

PENGARUH RASIO SEMEN - FLY ASH TERHADAP SIFAT SEGAR DAN KUAT TEKAN HIGH VOLUME FLY ASH - SELF COMPACTING CONCRETE (HVFA-SCC)

Nicken Anggini Putri¹⁾, Stefanus A Kristiawan²⁾, Sunarmasto³⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Sebelas Maret

^{2),3)}Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Sebelas Maret

Jl. Ir Sutami 36 A, Kentingan Surakarta 57126. Telp (0271) 647069, Fax 662118

Email : nickenuns@yahoo.com

Abstract

The use of conventional concrete in the bone-dense area is felt no longer inadequate, because of porosity frequently occurring in the concrete. The use of vibrator in the bone-dense area does not guarantee the good concrete production. Self-compacting concrete uses its own weight to be flowable filling in the space without compacting process at all. The addition of round-soft fly ash will serve as lubricant and filler. Fly ash, as lubricant, could reduce the friction force between aggregates, thus a workable is produced. The use of fly ash in high volume can also increase the concrete deformation and viscosity properties, therefore a flowable, filling-space concrete can be produced. Fly ash, as filler, can fill in the inter-aggregate cavities, thus the concrete produced will be denser, consequently will increase the compressive strength of concrete. The purpose of this research is to analyze fresh properties characteristic and compressive strength of concrete with high volume fly ash. The method employed in this research was an experimental method, by means of developing concrete mix composition using fly ash as the substitute for some cement in HVFA-SCC mix. The fresh concrete testing was 5 (five) methods : slump flow table test, j-ring flow table test, l-box test, box type test, v-funnel test. The hard concrete examination was conducted on the compressive strength of cylinder concrete on the days 7, 28, 56, and 90. The result of research showed that the use of fly ash at certain level could affect the fresh property and compressive strength of concrete mix. In this research, the higher fly ash can increase or decrease the value of fresh properties and compressive strength.

Keyword : HVFA-SCC, self compacting concrete, fly ash, fresh properties, compressive strength

Abstrak

Penggunaan beton konvensional pada daerah yang rapat tulangan dirasa sudah tidak memadai lagi, karena seringnya terjadi keropos pada beton. Penggunaan vibrator pada daerah yang rapat tulangan juga tidak dapat menjamin menghasilkan beton yang baik. *Self compacting concrete* memanfaatkan berat sendirinya untuk dapat mengalir mengisi ruangan tanpa ada proses pemadatan sama sekali. Penambahan *fly ash* yang cenderung berbentuk bulat dan halus akan berperan sebagai pelumasan dan *filler*. *Fly ash* sebagai pelumasan dapat mengurangi gaya friksi antar agregat, sehingga dihasilkan beton yang *workable*. Penggunaan *fly ash* dalam volume tinggi juga akan menambah sifat deformasi dan viskositas beton, sehingga akan dihasilkan beton yang dapat mengalir mengisi ruangan. *Fly ash* sebagai *filler* dapat mengisi rongga antar agregat sehingga beton yang dihasilkan akan lebih padat, akibatnya akan menambah kuat tekan dari beton tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat segar dan kuat tekan pada beton yang memiliki kandungan *fly ash* dalam volume tinggi. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu dengan membuat komposisi campuran beton dengan penggunaan *fly ash* sebagai pengganti sebagian semen pada campuran HVFA-SCC. Pengujian beton segar dilakukan dengan 5 (lima) metode pengujian yaitu: *slump flow table test*, *j-ring flow table test*, *l-box test*, *box type test*, *v-funnel test*. Pengujian beton keras dilakukan terhadap kuat tekan silinder beton pada umur 7 hari, 28 hari, 56 hari serta 90 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *fly ash* dengan kadar tertentu dapat mempengaruhi nilai sifat segar maupun kuat tekan dari beton. Pada penelitian ini semakin besar kadar *fly ash* akan membuat nilai sifat segar maupun kuat tekannya menjadi semakin besar ataupun semakin kecil.

Kata Kunci : HVFA-SCC, beton memadat mandiri, *fly ash*, sifat segar, kuat tekan

PENDAHULUAN

Penggunaan beton konvensional pada komponen bangunan belum menjamin tercapainya kepadatan yang optimal, akibatnya akan membuat keropos pada beton sehingga kuat tekan yang diharapkan tidak dapat tercapai dengan baik. Oleh karena itu, dibutuhkan beton yang dapat mengalir mengisi ruangan dan memadat secara mandiri. HVFA-SCC merupakan beton yang menggunakan *fly ash* lebih dari 50% total volume binder sebagai bahan pengisinya. Beton ini dapat mengalir ke semua celah dengan memanfaatkan beratnya sendiri untuk mengisi ruangan (Ladwing et al, 2001).

