

# PENGARUH VOLUME AGREGAT KASAR TERHADAP SIFAT SEGAR DAN KUAT TEKAN PADA HIGH VOLUME FLY ASH CONCRETE (HVFAc)

Burhan Bagus Panuntun<sup>1)</sup>, Stefanus A Kristiawan<sup>2)</sup>, Sunarmasto<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Sebelas Maret

<sup>2),3)</sup>Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Sebelas Maret

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

Email : [panuntunburhan@gmail.com](mailto:panuntunburhan@gmail.com)

## Abstract

The purpose of this research is to determine how the effect of coarse aggregate volume of the fresh properties and strength of concrete at HVFAc, so it will be in an ideal mixture of known composition and figure out how big the compressive strength of concrete that will be generated. The method used in this study is the experimental method, namely by making the composition of the concrete mixture with coarse aggregate volume variations to produce the ideal mix HVFAc. Testing fresh concrete made with 5 (five) test method are: Slump flow table test, j-ring flow table test, L-box test, box-type test, V-funnel test. Tests carried out on the hard concrete cylinder compressive strength of concrete at the age of 7 days, 28 days, 56 days and 90 days. The results showed that the variation in the volume of coarse aggregate with a certain level of effect on the flow properties of fresh concrete and thus affects of mixed concrete and concrete compressive strength. In this study the variation of coarse aggregate, concrete mix qualify for pouring concrete properties (flowability). Variations in the levels of certain coarse aggregate can raise or lower the compressive strength. In this test the compressive strength at the highest levels of variation of 30% coarse aggregate, for testing age 7, 28, 56, and 90 days.

**Keyword:** fly ash, HVFAc, fresh properties, compressive strength

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengetahui bagaimana pengaruh volume agregat kasar terhadap sifat segar dan kuat tekan beton pada HVFAc, sehingga dapat diketahui komposisi campuran ideal dan mengetahui seberapa besar kuat tekan beton yang akan dihasilkan. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu dengan membuat komposisi campuran beton dengan variasi volume agregat kasar yang ideal untuk menghasilkan campuran HVFAc. 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 variasi volume agregat kasar dengan kadar tertentu berpengaruh terhadap daya alir beton sehingga mempengaruhi sifat segar dari campuran beton dan kuat tekan beton. Pada penelitian ini dengan variasi agregat kasar, campuran beton memenuhi syarat sifat beton untuk mengalir (flowability). Variasi kadar agregat kasar tertentu dapat menaikkan atau menurunkan kuat tekannya. Pada pengujian ini nilai kuat tekan yang paling tinggi pada kadar variasi agregat kasar 30%, untuk umur pengujian 7, 28, 56, dan 90 hari.

**Kata Kunci:** fly ash, HVFAc, sifat segar, kuat tekan

## PENDAHULUAN

High Volume Fly Ash Concrete (HVFAc) merupakan campuran beton yang menggunakan fly ash dimana prosentase fly ash yang digunakan lebih dari 50% dari berat binder yang digunakan. Pada umumnya penambahan fly ash dalam campuran beton akan member dampak pada segi pembiayaan pembuatan campurannya lebih ekonomis serta meningkatkan nilai workability pada campuran beton. Selama ini, kebanyakan percobaan yang dilakukan menggunakan standar ASTM C618 yaitu fly ash tipe F dengan persentase 15%-20% dari berat total binder dan fly ash tipe C dengan persentase 25%-35% dari berat total binder pada beton. Namun hal tersebut tidak mencukupi untuk meningkatkan daya tahan (durability) untuk serangan sulfat, alkali-silika ekspansi dan jugalah thermal cracking.

