

KAJIAN KUAT TEKAN DAN GESER INTERFACE PADA BETON SCC DENGAN PEMANFAATAN FLY ASH SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN

Edi Kurniadi*, Agus Kurniawan

Departemen Teknik Sipil, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, INDONESIA

*E-mail: edi.kurniadi@ugm.ac.id

ABSTRAK

Teknologi bidang konstruksi terus berkembang. Beton *Self Compacting Concrete* (SCC) merupakan beton dengan kinerja tinggi yang mempunyai kemampuan mengalir dengan sendirinya, durabilitas baik, dan mempunyai kekuatan tinggi. Penggunaan beton SCC dapat menghemat tenaga kerja dan penggunaan alat pemadatan, namun jumlah semen yang digunakan lebih banyak daripada beton normal. Pada konsep bangunan hijau (*green building*) yang ramah lingkungan mensyaratkan bahwa pembangunan dalam bidang konstruksi menggunakan material-material yang ramah lingkungan. Penggunaan semen walaupun dalam beton digunakan sekitar 7%-15%, ternyata untuk menghasilkan semen digunakan energi yang cukup besar dan kurang ramah lingkungan. Penggunaan *fly-ash* merupakan cara untuk penerapan *green building*. Penelitian ini memanfaatkan *fly ash* sebagai bahan substitusi semen, substitusi ini akan mengurangi penggunaan semen yang akan mengakibatkan penurunan performa dari kekuatan beton SCC. Pada penelitian ini mengkaji kuat tekan dan geser *interface* pada beton *Self Compacting Concrete* (SCC) dengan pemanfaatan penggunaan *fly ash* yang akan di substitusikan dengan semen. Substitusi *fly-ash* tersebut sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% dan dengan menggunakan *chemical admixture type F* (sika *viscocrete* 1003). Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan benda uji berupa silinder beton ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm sesuai standar SNI sedang untuk pengujian kuat geser menggunakan benda uji kubus beton dengan ukuran 150 mm × 150 mm × 150 mm mengacu pada metode *bi-surface shear test*. Hasil *workability* beton SCC meliputi pengujian *filling ability* menggunakan *slump flow test* didapatkan nilai yang lebih besar dari persyaratan minimum 55 cm, pengujian *passing-ability* menggunakan *L-Box test* didapatkan nilai rasio h_2/h_1 yang lebih besar dari persyaratan minimum 0,8 dan viskositas/segregasi menggunakan *V-funnel* didapatkan nilai waktu kurang dari persyaratan maksimum 12 detik, dari ketiga pengujian tersebut maka beton tersebut termasuk dalam kriteria sebagai beton SCC. Kuat tekan beton SCC pada umur 7 hari 14 hari dan 28 hari menunjukkan dengan substitusi *fly-ash* sampai 20% ada peningkatan kuat tekan beton sampai 21 persen selanjutnya pada substitusi *fly-ash* 30% terjadi penurunan kuat tekan.

Kata kunci: Beton SCC, *fly ash*, kuat tekan, kuat geser

ABSTRACT

Construction technology continues to develop. Self Compacting Concrete (SCC) is a high performance concrete which has the ability to flow by itself, has good durability, and high strength. The use of SCC concrete can reduce labor needs and the use of compaction equipment, but the amount of cement used is more than normal concrete. The green building concept that is environmentally friendly requires that development in the construction sector use environmentally friendly materials. Although the use of cement is around 7%-15% in concrete, it turns out that to produce cement it uses quite a lot of energy and is less environmentally friendly. The use of fly ash is one way for the green building concept. This study utilizes fly ash as a cement substitution material, this substitution will reduce the use of

cement which will result in a decrease in the performance of the SCC concrete strength. This study examines the compressive strength and interface shear in Self Compacting Concrete (SCC) by using fly ash to be substituted with cement. The fly ash substitution is 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% and by using chemical admixture type F (sika viscocrete 1003). The compressive strength test was carried out using a concrete cylinder with a diameter of 150 mm and a height of 300 mm according to the SNI standard while for shear strength testing using a concrete cube test object with a size of 150 mm x 150 mm x 150 mm, referring to the bi-surface shear test method. The results of the SCC concrete workability include filling ability testing using the slump flow test, a value greater than the minimum requirement of 55 cm, passing ability testing using the L-Box test, the value of the h_2/h_1 ratio which is greater than the minimum requirement of 0.8 and viscosity/segregation using V-funnel, the time value is less than the maximum requirement of 12 seconds, from the three tests, the concrete is included in the criteria as SCC concrete. The compressive strength of SCC concrete at the age of 7 days 14 days and 28 day showed that with the substitution of fly ash up to 20% there was an increase in the compressive strength until 21 percent, then on the substitution of fly ash 30% there was a decrease in the compressive strength