Spesifikasi beton memadat mandiri menurut Okamura dan Ozawa (1995) antara lain : 1. agregat kasar yang digunakan adalah 50% dari volume beton; 2. volume agregat halus ditetapkan 40% dari volume total mortar; 3. rasio volume untuk air dan bahan pengikat ditetapkan antara 0,9-1 tergantung pada sifat bahan pengikatnya; 4. dosis *superplasticizer* dan faktor air-bahan pengikat ditentukan setelahnya untuk mendapatkan pemadatan secara mandiri.

Penggunaan *fly ash* dalam volume tinggi dapat mengurangi friksi antar partikel karena butirannya yang cenderung berbentuk bulat dan halus, yang kemudian akan menyebabkan meningkatnya sifat *workability* dan kemampuan alir beton (Haque et al, 1984). Penambahan agregat halus juga akan menambah sifat deformasi dan dapat menjaga nilai viskositas dari beton segar tersebut. Viskositas perlu dijaga agar beton tidak mengalami segregasi (Ouchi et al, 1998). Segregasi dapat terjadi apabila campuran beton tidak homogen (Tangstermsirikul dan Khayat, 2000). Oleh karena itu, dalam penelitiannya pula disebutkan bahwa untuk membuat beton yang dapat mengalir dengan baik diperlukan sifat beton yang dapat berdeformasi dan memiliki nilai viskositas yang moderat. Sifat deformasi pada beton segar dapat diperoleh dengan mengoptimalkan penggunaan bahan yang berbutir halus dan menurunkan penggunaan komponen agregat kasar. Viskositas yang moderat juga diperlukan untuk beton segar dapat mengalir melewati tulangan. Semakin tinggi viskositas akan membuat campuran beton semakin lambat dalam pengalirannya, sehingga dibutuhkan energi yang besar untuk mendorong agar campuran beton dapat mengalir melewati tulangan. Sebaliknya, semakin rendah viskositas dapat menyebabkan agregat mengumpul di muka tulangan dan akan menghalangi pengaliran campuran beton.

Penggunaan *fly ash* dengan kadar 50% bahkan lebih dari berat total binder dapat meningkatkan *workability*, kekuatan dan ketahanan dari beton tersebut (Malhotra dan Mehta, 2003). Penelitian yang dilakukan Ravina dan Mehta (1986) juga menyebutkan bahwa dengan meningkatkan jumlah *fly ash* akan meningkatkan *workability* campuran beton tersebut, sehingga akan dimungkinkan penggunaan kadar air yang rendah. Penggunaan kadar air yang rendah dapat meningkatkan kuat tekan beton. Penggunaan *fly ash* yang tinggi juga dapat mengisi pori-pori antar agregat, sehingga akan meningkatkan kuat tekan beton tersebut. Berdasarkan dari pengalaman di lapangan dan tes di laboratorium, penggunaan *fly ash* dengan volume lebih dari 50% berat binder mengalami peningkatan kekuatannya antara umur 7 hari sampai 90 hari bahkan mampu melebihi 100% dari kekuatannya (Limantara dan Sugiarto, 2010).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Proporsi Campuran

Pada penelitian ini perancangan campuran beton memadat mandiri mengikuti ketentuan Okamura dan Ozawa (1995), yaitu :

1. Agregat kasar 30% dari volume beton, dengan diameter maksimum 10 mm dan *specific gravity* 2,703 gr/cm³.
2. Agregat halus 40% dari volume beton, dengan *specific gravity* 2,781 gr/cm³.
3. Fly ash dengan volume substitusi terhadap semen sebesar 50%-70% dari berat binder.
4. Rasio air-binder sebesar 0,286.

Hasil akhir proporsi campuran secara lengkap ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Proporsi Campuran HVFA-SCC Setiap 1 m³

Kode	Kadar Fly Ash	Semen	Fly Ash	Pasir	Kerikil	Air	Superplasticizer
C-F50	50%	368.55	368.55	578.641	703.2	211	7.371
C-F55	55%	331.695	405.405	578.641	703.2	211	7.371
C-F60	60%	294.84	442.26	578.641	703.2	211	7.371
C-F65	65%	257.985	479.115	578.641	703.2	211	7.371
C-F70	70%	221.13	515.97	578.641	703.2	211	7.371

Pengujian Parameter Memadat Mandiri

Pengujian parameter memadat mandiri menggunakan 5 jenis metode sebagaimana dikatakan oleh Kumar (2006) dan Takada and Tangstermsirikul (2000), antara lain : *flow table test*, *j-ring flow table test*, *l-box test*, *box type test*, dan *v-funnel test*.

