

# KAJIAN PENGARUH VARIASI KOMPOSISI RICE HUSK ASH TERHADAP PARAMETER BETON MEMADAT MANDIRI DENGAN KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI

Zulfa Trisnasari <sup>1)</sup>, Wibowo <sup>2)</sup>, Endah Safitri <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret Surakarta

<sup>2) 3)</sup> Pengajar Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret Surakarta

Jalan Ir.Sutami 36A Surakarta 57126. Telp. 0271-647069. Email: [trisanzulfa@gmail.com](mailto:trisanzulfa@gmail.com)

## Abstract

*As the field of construction develop, various innovations to modify concrete are popping up. High strength self-compacting concrete (HS-SCC) or high quality concrete self-condensed solid is one of the innovations in the manufacture of concrete. In Indonesia is currently doing a lot of research on the procurement of alternative materials as a mixer or replacement of cement in self compacting concrete. Chemical added materials used in this research is superplasticizer which is useful to improve concrete's workability, while the added mineral materials used is rice husk ash. Rice husk ash serves to increase the compressive strength of the concrete because its pozzolannic nature and high amount of silica elements. This research was conducted to examine the effect of the addition of different levels of rice husk ash composition on high quality self compacting concrete. In this research, the content of SiO<sub>2</sub> (silica) in rice husk ash is 84,91% and the variation of rice husk ash used is 0%, 5%, 7,5%, 10% and 12,5% compared to the weight of cement. The test specimens used are cylindrical in size 15 cm and height 30 cm. Tests conducted on self compacting concrete parameters are filling ability, passing ability and segregation resistance. Hard concrete tests were performed at 14 days and 28 days. The results showed that concrete with 5% rice husk ash gave good result for the self compacting concrete parameters test and the maximum compressive strength occurred in 28 days old concrete with the addition of 10% rice husk ash, is 57.15 MPa.*

**Keywords:** *high strength concrete, self compacting concrete, rice husk ash, bonding time, fresh concrete test, compressive strength*

## Abstrak

Seiring dengan perkembangan zaman, semakin banyak pula pembangunan infrastruktur di dunia. Pada era teknologi sekarang ini, timbulah berbagai inovasi untuk memodifikasi beton. *High strength self compacting concrete* (HS-SCC) atau beton mutu tinggi memadat mandiri merupakan salah satu inovasi dalam pembuatan beton. Di Indonesia sendiri saat ini sedang banyak melakukan penelitian mengenai pengadaan bahan alternatif sebagai pencampur atau pengganti semen pada beton SCC. Bahan tambah kimia yang digunakan berupa *superplasticizer* yang berguna untuk memudahkan dalam pengerjaan beton (workabilitas), sedangkan bahan tambah mineral yang digunakan adalah *rice husk ash* (abu sekam padi). Abu sekam padi berfungsi untuk meningkatkan kuat tekan beton karena bersifat pozzolannik dan mengandung unsur silika yang tinggi. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh penambahan variasi komposisi *rice husk ash* pada beton mutu tinggi memadat mandiri. Dalam penelitian ini kandungan SiO<sub>2</sub> (silika) pada abu sekam padi sebesar 84,91% dan kadar variasi abu sekam padi yang digunakan sebesar 0%, 5%, 7,5%, 10% dan 12,5% terhadap berat semen. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder berukuran 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian yang dilakukan terhadap parameter *self compacting concrete* yaitu *fillingability*, *passingability* dan *segregation resistance* serta pengujian kuat tekan beton pada umur 14 dan 28 hari dengan menggunakan *Compressing Testing Machine* (CTM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan kadar variasi 5% abu sekam padi memberikan hasil yang baik untuk pengujian terhadap parameter *self compacting concrete* dan kuat tekan maksimal terjadi pada beton umur 28 hari dengan penambahan abu sekam padi 10%, yaitu 57,15 MPa.

