

KAJIAN PENGARUH SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN DENGAN SEMEN SLAG PADA MORTAR TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR PADA UMUR 7 HARI, 14 HARI DAN 28 HARI

Jon Putra

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
jonputra@gmail.com*

Abstrak

Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS) merupakan 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, GBFS merupakan limbah baja yang di haluskan menjadi bubuk halus Ground Granulated Blast Furnace Slag memiliki potensi besar dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti sebagai semen karna memiliki sifat kimia dan fisik yang sama dengan semen. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperkenalkan GGBFS hasil inovasi dari KSI, menguji sifat fisik dan mekanis mortar dari memanfaatkan GGBFS sebagai parsial semen. Metode penelitian terdiri dari dua tahap yaitu: pra desain dan desain. Dengan variasi penambahan GGBFS pada mortar 0%, 15%, 25% dan 35%. Kegiatan pada tahap pra desain yaitu pengujian sifat fisik terdiri dari uji saringan agregat halus, uji kadar lumpur, pengujian daya serap air, dan berat jenis. Pengujian sifat mekanis terdiri dari: uji kuat tekan dari pengujian pada umur 7, 14 dan 28 hari.

Kata Kunci: Substitusi parsial, Semen *slag*, Mortar, Kuat tekan

1. PENDAHULUAN

Dalam rangka mengejar ketertinggalan Indonesia dengan negara lain, pemerintah Indonesia terus berupaya menumbuhkan sentra-sentra ekonomi baru di seluruh daerah di tanah air. Langkah pemerintah Indonesia dalam mengejar ketertinggalan salah satunya adalah dengan pembangunan infrastruktur. Namun dalam merealisasikan pembangunan infrastruktur, diperlukan dukungan dari industri konstruksi yang ramah lingkungan. Industri konstruksi di Indonesia saat ini sangat bergantung dengan komponen struktur berbasis semen karena banyaknya ketersediaan batu serpih dan batu kapur sebagai material pembuatan semen, ditambah biaya yang rendah, menjadikan semen sebagai opsi yang paling banyak digunakan pada konstruksi di Indonesia.

Industri semen menjadi salah satu penghasil CO₂ terbesar. Hampir 5-7% emisi CO₂ global disebabkan oleh pabrik semen, sedangkan 900 kg CO₂ diemisikan ke atmosfer untuk menghasilkan satu ton semen (Benhelal et al., 2013). Di tengah isu

pengrusakan lingkungan dan pemanasan global, perkembangan dalam dunia konstruksi ikut berperan terhadap dampak perubahan lingkungan di dunia. Berbagai bahan konstruksi alternatif terus dikembangkan dengan material yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis dengan memanfaatkan limbah industri. Namun dengan seiring berjalannya waktu, teknologi beton saat ini telah menyajikan berbagai metode alternatif yang modern dalam kegiatan konstruksi lebih efisien berkaitan dengan efisiensi waktu tenaga kerja dan biaya, banyaknya pembangunan di sektor konstruksi permintaan akan kebutuhan beton semakin meningkat yang harus diimbangi dengan produksi semen Portland. Upaya yang dilakukan untuk mengurangi konsumsi semen adalah dengan menggunakan bahan semen tambahan seperti fly ash, Silika Fume, Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS) dan lain-lain. Salah satunya adalah pemanfaatan Granulated Blast Furnace Slag (GBFS) adalah residu dari peleburan baja

(Justin, H 2018) yang dapat diproses menjadi Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS).

Dalam penelitian ini diselidiki perilaku mekanis mortar dengan memanfaatkan semen slag sebagai substitusi semen Portland sebagai bahan pengikat.

Pembatasan masalah yang akan diteliti, yaitu antara lain: Pengujian dilakukan di laboratorium kampus Sekolah Tinggi Teknologi Sapta Taruna, Kuat tekan mortar yang direncanakan adalah 12,4 MPa, Agregat halus yang digunakan berasal dari PT. BETON MOTIVE MULIA – BETON MERAH PUTIH PLANT, Semen yang digunakan adalah semen tipe 1 (satu), yaitu semen CG Cibitung OPC-G, Air yang digunakan adalah air yang berasal dari Laboratorium Kampus Sekolah Tinggi Teknologi Sapta Taruna, Semen slag yang digunakan berasal dari PT. Krakatau Semen Indonesia, Semen slag sebagai substitusi semen portland memiliki variasi campuran yaitu 15%, 25%, 35% serta Pengujian kuat tekan mortar dilakukan berdasarkan SNI 03-6825- 2002 (BSN 2002b).