Pengujian Kuat Tekan HVFA-SCC

Pengujian beton keras dilakukakan saat beton berumur 7 hari, 28 hari, 56 hari, dan 90 hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Segar Beton HVFA-SCC

Hasil pengujian beton segar dari masing-masing campuran HVFA-SCC dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Beton Segar HVFA-SCC

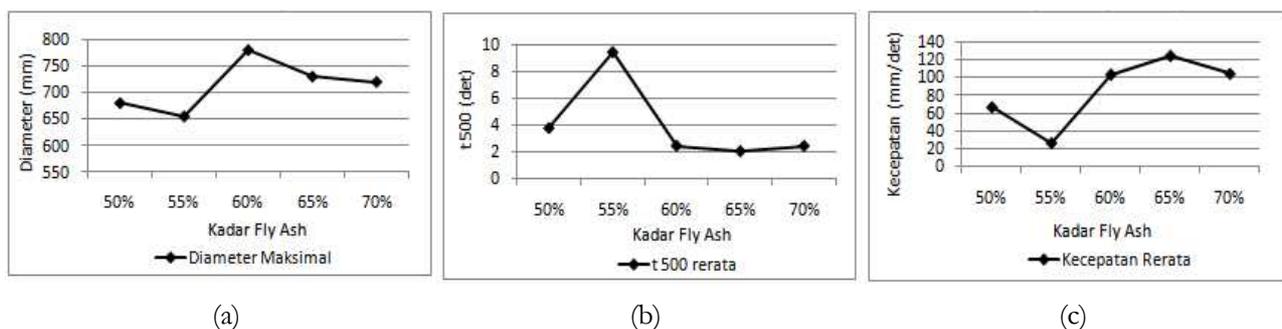
Jenis Pengujian	Parameter	Hasil Uji Pada Beton Segar					Persyaratan Beton SCC
		C-F 50	C-F 55	C-F 60	C-F 65	C-F 70	
<i>Flow Table</i>	diameter (mm)	680	655	780	730	720	700 mm (Siddique,2001)
	t500 (detik)	3,77	9,51	2,43	2,02	2,41	2-5 detik (Siddique,2001)
	kecepatan (mm/detik)	66,313	26,288	102,881	123,762	103,734	-
<i>J-Ring FlowTable</i>	diameter (mm)	545	505	660	625	620	600 mm (Siddique,2001)
	t500 (detik)	7,18	13,6	2,05	2,01	2,62	2-5 detik (Siddique,2001)
	kecepatan (mm/detik)	34,819	18,382	121,951	124,378	95,420	-
<i>L-Box</i>	t200 (detik)	6,69	3,73	3,16	3	1,5	3-4 detik (As'ad, 2006)
	t400 (detik)	18,63	16,81	13,25	15,08	11,66	6 detik (As'ad, 2006)
	h2/h1	0,813	0,412	0,875	0,667	0,625	$\geq 0,8$ (Kumar, 2006)
<i>Box Type</i>	h2 (mm)	340	340	305	340	330	> 300 mm (Ouchi, 2000)
	h2/h1	1	1	0,897	1	0,971	mendekati 1 (Kumar, 2006)
<i>V-funnel</i>	t (detik)	13,75	20,77	12,36	11,5	12,43	6-12 detik (As'ad, 2006)

