

SELF COMPACTING CONCRETE USING FLY ASH AND DUST STONE AS FILLER MATERIAL

SELF COMPACTING CONCRETE DENGAN MEMANFAATKAN FLY ASH DAN ABU BATU SEBAGAI MATERIAL PENGISI (*FILLER*)

Yulin Patrisia

Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Jurusan Pendidikan Teknologi dan Kejuruan,
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Palangka Raya, Kampus Unpar Tunjung Nyaho
Jl. Yos Sudarso, Palangka Raya 73111A

e-mail: yulinpatrisia@yahoo.com

ABSTRACT

Self-compacting concrete is a concrete variant that has the ability to condense itself, because the workability and flowability of the high concrete. There are many advantages obtained when a construction using SCC. However, the limited knowledge of the SCC makes this concrete variant is less used in construction work. Through experimental research methods in the laboratory, by making the SCC mixture using 20% dust stone and fly ash variation of 0%, 10%, 20%, and 30%, obtained results (1) the addition of fly ash composition on the concrete made the flowability of concrete increased; (2) along with the addition of a maximum of 30% FA, the higher the viscosity of concrete, which is indicated by the smaller the value of T_{500} ; (3) along with the addition of FA, the value of the passing ability of SCC (blocking ratio value increases) increased; (4) The results testing of the compressive strength of concrete age of 7 and 28 days showed an increase due to the addition of FA of 0%, 10%, 20%, and 30% in SCC concrete mix.

Keywords: self compacting concrete, fly ash, filler, dust stone

ABSTRAK

Self compacting concrete merupakan varian beton yang mempunyai kemampuan memadat sendiri, karena *workability* dan *flowability* beton yang tinggi. Ada banyak keuntungan yang diperoleh ketika suatu pekerjaan konstruksi menggunakan SCC. Akan tetapi, terbatasnya pengetahuan tentang SCC membuat varian beton ini masih kurang digunakan dalam pekerjaan konstruksi. Melalui metode penelitian eksperimen di laboratorium, dengan membuat campuran SCC dengan menggunakan 20% abu batu dan variasi fly ash sebesar 0%, 10%, 20%, dan 30%, diperoleh hasil (1) penambahan komposisi *fly ash* pada beton maka *flowability* beton semakin meningkat; (2) seiring dengan penambahan FA maksimal 30%, maka viskositas beton semakin tinggi, ditunjukkan dengan nilai T_{500} yang semakin kecil; (3) seiring dengan penambahan FA, nilai *passingability* SCC semakin meningkat (nilai *blocking ratio* meningkat); (4) Hasil pengujian kekuatan tekan beton umur 7 dan 28 hari menunjukkan peningkatan seiring dengan penambahan FA sebesar 0%, 10%, 20%, dan 30% pada campuran beton SCC.

Kata kunci: *self compacting concrete*, *fly ash*, *filler*, abu batu

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi di dunia konstruksi semakin berkembang, hal tersebut dibuktikan dengan dihasilkan desain konstruksi, material konstruksi dan metode konstruksi yang baru, yang lebih baik dalam hal kualitas dan lebih ekonomis dalam hal biaya dan waktu pengerjaan konstruksi. Salah satu contoh kemajuan teknologi pada material konstruksi adalah dikembangkannya beton yang dikenal dengan nama *self compacting concrete* (SCC). Beton SSC tidak memerlukan pemadatan manual (tongkat baja/kayu) atau dengan alat getar (*vibrator*), tetapi dengan memanfaatkan berat sendiri beton. Pemadatan beton diperlukan untuk menghilangkan udara yang terjebak

dalam beton yang dapat mengakibatkan keropos pada beton dan menurunkan kekuatan tekan beton dan impermeabilitas beton sehingga mudah terjadi korosi pada besi tulangan (Sugiharto, et. al: 2006).

Dengan dikembangkannya SCC, maka diperoleh beton dengan kekuatan yang lebih tinggi dan keawetan (durabilitas) yang lebih baik. Akan tetapi penggunaan SCC di Indonesia masih terbatas hanya di kota-kota besar, hal ini disebabkan karena kurangnya pengetahuan praktisi di bidang konstruksi maupun masyarakat tentang varian beton ini, dan terbatasnya material yang tersedia, terutama bahan kimia tambahan (*superplasticizer*) yang merupakan bahan yang wajib dipakai untuk menghasilkan SCC.

Dengan latar belakang masalah tersebut, penulis mencoba untuk memberikan informasi yang lebih jelas mengenai pengertian dan keuntungan penggunaan SCC paada pekerjaan konstruksi, konsep desain campuran SCC, bahan pembentuk SCC dan pengujian SCC, sehingga pembaca akan lebih mengenal dan selanjutnya dapat memanfaatkan varian beton ini dalam pekerjaan konstruksi.

Penulis menggunakan metode kepustakaan (*library research*), dimana penulis mengumpulkan sumber referensi yang berkaitan dengan masalah yang diteliti, meliputi publikasi hasil penelitian (jurnal ilmiah), buku wajib, artikel, internet, dan sumber-sumber pustaka lainnya. Dari berbagai sumber yang ada, penulis kemudian menyusun data-data yang diperoleh dalam suatu tulisan sistematis, yang diharapkan dapat bermanfaat bagi pembaca.