Keywords: *SCC concrete, fly ash, compressive strength, shear strength*

PENDAHULUAN

Teknologi bidang konstruksi terus berkembang. Salah satu pekerjaan penting dalam pelaksanaan sebuah konstruksi adalah pekerjaan pembetonan. Namun, masih banyak kesulitan yang dapat dijumpai di lapangan saat proses pembetonan ini. Salah satunya pada proses pemadatan atau vibrasi beton. Proses pemadatan atau vibrasi beton sangat berpengaruh pada kekuatan beton yang dihasilkan. Penggunaan alat pemadat seperti vibrator akan menambah tenaga kerja dan selain itu getaran yang ditimbulkan dapat mempengaruhi bangunan – bangunan yang ada disekitarnya dan suara yang ditimbulkan dapat mengganggu masyarakat sekitar.

Perkembangan pembuatan beton di lapangan diharapkan dapat mengurangi jumlah tenaga kerja dan mengurangi penggunaan alat penggetar (*vibrator*) adalah dengan menggunakan beton *Self Compacting Concrete* (SCC) yang memiliki kemampuan untuk memadat sendiri. Beton *Self Compacting Concrete* merupakan beton dengan kinerja tinggi dimana mempunyai kemampuan mengalir dengan sendirinya, durabilitas baik, dan mempunyai kekuatan tinggi (Risdianto, 2010).

Sifat beton *Self Compacting Concrete* yang harus dipenuhi yaitu diantaranya kemampuan mengalir dan mengisi suatu cetakan, tahan terhadap segregasi agregat, dan kemampuan untuk melewati sela – sela penulangan serta dengan beratnya sendiri dapat melekat pada penulangan yang rumit (Assalam et al.,2019)

Bangunan hijau (*green building*) yang ramah lingkungan saat ini berkembang di dunia konstruksi. Faktor penting dalam konsep bangunan hijau adalah penggunaan material-material konstruksi yang ramah lingkungan. Dimana material konstruksi tersebut diambil, diproduksi, digunakan dan dirawat dengan seminimal mungkin berkontribusi pada kerusakan lingkungan. Penggunaan material agregat kerikil dan pasir, yang merupakan bahan penyusun utama beton, sekitar 80%, apabila penambangannya

tidak terkendali akan menimbulkan kerusakan lingkungan yang cukup besar. Penggunaan semen walaupun dalam beton digunakan sekitar 7%-15%, ternyata untuk menghasilkan semen digunakan energi yang cukup besar dan kurang ramah lingkungan karena produksinya mengeluarkan emisi gas CO₂ yang besar serta limbah yang melimpah juga, sehingga akan sangat berpengaruh pada kondisi lingkungan.

Usaha yang dapat dilakukan untuk upaya mengembangkan beton ramah lingkungan adalah dengan mereduksi penggunaan semen sebagai bahan pengikat beton, dengan pemanfaatan material lain seperti *fly ash*, *hulk ash*, abu ampas tebu, metakaolin, silika *fume* sebagai *pozzolan* yang dapat mengurangi sebagian penggunaan semen.

Widodo,S, (2017) meneliti Analisis Tegangan dan Modifikasi Metode Pengujian Kuat Geser antara Lapis Beton Lama dengan Beton Baru yang menyajikan analisis distribusi tegangan pada berbagai metode pengujian kuat geser *interface* antara lapis beton lama dengan beton baru.

Penelitian (Rusyandi,K,2012), beton *self compacting concrete* SCC dengan penambahan *Fly Ash* dan *Structuro* menghasilkan bahwa *Fly Ash* dapat digunakan sebagai *Filler* dalam pembuatan rancangan beton SCC, penggunaan *Structuro* di atas 2,5 % hendaknya dihindari karena tidak efektif terhadap kemampuan mereduksi air sehingga akan menimbulkan efek negatif seperti *segregation* dan *bleeding*.