Pada pengujian *flow table*, terdapat beberapa campuran beton yang memiliki sifat *fillingability* yang baik karena sebaran diameter dan waktu alir yang dihasilkan baik dan memenuhi syarat sebagai beton SCC, yaitu pada campuran beton dengan kadar *fly ash* 60%, 65% dan 70%, oleh karena itu dapat dikatakan campuran beton tersebut merupakan *self compacting concrete* (SCC). Pada pengujian *j-ring flow table*, terdapat beberapa campuran beton yang memiliki sifat *passingability* yang baik karena sebaran diameter dan waktu alir yang dihasilkan baik dan memenuhi syarat sebagai beton SCC, yaitu pada campuran beton dengan kadar *fly ash* 60%, 65% dan 70%, oleh karena itu dapat dikatakan campuran beton tersebut merupakan *self compacting concrete* (SCC). Pada pengujian *l-box* terdapat beberapa variasi kadar *fly ash* yang memenuhi persyaratan waktu alir, yaitu pada variasi kadar *fly ash* 55%, 60%, 65% dan 70%. Hal lain yang menunjukkan indikator suatu beton dikatakan memiliki sifat SCC adalah bila perbandingan h1/h2 adalah $\geq 0,8$. Pada variasi ini disebutkan bahwa terdapat 2 variasi yang memenuhi syarat h1/h2 $\geq 0,8$, yaitu pada variasi 50% dan 60%. Pada pengujian *box type*, kelima variasi *fly ash*, yaitu 50%, 55%, 60%, 65% dan 70% memiliki sifat *passingability* dan *fillingability* yang baik, karena pada semua variasi mampu melewati halangan dan mengisi prisma kedua lebih dari 30 cm, sehingga nilai h2/h1 pada hampir semua campuran beton mencapai 1. Dapat disimpulkan bahwa kelima variasi telah memenuhi syarat sebagai campuran *self compacting concrete* (SCC). Sedangkan pada pengujian *v-funnel*, yang memiliki waktu alir yang memenuhi syarat adalah pada kadar *fly ash* 65%, yaitu sebesar 11,5 detik.

Pengaruh Kadar Fly Ash Terhadap Sifat Segar HVFA-SCC

Flow Table Test

Hasil pengujian *flow table test* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan Antara Variasi Kadar *Fly ash* Dengan Diameter Maksimal (a), Waktu Mencapai Sebaran 500 mm (b), dan Kecepatan Aliran Rerata (c) Pada Pengujian *Flow Table*

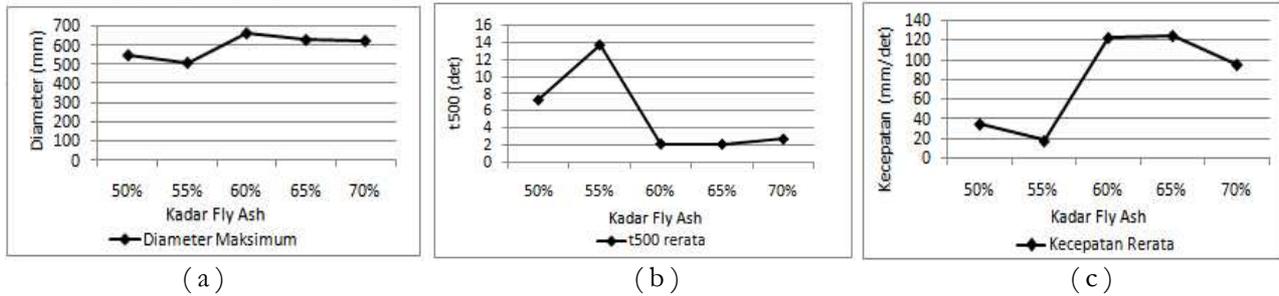
Gambar di atas memperlihatkan bahwa campuran beton dengan kadar *fly ash* 60% memiliki sifat *fillingability* yang paling optimum, terlihat dari sebaran maksimum yang dicapai. Hal ini dipengaruhi oleh viskositas yang dalam penelitian ini dapat dilihat melalui kecepatan alirnya. *Fly ash* memiliki butiran yang lebih halus dan bulat, akibatnya akan membuat gesekan atau friksi antar butiran sangat kecil serta akan lebih mudah dalam pengerjaan atau memiliki nilai *workability* yang tinggi. Malhotra dan Mehta (2003) mengatakan bahwa penggunaan *fly ash* dengan kadar 50% bahkan lebih dari berat total binder selain dapat meningkatkan kekuatan maksimum dan ketahanan, juga dapat meningkatkan *workability* dari beton tersebut.

Campuran beton dengan kadar *fly ash* lebih dari 60%, diameter dan kecepatannya cenderung menurun, dikarenakan viskositas yang terlalu tinggi. *Fly ash* memiliki berat jenis yang lebih ringan daripada semen, dengan

adanya penggantian sejumlah semen dengan *fly ash*, dengan berat antara *fly ash* dan semen yang sama, maka tentunya akan menjadikan volume *fly ash* lebih tinggi. Penambahan jumlah butir halus inilah yang akan menambah viskositas, sehingga dibutuhkan energi yang besar bagi beton untuk dapat mengalir. Viskositas yang moderat dan kemampuan beton untuk berdeformasi harus dipertahankan agar beton tidak mengalami segregasi (Ouchi et. Al, 1998).