**Kata Kunci:** beton mutu tinggi, beton memadat mandiri, abu sekam padi, waktu pengikatan, pengujian beton segar, kuat tekan

## PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan yang kuat terhadap gaya tekan tetapi lemah terhadap gaya tarik, oleh karena itu digunakan baja tulangan sebagai pemikul gaya tarik yang dialami oleh suatu struktur bangunan. Semakin besar gaya tarik yang dipikul oleh suatu struktur, maka semakin banyak tulangan yang harus digunakan, sehingga kemampuan beton untuk mengisi ruang kosong (*fillingability*) juga sangat kecil. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu metode mix design dimana beton mampu mengalir sendiri tanpa alat pemadat atau *vibrator*. Beton mutu tinggi memadat mandiri atau *high strength self compacting concrete* (HS-SCC) salah satu inovasi dalam pembuatan beton. Beton SCC ini memiliki sifat kecairan (*fluidity*) yang tinggi sehingga mampu mengalir (*flowability*) dan mengisi ruang-ruang (*fillingability*) di dalam cetakan atau bekisting tanpa proses pemadatan.

Sekam padi merupakan limbah yang apabila dibakar akan menghasilkan abu sekam padi (*rice husk ash*). Abu sekam padi memiliki banyak manfaat, salah satunya untuk meningkatkan kekuatan beton, karena abu sekam padi mempunyai sifat *pozzolannik* dan memiliki kandungan *silica amorphus* yang relatif tinggi.

## TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Beton merupakan suatu campuran yang terdiri dari beberapa bahan. Terdapat empat bahan penyusun beton antara lain semen, air, agregat halus dan agregat kasar. Bahan tersebut dicampur menjadi satu serta dapat diberi bahan tambahan lain dengan perbandingan tertentu apabila diperlukan. Air dan semen disatukan akan membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan agregat halus dan agregat kasar sebagai pengisi.

Menurut Hardjasaputra (2008), beton dengan kuat tekan tinggi sudah dapat dibuat dengan adanya teknologi bahan kimia yaitu *superplastisizer*, yang ditambahkan pada beton sehingga partikel semen yang biasanya cenderung untuk mengumpul (*flocculate*) dapat terdispersi dengan seragam dan kebutuhan air dapat dikurangi, sehingga rongga udara dalam beton dapat dikurangi dan kekuatan beton akan meningkat. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan beton mutu tinggi yaitu faktor air semen, kualitas agregat, bahan tambahan dan kontrol kualitas.

*Self compacting concrete* (SCC) merupakan beton yang mampu memadat sendiri dengan *slump* yang cukup tinggi. Dalam proses penempatan pada volume bekisting (*placing*) dan proses pematatannya (*compaction*), SCC tidak memerlukan proses penggetaran seperti pada beton normal. SCC mempunyai *flowability* yang tinggi sehingga mampu mengalir, memenuhi bekisting, dan mencapai kepadatan tertingginya sendiri (EFNARC, 2005).

Menurut Sugiharto dan Kusuma (2001), untuk mendapatkan campuran beton dengan tingkat workabilitas dan kekuatan awal yang tinggi, perlu diperhatikan hal-hal berikut:

1. Agregat kasar dibatasi jumlahnya kurang lebih 50% dari volume padatnya.
2. Pembatasan jumlah agregat halus kurang lebih 40% dari volume *mortar*.
3. *Water-binder ratio* dijaga pada level kurang lebih 0,3.
4. Penggunaan *Hyperplastisizer* pada campuran beton untuk mendapatkan tingkat *workability* yang tinggi sekaligus menekan nilai *water-binder ratio*.

Berdasarkan EFNARC (2002), workabilitas campuran beton segar dapat dikatakan *self compacting concrete* apabila memenuhi kriteria sebagai berikut:

1. *Filling ability* adalah kemampuan campuran beton segar mengisi ruangan atau cetakan dengan beratnya sendiri, untuk mengetahui beton memiliki kemampuan *filling* maka beton segar diuji menggunakan alat *slump cone*.
2. *Passing ability* adalah kemampuan campuran beton segar untuk melewati celah-celah antar besi tulangan atau bagian celah yang sempit dari cetakan, untuk mengetahui beton memiliki kemampuan ini dilakukan uji dengan menggunakan alat *L-box*.
3. *Segregation resistance* adalah ketahanan campuran beton segar terhadap segregasi, untuk mengetahui beton memiliki kemampuan ini dilakukan uji dengan menggunakan alat *V-funnel*.