Rusyandi, et al. (2012) dalam jurnal yang berjudul "Perancangan Beton *Self Compacting Concrete* (Beton Memadat Sendiri) Dengan Penambahan *Fly Ash* Dan *Structuro*" yang meneliti tentang karakteristik beton *Self Compacting Concrete* yang dipengaruhi penambahan bahan tambah (*admixture*) kimia tipe F *superplasticizer* yaitu *structuro* dan ditambahkan pula *filler fly ash*. Penggunaan *superplasticizer* sebanyak 0,3 % dari berat semen dengan pengurangan kadar air dalam campurannya. Kemudian penggunaan *Fly Ash* sebagai *filler* digunakan sebanyak 8% dari total volume campuran beton per m³. Hasilnya adalah *Fly ash* bisa dipergunakan sebagai bahan pengganti semen atau *filler*. *Admixture Structuro* yang digunakan berpengaruh terhadap *workability* campuran dan mutu beton yang nantinya akan dihasilkan. Selain itu, nilai *fas* yang rendah tetap terjaga dan *workabilitas* tidak menurun karena sifat *water reducer* yang tinggi dari *Structuro*. Tidak disarankan menggunakan *Admixture Structuro* diatas 2,5%, karena dengan penggunaan kadar tersebut kemampuan mereduksi airnya semakin kecil sehingga tidak efektif lagi. Selain itu permasalahan seperti *segregation* dan *bleeding* juga berisiko semakin tinggi.

Rusdianto (2010) dalam jurnalnya yang berjudul "Penerapan *Self Compacting Concrete* (SCC) Pada Beton Mutu Normal" yang meneliti tentang karakteristik beton *Self Compacting Concrete* yang dipengaruhi bahan tambah berupa *superplasticizer Conplast SP430*. Variasi *superplasticizer* yang digunakan yaitu 0,5, 1, 1,5 dan 2 liter dengan

pengurangan air 10% dari berat air per m³. Dari penelitian pada jurnal ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut, Tingkat *workability* pada campuran akan semakin baik seiring dengan semakin banyak penambahan *Conplast* SP340. Kuat tekan beton akan semakin meningkat seiring semakin banyak penambahan *Conplast* SP340. Hal ini disebabkan karena penggunaan *Conplast* SP340 dapat mempercepat pengurangan kadar air dalam campuran serta mempercepat pengerasan campuran beton dibandingkan dengan beton yang tidak menggunakan *Conplast* SP340. Kuat tekan beton menurun pada penambahan *superplasticizer Conplast* SP430 sebanyak 2 liter pada umur 28 hari.

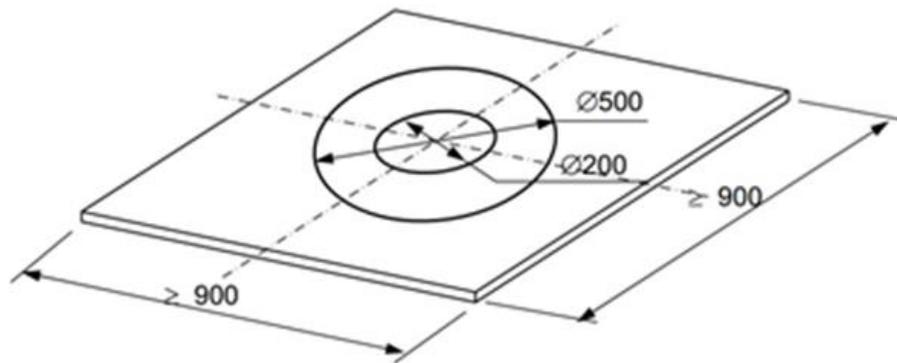
Pada penelitian ini mengkaji kuat tekan dan geser *interface* pada beton *Self Compacting Concrete* (SCC) dengan pemanfaatan *fly ash* sebagai substitusi semen. Bahan *chemical admixture* yang digunakan adalah tipe F yang mempunyai sifat *High Range, Water Reducer, (superplasticizer)*

Beton dapat dikategorikan dalam kriteria *Self Compacting Concrete* (SCC) jika beton yang dihasilkan mempunyai karakteristik tertentu, salah satunya dari segi *workability*. Menurut SNI 1972:2008, *workability* beton adalah keadaan dimana campuran beton segar mudah dikerjakan. Campuran beton pada *Self Compacting Concrete* (SCC) dapat memenuhi kriteria *workability* apabila mampu memenuhi kriteria berikut ini (EFNARC, 2002):

- a. *Filling ability*, yaitu campuran pada beton segar (*fresh concrete*) mampu mengisi ruangan dalam cetakan dengan padat.
- b. *Passing ability*, yaitu campuran pada beton segar (*fresh concrete*) mampu melewati suatu struktur tertentu atau sela - sela pada tulangan yang rapat.
- c. *Segregation resistance*, yaitu campuran beton segar tahan terhadap efek segregasi.