PEMBAHASAN

Self Compacting Concrete

Self compacting concrete pertama kali dikembangkan pada tahun 1986 di Jepang. Latar belakang pengembangan SCC adalah karena kebutuhan akan suatu produk beton yang mempunyai durabilitas yang tinggi. Durabilitas beton berkaitan dengan proses pengerjaan beton, di mana beton yang kurang pemadatan akan mengalami keropos di tempat-tempat yang kurang dipadatkan, dan akhirnya beton tersebut tidak awet. Untuk mendapatkan beton yang padat dan awet, diperlukan pekerja yang lebih banyak untuk melaksanakan pekerjaan pemadatan beton. Tentunya berujung pada naiknya biaya konstruksi, karena itu, dikembangkan *self compacting concrete* yang

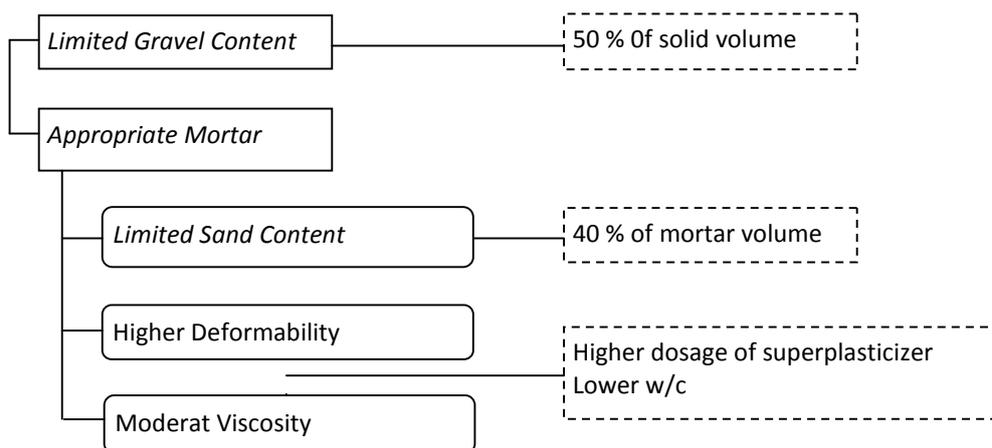
mempunyai kemampuan untuk memadat sendiri, sehingga bisa mengurangi biaya pemadatan beton. *Self compacting concrete* (beton yang mampu memadat sendiri) adalah beton yang mampu mengalir sendiri untuk mengisi bekisting dengan penggunaan alat pemadat yang minimal atau bahkan tidak perlu dipadatkan sama sekali. Beton SCC didesain dengan ketentuan tertentu, termasuk ukuran agregat, volume agregat, faktor air semen, dan *penggunaan* bahan tambahan (*superplastizer*) untuk mencapai kekentalan khusus yang memungkinkannya mengalir sendiri tanpa bantuan alat.

Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan *self compacting concrete* dibandingkan dengan penggunaan beton normal adalah antara lain (Sugiarto, et. al: 2006):

1. Waktu konstruksi lebih cepat.
2. Upah pekerja dapat dikurangi.
3. Pemadatan dan penggetaran beton dapat dikurangi, bahkan dihilangkan, karena SCC mempunyai *workability* (kelecekan/tingkat kemudahan beton untuk dikerjakan) dan *flowability* (kemampuan beton untuk melewati tulangan tanpa mengalami segregasi dan *bleeding*) yang tinggi.
4. Penggunaan SCC dapat mengurangi kebisingan yang mengganggu lingkungan sekitarnya, karena tidak perlu menggunakan alat *vibrator* dan jumlah pekerja lebih sedikit.
5. Meningkatkan kualitas struktur beton secara keseluruhan, baik kekuatan maupun keawetan (durabilitas), karena homogenitas beton yang baik dan permeabilitas yang rendah.



Gambar 1. *Self compacting concrete*



Gambar 2. Konsep *self-compacting concrete* (H. Okamura dan M. Ouchi, 2003)

Konsep Desain Campuran *Self Compacting Concrete*

Self compacting concrete menghasilkan beton yang mempunyai *workability* yang tinggi, artinya beton mudah untuk dikerjakan. Tetapi, *workability* yang tinggi berisiko menimbulkan segregasi pada beton, yaitu terpisahnya agregat kasar dengan mortar. Untuk mengatasi masalah tersebut, konsep desain campuran SCC perlu diperhatikan dalam mendesain campuran SCC (Gambar 2).

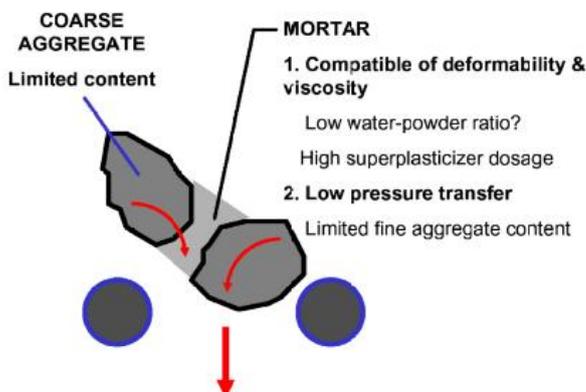
Dalam konsep SCC tersebut (H. Okamura dan M. Ouchi: 2003), perancangan SCC dilakukan dengan memperhatikan:

- Pembatasan fraksi agregat kasar (50% dari volume beton),
- Pembatasan fraksi agregat halus (40% dari volume beton),
- Pemakaian *superplaticizer* untuk meningkatkan *workability* dan mengurangi faktor air semen (fas) akan diperoleh kekuatan tekan awal yang besar.

Di samping itu, penggunaan bahan pengisi (*filler*) pada campuran beton, antara lain *fly ash* (limbah dari pembakaran batu bara) dan *silica fume* untuk menggantikan sebagian komposisi semen dapat meningkatkan keawetan kekuatan tekan beton (Sugiharto et. al: 2006). *Filler* juga digunakan sebagai pelumas sehingga dapat meningkatkan *flowability* dan *workability* beton (W. Kartini: 2008).