Sifat-sifat beton pada umumnya termasuk beton HVFAc sangat dipengaruhi oleh komponen penyusunnya. Salah satu komponen yang menjadi perhatian dalam penelitian adalah agregat kasar. Komposisi agregat kasar harus diperhatikan dalam proses pembuatan beton, jika terlalu banyak agregat kasar dapat memperbesar resiko segregasi pada beton. Agregat kasar terdiri dari batu pecah dan kerikil-kerikil. Batu pecah diperoleh dari pemecah batu, sedangkan kerikil merupakan disintegrasi dari batuan. Perbedaan mendasar antara kerikil (koral) dengan batu pecah (split) adalah dengan permukaan yang lebih kasar maka batu pecah lebih menjamin ikatan yang lebih kokoh dengan semen.

Untuk mix design beton bertulangan konvensional, komposisi dari agregat kasar biasanya 70 sampai 75% dari

total volume beton. Sedangkan dalam metode *mix design* ini agregat kasar dibatasi jumlahnya sekitar kurang lebih 50% dari total volume beton dan agregat halus dibatasi jumlahnya sekitar kurang lebih 40% dari total volume mortar. 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 agregat kasar dapat memperbesar resiko segregasi pada beton. (Himawan & Darma, 2000).

Berdasarkan penelitiannya, Hela dan Hubertova (2006), menyarankan untuk menggunakan bahan pengisi kurang lebih 40% dari volume total campuran beton. Hal tersebut juga bertujuan untuk meningkatkan sifat pengaliran dari campuran beton. Okamura dan Ozawa (1995), juga menyarankan bahwa komposisi penggunaan bahan dengan butir yang lebih halus untuk lebih ditingkatkan dan agregat kasar lebih diturunkan komposisinya daripada beton konvensional, dikarenakan dengan pengurangan jumlah agregat kasar dapat meningkatkan jumlah pasta dan mortar, sehingga friksi antar agregat menjadi berkurang dan mengakibatkan beton segar lebih mudah berdeformasi. Penggunaan *fly ash* sebagai bahan pengisi yang tinggi akan menyebabkan campuran bahan pengisi ini cenderung berperilaku sebagai pasta yang dapat meningkatkan sifat pengaliran dari campuran beton.

Ouchi et Al (1998) dalam penelitiannya juga menyebutkan bahwa viskositas yang moderat dan kemampuan beton untuk berdeformasi harus dipertahankan agar beton tidak mengalami segregasi. Segregasi dapat terjadi jika campuran material tidak homogen (Tangstermsirikul dan Khayat, 2000). Oleh karena itu, disarankan untuk menggunakan bahan pengisi kurang lebih 40% dari volume total campuran mortar. Hal ini dimaksudkan selain untuk menghindari segregasi juga untuk meningkatkan sifat pengaliran beton. 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 meningkatkan kemampuan alir beton (Haque et Al, 1984).

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Proporsi Campuran

Pada penelitian ini perancangan campuran HVFAC antara lain :

1. Agregat kasar 30% dari volume beton, dengan diameter maksimum 10 mm dan *specific gravity* 2,703 gr/cm<sup>3</sup>.
2. Agregat halus 40% dari volume beton, dengan *specific gravity* 2,781 gr/cm<sup>3</sup>.
3. Fly ash dengan volume substitusi terhadap semen sebesar 60% dari berat binder.
4. Rasio air-binder sebesar 0,3.

Hasil akhir proporsi campuran secara lengkap ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Proporsi Campuran HVFAC Setiap 1 m<sup>3</sup>

Kode	Kadar Fly Ash	Semen	Fly Ash	Pasir	Kerikil	Air	Superplasticizer
CA-27,5	27,5%	272,16	408,24	720,35	644,6	172	6,804
CA-30	30%	272,16	408,24	661,304	703,2	172	6,804
CA-32,5	32,5%	272,16	408,24	602,259	761,8	172	6,804
CA-35	35%	272,16	408,24	543,214	820,4	172	6,804

### Pengujian Parameter HVFAC

Pengujian parameter HVFAC 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 HVFAC