J-Ring Flow Table Test

Hasil pengujian *j-ring* dapat dilihat pada Gambar 2



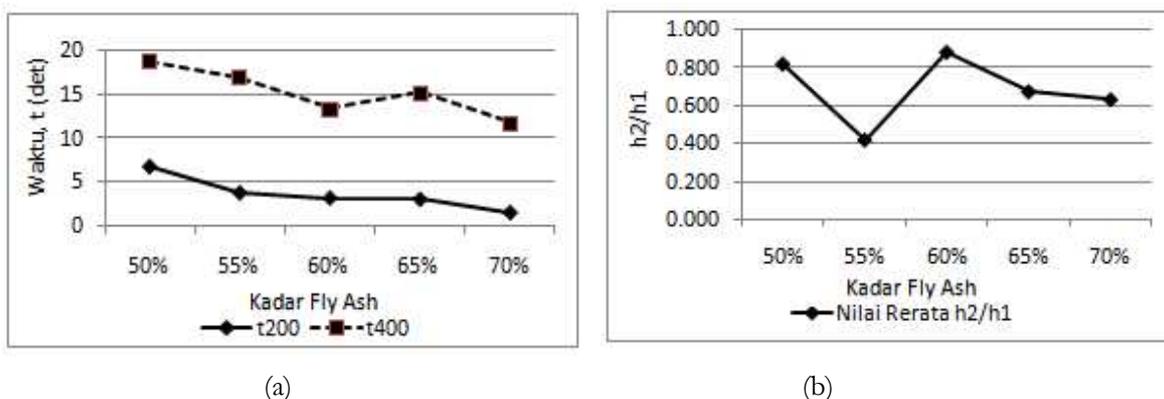
Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Variasi Kadar *Fly ash* Dengan Diameter Maksimal (a), Waktu Mencapai Sebaran 500 mm (b), dan Kecepatan Aliran Rerata (c) Pada Pengujian *J-Ring Flow Table*

Gambar di atas memperlihatkan bahwa campuran beton dengan kadar *fly ash* 60% memiliki sifat *passingability* yang paling optimum. Hal ini disebabkan dengan penggunaan *fly ash* yang tinggi akan mengurangi friksi antara beton segar dengan tulangan, sehingga beton akan dapat mengalir melewati tulangan dengan mudah. Kemampuan beton untuk melewati halangan memerlukan sifat beton yang dapat mengalir, kemampuan berdeformasi, sekaligus viskositas yang moderat dari campuran beton tersebut. Tangstermsirikul dan Khayat (2000) menyarankan untuk mengurangi jumlah agregat kasar, yang bertujuan untuk meningkatkan jumlah pasta dan mortar, sehingga friksi akan berkurang dan mengakibatkan beton mudah berdeformasi, juga disertai dengan peningkatan viskositas.

Campuran beton dengan kadar lebih dari 60% memiliki diameter dan kemampuan alir yang cenderung menurun, dikarenakan campuran ini memiliki viskositas yang lebih tinggi sehingga akan dibutuhkan lebih banyak energi untuk membuat campuran beton dapat mengalir. Semakin tinggi jumlah butir halus yang ditambahkan dalam campuran beton, maka akan membuat campuran beton menjadi lebih kental atau memiliki nilai viskositas yang tinggi. Sebaliknya, semakin rendah jumlah butir halus yang dimasukkan dalam campuran beton, maka akan membuat nilai viskositas atau kekentalan cenderung menurun yang nantinya akan mengakibatkan agregat kasar mengumpul di muka tulangan yang pada akhirnya akan menghalangi pengaliran beton (*aggregate blocking*). Viskositas yang moderat dan kemampuan beton untuk berdeformasi sangat diperlukan agar beton dapat mengalir dengan baik melewati halangan (Tangstermsirikul dan Khayat, 2000).

L-Box Test

Hasil pengujian *l-box test* dapat dilihat pada Gambar 3.



