

KAPASITAS GESER – LENTUR BALOK BETON BERTULANG *HIGH VOLUME FLY ASH SELF COMPACTING CONCRETE (HVFA-SCC)* DENGAN KADAR FLY ASH 60% DAN BALOK BETON BERTULANG NORMAL

Agus Setiya Budi¹⁾, Endah Safitri²⁾, Sheilla Shelina³⁾

^{1),2)} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

³⁾ Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A, Ketingan Surakarta 57126; Telp 0271-634524.

Email: asb.asb09@yahoo.co.id¹⁾, safitri47@gmail.com²⁾, sheillashelina99@gmail.com³⁾

Abstract

The development of the construction world requires that construction work effectively with maximum results. High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete (HVFA-SCC) is an innovation that has many advantages including high workability and classified as environmentally friendly concrete because it uses high levels of fly ash as a substitute for cement. Based on these innovations, the research to be carried out is to examine the flexural shear capacity of HVFA-SCC (High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete) reinforced concrete beam with 60% of fly ash content and normal reinforced concrete beam. The beam test is carried out at 28 days of concrete and the beams are tested using a loading frame testing tool and installing the LVDT and dial gauge at the midpoint of the span and the point of loading. The results of beam test are values of maximum load, maximum deflection, and crack pattern of the beams. Based on this research, HVFA-SCC 60% beam shear strength is 25.83 kN with a normalized value of 1.16 kN / MPa, higher than the normal shear force of 25.08 kN with a normalized value of 0.85 kN / MPa.

Keywords: Flexure – shear capacity, Fly ash, HVFA-SCC

Abstrak

Perkembangan dunia konstruksi menuntut pembangunan agar bekerja efektif dengan hasil yang maksimal. High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete (HVFA-SCC) merupakan sebuah inovasi yang memiliki banyak keunggulan diantaranya memiliki workability yang tinggi dan termasuk beton ramah lingkungan sebab menggunakan kadar fly ash yang tinggi sebagai pengganti semen. Berdasarkan inovasi tersebut, penelitian ini akan mengkaji kapasitas geser-lentur balok beton bertulang HVFA - SCC dengan kadar fly ash 60% dan balok bertulang beton normal. Pengujian balok menggunakan loading frame yang dilakukan pada umur beton 28 hari. Balok diberi dial gauge pada titik pembebanan dan tengah bentang. Pengujian ini menghasilkan nilai beban maksimum, lendutan maksimum, dan pola retak pada balok. Nilai kapasitas geser untuk balok HVFA -SCC 60% adalah 25,83 kN dengan nilai normalisasi 1,16 kN/MPa, lebih besar daripada kapasitas geser balok beton normal 25,08 kN dengan nilai normalisasi 0,85 kN/MPa.

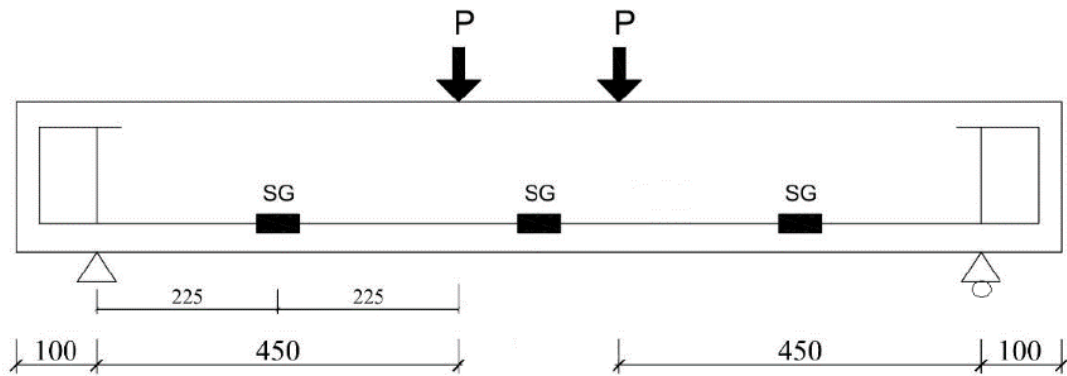
Kata kunci: Fly ash, HVFA - SCC, Kapasitas geser – lentur