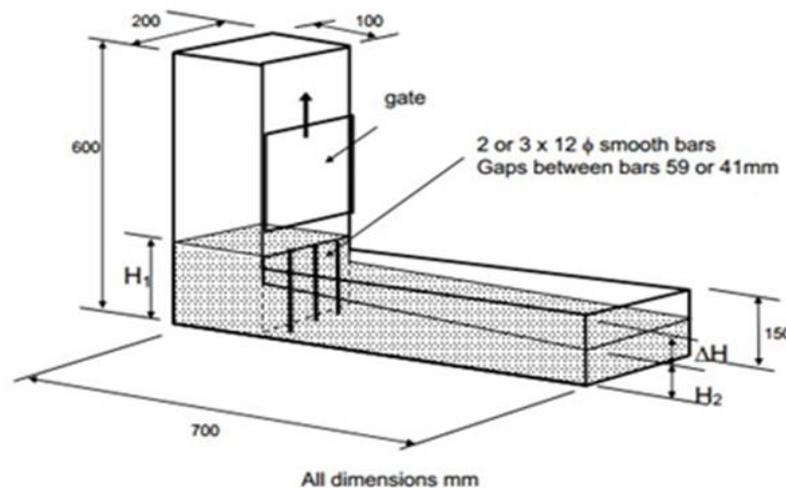
Berdasarkan spesifikasi SCC dari EFNARC, *workabilitas* atau kelecakan campuran beton segar dapat dikatakan sebagai beton SCC apabila memenuhi kriteria diantaranya sebagai berikut;

- a. *Filling ability* adalah kemampuan beton SCC untuk mengalir dan mengisi keseluruhan bagian cetakan melalui beratnya sendiri. Untuk menentukan "*filling ability*" dari beton SCC digunakan *Slump-flow Test* dengan menggunakan kerucut *Abrams* dapat diketahui kondisi *workabilitas* beton berdasarkan kemampuan penyebaran beton segar yang dinyatakan dengan besaran diameter antara 60-75 cm, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Slump-Flow Test (Sumber : EFNARC Standard, 2005)

- b. *Passing ability* adalah kemampuan beton SCC untuk mengalir melalui celah-celah antar besi tulangan atau bagian celah yang sempit dari cetakan tanpa terjadi adanya segregasi atau *blocking*. Untuk menentukan “*passing ability*” digunakan alat uji yaitu *L-Shape box*. Dengan *L-shape box test* akan didapatkan nilai *blocking ratio*, yaitu nilai yang didapat dari perbandingan H_2/H_1 . Semakin besar nilai *blocking ratio*, semakin baik beton segar mengalir dengan viskositas tertentu. Untuk kriteria beton SCC nilai *blocking ratio* berkisar antara 0,8 – 1,0. Seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. L-Shape Box Test (Sumber : EFNARC Standard, 2005)

METODE PENELITIAN

Desain beton SCC sering membutuhkan jumlah semen dalam jumlah yang banyak. Penggunaan semen dalam jumlah banyak menjadi kurang ramah lingkungan karena produksinya mengeluarkan emisi gas CO₂ yang besar serta limbah, sehingga akan sangat berpengaruh pada kondisi lingkungan. Salah satu cara adalah mereduksi penggunaan semen dengan melakukan substitusi semen dengan *fly ash*. Cara penelitian adalah dengan membuat *mix design* beton SCC dengan menggunakan fas 0.35 dan *superplasticizer* tipe F (*sika viscocrete 1003*) sebanyak 2 % dari berat semen serta dengan substitusi *fly ash* 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% terhadap berat semen.

Setelah beton mengeras dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik beton SCC dilakukan pengujian kuat tekan pada umur beton 7, 14 dan 28 hari serta kuat geser *interface* pada umur 28 hari. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan benda uji berupa silinder beton ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm sesuai standar SNI sedang untuk pengujian kuat geser *interface* menggunakan benda uji kubus beton dengan ukuran 150 mm x 150 mm x 150 mm mengacu pada metode *bi-surface shear test* yang diusulkan oleh Momayez (2004).

