

Studi Experimental Beton *Self Compacting Concrete* dari Pemanfaatan Limbah *Ground Granulated Blast Furnace Slag* (GGBFS)

Uhib Wita Hardanu¹ Destriana Sufazen²

Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro, Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah, Indonesia^{1,2}

Email: hardanuuhib@gmail.com¹ destrianasufazen@gmail.com²

Abstrak

Kenaikan produksi beton saat ini menyebabkan naiknya penggunaan material yang bersumber dari alam seperti batu, pasir dan semen. Dalam penelitian ini dilakukan substitusi parsial semen menggunakan limbah GGBFS dengan metode *Self Compacting Concrete*. GGBFS adalah limbah hasil pembakaran pada tanur tinggi yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan bangunan yang diperoleh dengan cara penggilingan terak dengan kandungan kimia tertinggi SiO₂ (31,47%), CaO (45,47%) Al₂O₃ (17,19%), (PT.KRNG Indonesia, 2020). Kandungan SiO₂ dan CaO yang tinggi dapat dijadikan dasar bahwa GGBFS dapat dijadikan pengganti semen. Sebagai perbandingan, kandungan pada semen SiO₂ (20%), CaO (65%) sedangkan pada Flyash SiO₂ (37-58 %) dan (CaO 25%). Selain itu GGBFS adalah material ramah lingkungan karena berasal dari limbah, tahan sulfat klorida dan panas dehidrasi.

Keywords: *Self Compacting Concrete*, GGBFS, semen.

Abstract

The current increase in concrete production has led to an increase in the use of materials sourced from nature such as stone, sand and cement. In this study, partial cement substitution was carried out using GGBFS waste using the *Self Compacting Concrete* method. GGBFS is waste from burning in a blast furnace that can be used as a building material obtained by grinding slag with the highest chemical content of SiO₂ (31.47%), CaO (45.47%) Al₂O₃ (17.19%), (PT. KRNG Indonesia, 2020). The high content of SiO₂ and CaO can be used as the basis that GGBFS can be used as a substitute for cement. For comparison, the content of cement is SiO₂ (20%), CaO (65%) while in Flyash SiO₂ (37-58%) and (CaO 25%). In addition, GGBFS is an environmentally friendly material because it comes from waste, is resistant to sulfate chloride and heat dehydration.

Keywords: *Self Compacting Concrete*, GGBFS, cement.



This work is licensed under a [Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Sektor konstruksi di Indonesia saat ini naik pesat, terutama dalam penggunaan material beton dalam pengerjaannya. Hal ini dapat dilihat bertumbuhnya *batching plant* beton disekitaran kita dan kenaikan konsumsi semen yaitu 0,62% dan besi beton 0,64% (IHPB, 2020). Dengan kondisi seperti ini perlu adanya inovasi – inovasi dibidang konstruksi untuk meminimalisir penggunaan material alam dengan menggantikan dengan *waste* material. Solusi yang ada sekarang yaitu dengan penggunaan *flyash* sebagai substitusi dari semen. Maka dari itu dalam penelitian ini menggunakan limbah GGBFS sebagai substitusi parsial semen dengan metode *Self Compacting Concrete*. GGBFS adalah limbah hasil pembakaran pada tanur tinggi yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan bangunan yang diperoleh dengan cara penggilingan terak dengan kandungan kimia tertinggi SiO₂ (31,47%), CaO (45,47%) Al₂O₃ (17,19%), (PT.KRNG Indonesia, 2020). Kandungan SiO₂ dan CaO yang tinggi dapat dijadikan dasar bahwa GGBFS dapat dijadikan pengganti semen.

