

ANALISIS KUAT TEKAN DENGAN APLIKASI GROUND GRANULATED BLAST FURNACE SLAG SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN PADA CAMPURAN BETON

oleh :

Resti Nur Arini

Teknik Sipil Universitas Pancasila
Email: resti.nurarini@univpancasila.ac.id

Niken Warastuti

Teknik Sipil Universitas Pancasila
Email: nikenwarastuti77@gmail.com

M. Wahyu Krisna Darmawan

Teknik Sipil Universitas Pancasila
Email: mwahyukrisnadarmawan@gmail.com

Abstrak : Cara efektif untuk mengurangi dampak lingkungan dari pembuatan semen adalah dengan melakukan substitusi parsial terhadap campuran mineral di dalamnya. Material yang saat ini bisa dimanfaatkan adalah limbah padat hasil pembakaran, dimana proses pembakaran dapat berdampak terhadap pencemaran lingkungan. PT. Krakatau Semen Indonesia merupakan salah satu penghasil Ground Granulated Blast Furnace Slag yaitu limbah baja yang dihaluskan menjadi bubuk halus. Ground Granulated Blast Furnace Slag memiliki potensi besar dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam pembuatan beton. Penelitian ini bertujuan mencari komposisi campuran beton dengan Ground Granulated Blast Furnace Slag sebagai pengganti sebagian semen yang menghasilkan kuat tekan optimum. Pengujian yang dilakukan berupa uji kuat tekan beton dan sifat beton segar. Komposisi pengganti semen dengan Ground Granulated Blast Furnace Slag sebanyak 0%, 20%, 40%, dan 60%. Dari hasil penelitian uji kuat tekan diperoleh kadar Ground Granulated Blast Furnace Slag optimum pada penggunaan 40% dengan kuat tekan sebesar 50.39 Mpa pada umur 28 hari. Nilai waktu ikat semen yang tercepat terjadi pada penggunaan 0% Ground Granulated Blast Furnace Slag yaitu 246 menit. Dapat disimpulkan bahwa Ground Granulated Blast Furnace Slag yang berasal dari PT. Krakatau Semen Indonesia baik digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen pada beton.

Kata kunci : kuat tekan, ground granulated blast furnace slag, GGBFS

Abstract : An effective way to reduce the environmental impact of making cement is to make a partial substitution of the mineral mixture in it. The material that can now be utilized is combustion solid waste, where the combustion process can have an impact on environmental pollution. PT. Krakatau Semen Indonesia is one of the producers of Ground Granulated Blast Furnace Slag, which is refined steel waste into fine powder. The Ground Granulated Blast Furnace Slag has great potential to be used as a partial substitute for cement in the manufacture of concrete. This study aims to find the composition of concrete mixtures with Ground Granulated Blast Furnace Slag as a partial substitute for cement which produces optimum compressive strength. Tests carried out in the form of concrete compressive strength test and the nature of fresh concrete. The composition of cement substitutes with Ground Granulated Blast Furnace Slag is 0%, 20%, 40%, and 60%. From the results of the compressive strength research, the optimum levels of Slag Ground Granulated Blast Furnace were obtained at 40% use with compressive strength of 50.39 Mpa at 28 days. The fastest cement bonding time occurs at the use of 0% Ground Granulated Blast Furnace Slag which

is 246 minutes. Can be concluded that the Ground Granulated Blast Furnace Slag originating from PT. Krakatau Semen Indonesia is well used as a partial replacement for cement in concrete.

Keywords : *compressive strength, ground granulated blast furnace slag, GGBFS*

Pendahuluan

Penggunaan beton pada dunia konstruksi harus dirancang dengan baik untuk menghasilkan konstruksi yang tahan lama dan memiliki umur panjang, namun sejumlah besar bahan baku pembuatan beton bersumber dari material alami seperti kerikil, pasir, air dan semen untuk digunakan dalam produksi beton. Sedangkan 3miliar ton bahan baku digunakan setiap tahun untuk produksi semen di dunia (Bilim, et al, 2009) dan pabrik semen bertanggung jawab atas sekitar 2,5% emisi total CO₂ diseluruh dunia dari sumber industri (cakir dan aköz, 2008). Salah satu cara efektif untuk mengurangi dampak lingkungan terhadap emisi CO₂ pada pembuatan semen dengan menggunakan campuran mineral sebagai pengganti parsial. Campuran mineral seperti slag furnace slag, ash fly, dan silica fume adalah bahan pozzolan berbasis silika sehingga mereka dapat secara parsial menggantikan semen Portland (cakir dan aköz,2008).

