

Kajian Kuat Tekan Beton HVFA Kadar 60% Memadat Sendiri Terhadap Beton Normal Dengan Kekangan Teflon-Grease

Silvia Sabela Andrianing^[1], Agus Setiya Budi^[2], Stefanus Adi Kristiawan^[3]

^[1]Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

^{[2],[3]}Pengajar Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

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

Email : silviasabella6@gmail.com

Abstract

Increased cement production contributes to CO² pollution. Therefore, research is needed to examine other materials which are substitutes for cement that are more environmentally friendly, one of the potential substances is fly ash. Fly ash is a coal combustion waste containing 80% silica and alumina and is pozzolanic. As a substituent of cement, the use of high levels of fly ash (> 50%) is called High Volume Fly Ash Concrete (HVFA-SCC). In this research, we will study the effect of 60% fly ash on HVFA-SCC on the characteristics of the concrete produced. In testing, teflon and grease restraints intending to reduce friction that occurs between the test machine plate and the surface of the test object. The method used in this study is the experimental method. The sample used is 60% HVFA-SCC and normal concrete as a comparison. Cylinder specimens with a size of 150 mm x 300 mm. The results showed that the compressive strength of HVFA-SCC 60% were still smaller than normal concrete. The average compressive strength of HVFA-SCC is 21.871 Mpa while normal concrete is 24.070 Mpa. The addition of Teflon restraint and grease produces a uniform collapse on the test object.

Keywords: fly ash, HVFA-SCC, teflon and grease

Abstrak

Produksi semen yang semakin meningkat turut berkontribusi dalam pencemaran CO². Oleh karena itu perlu ada kajian untuk meneliti bahan lain pengganti semen yang lebih ramah lingkungan, salah satu bahan yang berpotensi adalah fly ash. Fly ash adalah limbah pembakaran batu bara yang mengandung silica dan alumina mencapai 80% dan bersifat pozzolan. Sebagai substituen semen, penggunaan fly ash dengan kadar tinggi (>50%) disebut dengan High Volume Fly Ash Concrete (HVFA-SCC). Pada penelitian ini akan dikaji tentang pengaruh kadar fly ash 60% pada beton HVFA-SCC terhadap karakteristik beton yang dihasilkan. Pada pengujian ditambahkan kekangan teflon dan grease dengan tujuan untuk mereduksi friksi yang terjadi antara plat mesin uji dengan permukaan benda uji. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Sampel yang digunakan adalah HVFA-SCC kadar 60% dan beton normal sebagai pembandingan. Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 150 mm x 300 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan HVFA-SCC 60% masih lebih kecil dibandingkan dengan beton normal. Rata-rata kuat tekan HVFA-SCC 60% sebesar 21,871 Mpa sedangkan beton normal sebesar 24,070 Mpa. Penambahan restraint teflon dan grease menghasilkan keruntuhan yang merata pada benda uji.

Kata Kunci : fly ash, HVFA-SCC, teflon dan grease

PENDAHULUAN

Semakin rumit desain konstruksi dan kebutuhan akan tulangan yang semakin rapat untuk mendapatkan kekuatan tarik, beton yang dapat mengalir sendiri (*self compacting concrete* atau SCC) sangat cocok diterapkan. Dengan memiliki sifat *workability* yang tinggi dan memanfaatkan berat sendiri, *self compacting concrete* (SCC) dapat lebih mudah mengisi kedalam rongga-rongga antar tulangan. Diantara semua kelebihan *self compacting concrete* (SCC) tersebut terdapat dampak negatif bagi lingkungan. *Self compacting concrete* (SCC) membutuhkan proporsi semen yang lebih banyak dibandingkan dengan beton konvensional. Produksi semen sendiri berkontribusi menghasilkan emisi gas CO². Fly ash merupakan salah satu bahan yang sering digunakan sebagai pengganti semen. Fly ash adalah limbah pembakaran batu bara yang mengandung silica dan alumina mencapai 80% dan bersifat pozzolan. Beton HVFA-SCC memiliki sifat lebih liat atau nilai daktilitasnya lebih tinggi dibandingkan beton normal dan sebaran energinya lebih merata dilihat dari nilai *index toughness* yang dihasilkan (Karina, 2018).

Pengujian kuat desak beton silinder dengan menggunakan alat *Unit Testing Machine* (UTM) yang dilakukan biasanya terjadi tambahan gaya friksi pada ujung atas dan bawah benda uji. Jika dilakukan pengurangan gaya friksi pada ujung benda uji mengakibatkan grafik yang dihasilkan pada daerah *descending branch* lebih curam, sehingga dapat dikatakan hal tersebut sangat berpengaruh pada grafik tegangan-regangan yang dihasilkan. Untuk dapat mengetahui perilaku tegangan-regangan beton secara murni, perlu dilakukan upaya untuk meredam gaya friksi tersebut. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah menambahkan media pereduksi gaya friksi pada ujung atas dan bawah benda uji.