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

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Segar Beton HVFAC

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

Tabel 2. Hasil Pengujian Beton Segar HVFAC

Jenis Pengujian	Parameter	Hasil Uji Pada Beton Segar			
		CA-27,5	CA-30	CA-32,5	CA-35
<i>Flow Table</i>	diameter (mm)	645	620	570	490

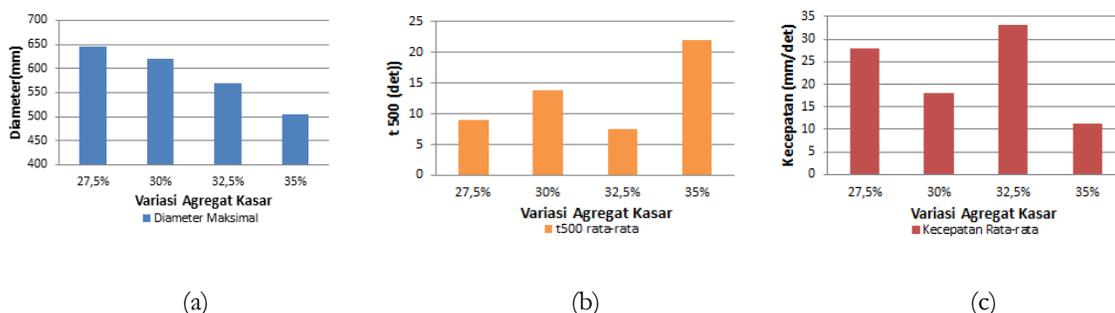
	t500 (detik)	8,99	13,83	7,57	22,01
	kecepatan (mm/detik)	27,809	18,077	33,025	11,358
<b>J-Ring FlowTable</b>	diameter (mm)	490	440	400	-
	t500 (detik)	29,29	27,58	-	-
	kecepatan (mm/detik)	8,535	9,065	-	-
<b>L-Box</b>	t200 (detik)	13,18	18,31	28,81	-
	t400 (detik)	62,76	97,45	48,38	-
	h2/h1	0,688	0,571	0,714	-
<b>Box Type</b>	h2 (mm)	230	220	225	150
	h2/h1	0,511	0,478	0,495	0,283
<b>V-funnel</b>	t (detik)	18,06	41,27	12,7	23,12

Dari hasil pengujian *slump flow* untuk variasi agregat kasar menunjukkan bahwa keempat variasi agregat kasar memiliki sifat *flowability* yang baik yang ditunjukkan dengan diameter sebaran yang dihasilkan, sehingga hasil pengujian campuran beton dengan variasi agregat kasar 27,5%, 30%, 32,5%, dan 35% dapat dikatakan memenuhi kategori persyaratan *flowability* untuk beton (SCC), akan tetapi dari hasil pengujian *slump flow* untuk variasi agregat kasar tersebut belum memiliki sifat *fillingability* yang baik yang ditunjukkan dengan waktu untuk mencapai diameter sebaran yang melebihi batas yang disyaratkan, sehingga hasil pengujian campuran beton dengan variasi agregat kasar 27,5%, 30%, 32,5%, dan 35% dapat dikatakan belum memenuhi kategori persyaratan *fillingability* untuk beton SCC. Dari hasil pengujian *j-ringflowtable* dapat dinyatakan bahwa campuran beton dari keempat variasi agregat kasar kadar 27,5%, 30%, 32,5%, 35% belum dapat dikategorikan memenuhi persyaratan *passingability* dan *fillingability* untuk beton SCC, yang ditunjukkan dengan tidak terpenuhinya diameter sebaran dan waktu untuk mencapai sebaran diameter 500 mm. Dari keempat hasil pengujian *L-box* dapat dinyatakan bahwa dari keempat variasi agregat kasar tidak ada yang memenuhi persyaratan waktu yang diperlukan beton untuk mencapai panjang sebaran sebesar 200 mm ( $t_{200}$ ) dan 400 mm ( $t_{400}$ ). Perbandingan nilai ketinggian ( $h_2/h_1$ ) dari keempat hasil pengujian juga tidak ada yang memenuhi syarat minimal, sehingga keempat variasi agregat kasar tersebut belum memenuhi sifat *passingability* dan *fillingability* untuk beton SCC. Dari keempat hasil pengujian *Box-type* dapat dinyatakan bahwa keempat variasi agregat kasar, yaitu 27,5%, 30%, 32,5%, 35% tidak memiliki sifat *passingability* yang baik, karena pada semua variasi tidak mampu melewati halangan dan mengisi prisma kedua lebih dari 30 cm. Dari hasil pengujian yang menunjukkan ketinggian pengisian  $h_2$  tertinggi yaitu pada variasi agregat 27,5% dengan ketinggian 2,3 cm. Dapat disimpulkan bahwa keempat variasi tidak memenuhi persyaratan sifat *passingability* untuk beton SCC. Dari hasil pengujian *v-funnel* dapat dinyatakan bahwa campuran beton dari keempat variasi agregat kasar tidak ada yang memiliki sifat *fillingability* yang baik dikarenakan tidak terpenuhinya waktu mengalir melalui mulut di ujung bawah alat ukur *v-funnel*, sehingga keempat campuran beton tersebut belum dapat dikategorikan memenuhi persyaratan *fillingability* untuk beton SCC.