**Tabel 1.** Metode Pengujian dan Kriteria Rentang Nilai *Self Compacting Concrete*

No.	Metode	Properti	Satuan	Rentang Nilai	
				Minimum	Maksimum
1	<i>Slump Flow</i> dengan <i>Abraham Cone</i>	<i>Fillingability</i>	mm	650	800
2	$T_{500\text{ mm}}$ <i>slump flow</i>	<i>Fillingability</i>	sec	2	5
3	<i>J-ring</i>	<i>Passingability</i>	mm	0	10
4	<i>V-funnel</i>	<i>Fillingability</i>	sec	6	12
5	<i>V-funnel</i> pada $T_{5\text{ menit}}$	<i>Segregation resistance</i>	sec	0	+3
6	<i>L-box</i>	<i>Passingability</i>	$(b_2/b_1)$ mm	0,8	1
7	<i>U-box</i>	<i>Passingability</i>	$(b_2/b_1)$ mm	0	30
8	<i>Fill-box</i>	<i>Passingability</i>	%	90	100
9	<i>GTM screen stability test</i>	<i>Segregation resistance</i>	%	0	15
10	<i>Orimet</i>	<i>Fillingability</i>	sec	0	5

Kelebihan *self compacting concrete* diantaranya mengurangi kebisingan di tempat proyek, mengurangi masalah di bidang getaran, mengurangi pekerjaan di lapangan, konstruksi lebih cepat, meningkatkan kualitas beton dan kekuatan yang dihasilkan lebih tinggi. Sementara itu, kelemahan *self compacting concrete* adalah lebih mahal jika dibandingkan dengan beton konvensional, dikarenakan SCC menggunakan bahan-bahan kimia tambahan (*chemical admixture*).

## Material Penyusun Beton

### Semen

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesif (*adhesive*) dan kohesif (*cohesive*) yang berfungsi melekatkan fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Ada dua jenis semen, yaitu semen non-hidroaulis dan semen hidroaulis. Semen non-hidroaulis adalah semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara, sedangkan semen hidroaulis (*hydraulic cements*) adalah semen yang mampu untuk mengikat dan mengeras di dalam air, tahan terhadap air (*water resistance*) dan stabil di dalam air setelah mengeras.

Waktu ikat merupakan penentu awal dan akhir pengikatan pasta semen disamping kehalusan. Banyak faktor yang mempengaruhi waktu ikat, diantaranya komposisi mineral yang terkandung dalam semen maupun zat pozzolan yang dijadikan sebagai bahan substitusi semen dan air yang digunakan. Selain untuk proses hidrasi semen, air juga berfungsi untuk memberi mobilitas bagi pasta semen. Waktu ikat awal (*initial setting time*) adalah waktu ikat awal adalah waktu yang dibutuhkan sejak semen bercampur dengan air lalu mulai menjadi kaku. Dimana pasta semen dari kondisi plastis menjadi tidak plastis. Sementara itu, waktu ikat akhir (*final setting time*) adalah waktu yang dibutuhkan sejak semen bercampur dengan air lalu mulai menjadi keras. Dimana setelah *initial setting time*, pasta semen dalam keadaan semakin mengeras dan mampu menahan tekanan yang besar.

### Agregat

Agregat merupakan komponen beton yang terdiri dari 60% sampai 80% volume agregat pada beton normal, agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, *homogeny*, dan rapat, dimana agregat berukuran kecil mengisi celah yang ada di antara agregat berukuran besar (Nawy, 1998). Agregat kasar umumnya memiliki ukuran butir 5-40 mm Akan tetapi, agregat kasar yang digunakan dalam *self compacting concrete* maksimum 20 mm. Material ini didapatkan dari hasil proses desintegrasi agregat alam (*natural aggregates*) yaitu berupa batu pecah dan agregat buatan (*artificially aggregates*) yang berasal dari industri pemecah batu. Agregat halus pada umumnya memiliki ukuran butir yang lolos ayakan berlubang maksimum 5 mm atau 3/16". Agregat halus dapat berupa pasir alam yaitu sebagai hasil desintegrasi batuan secara alami, pasir olahan dari pemecahan batu (*quarry*) atau gabungan dari keduanya. Gradasi dan keseragaman dari agregat halus lebih menentukan kelecakan (*workability*) daripada gradasi dan keseragaman dari agregat kasar.