DASAR TEORI

HVFA-SCC

Fly ash adalah produk sampingan terutama dari pembangkit listrik tenaga batubara merupakan partikel yang sangat halus dengan diameter antara 1 – 150 mikron meter dan berbentuk butiran bulat (Mochamad Solikin, 2012). Butiran *fly ash* akan mengisi rongga-rongga antar agregat sehingga berperan sebagai *filler*, *fly ash* juga berperan menambah kemampuan beton untuk mengalir walaupun dengan faktor air semen yang kecil. Kandungan silika pada *fly ash* akan mengikat $\text{Ca}(\text{OH})_2$ untuk menghasilkan CSH (*Calcium Silicat Hydrate*) yang merupakan senyawa pembangun kekuatan beton. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ adalah produksi hidrasi reaksi dari semen dengan air memiliki sifat rapuh dan larut dalam air, sehingga kehadiran *fly ash* bermanfaat untuk meningkatkan durabilitas beton (Galang, 2017).

HVFA-SCC adalah perpaduan antara HVFAC dan SCC dimana pembuatan beton dibuat dengan kadar *fly ash* minimal 50% dari *binder* dan memiliki sifat-sifat beton segar sama seperti SCC biasa. Penggunaan *fly ash* dimaksudkan untuk meningkatkan *workability* beton segar dan juga mengisi rongga-rongga yang ada pada beton. HVFA-SCC dapat mengalir dan memadat dengan memanfaatkan berat sendiri, sehingga tidak diperlukan proses pemadatan dengan menggunakan alat.

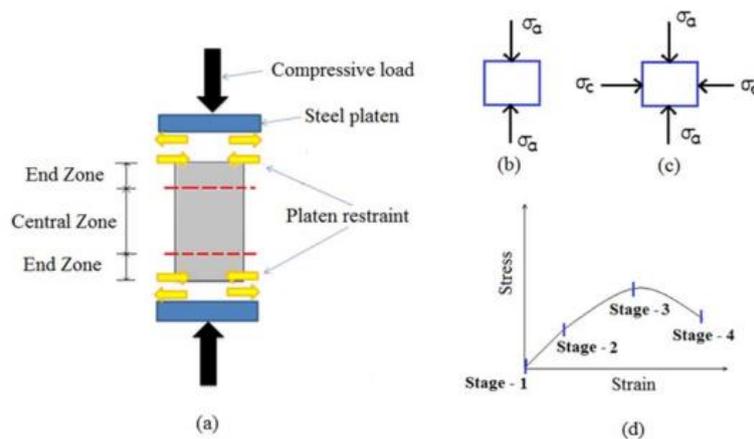
Mix Design

Mix design dalam pembuatan SCC diperlukan *trial* komposisi bahan penyusunnya. Untuk menyusun komposisi tersebut ada aturan-aturan pula yang perlu diterapkan agar kriteria *flowability* dan resistensi terhadap segregasi dapat dicapai. Berdasar *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete* (2002) merekomendasikan *range* komposisi per meter kubiknya sebagai berikut :

1. Agregat kasar $\leq 50\%$ dari berat total agregat
2. Rasio air/powder dari volume adalah 0,8-1,1
3. Total powder (semen+*fly ash*) adalah 400-600 kg/m^3
4. Agregat halus $>40\%$ dari volume mortar
5. Agregat halus $>50\%$ dari total berat agregat
6. Air $<200 \text{ lt}/\text{m}^3$
7. Pasta $> 40\%$ dari volume campuran

Kekangan pada Pengujian Beban Uniaksial Beton

Perilaku beton dibawah tekanan uniaksial biasanya diperoleh dengan pengujian beton silinder pada laju perpindahan konstan, dimana beban uniaksial yang diterapkan didistribusikan memalui plat baja seperti yang ditunjukkan pada Gambar (a).



Gambar 1 (a) ilustrasi uji beban uniaksial pada silinder beton (b) tekanan elemen di zona tengah (c) tekanan elemen pada zona ujung (d) perilaku tekanan-regangan beton (S. Kumar, 2016).