Bahan Pembentuk *Self Compacting Concrete*

Sama seperti bahan pembentuk pada beton normal, SCC juga dibentuk oleh material yang hampir sama, tetapi komposisinya mengikuti konsep SCC yang sudah dibahas sebelumnya, yaitu dengan pengurangan volume agregat kasar, penambahan volume agregat halus yang digunakan, penambahan bahan pengisi (*filler*) dan penggunaan bahan tambah (*admixture*) untuk mengurangi kebutuhan air dan meningkatkan *workability*. Bahan-bahan pembentuk SCC antara lain:



Gambar 3. Mekanisme *self compacting concrete* (H. Okamura dan M. Ouchi, 2003)

a. Agregat kasar dan halus

Komposisi Agregat kasar dan agregat halus juga harus diperhatikan dalam proses produksi SCC, mengingat semakin besar proporsi agregat halus dapat meningkatkan daya alir beton segar, tetapi jika agregat halus yang digunakan terlalu banyak maka dapat menurunkan kuat tekan beton yang dihasilkan. Sebaliknya, jika terlalu banyak volume agregat kasar yang ditambahkan akan dapat memperbesar resiko segregasi pada beton, di mana segregasi akan menurunkan kekuatan beton. Pada beton normal, komposisi agregat kasar mencapai 70-75% dari volume padat. Pada SCC, fraksi agregat kasar dibatasi menjadi kurang lebih 50% dari total volume padat. Ukuran agregat kasar juga batasi, biasanya digunakan agregat dengan ukuran terbesar 10 mm. Untuk agregat halus, volumenya lebih besar pada beton SCC dibandingkan dengan beton normal, mencapai 40% volume mortar. Hal itu membuat campuran SCC lebih halus dibandingkan dengan beton normal.

b. Bahan pengisi (*filler*)

Bahan pengisi (*filler*) diperlukan untuk meningkatkan viskositas beton guna menghindari terjadinya *bleeding* dan segregasi. Bahan pengisi yang bisa digunakan untuk SCC antara lain *fly ash*, serbuk batu kapur, *silica fume* atau bahan pengisi yang lain, seperti abu batu. Abu batu dapat dimanfaatkan sebagai *filler* pada beton jenis SCC dengan takaran penambahan yang optimum sebesar 25% dihitung menurut berat semen yang digunakan, tetapi efeknya dapat menurunkan kuat tarik belah beton (Widodo, S. et. al). Penelitian Wahyu Kartini (2008) menyimpulkan bahwa

pengaruh penggunaan *fly ash* sebagai bahan *filler* SCC terhadap *flowability* beton segar adalah semakin banyak kadar *fly ash* maka *flowability* atau kemampuan mengalir beton segar semakin lambat. Sedangkan pengaruh penggunaan *fly ash* terhadap *workability* adalah semakin banyak kadar *fly ash* maka *workability*-nya semakin rendah.

c. Bahan tambahan (*admixtures*)

Bahan tambahan (*admixtures*) yang digunakan adalah bahan tambahan yang dapat mengurangi kebutuhan air pada beton dan mampu menghasilkan beton dengan tingkat *fluiditas* yang tinggi tetapi tetap mempertahankan viskositasnya dan homogenitas. Bahan tersebut adalah yaitu superplasticizer (tipe F dan tipe G yaitu *high range water reducer* (HRWR)).

Pengujian Self Compacting Concrete

Pengujian yang dilakukan terhadap *self compacting concrete* dilakukan pada beton segar (*fresh concrete*) dan beton keras (*hard concrete*). Pada beton keras, pengujian sama dengan beton normal, yaitu pengujian kuat tekan beton (*compressive strength test*), dan pengujian tambahan lain yang diperlukan sesuai dengan peruntukkan konstruksi tersebut, misalnya pengujian kuat tarik belah beton.

Pengujian terhadap beton segar pada *self compacting concrete* ada beberapa jenis, karena SCC memiliki tingkat *workability* dan *flowability* yang tinggi, pengujian yang dilakukan pada beton segar bertujuan untuk mengetahui tingkat *workability* dan *flowability* SCC tersebut. Pengujian pada SCC antara lain dapat dilihat pada Tabel 1 (G. De Schutter: 2005).

Tabel 1. Metode pengujian beton segar pada SCC

Karakteristik Pengujian	Metode Pengujian	Nilai Pengukuran
<i>Flowability/filling ability</i>	- <i>Slump flow</i>	<i>Total spread</i>
	- <i>Kajima box</i>	<i>Visual filling</i>
<i>Viscosity/flowability</i>	- <i>T₅₀₀</i>	<i>Flow time</i>
	- <i>V-funnel</i>	<i>Flow time</i>
	- <i>O-funnel</i>	<i>Flow time</i>
	- <i>Orimet</i>	<i>Flow time</i>
<i>Passing ability</i>	- <i>L-box</i>	<i>Passing ratio</i>
	- <i>U-box</i>	<i>Height difference</i>
	- <i>J-ring</i>	<i>Step height, total flow</i>
	- <i>Kajima box</i>	<i>Visual passing ability</i>
<i>Segregation resistance</i>	- <i>Penetration</i>	<i>Depth</i>
	- <i>Sieve segregation</i>	<i>Percent laitance</i>
	- <i>Settlement column</i>	<i>Segregation ratio</i>