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah Mengetahui pengaruh semen slag dengan persentase 15%, 25% dan 35% sebagai substitusi parsial semen terhadap nilai kuat tekan mortar serta mengetahui kuat tekan optimal yang dihasilkan dengan menggunakan substitusi parsial semen slag dengan variasi persentase 15%, 25%, dan 35%. Manfaat yang didapat dan diharapkan pada penelitian skripsi ini diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan tentang pemanfaatan semen slag sebagai bahan substitusi semen portland terhadap mortar serta Dapat digunakan sebagai referensi penelitian selanjutnya dengan masalah serupa berkaitan dengan pengujian kuat tekan mortar menggunakan material semen slag sebagai substitusi parsial semen dan memberi informasi mengenai perilaku fisik dan mekanik beton dengan tambahan semen GGBFS.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Jenis Penelitian

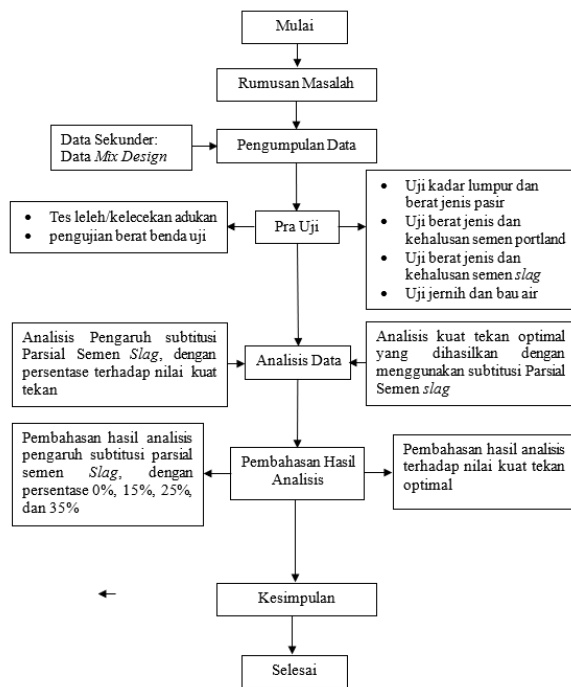
Pada Penelitian ini digunakan Jenis Penelitian Kajian kuat tekan mortar yang dilakukan di Laboratorium Sekolah Tinggi Sapta Taruna. Pengumpulan data ini dilakukan dengan cara pengujian secara langsung terhadap bahan dan jenis material yang akan dibuat untuk campuran mortar yang berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton, terdapat dua variabel dalam penelitian ini yaitu variabel terikat dan variabel bebas.

Variabel dalam penelitian ini, yaitu Substitusi Parsial Semen GGBFS ataupun kuat tekan mortar. Setelah mengetahui jenis penelitian dan variabelnya maka metodologi yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah eksperimental untuk mendapatkan hasil ataupun data-data yang akan menegaskan hubungan antara variabel-variabel yang diselidiki. Metode ini dapat dilaksanakan di dalam laboratorium.

2.2. Pola Pikir/Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran adalah sebuah model atau gambaran berupa konsep yang didalamnya menjelaskan mengenai suatu hubungan antara suatu variabel dengan variabel lain. Oleh karena itu, kerangka pemikiran dibuat dalam bentuk skema dengan tujuan untuk mempermudah dalam memahami variabel data.

Pada penelitian ini dimulai dengan dua butir rumusan masalah yang kemudian dilakukan proses pengumpulan data yaitu berupa data sekunder kemudian dari hasil analisa dilakukan pembahasan untuk mencapai sebuah kesimpulan yang menjawab rumusan masalah yang sudah ditentukan. Adapun kerangka pemikiran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Pola Pikir/ Kerangka Pemikiran

Sumber : Penelitian Mandiri 2024

Sumber data dalam penelitian ini dibagi menjadi dua jenis yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Sumber data primer pada penelitian ini adalah data hasil penelitian yang dilakukan secara langsung pada Laboratorium Kampus Sapta Taruna. Sedangkan data sekunder merupakan sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya melalui orang lain atau lewat dokumen. Sumber data sekunder pada penelitian ini adalah mengacu pada literatur yang sesuai dengan standart pembuatan beton. Seperti SNI tata cara pembuatan beton, persyaratan mix design dan pengujian beton.

Sebelum melakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan perencanaan terhadap mekanisme dan prosedur penelitian. Hal ini dilakukan agar proses penelitian sesuai dengan urutan atau prosedur penelitian. Agar peneliti mampu menguasai penelitian yang akan dilakukan dan terhindar dari kegagalan dalam penelitian.