## Pengaruh Volume Agregat Kasar Terhadap Sifat Segar HVFAC

### *Slump Flow Test*

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



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

Gambar 1.(a) diketahui bahwa campuran beton dengan kadar agregat kasar 27,5% memiliki sifat *flowability* yang paling optimum, yaitu 645 mm, hal ini dikarenakan jumlah agregat kasar pada variasi agregat kasar 27,5% paling homogen saat pengadukan dengan kadar agregat kasar yang sedikit dibandingkan dengan variasi kadar agregat kasar 30%, 32,5%, dan 35%. Hal tersebut berarti meningkatkan jumlah pasta dan mortar yang membuat friksi antar agregat menjadi berkurang dan mengakibatkan beton segar lebih mudah berdeformasi untuk meningkatkan

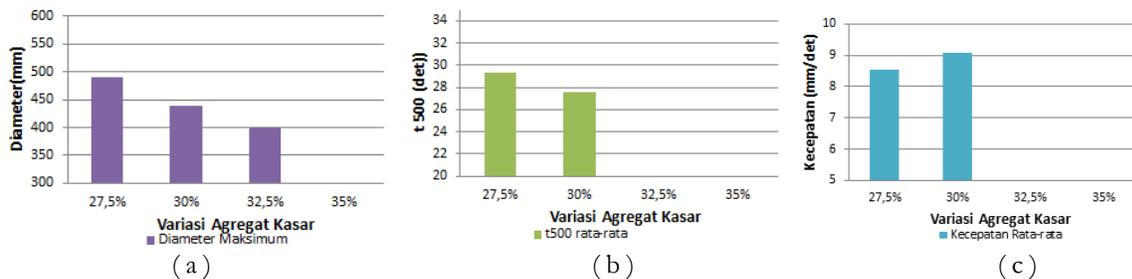
sifat pengaliran dari campuran beton serta akan lebih mudah dalam pengerjaan atau memiliki nilai *workability* yang tinggi. Kemampuan beton untuk mengalir ditunjukkan dengan sebaran diameter campuran beton. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Okamura dan Ozawa (1995), juga menyarankan bahwa komposisi penggunaan bahan dengan butir yang lebih halus untuk lebih ditingkatkan dan agregat kasar lebih diturunkan komposisinya daripada beton konvensional, dikarenakan dengan pengurangan jumlah agregat kasar dapat meningkatkan jumlah pasta dan mortar, sehingga friksi antar agregat menjadi berkurang dan mengakibatkan beton segar lebih mudah berdeformasi. Penggunaan *fly ash* sebagai bahan pengisi yang tinggi akan menyebabkan campuran bahan pengisi ini cenderung berperilaku sebagai pasta yang dapat meningkatkan sifat pengaliran dari campuran beton.