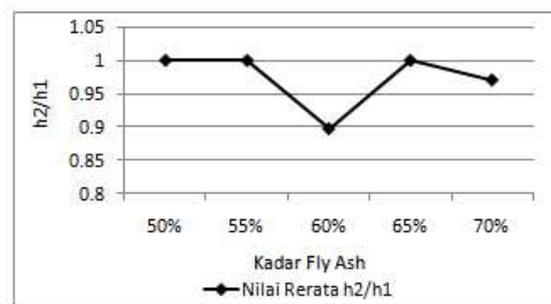
Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Variasi Kadar *Fly ash* Dengan Waktu Mencapai Sebaran 200 mm dan 400 mm (a), dan Nilai Rerata h_2/h_1 (b) Pada Pengujian *L-Box Test*

Gambar di atas memperlihatkan bahwa campuran beton mampu mengalir dari prisma tegak ke prisma mendatar dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan hasil pengujian bahwa semakin banyak kadar *fly ash* yang digunakan maka akan sedikit pula waktu yang dibutuhkan untuk mencapai jarak 200 mm dan 400 mm. Hal ini dipengaruhi oleh viskositas, walaupun semakin banyak *fly ash* akan menambah viskositas dari beton segar, namun dengan adanya berat sendiri beton yang ada di prisma tegak juga akan berpengaruh terhadap kemampuan alirnya. Butiran *fly ash* yang cenderung halus dan bulat juga akan membuat gaya friksi makin kecil, sehingga masih memungkinkan untuk beton tersebut dapat mengalir dengan cepat.

Campuran beton dengan kadar *fly ash* 60% memiliki nilai h_2/h_1 yang paling optimum, dengan kata lain pada campuran ini menunjukkan bahwa pada kadar *fly ash* 60% memiliki kemampuan untuk mengalir mengisi ruangan dan mencapai stabilitas permukaan yang paling baik. Hal ini dikarenakan pada campuran ini memiliki viskositas yang moderat dan memiliki sifat deformasi yang tinggi, sehingga pada campuran ini dapat mengalir dan mencapai stabilitas permukaan dengan baik. Sifat deformasi dijaga dengan penggunaan butir halus dalam volume tinggi. Tangstermsirikul dan Khayat (2000) menyarankan untuk mengurangi agregat kasar untuk menambah jumlah pasta dan mortar, yang akan menyebabkan friksi antar agregat menjadi berkurang sehingga menambah sifat deformasi dan viskositas pada beton segar.

Box-Type Test

Hasil pengujian *box-type* dapat dilihat pada Gambar 4.

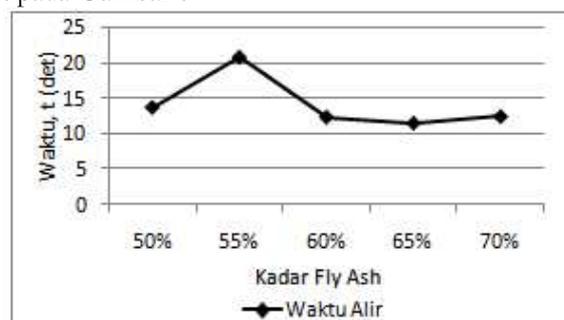


Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Variasi Kadar *Fly ash* Dengan Nilai h_2/h_1 Pada Pengujian *Box Type*

Gambar di atas menunjukkan kecenderungan beton dapat mengalir melewati halangan dan kemudian dapat mengisi ruangan dengan baik. Hal ini disebabkan penggunaan kadar bahan pengisi (*fly ash*) yang tinggi akan menyebabkan campuran bahan pengisi ini cenderung berperilaku sebagai pasta yang dapat meningkatkan sifat pengaliran pada beton. Ouchi et al (1998) menyarankan menggunakan bahan pengisi kurang lebih 40% dari volume total campuran mortar. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan sifat pengaliran beton. Penggunaan *fly ash* dalam volume tinggi juga dapat mengurangi friksi antar partikel sehingga akan meningkatkan *workability* (Haque et al, 1984). Untuk menjaga beton agar dapat mengalir dengan mudah walaupun terdapat halangan, maka diperlukan campuran beton yang memiliki viskositas moderat dan kemampuan beton untuk berdeformasi. Dalam hal ini berarti pada keseluruhan variasi *fly ash*, campuran beton memiliki tingkat viskositas dan kemampuan untuk berdeformasi yang memadai karena pada semua variasi memenuhi parameter uji *box type* untuk menjadi *self compacting concrete*.