Berikut data yang digunakan pada penelitian ini berupa data primer yang di peroleh dari penelitian sendiri, berikut data primer dibawah ini:

1. Analisis Agregat Halus (Pasir)
 - a. Pengujian analisis saringan agregat halus (pasir)
 - b. Pengujian kadar lumpur
 - c. Pengujian berat jenis pasir dan Penyerapan
2. Analisis Semen OPC
 - a. Pengujian berat jenis seme
 - b. Pengujian kehalusan semen
3. Analisis Semen GGBFS (Ground Granulated Blast Furnace Slag)
 - a. Pengujian berat jenis
 - b. Pengujian kehalusan semen
4. Pengujian Air
5. Perencanaan Mix Design
 - a. Mortar Normal
 - b. Variasi GGBFS 15
 - c. Variasi GGBFS 25%
 - d. Variasi GGBFS 35%
6. Pengujian test leleh
7. Pengujian Berat Jenis Mortar
8. Pengujian Kuat Tekan Mortar dan Perhitungan Standar Deviasi

2.3. Metode Analisis Data

Metode analisis data pada semen GGBFS sebagai substitusi semen Portland terhadap campuran beton menggunakan metode Kuantitatif. Metode ini digunakan untuk meneliti suatu sampel, data yang di kumpulkan dengan menggunakan alat ukur kemudian di analisis dengan statistik atau secara kuantitatif.

1. Hasil Analisis Agregat Halus (Pasir)
 - Pengujian analisis saringan agregat halus (pasir)
 - Untuk mengetahui gradasi agregat halus (Pasir)
 - Pengujian Kadar Lumpur
 - Untuk mengetahui banyaknya kadar lumpur agregat halus
 - Pengujian berat jenis pasir dan Penyerapan
 - Untuk mengetahui berat jenis dan penyerapan agregat halus
2. Hasil Analisis Semen OPC
 - Pengujian berat jenis semen
 - Untuk mengetahui berat jenis semen
 - Pengujian Kehalusan Semen

- Untuk mengetahui kadar kehalusan semen OPC
 - 3. Hasil Analisis Semen GGBFS (Ground Granulated Blast Furnace Slag)
 - Pengujian berat jenis semen
 - Untuk mengetahui berat jenis semen
 - Pengujian Kehalusan Semen
 - Untuk mengetahui kadar kehalusan semen OPC
 - 4. Hasil Analisis Pengujian Air
 - 5. Hasil Analisis Data Mix Design
 - Mortar Normal
 - Variasi GGBFS 15%
 - Variasi GGBFS 25%
 - Variasi GGBFS 35%
- Untuk mengetahui komposisi campuran yang akan dibuat untuk komposisi mortar yang direncanakan.
- 6. Hasil Analisis pengujian tes leleh Untuk mengetahui tingkat keenceran adukan
 - 7. Hasil Analisis Pengujian Berat Jenis Mortar Untuk mengetahui berat jenis mortar dari komposisi campuran beton yang di rencanakan
 - 8. Hasil Analisis Pengujian Kuat Tekan Mortar dan Perhitungan Standart Deviasi Untuk mengetahui hasil kuat tekan mortar dan penyimpangan dari perhitungan deviasi

2.4. Metode Pembahasan Hasil Analisis Data

Pada pembahasan hasil analisis ini setelah melakukan analisis data dalam pembahasan hasil analisis metode material akan menghasilkan sebuah kesimpulan untuk menjawab pada rumusan masalah. Dari pembahasan analisis Pengaruh substitusi GGBFS (Ground Granulated Blast Furnace Slag), sebagai substitusi semen terhadap nilai kuat tekan mortar, dilakukan analisis data maka pada data-data yang di dapat dari analisis pengaruh substitusi semen GGBFS terhadap kuat

tekan mortar akan di jadikan pembahasan sebagai berikut:

1. Metode Pembahasan Hasil Analisis Kuat Tekan Mortar untuk Umur 7, 14 dan 28 Hari
 - Kuat Tekan Mortar Normal
 - Kuat Tekan Mortar Variasi 15%
 - Kuat Tekan Mortar Variasi 25%
 - Kuat Tekan Mortar Variasi 35%
2. Metode Pembahasan Hasil Analisis Kuat Tekan Mortar Presentase Optimal untuk Umur 7, 14 dan 28 Hari
 - Kuat Tekan Mortar Normal
 - Kuat Tekan Mortar Variasi 15%
 - Kuat Tekan Mortar Variasi 25%
 - Kuat Tekan Mortar Variasi 35%
 -

3. PEMBAHASAN

3.1. Analisis Data

3.1.1. Analisis Pengaruh GGBFS Sebagai Subtitusi Semen Terhadap Nilai Kuat Tekan Motor

Data Penelitian ini adalah data primer berupa Eksperimen yang mengharuskan melakukan pengujian terlebih dahulu sebelum mendapatkan data-data yang kemudian akan diolah sesuai SNI (Standart Nasional Indonesia) atau ASTM (American Society for Testing and Materials).