### Air

Air merupakan bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan beton. Tanpa air maka semen tidak dapat menjadi pasta. Air harus selalu ada dalam beton cair, tidak saja untuk hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubah semen menjadi suatu pasta yang menyebabkan beton tersebut lecah (*workable*).

### Bahan Tambah (*Admixtures*)

Bahan tambah merupakan bahan selain semen *portland*, agregat kasar, agregat halus, dan air yang ditambahkan sebelum, saat, maupun setelah proses pencampuran beton guna mendapatkan sifat-sifat beton yang diinginkan. Secara umum, jenis bahan tambah dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu bahan tambah kimia (*chemical admixture*) dan bahan tambah mineral (*mineral admixture*). *Mineral admixture* yang digunakan pada umumnya bersifat pozzolanik (material pozzolan) yang dapat bereaksi dengan kalsium hidroksida yang dilepaskan semen pada saat hidrasi. Umumnya material pozzolan dapat berupa material alami maupun sisa hasil industri.

### *Superplasticizer*

*Superplasticizer* merupakan salah satu bahan tambah yang dapat meningkatkan kelecakan (*workability*) campuran. Tetapi dalam campuran *self compacting concrete* harus diperhatikan baik dari segi waktu maupun dari segi dosis. *Superplasticizer* juga memiliki fungsi antara lain meningkatkan *workability* sehingga menjadi lebih besar daripada *water reducer* biasa, mengurangi kebutuhan air 25 hingga 35%, memudahkan pengerjaan pembuatan beton yang sangat cair dan memungkinkan penuangan pada tulangan yang rapat atau pada bagian yang sulit dijangkau oleh pematatan yang memadai.

### *Rice Husk Ash* (Abu Sekam Padi)

Kulit yang membungkus butiran beras disebut sekam padi. Jika sekam padi dibakar maka akan menghasilkan abu sekam padi (*rice husk ash*). Ketika bulir digiling, 78% dari beratnya akan menjadi beras dan akan menghasilkan 22% berat kulit sekam. Kulit sekam terdiri dari 75% bahan yang mudah terbakar dan 25% berat akan berubah menjadi abu. Abu sekam

padi mempunyai kandungan silika reaktif (*amorphous silica*) sekitar 85-90%. Jadi dari setiap 1000 kg padi yang digiling akan dihasilkan 220 kg (22%) kulit sekam. Apabila kulit sekam dibakar pada tungku pembakaran maka akan menghasilkan sekitar 55 kg (25%) abu sekam padi (*rice husk ash*).

### Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2005). Kuat tekan beton dapat dihitung pada Persamaan (1).

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(1)$$

dimana,  $f'c$  = kuat tekan beton (N/mm<sup>2</sup> atau MPa)  
 $P$  = beban maksimum (N)  
 $A$  = luas bidang tekan (mm<sup>2</sup>)

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan suatu percobaan secara langsung untuk mendapatkan suatu data. Percobaan dilakukan di Laboratorium Bahan dan Laboratorium Struktur Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Pengujian dilakukan untuk mengetahui variasi kadar abu sekam padi terhadap parameter SCC (*self compacting concrete*). Setelah berumur 14 dan 28 hari benda uji diuji kuat tekannya. Pada penelitian ini, variasi komposisi abu sekam padi yang digunakan 0%, 5%, 7,5%, 10% dan 12,5%, sedangkan untuk penambahan superplasticizer 1,7%. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan tinggi 300 mm dan diameter 150 mm. Jumlah benda uji pada masing-masing umur dari masing-masing kadar abu sekam padi adalah 3 buah.

### ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

#### Pengujian Material Penyusun Beton

Pengujian material penyusun beton dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil dan Laboratorium MIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta. Hasil pengujian agregat halus dan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 2, sedangkan hasil pengujian abu sekam padi dapat dilihat pada Tabel 3.

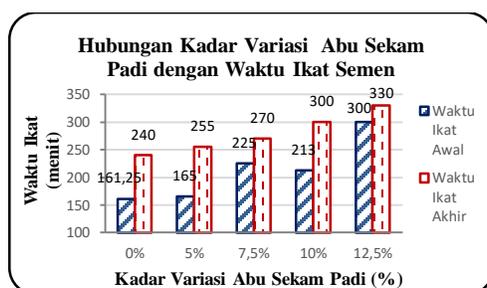
**Tabel 2.** Rekapitulasi Hasil Pengujian Agregat Halus dan Agregat Kasar

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian		Standar	Keterangan
	Agregat Halus	Agregat Kasar		
Kandungan Lumpur	1 %	-	< 5%	Memenuhi
Kandungan Zat Organik	Kuning Muda	-	Kuning Muda	Memenuhi
<i>Bulk Specific Gravity</i>	2,46	2,59	-	Memenuhi
<i>Bulk Specific Gravity SSD</i>	2,51	2,62	2,5 – 2,7	Memenuhi
<i>Apparent Specific Gravity</i>	2,60	2,66	-	Memenuhi
<i>Absorbsion</i>	2,27%	1,02%	2 – 7%	Memenuhi / Tidak
Modulus Kehalusan	2,53	5,97	2,3 – 3,1/ 5 - 8	Memenuhi
Abrasi	-	30,88%	< 40%	Memenuhi

**Tabel 3.** Analisis Kuantitatif Pengujian XRF Abu Sekam Padi

Formula	Concentration	Status
SiO <sub>2</sub>	84,91 %	Fit Spectrum
CaO	2,00 %	Fit Spectrum
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,78 %	Fit Spectrum
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,68 %	Fit Spectrum

Pengujian waktu ikat merupakan penentu waktu awal dan akhir pengikatan pasta semen. Waktu ikat awal (*initial setting time*) dan waktu ikat akhir (*final setting time*) digunakan untuk mengetahui pengaruh semen dengan variasi komposisi abu sekam padi terhadap waktu ikat beton memadat mandiri.



**Gambar 1.** Hubungan Kadar Variasi Abu Sekam Padi Terhadap Waktu Ikut Awal dan Waktu Ikut Akhir

Semakin besar kadar variasi abu sekam padi sebagai pengganti sejumlah semen pada rancang campuran beton memadat mandiri, maka senyawa-senyawa C<sub>3</sub>S, C<sub>2</sub>S, C<sub>3</sub>A dan C<sub>4</sub>AF akan berkurang, sehingga panas hidrasi juga akan berkurang. Dengan berkurangnya panas hidrasi akan memperlambat reaksi sehingga akan memperlambat waktu pengikatan, baik waktu ikat awal maupun waktu ikat akhir.

#### Rancang Campur Beton Memadat Mandiri dengan Variasi Abu Sekam Padi

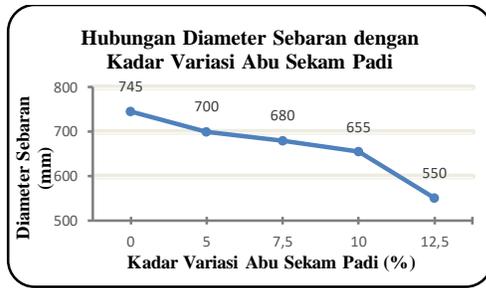
Perhitungan rancang campur (*mix design*) *self compacting concrete* berdasarkan EFNARC (2002) dan EFNARC (2005). Faktor air semen yang digunakan adalah seragam, yaitu 0,27 dengan penambahan *superplasticizer* 1,7% berupa Viscocrete 1003. Penentuan besarnya dosis *superplasticizer* ini berdasarkan *trial and error* dengan mengacu pada persyaratan. Syarat untuk Viscocrete 1003 adalah 0,5% - 1,8% (Sika, 2007). Berikut rekapitulasi rancang campur SCC dengan menggunakan abu sekam padi per m<sup>3</sup> dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Rekapitulasi Rancang Campur SCC dengan Menggunakan Abu Sekam Padi Per m<sup>3</sup>