Dengan hasil tersebut kami mengetahui pengaruh penambahan GGBFS sebagai substitusi parsial semen pada pengujian *slump flow*, menganalisis hasil kuat tekan tiap variasi dan

hubungannya dengan nilai *cost* produksi sehingga selain beton ramah lingkungan, mendukung percepatan metode atas pembongkaran bekisting yang lebih cepat karena penambahan aditif untuk *Self compacting concrete* juga menjadikan percepatan umur beton dan pengaruh penggunaan limbah terhadap nilai ekonomis.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu studi experimental dengan metode *Self Compacting Concrete* dan perhitungan D.O.E SNI 03-2834-2000. Mutu yang akan dicapai yaitu K-300 dengan penggunaan variasi (1) Beton normal konvensional tanpa penambahan GGBFS, (2) Penggunaan 30% Limbah GGBFS dari jumlah sementitious dan (3) Jumlah sementitious digantikan 15% Limbah GGBFS. Dari variasi tersebut penulis menguji hasil slump flow, setting time 30 menit dan hasil uji kuat tekan beton. Aditif yang digunakan yaitu *Superplasticizer tipe F Vishcocrete 1003* sebanyak 1,5%. Pembuatan sampel sebanyak 12 buah pada tiap variasi dengan 3 buah tiap pengujian di umur 7,14 dan 28 hari.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

a. Penyesuaian Mix Desain SCC

Pada penelitian ini, percobaan yang dilakukan yaitu beton khusus dimana menambahkan obat *additif superplasticizer* untuk mendapatkan *slump flow*. Obat yang digunakan yaitu Ex Sika (*Vishcocrete 1003*) dengan kadar penggunaan 1-1,5%. Berdasarkan spesifikasi teknis bahwa penambahan obat mengurangi penggunaan air sebesar 20-30% sehingga adanya *mix design* penyesuaian.

1. Kadar air = $20\% \times 225$
= 45
= Kadar air ditetapkan +-180 kg
2. Kadar semen = penyesuaian kadar semen w/c 0,5
= Semen menggunakan 370 kg/m³

Dari kondisi tersebut kami mengambil mix desain pada tabel 1.1 sebagai dasaran *trial mix* dengan 3 variasi.

Tabel 1. Mix Desain Trial di Gunakan

Variasi	Satuan	A	B	C
Material		Konvensional	GGBFS 30%	GGBFS 15%
		/m ³	/m ³	/m ³
FAS		0,50		
AIR	Liter	185	185	185
PC - I	Kg	370	259	315
GGBFS	Kg		111	56
PASIR	Kg	858	858	858
5 - 10 mm	Kg	653	653	653
10 - 20 mm	Kg	282	282	282
ADD. F	Kg	4,74	4,74	4,74
DENSITY	Kg	2352	2352	2352

b. Hasil Pengujian *Slump Flow*

Pengujian *slump flow* pada beton SCC ini dilakukan untuk mengetahui hasil design campuran beton berupa kemampuan pengisian (*Filling Ability*) dan Kemampuan alir (*Flowability*). Pada beton SCC akan langsung menghampar membentuk bulatan yang terbentuk harus memiliki ukuran minimal 650 mm dan maksimal 800 mm.



Gambar 1. *Slump Flow* GGBFS 15%

Dari hasil uji slump di atas bahwa slump pada variasi B dan C memenuhi syarat sedangkan untuk variasi A (Konvensional) beton kasar dan tidak *flow*.

c. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Tabel 2. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Pada Umur 28 Hari

No.	Test Object	Date		Specimen Weight (kg)	Load KN	Strength Cylinder (kg/cm ²)	Prediction Strength Cube (kg/cm ²)	Average (kg/cm ²)	Estimate Strength Cube (kg/cm ²)
		Poured	Tested						
(1)	(2)	(3)	(4)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
						(7)*10,2/A	(8)/0,83		(10) / 1
1	Variasi A Konvensional	31-Mei-22	28-Jun-22	13,10	504	29,11	350,67	353,92	300,0
				13,40	520	30,03	361,80		
				13,00	502	28,99	349,28		
2	Variasi B + GGBFS 30%	31-Mei-22	28-Jun-22	13,10	401	23,16	279,01	286,43	300,0
				13,90	412	23,79	286,66		
				13,00	422	24,37	293,62		
3	Variasi C + GGBFS 15%	31-Mei-22	28-Jun-22	13,10	456	26,33	317,27	323,30	300,0
				13,40	466	26,91	324,23		
				13,80	472	27,26	328,41		