Pengujian dan perhitungan kuat tekan sesuai dengan prosedur di SNI 1974:2011 yaitu dengan rumus sebagai berikut:

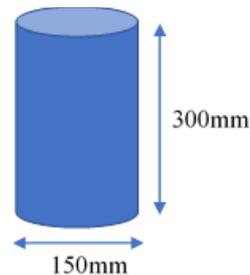
$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

f'_c = Kuat tekan (MPa)

A = Luas tampang (mm²)

P = Beban tekan (N)



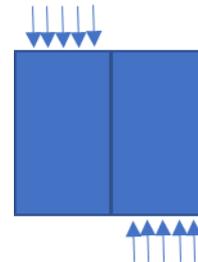
Untuk pengujian kuat geser mengacu *direct shear test* sederhana untuk mendapatkan kekuatan geser beton. Dalam pengujian ini benda uji diberi dua gaya tekan yang berlawanan. Rata-rata tegangan geser pada *interface* didapatkan dengan membagi beban tekan dengan area bidang geser.

Kuat geser *interface* = P/A

Keterangan:

P = Gaya tekan (N)

A = Luas bidang geser (mm²)



HASIL DAN PEMBAHASAN

Agregat yang digunakan adalah pasir alami dan kerikil batu pecah dengan ukuran butir maksimum 20 mm. Hasil pengujian karakteristik pasir dan kerikil seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian agregat pasir dan kerikil

No.	Sifat dan Karakteristik	Pasir	Kerikil	Keterangan
1	Kandungan Lumpur Dalam Pasir			
	a. Cara Endapan Ekuivalen	2.10	-	%
	b. Cara Ayakan No.200	2.36	-	%
2	Kandungan Zat Organik Pasir	No.11	-	Warna
3	Berat Satuan Agregat			

No.	Sifat dan Karakteristik	Pasir	Kerikil	Keterangan
	a. Ditumbuk	1.82	1.74	T/m3
	b. Tidak ditumbuk	1.69	1.53	T/m3
4	Modulus Halus	2.73	5.91	
5	SSD Pasir	SSD	-	
6	Berat Jenis	2.70	2,7	
7	Keausan dengan Mesin Los Angeles	-	44.64	%

Hasil pengujian agregat terlihat bahwa kandungan lumpur dalam pasir lebih kecil dari 5% yang artinya kandungan lumpur dalam pasir memenuhi persyaratan SNI. Untuk keausan kerikil menggunakan uji *los angeles* adalah 44.64 % lebih kecil dari batas maksimal keausan 50 %, artinya kerikil yang digunakan memenuhi persyaratan SNI.

Mix design beton SCC mutu 40 MPa menggunakan fas 0.35 dan *superplasticizer* tipe F sika *viscocrete* 1003 sebanyak 2% dari berat semen serta dengan substitusi *fly ash* 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% terhadap berat semen, kebutuhan bahan yang digunakan untuk pembuatan beton SCC tiap 1 meter kubik dan untuk tiap satu silinder beton seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan bahan untuk pembuatan beton SCC tiap 1 meter kubik

Persentase <i>fly ash</i> (%)	<i>fly ash</i> (kg)	Semen Portland (kg)	Air (kg)	Agregat halus (kg)	Agregat kasar (kg)	Superplasticizer (kg)
0	0	585,71	205,00	846,61	692,68	11,71
5	29	556,43	205,00	846,61	692,68	11,71
10	59	527,14	205,00	846,61	692,68	11,71
15	88	497,86	205,00	846,61	692,68	11,71
20	117	468,57	205,00	846,61	692,68	11,71
25	146	439,29	205,00	846,61	692,68	11,71
30	176	410,00	205,00	846,61	692,68	11,71

Dari hasil *mix design* berdasarkan berat beton tiap 1 meter kubik adalah 2 341 kg maka beton SCC tersebut termasuk beton dengan berat yang normal.

Pengujian *filling ability* terhadap beton segar (*fresh concrete*) SCC menggunakan uji *filling ability* menggunakan *slump flow test* dan pengujian *passing ability* menggunakan *L-box test* serta pengujian segregasi menggunakan *V funnel test* dapat dilihat pada Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 3. Hasil pengujian *filling ability* menggunakan *slump flow test*

No.	Benda uji		Slump Flow Test (cm)				
			d1	d2	d3	d4	rata2
1	Adukan 1	0%	67	71	69	70	69
2	Adukan 2	5%	71	65	63	68	67
3	Adukan 3	10%	71	71	69	70	70
4	Adukan 4	15%	75	71	67	66	70
5	Adukan 5	20%	71	76	67	71	71
6	Adukan 6	25%	74	67	74	69	71
7	Adukan 7	30%	70	72	72	69	71