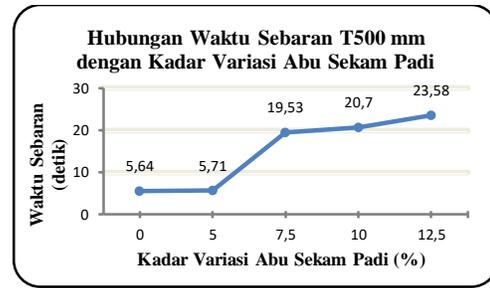
Kode	Ag. Kasar (kg/m <sup>3</sup> )	Ag. Halus (kg/m <sup>3</sup> )	Semen (kg/m <sup>3</sup> )	Abu Sekam Padi (kg/m <sup>3</sup> )	Air (liter/m <sup>3</sup> )	Superplasticizer (liter/m <sup>3</sup> )
Bscc	784,77	703,53	696,03	0	187,93	11,11
Bscc RHA5	784,77	703,53	654,86	34,47	186,12	11,00
Bscc RHA7,5	784,77	703,53	634,57	51,45	185,23	10,95
Bscc RHA10	784,77	703,53	614,48	68,28	184,34	10,90
Bscc RHA12,5	784,77	703,53	594,58	84,94	183,47	10,85

#### Pengujian Beton Segar dan Kuat tekan Beton

Pengujian beton segar untuk mengetahui parameter SCC yaitu *fillingability*, *passingability* dan *segregation resistance*. Sementara untuk beton keras dilakukan pengujian kuat tekan dengan menggunakan *Compression Testing Machine* (CTM).

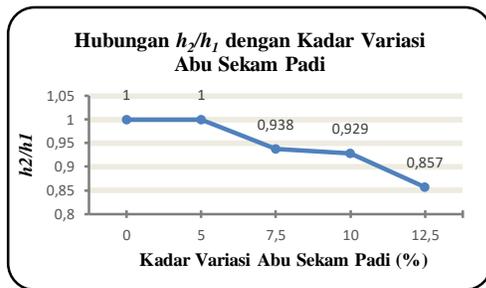


**Gambar 2.** Grafik Hubungan Diameter Sebaran dengan Kadar Variasi Abu Sekam Padi

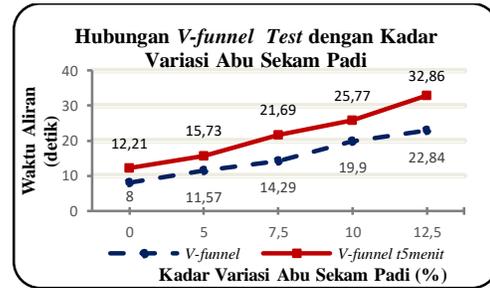


**Gambar 3.** Grafik Hubungan Waktu Sebaran T<sub>500</sub> mm dengan Kadar Variasi Abu Sekam Padi

Berdasarkan Gambar 2. terlihat bahwa untuk hubungan diameter sebaran dengan kadar variasi abu sekam padi mengalami penurunan, sedangkan Gambar 3. menunjukkan untuk hubungan waktu sebaran pada diameter 500 mm pada *flow table test* dengan kadar variasi abu sekam padi mengalami kenaikan. Semakin banyak kadar variasi abu sekam padi maka diameter sebaran semakin kecil dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai diameter 500 mm pada *flow table test* semakin lama. Hal ini dikarenakan reaksi bahan tambah abu sekam padi sebagai bahan pengganti semen menyebabkan adukan beton menjadi susah mengalir. Sifat dari abu sekam padi yang menyerap air menyebabkan dapat mengurangi *workability* pada adukan beton.