Gambar 1.(b) diketahui bahwa campuran beton dengan kadar agregat kasar 32,5% memiliki waktu untuk mencapai diameter 500 mm tercepat, yaitu sebesar 7,57 detik, akan tetapi waktu tersebut belum memenuhi sifat *fillingability* untuk beton SCC dikarenakan belum terpenuhinya syarat waktu alir untuk mencapai diameter sebaran 500 mm. Semakin cepat beton mengalir berarti beton tersebut memiliki sifat *fillingability* yang tinggi untuk mengisi ruang. Pada hasil uji tersebut belum memenuhi waktu alir sebaran 500 mm karena campuran beton ini memiliki kekentalan yang tinggi sehingga membutuhkan waktu yang lama untuk mengalir. Hasil pengujian dengan kadar agregat kasar 27,5%, 30%, 35% membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mencapai sebaran diameter 500 mm.

Gambar 1.(c) diketahui bahwa campuran beton dengan kadar 32,5% memiliki kecepatan alir yang paling tinggi yaitu 33,025 mm/dt. Kecepatan alir beton berbanding terbalik dengan waktu alir beton. Semakin sedikit waktu yang diperlukan beton untuk mengalir, berarti semakin tinggi kecepatan alir beton tersebut. Walaupun kecepatan alir beton kadar 32,5% paling tinggi, akan tetapi kecepatan alir tersebut belum dapat dikategorikan memenuhi syarat sifat *fillingability* untuk beton SCC, dikarenakan waktu alirnya belum memenuhi persyaratan. Hasil pengujian dengan kadar agregat kasar 27,5%, 30%, 35% kecepatan alirnya lebih rendah sehingga juga belum dapat dikategorikan memenuhi syarat sifat *fillingability* untuk beton SCC.

#### J-Ring Flow Table Test

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



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

Gambar 2.(a) diketahui bahwa campuran beton dengan kadar agregat kasar 27,5% memiliki diameter sebaran yang paling optimum namun dengan diameter sebaran tersebut belum memenuhi persyaratan sifat *passingability* untuk beton SCC dikarenakan campuran beton ini memiliki viskositas yang tinggi ditambah tahanan oleh tulangan yang membuat beton cenderung lambat untuk mengalir. Pada variasi kadar agregat kasar 30%, 32,5%, diameter sebaran semakin menurun dikarenakan kadar agregat kasar semakin tinggi dengan komposisi air yang sama membuat homogenitas pada beton tidak maksimal. Campuran beton dengan kadar agregat kasar 35% tidak ada data hasil yang dapat disajikan karena dari hasil pengujian campuran beton terjadi *blocking* yang membuat beton tidak dapat mengalir sehingga tidak memenuhi syarat diameter aliran.