PENDAHULUAN

Kebutuhan dan tuntutan dalam pembangunan infrastruktur Indonesia semakin meningkat setiap waktu. Untuk mencapai efektifitas yang baik diperlukan banyak pembaharuan dari segi material maupun metode pelaksanaan. Beton yang memiliki tingkat workability tinggi akan meningkatkan efektifitas pengerjaan. Self Compacting Concrete (SCC) merupakan beton memadat mandiri yang dapat mengalir sendiri mengisi bekisting tanpa diperlukannya alat penggetar, sehingga bias dikatakan bahwa SCC memiliki tingkat workability tinggi. Bahan pembuat beton bukanlah bahan yang bersifat sustainable terutama semen. Semen portland terbuat dari kombinasi bahan berkapur dimana bahan alam tersebut dapat habis jika digunakan dan di eksploitasi secara terus menerus. Proses produksi semen juga dapat menghasilkan pencemaran lingkungan. Maka dari itu kita membutuhkan bahan lain yang dapat menggantikan fungsi semen pada beton. High Volume Fly Ash (HVFA) Concrete adalah suatu inovasi beton dimana penggunaan semen digantikan oleh fly ash dengan kadar yang tinggi. Untuk meningkatkan efektifitas dari beton, Self-Compacting Concrete (SCC) dapat digabungkan dengan High Volume Fly Ash (HVFA) Concrete menjadi HVFA-SCC.

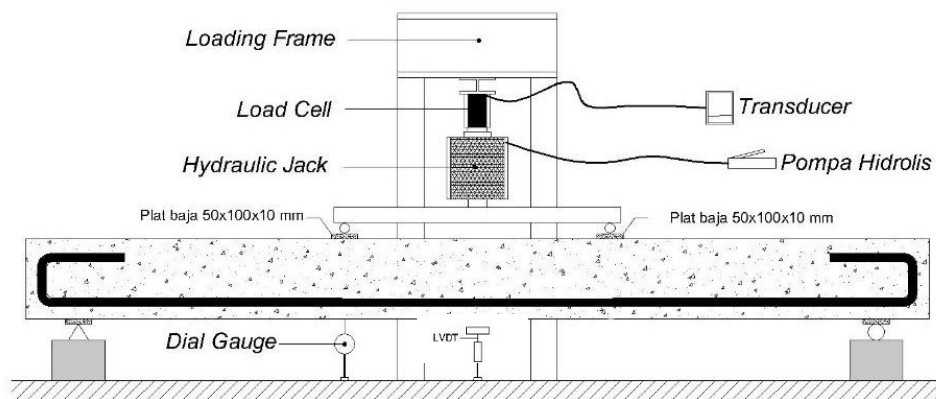
METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan menguji balok HVFA-SCC pada umur beton 28 hari, untuk mengetahui perilaku geser lentur dari balok yang kemudian dibandingkan dengan perilaku balok beton normal. Pada penelitian akan digunakan benda uji balok beton bertulang yang terdiri dari 3 buah balok HVFA-SCC 60 % dan 3 buah balok beton konvensional dengan ukuran balok masing - masing 10 cm x 18,5 cm x 130cm (lebar x tinggi x panjang). Benda uji diilustrasikan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Balok HVFA-SCC dan normal

Set Up alat pengujian ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Set Up alat pengujian

High Volume Fly Ash – Self Compacting Concrete (HVFA – SCC)