- a. Pengujian untuk mengetahui *flowability* beton, yaitu kemampuan campuran beton mengisi ruangan (*fillingability*), dengan menggunakan *slump cone*, dengan diameter 60 cm - 85 cm.
- b. Pengujian untuk mengetahui *viscosity* beton, yaitu kekentalan beton segar dengan menggunakan *slump cone*, di mana waktu yang diperlukan untuk mencapai diameter 500 mm dicatat sebagai T_{500} , nilai T_{500} SCC adalah sebesar 3-6 detik.
- c. Pengujian *passingability* yaitu pengujian untuk mengetahui kemampuan campuran beton melewati struktur tulangan yang rapat. Dengan menggunakan *L-Shape box test*, didapat nilai *blocking ratio* yaitu nilai yang didapat dari perbandingan antara H2/H1. Semakin besar nilai *blocking ratio* maka semakin baik beton segar mengalir (nilai *blocking ratio* disarankan antara 0,8-1,0).
- d. Pengujian ketahanan campuran beton segar terhadap efek segregasi (*segregation resistance*).

- (a) Semen portland type I (merk Tiga Roda),
- (b) Agregat batu pecah yang berasal dari wilayah Pasuruan,
- (c) *Superplasticizer* (Viscocrete 10 dari Sika),
- (d) *Filler* berupa abu batu dan fly ash,
- (e) Air bersih.

Peralatan yang diperlukan antara lain:

- (1) Ayakan/saringan,
- (2) Cetakan silinder 15 cm x 30 cm,
- (3) *Compression testing machine*,
- (4) Molen (*concrete mixer*),
- (5) piknometer,
- (6) Gelas ukur, dan
- (7) Kerucut Abrams dan tongkat penusuk,
- (7) Penggaris dan meteran
- (8) Timbangan digital.

Variabel Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi *filler fly ash* optimum untuk menghasilkan *self-compacting concrete* dengan variabel-variabel penelitian sebagai berikut:

- (1) Variabel bebas meliputi komposisi *fly ash*,
- (2) Variabel terikat berupa kuat tekan beton,
- (3) Variabel pengendali terdiri dari W/C (*water per binder ratio* sebesar 0,40), jenis dan ukuran agregat, jenis *superplasticizer*, jenis semen, nilai *slump-flow* 60-70 cm, umur beton (7 hari dan 28 hari).

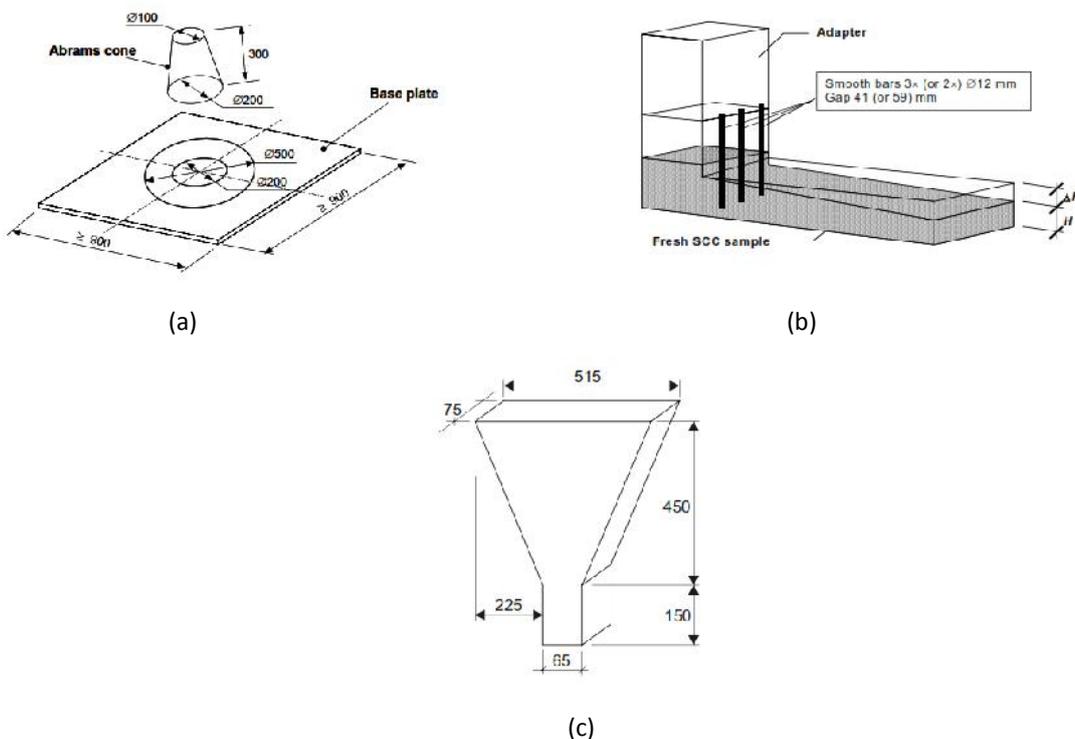
METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

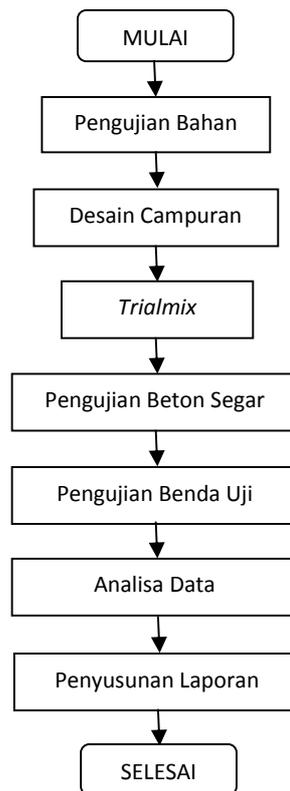
Penelitian dengan judul “*Self Compacting Concrete* dengan Memanfaatkan *Fly Ash* dan Abu Batu Sebagai Material Pengisi (*Filler*)” merupakan penelitian eksperimental yang dilaksanakan di laboratorium.