**Gambar 4.** Grafik Hubungan  $h_2/h_1$  dengan Kadar Variasi Abu Sekam Padi



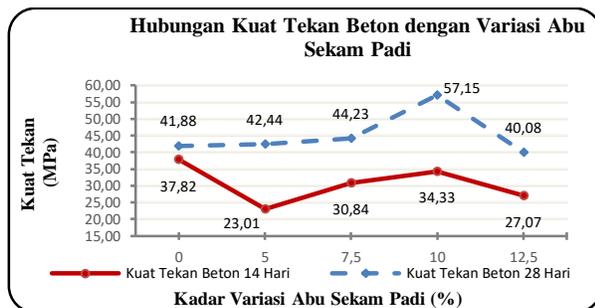
**Gambar 5.** Grafik Hubungan V-funnel Test dengan Kadar Variasi Abu Sekam Padi

Berdasarkan Gambar 4, hubungan  $h_2/h_1$  dengan kadar variasi abu sekam padi mengalami penurunan. Semakin besar kadar variasi abu sekam padi maka semakin kecil nilai *passing ratio* nya. Semakin kecil nilai *passing ratio* maka semakin susah beton segar dalam mencapai persyaratan *passing ability*. Hal ini dikarenakan adanya variasi kadar abu sekam padi, semakin banyak kadar variasi abu sekam padi maka menyebabkan kekentalan pada campuran beton tersebut. Kekentalan pada beton dapat menyebabkan kemampuan campuran adukan beton dalam melewati celah-celah tulangan pada *L-box* menjadi terhambat.

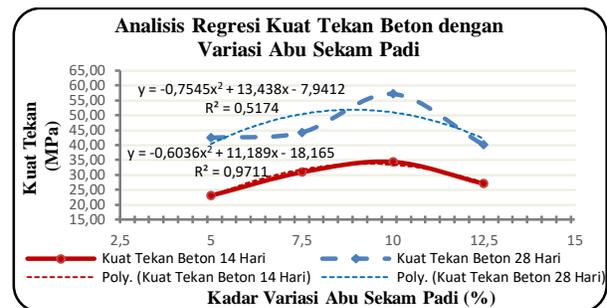
Berdasarkan Gambar 5, hubungan V-funnel test dengan kadar variasi abu sekam padi mengalami kenaikan. Beton yang memenuhi syarat *filling ability* dan *segregation resistance* karena menggunakan dosis *superplasticizer* yang sesuai dan kadar variasi abu sekam padi yang sedikit. *Superplasticizer* berfungsi untuk mendispersi setiap campuran material penyusun yang ada karena reaksi dari senyawa kimia yang terkandung didalamnya. Pada umumnya setelah terserap oleh partikel semen, *superplasticizer* akan memodifikasi permukaan partikel-partikel semen yang mengakibatkan partikel tersebut tidak menggumpal dan lebih menyebar, sehingga mampu membebaskan air yang terperangkap (Saputra, 2015). Sementara itu, dengan adanya penambahan abu sekam padi menyebabkan kekentalan pada beton, sehingga kemampuan beton untuk mengisi ruang dari beton itu sendiri semakin berkurang. Hal ini yang membuat campuran beton mengalami segregasi pada saat melakukan V-funnel test.

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 14 dan 28 Hari

Kode	Kadar (%)	Uji Kuat Tekan (MPa)		Persentase Kenaikan (%)	
		14 Hari	14 Hari	14 Hari	28 Hari
Bscc	0	37,82	41,88	-	-
Bscc RHA5	5	23,01	42,44	-39,15	1,35
Bscc RHA7,5	7,5	30,84	44,23	-18,45	5,63
Bscc RHA10	10	34,33	57,15	-9,23	36,49
Bscc RHA12,5	12,5	27,07	40,08	-28,43	-4,28



Gambar 6. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Variasi Abu Sekam Padi



Gambar 7. Grafik Analisis Regresi Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Variasi Abu Sekam Padi