Tabel 4. Hasil pengujian *passing ability* menggunakan *L-box test*

No.	Benda Uji		L-Box Test					Syarat minimum h_2/h_1
			h_1 (cm)	Rerata h_1	h_2 (cm)	Rerata h_2	$\frac{h_1}{h_2}$	
1	Adukan 1	0%	9,7		9,3		0,95	0,8
			9,9	9,8	9,5	9,3		
			9,8		9,0			
2	Adukan 2	5%	9,8		8,7		0,92	0,8
			9,9	9,7	9,2	8,9		
			9,4		8,9			
3	Adukan 3	10%	9,7		9,7		0,98	0,8
			10,0	9,8	9,9	9,6		
			9,8		9,3			
4	Adukan 4	15%	11,0		10,5		0,97	0,8
			10,5	10,8	10,0	10,5		
			11,0		11,0			
5	Adukan 5	20%	10,1		9,5		0,95	0,8
			9,5	9,9	9,8	9,4		
			10,2		9,0			
6	Adukan 6	25%	10,4		9,7		0,90	0,8
			10,7	10,5	9,2	9,4		
			10,3		9,4			
7	Adukan 7	30%	10,0		9,3		0,96	0,8
			10,1	10,1	9,8	9,7		
			10,3		10,0			

Tabel 5. Hasil pengujian segregasi menggunakan *V funnel test*

No	Benda uji	<i>V funnel (detik)</i>
1	Adukan 1 0%	11,53
2	Adukan 2 5%	10,09
3	Adukan 3 10%	11,80
4	Adukan 4 15%	11,70
5	Adukan 5 20%	8,80
6	Adukan 6 25%	9,73
7	Adukan 7 30%	7,83

Hasil pengujian pada Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5. Menunjukkan hasil *slump flow* tes sebesar 69,5 cm lebih besar dari 60 cm dan pengujian *L-box test* didapat perbandingan h_2/h_1 adalah lebih dari 0,8, serta hasil pengujian *V funnel* lebih kecil dari 12 detik. Dari pengujian beton segar tersebut menunjukkan bahwa beton tersebut termasuk kriteria beton SCC.

Kuat tekan beton SCC dengan benda uji berupa silinder beton berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300mm yang dilakukan pengujian pada umur 7, 14, dan 28 hari adalah seperti pada Tabel 6 sampai Tabel 8, serta Gambar 3 sampai Gambar 5.

Tabel 6. Kuat Tekan beton SCC pada beton umur 7 hari

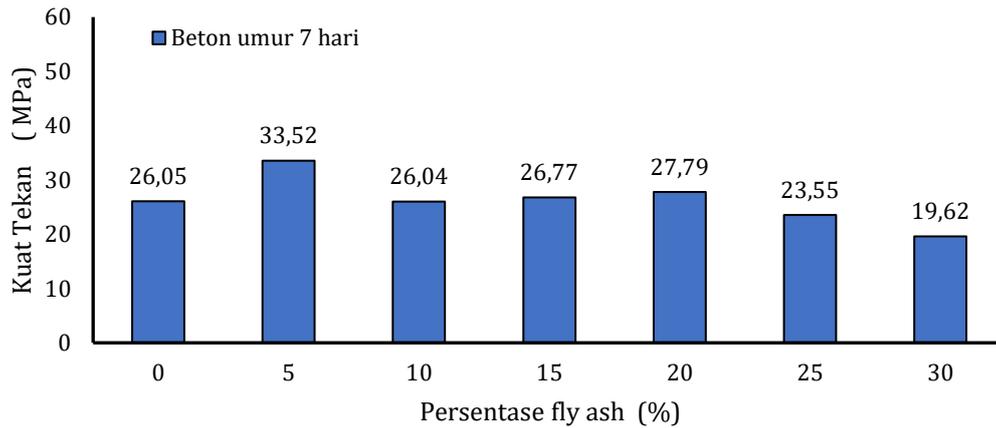
No.	Substitusi <i>fly ash</i>	Umur (hari)	Diameter Silinder (mm ²)	Tinggi Silinder (mm)	Beban Maksimum (N)	Luas (mm ²)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata2 (MPa)
1	0%	7	151,00	298,40	535000	17898,79	29,89	26,05
2	0%	7	151,50	299,90	400000	18017,52	22,20	
3	5%	7	151,20	301,80	645000	17946,23	35,94	33,52
4	5%	7	150,10	299,60	550000	17686,06	31,10	
5	10%	7	151,00	299,40	550000	17898,79	30,73	26,04
6	10%	7	149,60	298,40	375000	17568,43	21,35	
7	15%	7	151,60	300,70	505000	18041,31	27,99	26,77
8	15%	7	150,60	300,50	455000	17804,08	25,56	
9	20%	7	151,70	302,50	475000	18065,12	26,29	27,79
10	20%	7	151,10	301,50	525000	17922,50	29,29	
11	25%	7	151,15	301,00	465000	17934,36	25,93	23,55
12	25%	7	151,20	302,00	380000	17946,23	21,17	
13	30%	7	151,25	301,80	380000	17958,10	21,16	19,62
14	30%	7	151,30	300,90	325000	17969,98	18,09	