Penggantian sebagian semen portland bisa dijadikan alternatif untuk mengurangi emisi CO₂, salah satunya dengan melakukan substitusi dengan menggunakan granulated blast furnace slag. Pada penelitian Hogan (1981) menyatakan dengan melakukan penggantian semen portland dengan granulated blast furnace slag ternyata dapat meningkatkan ketahanan pada sulfat beton, dimana resistensi tinggi terhadap serangan sulfat telah ditunjukkan ketika proporsi granulated blast furnace slag melebihi 50% dari total bahan semen. Selain itu pada

penelitian yang dilakukan Dubey, et al (2012) pengaruh kuat tekan beton pada penggantian sebagian semen terhadap granulated blast furnace slag powder akan mengalami penurunan seiring dengan penambahan kedalam campuran beton. Sedangkan menurut Cabrera (2016) menyatakan bahwa rekomendasi penggantian maksimum yang direkomendasikan oleh beberapa penulis adalah 70% slag dengan sedikit agresivitas karbonasi, jika tidak dibatasi akan terjadi penurunan yang buruk dari hasil yang diharapkan. Pada beton yang menggunakan substitusi oleh granulated blast furnace slag akan membutuhkan waktu hidrasi yang lebih lama (Cabrera, et al, 2016).

Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian ini akan melihat lebih lanjut tentang manfaat Ground Granulated Blast Furnace Slag yaitu sebagai pengganti sebagian semen pada campuran beton. Ground Granulated Blast Furnace Slag/Granulated Blast furnace Slag berbentuk bubuk halus hasil residu pembakaran pada tanur (furnace) yang di haluskan dari proses pemurnian baja atau produk samping dari pabrik baja seperti PT Krakatau Steel (Persero) Tbk. dan anak perusahaannya PT Krakatau Posco. Ground Granulated Blast Furnace Slag digunakan sebagai bahan tambah untuk pengganti sebagian semen karena didalamnya mengandung kalsium, aluminium dan silika yang memiliki komposisi kimia tidak berbeda dengan bahan-bahan mineral alami termasuk bahan hidrasi seperti Semen Portland. Hidrasi awal dari Ground Granulated Blast Furnace Slag sangat lambat

dibandingkan dengan semen pada suhu pemeliharaan standard (20 °C). Dengan demikian diperlukan semen atau ion alkali sebagai aktivator untuk meningkatkan reaksi dari Ground Granulated Blast Furnace Slag tersebut. (PT.KSI, 2018).

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Sipil Fakultas Teknik Universitas Pancasila. Bahan pengganti sebagian semen yang digunakan adalah Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS) dengan persentase yang digunakan adalah 0%, 20%, 40%, dan 60%. Pengujian yang dilakukan adalah Kuat Tekan dan Sifat Beton Segar (workability dan Initial Setting Time dengan metode DOE (Departement of Environmental). Benda uji yang digunakan adalah silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan dan sifat beton segar diambil sebgaiian dari beton segar itu sendiri. Total sampel adalah 52 benda uji, dengan 48 benda uji untuk pengujian kuat tekan dan 4 benda uji untuk pengujian sifat beton segar. Analisis yang dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian kuat tekan dan sifat beton segar dengan beton referensi atau beton normal.

Material

Bahan-bahan yang digunakan adalah air, agregat halus, agregat kasar, semen, ground granulated blast furnace slag (GGBFS). Air yang digunakan pada penelitian ini adalah air bersih yang tidak mengandung bahan organik dan hal-hal yang dapat merusak campuran beton. Air yang digunakan berasal dari air di Laboratorium Readymix concrete PT. Adhimix Precast plant Cibitung. Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini didapat dari PT. Adhimix Precast Indonesia

yang dipasok dari daerah Bangka Belitung. Agregat halusnya berupa pasir alam dengan ukuran maksimal 4.750 mm atau pasir yang tertahan pada saringan no. 4. Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis batu pecah (split) dengan ukuran maksimal (25) mm yang berasal dari PT. Adhimix Precast Indonesia yang dipasok dari daerah Purwakarta. Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis semen portland yang berasal dari PT. Adhimix Precast Indonesia yang diproduksi oleh PT. Indocement Prakarsa. Ground granulated blast furnace slag (GGBFS) yang digunakan berbentuk halus/bubuk (GGBFS powder) berwarna putih dan berasal dari PT. Krakatau Semen Indonesia.



