27113,98

f. Analisa Hasil Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Berdasarkan hasil pengujian modulus elastisitas dan jika disandingkan dengan hasil pengujian kuat tekan, maka dapat diketahui bahwa nilai modulus elastisitas beton yang meningkat disertai juga dengan meningkatnya nilai kuat tekan beton yang didapat. Hal ini dikarenakan modulus elastisitas berbanding lurus dengan kuat tekannya. Perbandingan nilai modulus elastisitas dan kuat tekan beton menunjukkan semakin tinggi kuat tekan beton berarti beton tersebut semakin kaku.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian dan analisa data pada penelitian ini, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin besar kadar penambahan *fly ash* maka kekuatan beton SCC akan semakin berkurang.
2. Kuat tekan beton SCC optimum sebesar 55,81 MPa dihasilkan pada umur 28 hari pada kadar *fly ash* 0% dari berat semen dengan penambahan *admixture Sika Viscocrete 3115N*.
3. Penggunaan *fly ash* sebagai substitusi terhadap semen belum memberikan peningkatan kekuatan beton SCC pada usia muda atau umur awal beton.
4. Penggunaan *fly ash* yang semakin banyak pada campuran beton SCC akan menurunkan berat isi beton itu sendiri.

Daftar Pustaka

Sugiono., 2008, *Metode Penelitian Kuantitatif dan R&D*, Alfabeta, Bandung.

SNI 03-2495-1991., 1991, *Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton*, Yayasan LPMB, Bandung.

SNI 7656:2012., 2012, *Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

SNI 03-2491-2002., 2002, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.