Berdasar uji kuat tekan yang sudah dilakukan pada umur 28 hari untuk kuat tekan dari beton konvensional sebesar 358,92 kg/cm² dari yang direncanakan 300 kg/cm². Untuk beton varian B GGBFS 30% didapat kuat tekan sebesar 286,43 kg/cm² dari yang

direncanakan sebesar 300 kg/cm². Sedangkan untuk varian C GGBSF 15% didapat kuat tekan sebesar 323,30 kg/cm² dari yang direncanakan sebesar 300 kg/cm².

d. Analisis Cost

Pada kondisi *job mix formula* ini kadar semen dan persentase GGBFS menjadi patokan dalam analisis *cost*. Dari hasil perhitungan biaya pada Tabel 3. didapatkan bahwa penggunaan limbah GGBFS dalam campuran beton dapat menekan *cost* HPP dalam produksi beton segar.

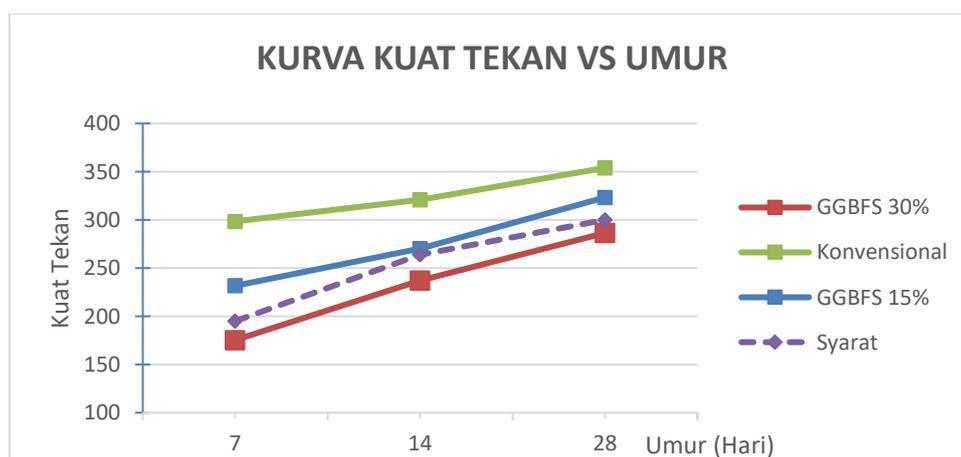
Tabel 3. Perbandingan Harga Beton

Material	Satuan	Konvensional	GGBFS	Harga*	Konvensional	GGBFS
AIR	Liter	185	185	Rp 200	Rp 37.000	Rp 37.000
PC - I	Kg	370	315	Rp 1.300	Rp 481.000	Rp 409.500
GGBFS	Kg	-	56	Rp 300	-	Rp 16.800
PASIR	Kg	858	858	Rp 260	Rp 223.080	Rp 223.080
5 - 10 mm	Kg	653	653	Rp 210	Rp 137.130	Rp 137.130
10 - 20 mm	Kg	282	282	Rp 210	Rp 59.220	Rp 59.220
ADD. F	Liter	4,74	4,74	Rp 36.000	Rp 407.877	Rp 407.877
Total HPP					Rp 1.345.307	Rp 1.290.607

Harga* bersumber Harga satuan bahan bangunan, upah dan analisa pekerjaan kota Semarang tahun 2022

Pembahasan

Pada masing-masing kuat tekan beton menunjukkan kurva yang meningkat dari umur 7 hari, 14 hari, 28 hari. Tetapi untuk Variasi GGBFS 30% hanya memenuhi kuat tekan yang disyaratkan sebesar 95,5%.