Gambar 1. Granulated Blast Furnace Slag (GBFS)

Kuat Tekan

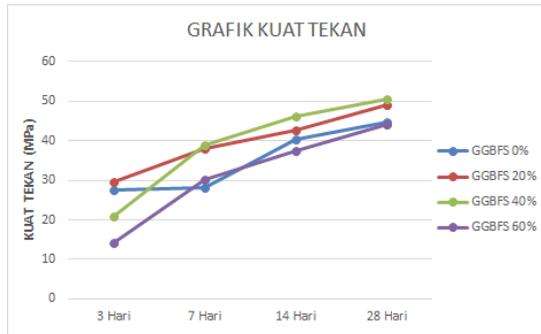
Pengujian kuat tekan dilakukan setelah benda uji berumur 3, 7, 14 dan 28 hari. Beton di buat sebanyak 3 benda uji untuk setiap umur dan variasi GGBFS yang sudah ditentukan.

Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel 1 beserta diagram perbandingan hasil kuat tekan pada umur 3, 7, 14 dan 28 hari pada gambar 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Umur (Hari)	Kuat Tekan (MPa)			
	G 0%	G 20%	G 40%	G 60%
3	27,46	29,72	20,95	14,25
7	28,22	38,03	38,78	30,1

14	40,39	42,56	46,24	37,4
28	44,82	49,16	50,39	44,07



Gambar 2. Diagram perbandingan kuat tekan

Dari diagram diatas menunjukkan hubungan kuat tekan terhadap variasi dan umur benda uji sehingga diketahui bahwa kuat tekan tertinggi terdapat pada beton dengan subsitusi ground granulated blast furnace slag/GGBFS 40% sebesar 50,39 MPa pada umur beton 28 hari. Dan kuat tekan terendah terdapat pada Beton dengan subsitusi ground granulated blast furnace slag/GGBFS 60% sebesar 44,07 MPa pada umur beton 28 hari.

Hal ini sejalan dengan penelitian Cleetus dan Shibu (2018) yang menyatakan dengan pengganti sebagian semen dengan ground granulated blast furnace slag/GGBFS 40% mempunyai nilai kuat tekan yang lebih tinggi dari variasi 0% dan 20%.

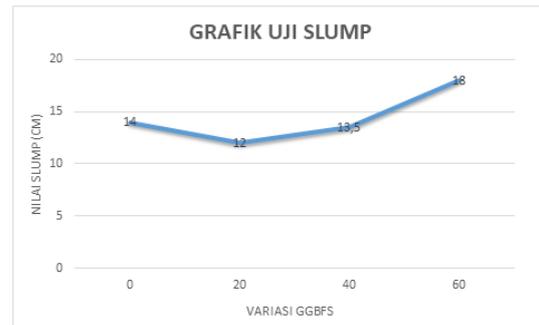
Uji Slump

Pengujian Slump dilakukan pada beton segar, tiap variasi dilakukan satu kali pengujian slump. Hasil pengujian slump beton dapat dilihat pada tabel 2 beserta diagram perbandingan hasil uji slump tiap variasi pada gambar 3.

Tabel 2. Hasil Pengujian Slump beton

Variasi Persentase GGBFS (cm)			
G	G	G	G
0%	20%	40%	60%
14	40,39	42,56	46,24
28	44,82	49,16	50,39

14	12	13,5	18
----	----	------	----



Gambar 3. Perbandingan Pengujian Slump

Initial Setting Time

Waktu total/final setting adalah 3-4 jam dari mulainya pencampuran/mixing serta pada alat penetrasi jika ditusuk kedalam sample benda uji sudah mencapai nilai penetrasi 500 psi.

Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.

a. GGBFS 0%

Waktu	Waktu sejak mixing (menit)	Penetrasi (Psi)
9:50	60	20
10:50	120	100
11:50	180	200
12:50	210	320
13:20	225	400
13:35	240	490
13:50	250	540

b. GGBFS 20%

Waktu	Waktu sejak mixing (menit)	Penetrasi (Psi)
11:20	45	20
12:20	105	40
12:50	135	100
13:20	165	300