Alat dan Bahan-bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:



Gambar 4. Pengujian beton segar pada SCC dengan metode (a) slump flow, (b) L-box, (c) V-funnel



Gambar 5. Diagram alir pelaksanaan penelitian

Standar Penelitian

Standar yang digunakan dalam pengujian bahan, pengujian beton dan desain komposisi SCC adalah sebagai berikut:

- Pengujian analisa ayakan untuk mengetahui distribusi ukuran agregat halus dan kasar, serta modulus kehalusan agregat halus dengan menggunakan prosedur sesuai SNI 03-1968-1990
- Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dengan menggunakan prosedur sesuai SNI 03-1969-1990 (revisi)
- Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dengan menggunakan prosedur sesuai SNI 03-1970-1990
- Pengujian kadar air agregat kasar dan agregat halus dengan menggunakan prosedur sesuai SNI 03-1971-1990
- Pengujian kuat tekan benda uji dengan menggunakan prosedur sesuai SNI-03-0691-1996

Tahapan Penelitian

Langkah-langkah dalam penelitian ini secara garis besar dapat disajikan dalam diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 5 berikut:

Pengolahan dan Analisa Data

Data-data yang didapatkan melalui percobaan di laboratorium dianalisa dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Analisis data adalah analisa deskriptif, yaitu mendeskripsikan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Air

Air diuji dengan pengamatan secara visual, dan dinyatakan layak digunakan untuk campuran beton SCC karena air yang digunakan tidak berwarna (jernih) dan tidak berbau.

Semen

Semen dicek secara visual, keadaan kemasan semen terlihat masih baik, tidak ada cacat pada kemasan (robeknya kemasan), dan keadaan kemasan kering. Untuk keadaan semen dalam kemasan masih gembur dan tidak memadat. Keadaan butiran semen juga masih dalam keadaan baik (tidak ada butiran yang menggumpal).

Tabel 2. Komposisi kimiawi fly ash

Senyawa Kimia	(%)
Al ₂ O ₃	24,20
SiO ₂	46,12
Fe ₂ O ₃	5,01
CaO	17,89
MgO	1,23
K ₂ O	1,92
Na ₂ O	0,33
SO ₃	1,20
Cl	0,0046
Loss of ignition	2,10

Fly Ash

Fly ash yang digunakan termasuk dalam fly ash tipe F dengan komposisi kimiawi dapat dilihat pada Tabel 2.

Agregat Halus

a. Pengujian gradasi pasir

Pasir diuji dengan pengujian analisa ayakan untuk mengetahui distribusi/gradasi pasir. Hasil pengujian ayakan dapat dilihat pada grafik gradasi pasir seperti Gambar 2. Pasir termasuk dalam zona 2.

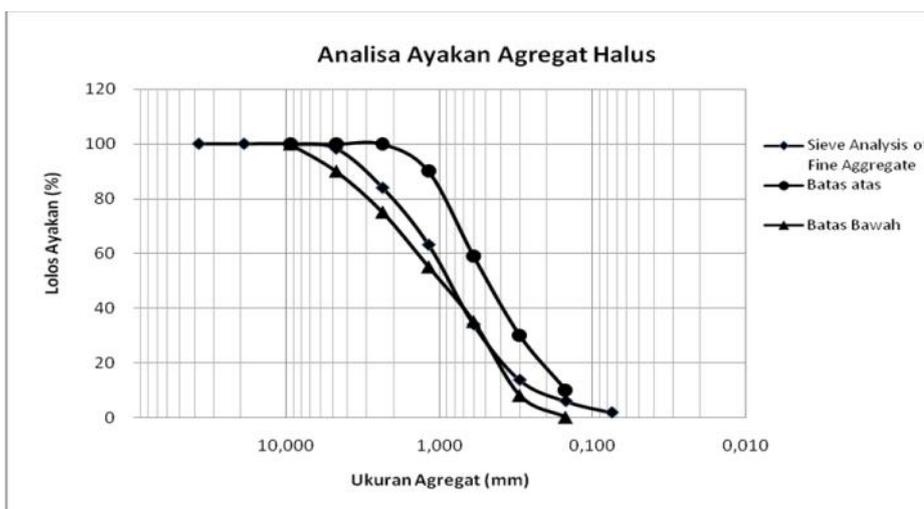
b. Pengujian berat jenis dan penyerapan pasir
Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan pasir dapat dilihat pada Tabel 3.

Agregat Kasar (abu batu dan batu pecah)

a. Pengujian gradasi agregat kasar

Hasil pengujian gradasi agregat kasar dapat dilihat pada Gambar 7.