HVFA-SCC merupakan beton dengan kadar *fly ash* yang tinggi sebagai substitusi semen dan memiliki kriteria SCC. HVFA-SCC memiliki keunggulan gabungan dari HVFAC dan SCC. *Self-compacting concrete* (SCC) memiliki tiga persyaratan fungsional, yaitu kemampuan mengisi celah, kemampuan lolos, dan ketahanan terhadap segregasi. Karakteristik tersebut akan berdampak pada waktu pengerjaan, biaya tenaga kerja, dan lingkungan kerja yang lebih baik dengan menghilangkan dampak getaran. HVFAC merupakan beton dengan penggunaan *fly ash* dengan presentase yang tinggi sebagai substitusi penggunaan semen. Penggunaan HVFAC dapat memberikan dampak positif pada lingkungan sebab *fly ash* merupakan limbah berbahaya yang perlu dikelola dengan baik sehingga tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. $Ca(OH)_2$ dapat diikat oleh SiO_2 yang dimiliki oleh *fly ash*, menjadi C-S-H yang dibutuhkan sebagai bahan perekat beton. Reaksi tersebut akan berdampak pada mutu dan durabilitas beton.

Kapasitas Geser Balok

Balok tanpa tulangan geser memiliki kekuatan geser yang dipengaruhi oleh *compression zone* (V_c), *interlock of aggregate* (V_a), dan *dowel action* (V_d). Balok pada penelitian ini merupakan balok tanpa tulangan geser, sehingga kekuatan geser sepenuhnya berasal dari kuat geser beton (V_c).

$$V_u \leq \phi V_n$$

$$V_n = V_s + V_c$$

$$V_s = 0, \text{ sehingga } V_n = V_c$$

Untuk menghitung V_c dapat digunakan persamaan dari (Badan Standarisasi Nasional, 2019) dan (ACI 318-14, 2014), yaitu:

$$V_c = 0,17 \lambda \sqrt{f'_c} b w d$$

V_c juga dapat dihitung menggunakan persamaan (Niwa et al, 1986):

$$V_c = 0,2f^{\frac{1}{3}}c^{\frac{1}{3}}\left(\frac{d}{1000}\right)^{\frac{1}{4}}(100\rho_b)^{\frac{1}{5}}\left(0,75 + \frac{1,4}{\left(\frac{a}{d}\right)}\right)bd$$

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Material

Hasil pengujian material pasir ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji agregat halus

Jenis Uji	Hasil	Standar	Keterangan
Kadar Zat Organik	Kuning Muda	Kuning Muda	Memenuhi
Kadar Lumpur	0,5 %	Maksimal 5 %	Memenuhi
<i>Spesific Gravity</i>	2,475 gr/cm ³	2,5 -2.7 gr/cm ³	Memenuhi

Hasil uji agregat kasar ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian agregat

Jenis Uji	Hasil	Standar	Keterangan
<i>Spesific Gravity</i>	2,718 gr/cm ³	2,5 – 2,7 gr/cm ³	Memenuhi
Keausan Agregat	26,90 %	< 50 %	Memenuhi

Baja yang digunakan memiliki panjang 30 cm dan berdiameter 16mm yang dibubut sepanjang Lo 6,5 cm dan diameter setelah dibubut 14 mm. Hasil pengujian baja ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian baja

D (mm)	A _s (mm ²)	P _{leleh} (N)	P _{maks} (N)	F _y (MPa)	F _u (MPa)
16	158,37	72	98,24	455	620

Hasil Pengujian Beton Segar

Beton segar HVFA-SCC diukur nilai *Slump Flow*, T₅₀, L-Box, dan V-Funnel nya. Beton segar NC diukur nilai *slump* nya.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Slump Flow* dan T₅₀ HVFA-SCC 60%

Kode	Pengujian <i>Slump Flow</i> dan T ₅₀					Syarat menurut EFNARC	
	Diameter			Waktu		d _{rata-rata} (mm)	Keterangan
	d1 (mm)	d2 (mm)	d _{rata-rata} (mm)	t ₅₀ (dt)	T ₅₀ (s)		
HVFA 60%	580	600	590	3,16	2 – 5	550-850	Memenuhi

Table 5. Hasil Pengujian L-Box HVFA-SCC 60%

Kode	L-Box Type				Keterangan
	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	h ₂ /h ₁	Syarat (h ₂ /h ₁)	
HVFA 60%	100	95	0,95	0,8 – 1,0	Memenuhi