V-Funnel Test

Hasil pengujian *v-funnel* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Variasi Kadar *Fly ash* Dengan Waktu Aliran Pada Alat *V-Funnel*

Gambar di atas memperlihatkan bahwa semakin besar penambahan *fly ash*, maka waktu alirnya akan memiliki kecenderungan menurun. Campuran beton dengan kadar *fly ash* 65% memiliki waktu alir yang paling singkat, dikarenakan pada campuran ini memiliki viskositas yang moderat. Penggunaan agregat halus dengan butir yang semakin lembut diperlukan untuk menjaga viskositas campuran beton. Semakin banyak *fly ash* yang digunakan akan membuat viskositas semakin tinggi pula, sehingga akan dibutuhkan lebih banyak energi untuk mendorong campuran beton untuk dapat mengalir, seperti yang terjadi pada kadar 70%. Sebaliknya, semakin rendah *fly ash* yang digunakan, akan semakin rendah pula viskositas dari beton tersebut (Tangstermsirukul dan Khayat, 2000). Viskositas yang semakin rendah juga dapat menyebabkan berkurangnya waktu campuran beton untuk mengalir, hal ini memungkinkan terjadi pada variasi kadar 50%, 55% dan 60%. Hal ini dikarenakan terjadinya segregasi atau *aggregate blocking*. Waktu alir pada pengujian ini selain dipengaruhi oleh viskositas campuran beton, juga dipengaruhi oleh gaya gravitasi yang menyebabkan beton dapat mengalir menuju tempat yang lebih rendah dengan melewati celah pada bagian bawah alat uji.

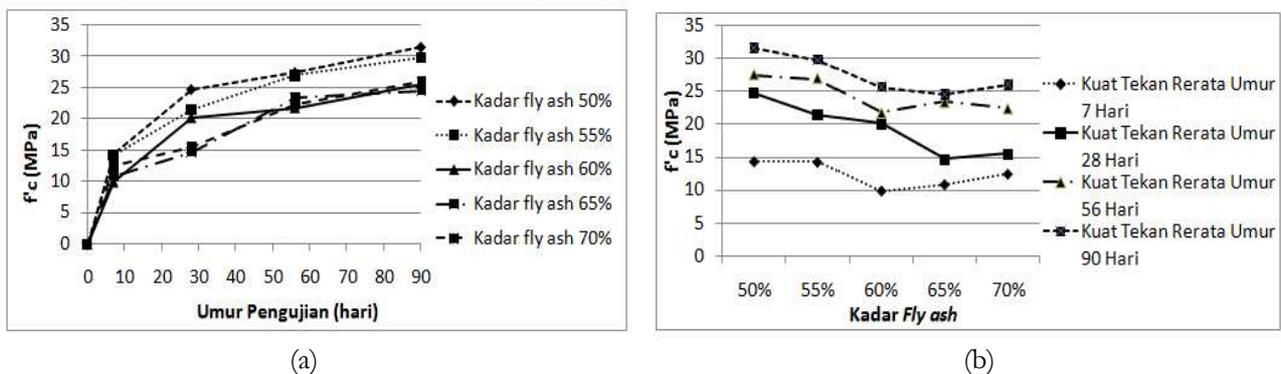
Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan *High Volume Fly Ash-Self Compacting Concrete* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan HVFA-SCC

Kode	Kadar Fly Ash (%)	Kuat Tekan Umur (f _c)			
		7 hari (Mpa)	28 hari (Mpa)	56 hari (Mpa)	90 hari (Mpa)
C-F 35	35%	9,809	16,411	22,635	19,995
C-F 50	50%	14,336	24,805	27,540	31,595
C-F 55	55%	14,241	21,504	26,974	29,803
C-F 60	60%	9,903	20,183	21,787	25,653
C-F 65	65%	10,846	14,713	23,390	24,522
C-F 70	70%	12,449	15,468	22,447	26,031

Dari hasil pengujian kuat tekan HVFA-SCC dapat diperoleh Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Beton Dengan Umur Pengujian (a) dan Kadar Fly Ash (b)