Zona tengah silinder mengalami tekanan uniaksial yang hampir seragam digambarkan pada Gambar (b), sementara keadaan kompleks terjadi seperti Gambar (c) pada zona ujung karena pengaruh gesekan antara spesimen dan pelat baja, yaitu keadaan pengekanan ujung spesimen. Jika pengekanan plat dikurangi dari kedua ujung spesimen σ_c akan mendekati nol di zona pusat. Sehingga jika hambatan gesek berkurang ketinggian zona pusat akan meningkat, menghasilkan keruntuhan yang lebih cepat setelah mencapai kekuatan tertinggi. Oleh karena itu, sangat penting untuk meminimalkan efeknya untuk memahami perilaku beton dibawah kompresi murni.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Struktur dan Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm. Sampel terdiri dari 5 sampel HVFA-SCC 60% dan 3 sampel beton normal. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat desak menggunakan UTM (*Universal Testing Machine*). Kemudian data yang didapat diolah menggunakan *Microsoft Excel*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Material

Pengujian material yang dilakukan meliputi pengujian agregat kasar dan agregat halus sesuai standart ASTM. Pengujian agregat tersebut dilakukan di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik UNS Surakarta. Pada agregat kasar dilakukan pengujian *specific gravity* (SNI-1969-2008) dan abrasi (SNI-2417-2008). Pada agregat halus pengujian yang dilakukan adalah kandungan lumpur, kandungan zat organik, dan pengujian *specific gravity* (SNI 1970 2008). Selain itu juga dilakukan pengujian material *fly ash* dilakukan oleh Laboratorium MIPA Terpadu Universitas Sebelas Maret.

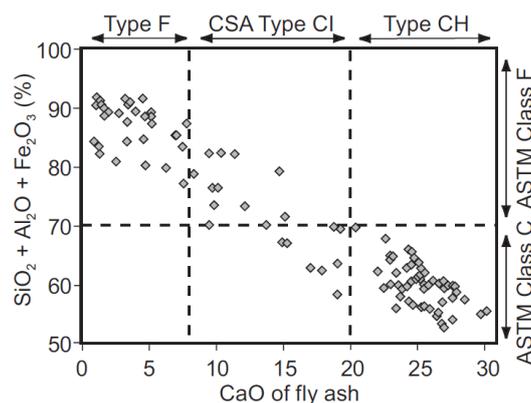
Tabel 1. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pengujian	Hasil	Standart	Kesimpulan
Absorbtion	2.1 %	-	-
Apparent Spesific Gravity	2.6478 gr/cm ³	-	-
Bulk Spesific Gravity	2.5084 gr/cm ³	-	-
Bulk Spesific SSD	2.5610 gr/cm ³	2.5-2.7 gr/cm ³	Memenuhi
Abrasi	26.92 %	<50%	Memenuhi

Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian	Hasil	Standart	Kesimpulan
Absorbtion	1.93%	-	-
Apparent Specific Gravity	2.627 gr/ cm ³	-	-
Bulk Specific Gravity	2.5 gr/ cm ³	-	-
Kandungan Zat Organik	Kuning Muda	Kuning Muda	Memenuhi syarat
Kandungan Lumpur	4.5%	Maksimal 5%	Memenuhi syarat
Bulk Specific SSD	2.548 gr/cm ³	2.5 – 2.7 gr/cm ³	Memenuhi syarat

Material *fly ash* dilakukan pengujian XRF (*X-Ray Fluorescence*) didapatkan hasil sebagai berikut:



Gambar 2. Klasifikasi Fly Ash Berdasarkan Hubungan Presentase CaO dan $Al_2O_3 + SiO_2 + Fe_2O_3$

Jumlah kandungan $Al_2O_3 + SiO_2 + Fe_2O_3$ adalah sebesar 64,17 % dengan kandungan Al_2O_3 sebesar 11,29 %, SiO_2 sebesar 31,76 %, Fe_2O_3 sebesar 21,12 %. Sedangkan kadar SO_3 sebesar 1,67% dan CaO sebesar 15,02 %. Sehingga menurut ASTM C-618 *fly ash* yang digunakan termasuk kedalam *fly ash* kelas C sedangkan menurut CSA A3001 termasuk *fly ash* tipe Cl.

Mix Design

Perencanaan *mix design* didasarkan SNI-03-2384-2000 dan menyesuaikan EFNARC 2002 untuk ketentuan-ketentuan SCC. Setelah *mix design* dibuat dilakukan beberapa kali *trial*. Penghitungan secara lengkap rancang cam-

pur adukan beton atau *mix design* disajikan pada lampiran. Dari penghitungan tersebut diperoleh kebutuhan bahan adukan beton jenis *High Volume Fly Ash - Self Compacting Concrete (HVFA- SCC)* dan jenis Beton Normal untuk 1 m³ adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Rancang Campur Beton *High Volume Fly Ash – Self Compacting Concrete (HVFA-SCC)* dan Beton Normal

Kode	Presentase Fly Ash	Semen (kg/m ³)	Fly Ash (kg/m ³)	Kerikil (kg/m ³)	Pasir (kg/m ³)	Air (lt/m ³)	SP (lt/m ³)
HVFA 60%	60%	200	300	771.32	867.62	145	8
NC	-	450	0	954.69	670.31	225	0

Hasil Pengujian Beton Segar

Pengujian *High Volume Fly Ash – Self Compacting Concrete (HVFA-SCC)* terdiri dari *Flow Table Test*, *L-Box Test*, dan *V-funnel Test* dengan ketentuan berdasarkan *EFNARC 2002*. Pada beton normal dilakukan pengujian *slump*.