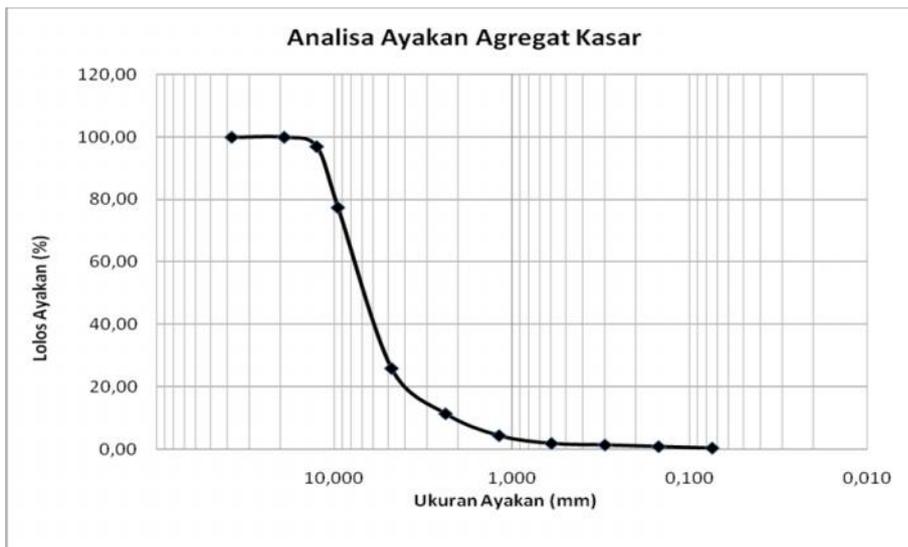
b. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar
Hasil pengujian gradasi agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 6. Hasil pengujian analisa ayakan pasir

Tabel 3. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan pasir

Pengujian	A	B	Rata-rata
Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD) 500	500	500	
Berat benda uji kering oven _____(Bk)	486,9	485,2	
Berat piknometer diisi air (25°C) ___ B	821,6	851	
Berat piknometer + benda uji (SSD) + Air (25°C) Bt	1137	1164	
Perhitungan	A	B	Rata-rata
Berat jenis (Bulk) (Bk/(B+500-Bt))	2,638	2,595	2,616
Berat jenis kering permukaan jenuh (500/B+500-Bt)	2,709	2,674	2,691
Berat jenis semu (Apparent) (Bk/(B+Bk-Bt))	2,839	2,818	2,828
Penyerapan (Absorption) ((500-Bk)/Bk)×100%	2,69	3,05	2,87



Gambar 7. Hasil pengujian analisa ayakan agregat kasar

Tabel 4. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat benda uji kering oven	A	2152,3	2191,2	Gr
Berat benda uji jenuh kering permukaan di udara	B	2180,2	2220,3	Gr
Berat benda uji dalam air	C	1373,2	1400,2	Gr

Perhitungan	Notasi	I	II	Rata-Rata
Berat jenis curah kering (Sd)	A/(B-C)	2,667	2,672	2,669
Berat jenis curah jenuh kering permukaan (Ss)	B/(B-C)	2,702	2,707	2,704
Berat jenis semu (Sa)	A/(A-C)	2,763	2,770	2,766
Penyerapan air (Sw) x100%	((B-A)/A)x100%	1,296	1,328	1,312

Desain Campuran SCC

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *fly ash* dikombinasikan dengan abu batu pada campuran *self compacting concrete*. Untuk itu, dibuat suatu rancangan beton dengan menggunakan *fly ash* dalam dengan kandungan yang bervariasi, yaitu 0%, 10%, 20%, dan 30% *fly ash*.

Adapun komposisi material/desain campuran dapat dilihat pada Tabel 5.

Hasil Pengujian Beton Segar

Untuk mengetahui campuran beton sudah memenuhi karakteristik SCC, dilakukan beberapa pengujian antara lain dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Desain campuran SCC

Material	Desain Campuran			
	Mix 1 (0% FA)	Mix 2 (10% FA)	Mix 3 (20% FA)	Mix 4 (30% FA)
Sika Viscocrete-10 (lt/m ³)	1,5	1,5	1,5	1,5
Air (lt/m ³)	205,0	205,0	205,0	201,0
Semen (kg/m ³)	500,0	450,0	400,0	350,0
Fly Ash (kg/m ³)	0,0	50,0	100,0	150,0
Abu Batu (kg/m ³)	179,0	178,0	177,0	176,0
Agregat Kasar (kg/m ³)	715,0	711,0	708,0	795,0
Agregat Halus (kg/m ³)	823,0	819,0	816,0	812,0
Berat total (kg/m ³)	2422,0	2414,0	2406,0	2398,0

Tabel 5. Hasil pengujian beton segar

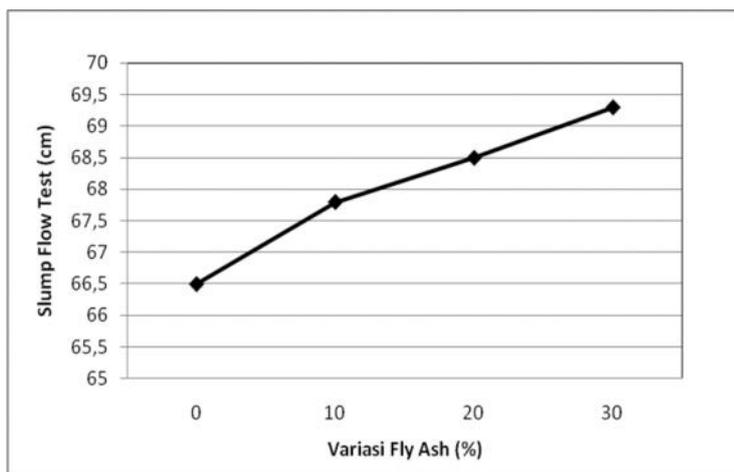
Jenis Pengujian	Variasi FA			
	0%	10%	20%	30%
Slump flow test (cm)	66,5	67,8	68,5	69,3
T ₅₀₀ (detik)	5,2	4,3	3,6	3,2
L-Shape box (rasio)	0,915	0,923	0,938	0,945

Hasil pengujian *slump flow* dengan menggunakan *slump cone* dan diameter dibatasi 60-70 cm pada campuran beton. Campuran beton dengan variasi 0% 10%, 20% dan 30% FA menunjukkan nilai slump flow berturut-turut 66,5 cm, 67,8 cm, 68,5 cm, dan 69,3 cm, artinya dengan penambahan komposisi *fly ash* pada beton (sampai dengan 30% kandungan *fly ash*), maka *flowability* beton semakin meningkat, ditunjukkan dengan nilai *slump flow* yang meningkat.