Gambar di atas memperlihatkan bahwa semua kadar variasi *fly ash* memiliki nilai kuat tekan yang rendah pada awalnya, namun pada usia selanjutnya mengalami kenaikan kuat tekan, bahkan pada usia 90 hari mengalami peningkatan sebesar 100% dari kekuatannya. Hal ini dikarenakan dengan penambahan kadar *fly ash* lebih dari 50% dari berat binder dapat meningkatkan ketahanan dan keawetan beton. Butiran *fly ash* akan mengisi ruang kosong antar agregat sehingga kepadatan beton akan menjadi lebih baik sehingga dapat menambah nilai kuat tekan beton menjadi lebih baik. Penggunaan *fly ash* dalam volume tinggi akan mengurangi friksi antar partikel sehingga meningkatkan *workability*. Peningkatan *workability* juga memungkinkan untuk mempertahankan kondisi faktor air-semen (fas) dalam kondisi yang rendah, sehingga nilai kuat tekan beton yang dihasilkan akan semakin meningkat pula. Limantara dan Sugiarto (2010) yang menyatakan bahwa berdasarkan hasil pengujian di lapangan dan tes di laboratorium, penggunaan *fly ash* dengan volume lebih dari 50% berat binder mengalami peningkatan kekuatannya antara usia 7 hari sampai 90 hari, bahkan mampu melebihi 100% dari kekuatannya.

Penambahan *fly ash* pada kadar tertentu dapat menaikkan atau bahkan mengurangi nilai kuat tekan beton apabila penambahannya berlebihan. Hal ini ditunjukkan dengan variasi kadar *fly ash* 50% yang memiliki nilai kuat tekan yang paling optimum pada usia 7 hari, 28 hari, 56 hari dan 90 hari.

SIMPULAN

Dari hasil pengujian, analisis data dan pembahasan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan *fly ash* dengan kadar tertentu dapat mempengaruhi sifat segar dari campuran beton. Pada penelitian ini semakin besar kadar *fly ash* maka akan membuat nilai sifat segarnya menjadi semakin besar ataupun semakin kecil.
2. Berdasarkan pengujian kuat tekan, HVFA-SCC memiliki nilai kuat tekan yang rendah pada awal pengujian, yaitu pada usia pengujian 7 hari, namun pada usia pengujian 90 hari nilai kuat tekan dapat meningkat mencapai lebih dari 100% dibandingkan kuat tekan awalnya.
3. Pada penelitian ini semakin besar kadar *fly ash* maka akan membuat nilai kuat tekannya menjadi semakin besar ataupun semakin kecil. Kadar *fly ash* 50% memiliki nilai kuat tekan yang paling optimum untuk umur pengujian 7 hari, 28 hari, 56 hari, maupun 90 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dukungan dana sehingga penelitian ini dapat terlaksana melalui skema hibah desentralisasi (Hibah Unggulan Madya Perguruan Tinggi) pada tahun 2013. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah mengarahkan penulis dalam melakukan penelitian ini, serta kepada seluruh rekan yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian di laboratorium.

REFERENSI

- As'ad, Sholihin. (2009). *Pengembangan Kanal Fleksibel Berbahan Beton Memadat Mandiri Berserat Limbah Kaleng dan Limbah Plastik*. Usulan Penelitian Hibah Bersaing. Surakarta.
- Haque, M., Langan, B. And Ward, M.(1984).“High fly ash concrete”, *ACI Materials Journal*. Jan-Peb, pp.54-60.
- Hela, R. And Hubertova, M. (2006). “Selbverdichtender Beton (SVB), Teil 2 : Bestandteile, Methoden, und Grundsatze des Entwurfs”, *Beton Fertigteil (BFT)*, No.3, March 2006.pp.10-19
- Kumar, P. (2006). “Self Compacting Concrete : Methods of Testing and Design”, *I E (I) Journal-CV*, Vol 86, February 2006, pp. 145-150.
- Limantara, S. dan Sugiarto, H. 2010. *Penelitian Awal Pada High Volume Fly Ash Concrete*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- Mehta, Kumar (2006). *High Performance, high volume fly ash concrete for sustainable development*. USA, Berkeley:University of California.
- Okamura, H. and Ozawa, K., 1994, *Self-Compacting high-Performance Concrete in Japan*, ACI SP-159 : International Workshop on High Performance Concrete, Michigan.
- Ouchi, M. (2000). “Self-Compacting Concrete-Development, Applications and Investigations”, Nordic Concrete Rearch Publication 23, 29-34.
- Siddique, R., Khatib, J.M., Yüksel, I. and Aggarwal, P. 2009. *Strength properties of high-volume fly ash (HVFA) concrete incorporating steel fibres*, *Excellence In Concrete Conctruction Through Inovation*, 149-157, September 2008, Kingston University-London.
- Tangtermsirikul, S and Khayat, K. (2000). “Part III-Fresh concrete properties”, in: *A. Skarendahl, O. Patersson (Eds.), Self-Compacting Concrete, State of the-Art Report of RILEM Technical Commillee*, 17-22.