Tabel 7. Kuat Tekan beton SCC pada beton umur 14 hari

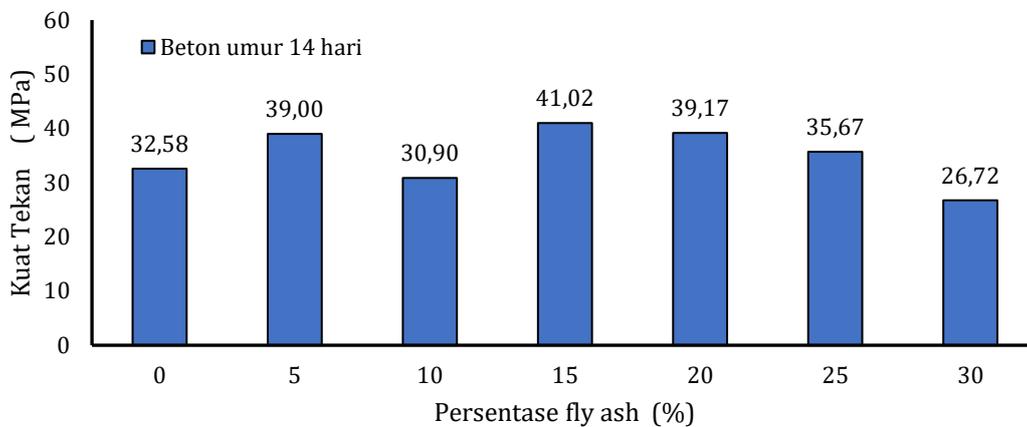
No.	Substitusi <i>fly ash</i>	Umur (hari)	Diameter Silinder (mm ²)	Tinggi Silinder (mm)	Beban Maksimum (N)	Luas (mm ²)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata2 (MPa)
1	0%	14	151,00	298,40	595000	17898,79	33,24	32,58
2	0%	14	151,50	299,90	575000	18017,52	31,91	
3	5%	14	151,20	301,80	720000	17946,23	40,12	39,00
4	5%	14	150,10	299,60	670000	17686,06	37,88	
5	10%	14	151,00	299,40	510000	17898,79	28,49	30,90
6	10%	14	149,60	298,40	585000	17568,43	33,30	
7	15%	14	151,60	300,70	715000	18041,31	39,63	41,02
8	15%	14	150,60	300,50	755000	17804,08	42,41	
9	20%	14	151,70	302,50	740000	18065,12	40,96	39,17
10	20%	14	151,10	301,50	670000	17922,50	37,38	
11	25%	14	151,15	301,00	690000	17934,36	38,47	35,67
12	25%	14	151,20	302,00	590000	17946,23	32,88	
13	30%	14	151,25	301,80	430000	17958,10	23,94	26,72
14	30%	14	151,30	300,90	530000	17969,98	29,49	