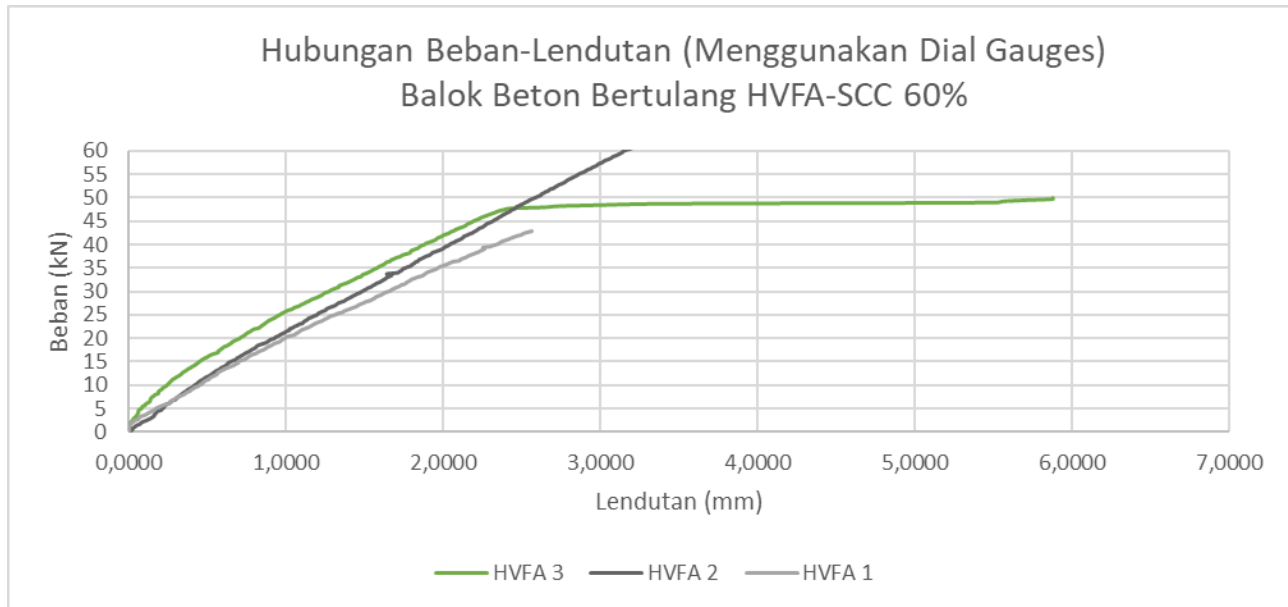
Tabel 6. Hasil Pengujian V-Funnel HVFA-SCC 60%