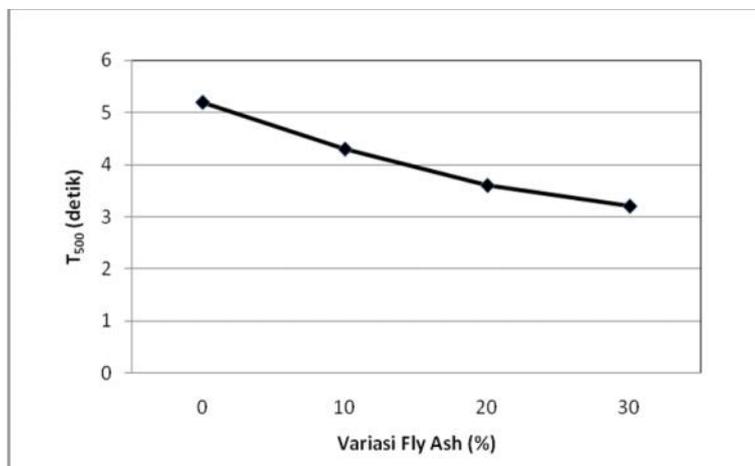
Hasil pengujian viskositas yaitu pengujian untuk mengetahui kekentalan beton segar, memperlihatkan bahwa pada variasi FA sebesar 0% 10%, 20% dan 30%, nilai T₅₀₀ berturut-turut sebesar 5,2 detik, 4,3 detik, 3,6 detik, dan 3,2 detik. Artinya, seiring dengan penambahan FA maksimal 30%, maka viskositas beton

semakin tinggi, ditunjukkan dengan nilai T₅₀₀ yang semakin kecil. Nilai T₅₀₀ untuk SCC adalah sebesar 3 – 6 detik, sehingga 4 campuran beton yang diuji coba memenuhi persyaratan viskositas SCC.

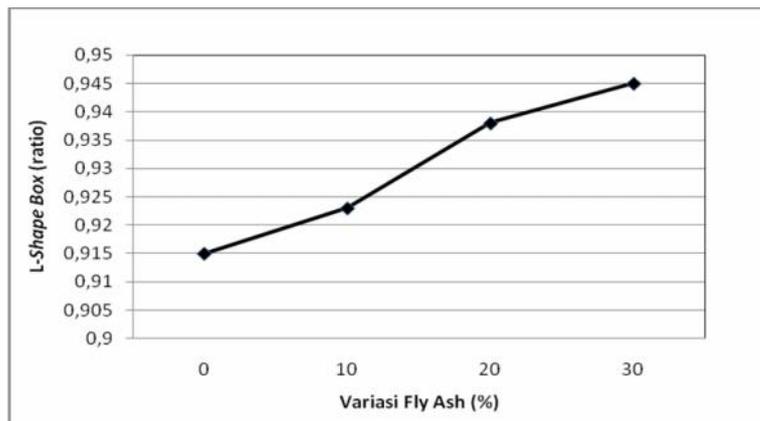
Hasil pengujian *passingability* yaitu pengujian untuk mengetahui kemampuan campuran beton melewati struktur tulangan yang rapat dengan menggunakan *L-Shape box test*, memperlihatkan nilai *blocking ratio* pada beton dengan variasi 0% 10%, 20% dan 30% FA sebesar 0,915, 0,923, 0,938, dan 0,945. Semakin besar nilai *blocking ratio* maka semakin baik beton segar mengalir (nilai *blocking ratio* disarankan antara 0,8 - 1,0). Karena nilai *blocking ratio* semua campuran yang diuji berada di antara 0,8 - 1,0, maka desain campuran tersebut memenuhi persyaratan SCC.



Gambar 8. Hasil Pengujian Slump Flow Test



Gambar 9. Hasil Pengujian T₅₀₀



Gambar 10. Hasil Pengujian L-Shape box

Hasil Pengujian Beton Keras

Benda uji silinder berukuran 15 cm x 30 cm yang dibuat pada saat *trialmix* diuji dengan pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan *compressive strength machine*. Pengujian dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari, masing-masing berjumlah 3 (tiga) benda uji untuk setiap umur beton. Hasil pengujian untuk 4 desain campuran SCC dapat dilihat di Tabel 6.

Hasil pengujian kekuatan tekan beton umur 7 hari menunjukkan bahwa penambahan FA pada beton dengan variasi 0%, 10%, 20%, dan 30% menunjukkan nilai kuat tekan beton berturut-turut sebesar 18,1 MPa, 20,9 MPa, 24,3 MPa, dan 26,8 MPa, artinya dengan penambahan *fly ash* maksimal 30% pada campuran SCC, maka nilai kuat tekan beton pada umur 7 hari semakin meningkat.

Demikian pula dengan pengujian kekuatan tekan beton umur 28 hari, terjadi peningkatan nilai kuat tekan beton seiring dengan penambahan FA pada campuran beton SCC. Data hasil pengujian

menunjukkan penambahan FA pada beton dengan variasi 0%, 10%, 20%, dan 30% menunjukkan nilai kuat tekan beton umur 28 hari berturut-turut sebesar 27,8 MPa, 30,9 MPa, 35,4 MPa, dan 38,5 MPa.