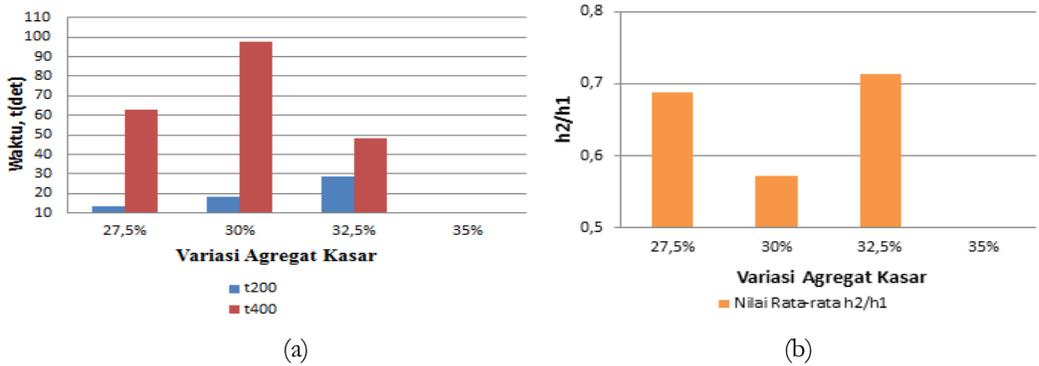
Gambar 2.(b) diketahui bahwa campuran beton dengan kadar agregat kasar 30% memiliki waktu untuk mencapai diameter 500 mm tercepat, yaitu sebesar 27,58 detik, untuk kadar agregat 27,5% waktu yang dibutuhkan semakin lama yaitu 29,29 detik. Semakin cepat beton mengalir berarti beton tersebut memiliki sifat *fillingability* yang tinggi untuk mengalir melewati tulangan. Campuran beton dengan kadar agregat kasar 32,5% dan 35% tidak ada data hasil yang dapat disajikan karena dari hasil pengujian campuran beton terjadi *blocking* yang membuat beton tidak dapat mengalir sehingga tidak memenuhi syarat diameter aliran.

Gambar 2.(c) diketahui bahwa campuran beton dengan kadar 30% memiliki kecepatan alir yang paling tinggi

yaitu 9,065 mm/dt, untuk kadar agregat 27,5% kecepatan alir yang dibutuhkan semakin rendah yaitu 8,535 mm/dt. Kecepatan alir beton berbanding terbalik dengan waktu alir beton. Semakin sedikit waktu yang diperlukan beton untuk mengalir, berarti semakin tinggi kecepatan alir beton tersebut. Campuran beton dengan kadar agregat kasar 32,5% dan 35% tidak ada data hasil yang dapat disajikan karena dari hasil pengujian campuran beton terjadi *blocking* yang membuat beton tidak dapat mengalir sehingga tidak memenuhi syarat diameter aliran.

*L-Box Test*

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



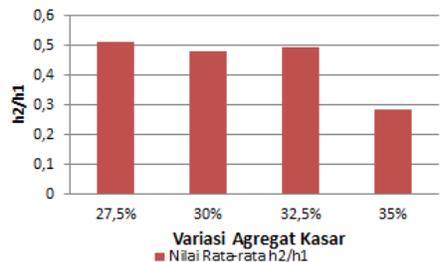
Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Variasi Kadar Agregat Kasar Dengan Waktu Mencapai Sebaran 200 mm dan 400mm (a), dan Nilai Rerata h2/h1 (b) Pada Pengujian *L-Box Test*

Gambar 3.(a) diketahui bahwa campuran beton dengan kadar agregat kasar 27,5% memiliki waktu untuk mencapai t200 tercepat, yaitu sebesar 13,18 detik, kadar 30%, dan 32,5% cenderung menurun. Campuran beton dengan kadar agregat kasar 32,5% memiliki waktu untuk mencapai t400 tercepat, yaitu sebesar 48,38 detik, kadar 27,5% dan 35% cenderung menurun. Hasil tersebut tidak menunjukkan sifat *fillingability* yang ditandai bahwa campuran beton ini belum mampu mengalir dari prisma tegak menuju prisma mendatar dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan waktu yang di butuhkan untuk mencapai jarak 200 mm dan 400 mm tidak memenuhi syarat. Kecepatan alir ini dipengaruhi oleh viskositas dan homogenitas beton. Pada pengujian ini campuran beton kurang homogen jadi beton sulit untuk mengalir. Campuran beton dengan kadar agregat kasar 35% tidak ada data hasil yang dapat disajikan karena dari hasil pengujian campuran beton terjadi *blocking* yang membuat beton tidak dapat mengalir sehingga tidak memenuhi syarat diameter aliran.