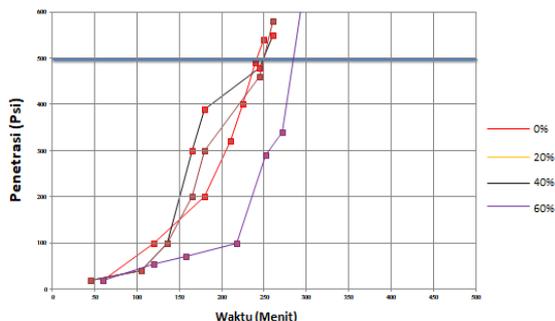
13:35	180	390
14:50	245	480
15:00	260	550

c. GGBFS 40%

Waktu	Waktu sejak mixing (menit)	Penetrasi (Psi)
12:15	45	20
13:15	105	40
14:15	135	100
14:45	165	200
15:15	180	300
15:30	245	460
15:40	260	580

d. GGBFS 60%

Waktu	Waktu sejak mixing (menit)	Penetrasi (Psi)
12:38	60	20
13:38	120	55
14:15	157	70
15:15	217	100
15:50	252	290
16:10	272	340
16:35	297	650



Gambar 4. Perbandingan hasil pengujian initial setting time

Dari Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa hasil *initial setting time* yang mengalami waktu ikat lebih lambat yaitu pada variasi GGBFS 60% selama 280 menit.

Kesimpulan

Kadar optimum penggunaan ground granulated blast furnace slag (GGBFS) pada penelitian ini sebagai pengganti sebagian semen terdapat di persentase 40% pada umur 28 hari dan menghasilkan uji kuat tekan sebesar 50,39 MPa. Ground Granulated Blast Furnace Slag pada campuran beton mampu meningkatkan nilai slump dan memperlambat waktu ikat awal semen beton tersebut, peningkatan beton terjadi di persentase 60% dengan nilai slump 180 mm dan mengalami keterlambatan waktu ikat awal semen selama 30 menit dari beton normal.

Daftar Pustaka

ASTM C 989 – 99: Standard Specification for Ground Granulated Blast-Furnace Slag for Use in Concrete and Mortars
 ASTM C 109: Standart Test Methode for Compressive Stenght of Hydraulic Cement Mortar
 ASTM C191 – 01a: Standart Test Method for Time Setting of Hydrraunic Cement by Vicat Needle
 ASTM C 70: Standart Test Method for Surface Moisture in Fine and Coarse Aggregates
 ASTM C 40 – 99: Standart Test Methode Organic Impurities in Fine Agregates for Concrete
 ASTM C 136 – 01: Standart Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
 ASTM C 128 – 01: Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate

- ASTM C 127 – 01: Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate
- Bilim, Cahit, Atis, D.C., Tanyildizi, Harun, Karahan., 2009, Predicting the compressive strength of ground granulated blast furnace slag concrete using artificial neural network, ELSEVIER, Volume 40
- Cakir, O., Akoz, F., 2008, Effect of curing conditions on the mortars with and without GGBFS, ELSEVIER, Vol.22
- Cabrera, J.A., Escalante, J.I., Castro, P., Compressive strength of concretes with blast furnace slag. Re-visited state-of-the-art, 2016, ALCONPAT Journal, Vol. 6
- Cervantes, V and J. Roesler, 2007. Ground Granulated Blast Furnace Slag. University of Illinois, Dept. of Civil and Environmental Engineering. Vol 35.
- Cleetus, Arnet., Shibu, Rubin., PM, Sreehari., 2018. Analysis and Study of The Effect of GGBFS on Concrete Structures. IRJET e-ISSN: 2395 – 0056 p-ISSN: 2395 – 0072. Vol 05. Issue 03
- D.C. Teychenne, R.E Franklin, H.C Erntroy, 1998. Design of Normal Concrete Mixes. Departement of the Environment
- Dubey, Atul., Chandak, R., Yadav, R.K., 2012, Effect of blast furnace slag powder on compressive strength of concrete, Internasional Journal of Science & Engineering Reasearch, Vol.3
- Hogan, F.J., and Meusel, Evaluation for Durability and Strength Development of a Ground Granulated Blast- Furnace Slag,|| Cement, Concrete, and Aggregates, V. 3, No.1 summer.1981, pp40-52
- Kamran. M, 2004. Partial Replacement of Cement Using GGBS A Sustainable Approach-A Review. Vol 5, IJIRSET
- PT.Krakatau Semen Indonesia, 2016. Analisis kandungan senyawa pada GGBFS.
- Samsuri, T. Ngudi, F. Chauliah, 2016. Pengaruh Granulated Blast Furnace Slag Dalam Semen Terhadap Kapasitas Produksi, Kuat Tekan Beton Mortar dan Nilai Ekonomis. Vol 24 No 2.