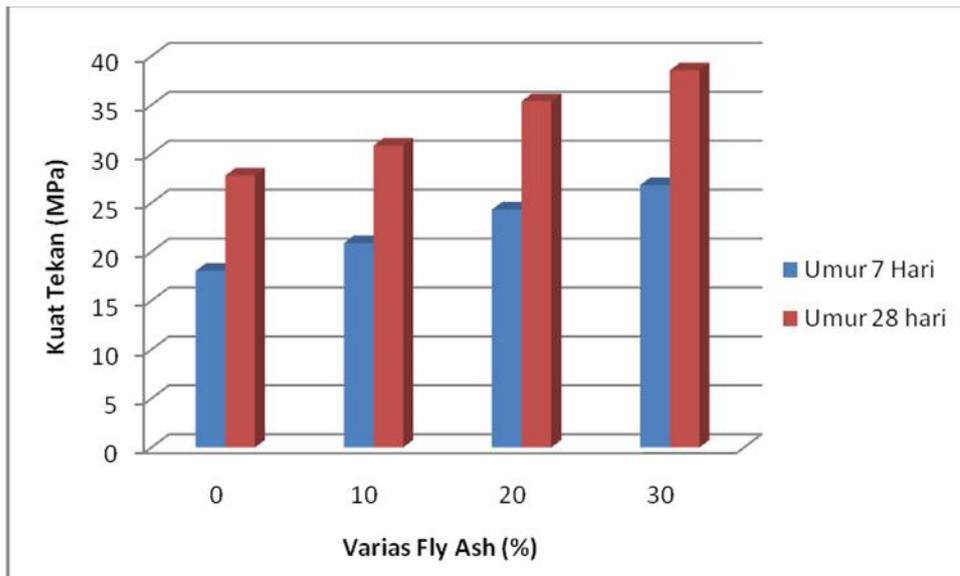
KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian SCC antara lain:

1. Hasil pengujian *slump flow* dengan diameter dibatasi 60-70 cm pada campuran beton menunjukkan bahwa dengan penambahan komposisi *fly ash* pada beton (sampai dengan 30% kandungan *fly ash*), maka *flowability* beton semakin meningkat.
2. Hasil pengujian viskositas yaitu pengujian untuk mengetahui kekentalan beton segar, memperlihatkan bahwa seiring dengan penambahan FA maksimal 30%, maka viskositas beton semakin tinggi, ditunjukkan dengan nilai T_{500} yang semakin kecil.

Tabel 6. Hasil pengujian kuat tekan SCC umur 7 hari dan 28 hari

No	Variasi campuran (% Fly Ash)	Umur 7 hari		Umur 28 hari	
		Kuat tekan MPa	Kuat tekan rata – rata Mpa	Kuat tekan MPa	Kuat tekan rata – rata MPa
1.	0%	18,2	18,1	27,8	27,8
		17,9		26,5	
		18,1		29,1	
2.	10%	20,7	20,9	29,5	30,9
		21,2		32,0	
		20,8		31,1	
3.	20%	23,5	24,3	36,6	35,4
		24,6		34,8	
		24,9		34,8	
4.	30%	26,4	26,8	37,9	38,5
		27,4		39,5	
		26,7		38,3	



Gambar 11. Hasil pengujian kuat tekan SCC umur 7 hari dan 28 hari

- Hasil pengujian *passingability* yaitu pengujian untuk mengetahui kemampuan campuran beton melewati struktur tulangan yang rapat dengan menggunakan *L-Shape box test*, memperlihatkan peningkatan nilai *blocking ratio*, artinya semakin baik beton segar mengalir pada penambahan FA sampai dengan 30%.
- Hasil pengujian kekuatan tekan beton umur 7 hari menunjukkan bahwa penambahan FA pada beton dengan variasi 0%, 10%, 20%, dan 30% menunjukkan peningkatan pada nilai kuat tekan beton pada umur 7 hari.
- Hasil pengujian kekuatan tekan beton umur 28 hari, memperlihatkan bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tekan beton seiring dengan penambahan FA sebesar 0%, 10%, 20%, dan 30% pada campuran beton SCC.

DAFTAR PUSTAKA

Dhyaneshwaran, et. al. Study on Durability Characteristics of Self-Compacting Concrete with Fly Ash. *Jordan Journal of Civil Engineering*, Volume 7, No. 3.

Efnarc Association. 2005. *The European Guidelines for Self Compacting Concrete*.

G. De Schutter. 2005. *Guidelines for Testing Fresh Self Compacting Concrete*. European Research Project.

Kartini, Wahyu. Penggunaan *Fly Ash* pada *Self Compacting Concrete* (SCC). *Jurnal Rekayasa Perencanaan*, Vo. 4, No. 3. Juni 2008.

Okamura, H, Ouichi, M.. 2003. Self Compacting Concrete. *Journal of Advance Concrete Technology* Vol. 1, No. 1, 5-15. Japan Concrete Institute.

Sugiharto, Handoko, et.al. 2006. Penggunaan *Fly Ash* dan *Viscocrete* pada *Self Compacting Concrete*. *Jurnal Dimensi Teknik Sipil* Vol. 8 No.2, 87-92 UK Petra.

Sugiharto, Handoko, et.al. 2006. Peningkatan Kekuatan Awal Beton pada *Self Compacting Concrete*. *Civil Engineering Dimension*, Vol. 8 No.2, 87-92, September 2006 UK Petra.

Widodo, S. et. al. *Pemanfaatan Limbah Abu Batu sebagai Bahan Pengisi dalam Produksi Self Compacting Concrete*.