Kode	T (dt)	Klasifikasi menurut EFNARC
HVFA 60%	5	VS 1 ≤ 8 dt

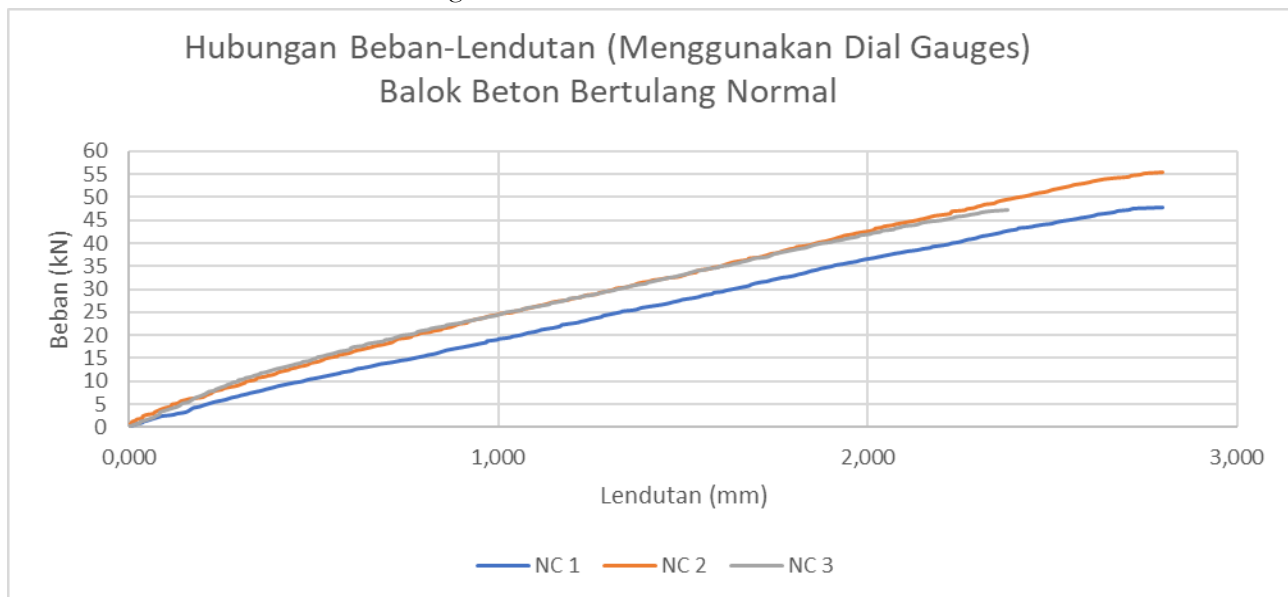
Pengujian beton segar HVFA-SCC 60% menunjukkan bahwa beton memenuhi persyaratan *self compacting concrete* berdasarkan EFNARC. Hasil pengujian slump pada beton normal adalah 8 cm, dimana nilai slump memenuhi persyaratan SNI 7656-2012.

Respon Lendutan Balok terhadap Beban

Balok HVFA-SCC 60% dan balok normal mengalami kegagalan geser-lentur dimana balok mengalami retak halus pada awal pembebanan yang dilanjutkan retak geser sebagai retak primer penyebab keruntuhan balok. Lendutan yang terjadi pada balok didapatkan melalui pembacaan *dial gauge* setiap interval pembebanan 0,25 kN. Hubungan antara beban dan lendutan akan ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 3. Hubungan antara beban dan defleksi balok HVFA-SCC 60%



Gambar 4. Hubungan antara beban dan defleksi balok normal

Berdasarkan gambar 3 dan gambar 4, balok HVFA-SCC 60% memiliki lendutan maksimum sebesar 3,32 mm dengan beban 62,25 kN dan balok beton normal memiliki lendutan maksimum sebesar 2,79 mm dengan beban 55,50 kN.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai lendutan maksimum pada balok beton bertulang HVFA-SCC 60% sebesar 3,32 mm pada beban 62,25 kN lebih besar dari beton normal yang memiliki nilai lendutan maksimum sebesar 2,79 mm pada beban 55,50 kN.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah membagi ilmu dan waktu hingga penelitian ini terselesaikan. Terima kasih kepada tim beton tjap orangtua selaku tim kerja yang telah bekerja keras dalam penelitian ini.

REFERENSI

- American Concrete Institute, 2014, “ACI 318-14: Building Code Requirements for Structural Concrete” Vol. 11.
- Badan Standarisasi Nasional, 2019, “SNI 03-2847-2019 : Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan Sebagai Revisi dari Standar Nasional Indonesia 2847 : 2013”, Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional, 2012, “SNI-7656: Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal , Beton Berat dan Beton Mass”.
- EFNARC, 2005, “The European Guidelines for Self-Compacting Concrete”, The European Guidelines for Self Compacting Concrete, (May), 63. Retrieved from <http://www.efnarc.org/pdf/SCCGuidelinesMay2005.pdf>
- Nawy, E. G., 1985, “Flexural Cracking Behavior of Pretensioned and Post-Tensioned Beams: The State of the Art”, *Journal Proceedings*. Vol. 82 No. 6, pp. 890–900.
- Niwa, J., Yamada, K., Yokozawa, K., & Okamura, H., 1986, “Revaluation of The Equation for Shear Strength of Reinforced Concrete Beams Without Web Reinforcement”, *Doboku Gakkai Ronbunshu*. Vol. 1986 No. 372, pp. 167–176.