KESIMPULAN

Slump pada beton konvensional mempunyai hasil *slump flow* 50 cm, untuk beton dengan penambahan GGBFS 30% dan 15% mendapatkan *slump flow* 60 cm. Hal ini dikarenakan limbah GGBFS secara fisik lebih halus dari pada semen sehingga dapat membantu *flowability*. Pengujian beton dilaksanakan pada 3 umur yaitu 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan hasil kuat tekan beton konvensional paling baik dengan hasil uji umur 7 hari yaitu 298,49 kg/cm² pada beton konvensional, 175,34 kg/cm² pada beton dengan GGBFS 30%, 231,69 kg/cm² pada

beton dengan GGBFS 15%. Sedangkan untuk hasil 14 hari yaitu 320,75 kg/cm² pada beton konvensional, 237,26 kg/cm² pada penambahan GGBFS 30%, 270,31 kg/cm² pada penambahan GGBFS 15%. Dan pada pengujian 28 hari di dapatkan hasil 353,92 kg/cm² pada beton konvensional, 286,43 kg/cm² pada penambahan GGBFS 30%, 323,30 kg/cm² pada penambahan GGBFS 15%. Dari hasil tersebut dengan menggunakan *job mix* K-300 didapatkan hasil uji beton pada K-350 hal ini karena faktor penambahan *superplasticizer* yang dapat menambah kuat tekan beton. Sedangkan hasil yang mencapai K-300 pada inovasi penambahan GGBFS pada penggunaan limbah 15%. Dengan hasil kuat tekan yang di dapatkan bahwa penambahan GGBFS pada *cementitious* mempunyai dampak baik yaitu dapat membantu meminimalisir penggunaan *cement portland*. Pada beton konvensional di dapatkan nilai *cost* Rp 1.345.307,- sedangkan pada beton dengan GGBFS 15% didapatkan nilai *cost* lebih murah yaitu Rp 1.290.607,-

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1971, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia* (PBI-1971), Departemen pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- Antoni dan Nugraha, P, 2007. *Teknologi Beton*, C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Mulyono, T ., 2006, *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Duma,Heidy, 2008, *Studi Perilaku Kuat Lentur dan Susut Pada Beton Agregat Daur Ulang*, Universitas Indonesia, Depok.
- Herdianto,Dkk,2016,*Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) Dan Abu Sekam Padi Sebagai Subtitusi Parsial Semen*, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Joshi,Mukund, 2018, *AAC Blocks for superior masonry construction*, amazon digital services LLC, New Delhi.
- Marastuti,Putri, 2014, *Penggunaan Agregat Kasar Daur Ulang Dari Limbah Beton Padat Dengan Mutu K350-K400 Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton*, Universitas Indonesia, Depok.
- Roy, D. M.,danGM., Idorn,“Hydration, Structure, and Properties of Blast Furnace Slag Cements, Mortars, and Concrete”,*ACIJournal Proceeding*,79(6), 444-457, 1982
- Samsuri, Ngudi,T, dan Chauliah,F. P.,“Pengaruh Granulated Blast Furnace Slag dalam Semen Terhadap Kapasitas Produksi, Kuat Tekan Mortar dan Nilai Ekonomis: Studi Kasus di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk”, *Widya Teknika*,24(2),67-71, 2016.
- Sebayang, Surya. 2000. *Diktat Bahan Bangunan Volume 1- Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Sepriyanto,Yosafat,2013,*Penggunaan Batu Apung dari Kabupaten Lembata Sebagai Agregat Ringan Pengganti Sebagian Agregat Kasar Pada Campuran Beton Normal*, Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- SNI 03-2834-2000, *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal*, Badan standarisasi nasional.
- SNI 03-3449-2002, *Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan*, Departemen pekerjaan umum.
- SNI 15-2049-2004, *Semen Portland*, badan standarisasi nasional.
- SNI 03-2847-2002, *Tata Cara Perhitungana Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, badan standarisasi nasional.
- SNI 03-7656-2012, *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal,Beton Berat Dan Beton Massa*, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1968-1990, *Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus Dan Kasar*, Badan Standarisasi Nasional.

- SNI 03-1969-1990, *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1970-1990, *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2417-1991, *Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles*, Badan Standarisasi Nasional.
- Tjokrodinuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*, PT Naviri, Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K., 2007 *Teknologi Beton*, Edisi Pertama Biro Penerbit KMTS FT.