Berdasarkan Gambar 6. di atas menunjukkan bahwa pada saat umur 14 hari, beton tanpa penambahan abu sekam padi memiliki kuat tekan sebesar 37,82 MPa, sedangkan beton dengan penambahan abu sekam padi 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5% secara berturut-turut yaitu 23,01 MPa, 30,84 MPa, 34,33 MPa, dan 27,07 MPa. Dengan demikian, pada saat umur pengujian 14 hari, beton dengan penambahan variasi abu sekam padi belum mengalami peningkatan kuat tekan. Sementara pada saat umur 28 hari, beton tanpa penambahan abu sekam padi memiliki kuat tekan sebesar 41,88 MPa, sedangkan beton dengan penambahan abu sekam padi dengan penambahan abu sekam padi 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5% secara berturut-turut yaitu 42,44 MPa, 44,23 MPa, 57,15 MPa, dan 40,08 MPa. Dengan adanya penambahan abu sekam padi sebagai substitusi semen menyebabkan kekuatan tekan beton akan semakin bertambah pada umur 28 hari. Hal ini disebabkan ukuran butiran abu sekam padi yang lebih kecil dibandingkan ukuran butiran semen, sehingga abu sekam padi mampu berperan sebagai *filler* yang dapat mengisi ruang kosong, dengan berkurangnya ruang kosong di dalam beton, maka diperlukan tekanan yang lebih tinggi untuk memulai retakan, sehingga kuat tekan beton memenuhi persyaratan mutu tinggi. abu sekam padi juga memiliki kandungan  $\text{SiO}_2$  yang relatif tinggi yang akan bereaksi dengan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang merupakan produk hidrasi. Pada saat proses reaksi hidrasi, kedua senyawa tersebut berlangsung secara lambat, sehingga terbentuknya CSH akan lebih lama. Senyawa CSH inilah yang akan meningkatkan kuat tekan beton.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data dan pembahasan dari hasil pengujian beton mutu tinggi memadat mandiri dengan variasi komposisi abu sekam padi, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggantian semen dengan kadar abu sekam padi sebesar 10% memberikan hasil yang baik dibandingkan beton dengan kadar variasi abu sekam yang lain, hal ini dikarenakan mampu memenuhi hampir semua parameter *self compacting concrete*. Semakin banyak kadar variasi abu sekam padi sebagai substitusi semen, maka kemampuan mengalir beton akan semakin berkurang.
2. Penggunaan abu sekam padi sebagai bahan pengganti semen belum memberikan peningkatan kuat tekan pada umur dibawah 28 hari, tetapi pada saat umur 28 hari penggantian semen dengan variasi kadar abu sekam padi dapat meningkatkan kuat tekan beton.
3. Kuat tekan optimum terjadi pada beton umur 28 hari dengan kadar abu sekam padi sebesar 8,91%.

## SARAN

Untuk menindaklanjuti penelitian ini kiranya perlu dilakukan beberapa koreksi agar penelitian selanjutnya dapat lebih baik. Adapun saran-saran untuk penelitian selanjutnya antara lain:

1. Perlu adanya penambahan benda uji untuk masing-masing kadar variasi abu sekam padi.
2. Diharapkan perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh variasi komposisi abu sekam padi terhadap sifat beton lainnya.
3. Diharapkan perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengujian kuat tekan untuk umur di atas 28 hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- EFNARC, 2002, *Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete*, EFNARC Association House, United Kingdom.
- EFNARC, 2005, *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete Specification, Production and Use*, EFNARC Association House, United Kingdom.
- Hardjasaputra, H., 2008, *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta, Indonesia.
- Mulyono, T., 2005, *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta, Indonesia.
- Nawy, E. G., 1998, *Fundamental of High Strength High Performance Concrete*, Longman Group Limited, London, UK.
- Nugraha, P. dan Antoni, 2007, *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*, Andi, Yogyakarta, Indonesia
- Saputra, A., A., I., 2015, *Perilaku Fisik dan Mekanik Self Compacting Concrete (SCC) Dengan Pemanfaatan Abu Vulkanik Sebagai Bahan Tambahan Pengganti Semen*, Makalah Seminar Tugas Akhir Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, Indonesia.
- Sugiharto, H., dan Kusuma G. H., 2001, *Penggunaan Fly Ash dan Viscocrete pada Self Compacting Concrete*, Jurnal Dimensi Teknik sipil Vol. 3, No. 1, Universitas Kristen Petra, Surabaya, Indonesia.