Gambar 3.(b). menunjukkan bahwa pada kadar agregat kasar 32,5% memiliki nilai h2/h1 yang paling optimum, yaitu 0,714, kadar 27,5%, dan 35% cenderung menurun. Hal ini juga belum menunjukkan bahwa pada kadar agregat kasar memiliki kemampuan untuk mengisi ruangan dan kemampuan perataan permukaan yang baik. Kemampuan suatu campuran untuk mengisi ruangan dan perataan permukaan dipengaruhi oleh sifat deformasi dan viskositas beton. Beton yang memiliki sifat deformasi tinggi akan dapat mengalir yang kemudian mencapai stabilitas perataan permukaan dengan baik walaupun harus melewati halangan/tulangan. Campuran beton dengan kadar agregat kasar 35% tidak ada data hasil yang dapat disajikan karena dari hasil pengujian campuran beton terjadi *blocking* yang membuat beton tidak dapat mengalir sehingga tidak memenuhi syarat diameter aliran.

*Box-Type Test*

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

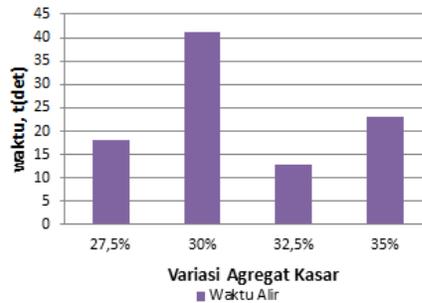


Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Variasi Kadar Agregat Kasar Dengan Nilai h2/h1 Pada Pengujian *Box Type*

Gambar 4. diketahui bahwa campuran beton dengan kadar agregat kasar 27,5% memiliki nilai  $h_2/h_1$  terbesar, yaitu sebesar  $0,511 < 1$ , kadar agregat 30%, 32,5%, 35% cenderung menurun, hal ini disebabkan campuran beton kurang homogen yang menyebabkan viskositas beton kurang sempurna sehingga kecenderungan beton tidak dapat mengalir melewati halangan sehingga tidak dapat mengisi ruangan dengan baik.

#### V-Funnel Test

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



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

Gambar 5. menunjukkan beton dengan variasi agregat 32,5% memiliki waktu alir yang paling singkat, variasi agregat 27,5%, 30%, dan 35% cenderung menurun. Campuran beton dari keempat variasi agregat kasar tersebut meskipun semakin sedikit waktu yang dibutuhkan untuk mengalir hingga beton tertuang habis pada alat uji *v-funnel*, tetapi dari keempat variasi tersebut tidak ada yang memenuhi persyaratan waktu yang ditentukan. Hal ini karena semakin besar kadar variasi agregat kasar, jumlah pasir semakin berkurang. Kebutuhan air yang seminimal mungkin juga menyebabkan campuran beton cenderung tidak homogen, sehingga dapat mengurangi kemampuan campuran beton untuk mengalir.

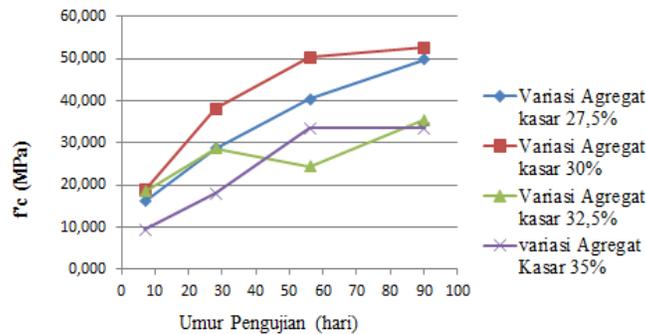
#### Kuat Tekan

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

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan HVFAC

Kode	Variasi Agregat Kasar (%)	Kuat Tekan Umur ( $f'_c$ )			
		7 hari (Mpa)	28 hari (Mpa)	56 hari (Mpa)	90 hari (Mpa)
CA-27,5	27,5%	16,23	28,686	40,387	49,823
CA-30	30%	18,872	38,122	50,295	52,654
CA-32,5	32,5%	18,495	28,686	24,440	35,574
CA-35	35%	9,436	18,023	33,593	33,593