Tabel 4. Hasil Pengujian Beton Segar *HVFA-SCC*

Pengujian	Hasil	Syarat	Kesimpulan
Slump flow	700 mm	650-800 mm	Memenuhi
V-funnel	3.11 sec	2-5 sec	Memenuhi
L-box	0.94	0.8-1	Memenuhi

Nilai *slump* yang didapat pada pengujian beton normal adalah 11 cm. Berdasarkan *PBI 1971* nilai *slump* yang disyaratkan untuk beton normal adalah 7.5-15 cm. Sehingga nilai *slump* memenuhi syarat.

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat desak silinder beton dilakukan menggunakan alat *Universal Testing Machine (UTM)* pada Laboratorium Material Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta untuk mengetahui kurva hubungan antara tegangan dan regangan beton yang terjadi saat pembebanan sampai mengalami keruntuhan. Hasil pengujian digunakan untuk membandingkan kurva tegangan-regangan beton pada beton *HVFA-SCC* dengan kadar *fly ash* 60% dan beton normal dengan menggunakan restraint teflon dan grease. Dengan beban maksimum dapat diperoleh kuat tekan beton dengan persamaan [1] berikut:

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots [1]$$

keterangan :

$f'c$ = kuat tekan (N/mm²)

P = beban (N)

A = luas penampang (mm²)

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Rata-Rata

Benda Uji	Luas (mm ²)	P Maks (N)	Kuat Desak (MPa)
HVFA.28.60	17671.46	417.74	23.639
NC28.	17671.46	461.54	26.118

SIMPULAN

Dari hasil pembahasan diatas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan adanya substitusi semen dengan fly ash sebesar 60% persyaratan beton segar *Self Compacting Concrete (SCC)* masih tetap terpenuhi.
2. Kuat tekan *HVFA-SCC* 60% rata-rata masih lebih kecil dibandingkan dengan beton normal.

REKOMENDASI

- a. Variasi umur *HVFA-SCC* yang diuji perlu dilakukan pada umur 56 hari dan 90 hari, karena diantara umur tersebut masih terjadi reaksi *fly ash* dilamnya sehingga hasil kuat tekan masih dapat mengingkat.

- b. Perlu dilakukan pembahasan lebih lanjut mengenai penggunaan restraint yang dapat mengurangi gaya friksi, untuk mengetahui perilaku murni dari beton tersebut tanpa dipengaruhi gaya friksi pada permukaan ujung spesimen dengan plat mesin uji.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Bapak Agus Setiya Budi, S.T.,M.T. dan Bapak Prof. Stefanus Adi Kristiawan S.T., M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing yang telah memberi bimbingan dan arahan sehingga penulis dapat menyusun penelitian ini dengan baik. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan untuk tim Gabungan Super selaku tim skripsi beton yang berjuang bersama-sama dalam menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- Anonim. 2000. "SN1 03-2834-2002, "Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal". Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Anonim. 2002."Specification and Guidelines for Self – Compacting Concrete". EFNARC.
- Anonim. 2013. "ACI Committe 374, "Guide for Testing Reinforced Concrete Structural Elements Under Slowly Applied Simulated Seismic Loads". American Concrete Institute, Farmington Hills.
- Galang Nur Aji Pamungkas. 2017." Influence of Specimen Height to Diameter Ratio (b/d) on The Stress-Strain Response of High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete under Uniaxial Compressive Loading". Universitas Sebelas Maret.
- Karina Puspa Amalia. 2018 ."Pengaruh Kadar Fly Ash terhadap Karakteristik Material pada High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete (HVFA-SCC)". Universitas Sebelas Maret.
- S.Kumar, T. Mukhopadhyay, S.A. Waseem, B.Singh, M.A. Iqbal. 2016. "Effect of Platen Restrain on Stress-Strain Behavior of Concrete Under Uniaxial Compression: A Comparative Study". Indian Institute of Technology Roorkee, Roorkee, India
- Solikin, Mochamad. 2012. "High performance concrete with high volume ultra fine fly ash reinforced with basalt fibre".