Tabel 8. Kuat Tekan beton SCC pada beton umur 28 hari

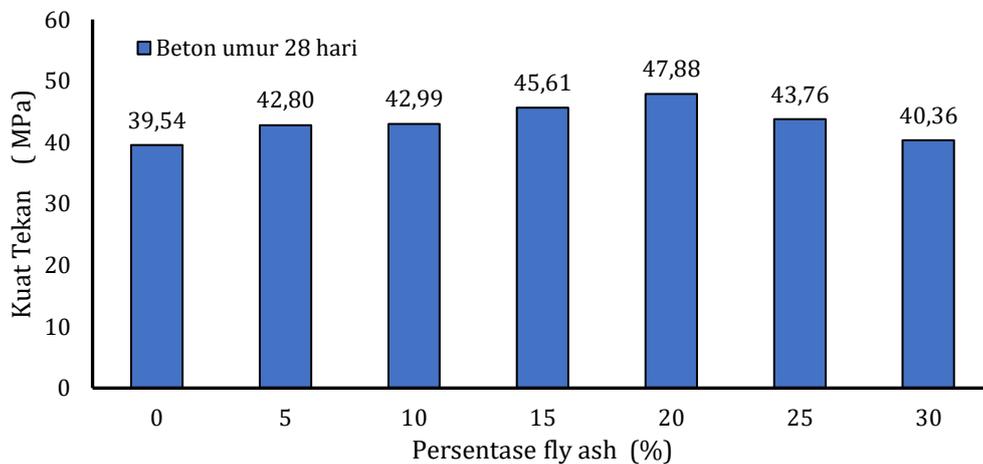
No.	Substitusi <i>fly ash</i>	Umur (hari)	Diameter Silinder (mm ²)	Tinggi Silinder (mm)	Beban Maksimum (N)	Luas (mm ²)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata2 (MPa)
1	0%	28	151,00	298,40	705000	17898,79	39,39	39,54
2	0%	28	151,50	299,90	715000	18017,52	39,68	
3	5%	28	151,20	301,80	755000	17946,23	42,07	42,80
4	5%	28	150,10	299,60	770000	17686,06	43,54	
5	10%	28	151,00	299,40	780000	17898,79	43,58	42,99
6	10%	28	149,60	298,40	745000	17568,43	42,41	
7	15%	28	151,60	300,70	820000	18041,31	45,45	45,61
8	15%	28	150,60	300,50	815000	17804,08	45,78	
9	20%	28	151,00	302,50	850000	17898,79	47,49	47,88
10	20%	28	151,10	301,50	865000	17922,50	48,26	
11	25%	28	151,15	301,00	760000	17934,36	42,38	43,76
12	25%	28	151,20	302,00	810000	17946,23	45,13	
13	30%	28	151,25	301,80	710000	17958,10	39,54	40,36
14	30%	28	151,30	300,90	740000	17969,98	41,18	



Gambar 3. Grafik Kuat Tekan beton SCC pada beton umur 7 hari



Gambar 4. Grafik Kuat Tekan beton SCC pada beton umur 14 hari



Gambar 5. Grafik Kuat Tekan beton SCC pada beton umur 28 hari

Dari Tabel 6 sampai Tabel 8 dan Gambar 3 sampai Gambar 5, menunjukkan bahwa kuat tekan beton pada umur 7 hari 14 hari 28 hari menunjukkan bahwa dengan substitusi *fly ash* sampai 20% ada peningkatan kuat tekan beton sampai 21% selanjutnya pada substitusi *fly ash* 30% terjadi penurunan kuat tekan.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian beton SCC dengan substitusi *fly ash* pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kandungan lumpur dalam pasir dan keausan kerikil menggunakan uji *los angeles* sebesar 44,64 % dapat digunakan dan memenuhi persyaratan SNI. *Slump flow* tes lebih besar dari persyaratan minimum 55 cm dan pengujian *L-box test* didapat perbandingan h_2/h_1 adalah lebih besar dari persyaratan minimum 0,8, serta pengujian *V-funnel* lebih kecil dari persyaratan maksimum 12 detik maka beton segar pada penelitian ini termasuk kriteria beton SCC. Kuat tekan beton SCC pada umur 7 hari 14 hari dan 28 hari menunjukkan dengan substitusi *fly ash* sampai 20% ada peningkatan kuat tekan beton sampai 21%, selanjutnya pada substitusi *fly ash* 30% terjadi penurunan kuat tekan beton.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami sampaikan terima kasih kepada Sekolah Vokasi atas kesempatan mengikuti penelitian ini, kepada kepala laboratorium bahan bangunan Departemen Teknik Sipil SV UGM, teknisi, laboran yang telah memberikan bantuan kelancaran penelitian ini, dan kepada mahasiswa yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI-03-2834-2000. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- EFNARC Association, Specification and Guideliness for Self Compacting Concrete, 2002. UK.
- EFNARC, 2005. The European Guidelines for Self-Compacting Concrete Specification, Production and Use. UK: Achieving the Highest Standards.
- Widodo, S. 2017. Analisis Tegangan dan Modifikasi Metode Pengujian Kuat Geser antara Lapis Beton Lama dengan Beton Baru. Jurnal Inersia, Vol. XIII no.2.
- Risdianto Yogie. 2010. Penerapan Self Compacting Concrete (SCC) Pada Beton Mutu Normal. Jurnal Teknik, Universitas Negeri Surabaya
- Rusyandi, Mukodas, dan Gunawan. 2012. Perancangan Beton Self Compacting Concrete (Beton Memadat Sendiri) Dengan Penambahan Fly Ash Dan Structuro. Jurnal Konstruksi