Dari hasil pengujian kuat tekan HVFAC dapat diperoleh Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Umur Pengujian Dengan Kuat Tekan Rata-Rata Beton (a)

Tabel 3, dan Gambar 6 menunjukkan bahwa semua variasi kadar *fly ash* HVFAC memiliki nilai kuat tekan yang rendah pada awalnya, namun pada usia-usia selanjutnya mengalami kenaikan nilai kuat tekan, bahkan pada usia

90 hari mengalami kenaikan kuat tekan melebihi 100% dari usia 7 hari. Dari keempat hasil pengujian kuat tekan yang mempunyai kuat tekan tertinggi terdapat pada variasi kadar agregat 30% dengan kuat tekan umur 7 hari 18,872 MPa, umur 28 hari 38,122 MPa, umur 56 hari 50,654 MPa, dan umur 90 hari 52,654 MPa. Menurut SNI 03-2847-2002 beton dapat dikategorikan memenuhi syarat apabila dari hasil uji kuat tekan beton umur 90 hari mempunyai nilai yang sama atau lebih besar dari 20 Mpa. Hasil pengujian kuat tekan pada variasi agregat kasar 27,5%, 30%, 32,5%, 35% menunjukkan bahwa beton tersebut memenuhi kriteria sebagai beton struktur. Pada variasi agregat kasar 32,5% umur 56 hari mengalami penurunan kuat tekan beton dikarenakan beton dari hasil cetakan banyak terdapat banyak rongga sehingga pada saat pengujian beton kuat tekannya tidak maksimal.

## SIMPULAN

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

1. Penggunaan agregat kasar dengan kadar tertentu dapat mempengaruhi sifat segar dari campuran beton. Pada penelitian ini semakin besar kadar agregat kasar tidak menjamin hasil pengujian sifat segar akan semakin baik pula.
2. Penggunaan agregat kasar berpengaruh terhadap *flowability*, semakin besar kadar agregat kasar diameter sebaran semakin kecil dikarenakan jumlah agregat halus semakin sedikit yang mengurangi kemampuan campuran beton untuk mengalir, ditunjukkan seperti pada hasil pengujian *slump flow test* dengan kadar agregat 35%, diameter sebaran 505 mm ternyata lebih kecil daripada diameter sebaran kadar agregat 32,5%, 30%, dan 27,5%.
3. Penggunaan agregat kasar berpengaruh terhadap *passingability* dan *fillingability*, semakin banyak agregat kasar membuat campuran beton lebih sulit untuk melewati tulangan dan waktu mencapai diameter sebaran 500 mm dikarenakan daya alir yang rendah membuat campuran beton tertahan pada jeruji penghalang, mengakibatkan waktu beton mengalir mencapai diameter sebaran 500 mm semakin lama, ditunjukkan seperti pada hasil pengujian *J-Ring Flow Table Test* dengan kadar agregat 35%, 32,5%, 30%, dan 27,5%, tidak mampu memenuhi diameter sebaran dan waktu untuk mencapai sebaran diameter 500 mm.
4. Berdasarkan pengujian kuat tekan, HVFAC 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, ditunjukkan seperti pada hasil uji kadar agregat 27,5% kuat tekan umur 7 hari 16,23 Mpa meningkat menjadi 49,823 MPa pada umur 90 hari.
5. Penambahan agregat kasar pada kadar tertentu dapat menaikkan ataupun menurunkan kuat tekannya apabila penambahannya berlebihan. Pada pengujian ini kadar agregat kasar 30% memiliki nilai kuat tekan yang paling optimum untuk umur pengujian 7 hari yaitu 18,872 MPa, 28 hari yaitu 38,122 MPa, 56 hari yaitu 50,295 MPa, maupun 90 hari yaitu 52,654 MPa.

## 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

- 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.
- 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 Research Publication* 23, 29-34.
- 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.