- a. Hasil yang diperoleh dari pengaruh substitusi semen GGBFS sebagai bahan pengganti semen Portland terhadap kuat tekan mortar di umur 7 hari diketahui terdapat penurunan nilai kuat tekan mortar secara berurutan dari variasi campuran:
 - Kuat Tekan Mortar Normal = 14,3 Mpa
 - Kuat Tekan Mortar Variasi 15% = 14,0 Mpa
 - Kuat Tekan Mortar Variasi 25% = 13,3 Mpa
 - Kuat Tekan Mortar Variasi 35% = 13,1 Mpa

Berdasarkan hasil uji tes kuat tekan di umur 7 hari disimpulkan bahwa hasil test uji kuat tekan mortar dengan nilai kuat tekan yang tertinggi pada sampel

variasi GGBFS 15% mencapai 14,00 Mpa. Pada hasil tes uji tekan dengan nilai kuat tekan yang terendah pada sampel variasi GGBFS 35% dengan nilai kuat tekan 13,1 Mpa.

- b. Hasil yang diperoleh dari pengaruh substitusi semen GGBFS sebagai bahan pengganti semen Portland terhadap kuat tekan mortar di umur 14 hari diketahui terdapat kenaikan nilai kuat tekan beton secara tidak berurutan dari variasi campuran:

- Kuat Tekan Mortar Normal = 14,5 Mpa
- Kuat Tekan Mortar Variasi 15% = 14,6 Mpa
- Kuat Tekan Mortar Variasi 25 = 14,9 Mpa
- Kuat Tekan Mortar Variasi 35% = 14,8 Mpa

Berdasarkan hasil uji tes kuat tekan di umur 14 hari disimpulkan bahwa hasil test uji tekan dengan nilai kuat tekan yang tertinggi pada sampel variasi GGBFS 25% mencapai 14,9 Mpa. Pada hasil tes uji tekan dengan nilai kuat tekan yang terendah pada sampel variasi GGBFS 15% dengan nilai kuat tekan 14,6 Mpa.

- c. Hasil yang diperoleh dari pengaruh substitusi semen GGBFS sebagai bahan pengganti semen Portland terhadap kuat tekan mortar di umur 28 hari diketahui terdapat kenaikan nilai kuat tekan beton secara tidak berurutan dari variasi campuran:

- Kuat Tekan Mortar Normal = 14,2 Mpa
- Kuat Tekan Mortar Variasi 15% = 14,4 Mpa
- Kuat Tekan Mortar Variasi 25% = 15,2 Mpa
- Kuat Tekan Mortar Variasi 35% = 14,6 Mpa

Berdasarkan hasil uji tes kuat tekan di umur 28 hari disimpulkan bahwa hasil test uji tekan dengan nilai kuat tekan yang tertinggi pada sampel variasi GGBFS 25% mencapai 15,2

Mpa. Pada hasil tes uji silinder dengan nilai kuat tekan yang terendah pada sampel variasi GGBFS 15% dengan nilai kuat tekan 14,4 Mpa.

3.1.2. Analisis kuat tekan optimal yang dihasilkan dengan menggunakan substitusi GGBFS dengan variasi persentase 0%, 15%, 25%, 35%.

- a. Hasil Persentase Optimal yang diperoleh dari variasi Semen GGBFS sebagai bahan pengganti semen Portland terhadap kuat tekan Mortar di umur 7 hari sebagai berikut:

1. Kuat Tekan Beton Variasi 15% = 14,0 Mpa
2. Kuat Tekan Beton Variasi 25% = 13,3 Mpa
3. Kuat Tekan Beton Variasi 35% = 13,1 Mpa

Persentase optimal campuran variasi pada umur 7 hari diperoleh dari variasi GGBFS yang pertama dengan Prosentasi GGBFS 15% dengan nilai kuat tekan 14,0 Mpa.

- b. Hasil Persentase Optimal yang diperoleh dari variasi Semen GGBFS sebagai bahan pengganti semen Portland terhadap kuat tekan mortar di umur 14 hari, sebagai berikut:

1. Kuat Tekan Beton Variasi 15% = 14,6 Mpa
2. Kuat Tekan Beton Variasi 25% = 14,9 Mpa
3. Kuat Tekan Beton Variasi 35% = 14,8 Mpa
4. Persentase optimal campuran pada umur 14 hari diperoleh dari variasi GGBFS yang ke dua dengan persentase GGBFS 25% dengan nilai kuat tekan 14,9 Mpa.

- c. Hasil Persentase Optimal yang diperoleh dari variasi Semen GGBFS sebagai bahan pengganti semen Portland terhadap kuat tekan mortar di umur 28 hari, sebagai berikut:

1. Kuat Tekan Beton Variasi 15% = 14,4 Mpa

2. Kuat Tekan Beton Variasi 25% = 15,2 Mpa
3. Kuat Tekan Beton Variasi 35% = 14,6 Mpa
4. Persentase optimal campuran pada umur 28 hari diperoleh dari variasi GGBFS yang ke dua dengan persentase GGBFS 25% dengan nilai kuat tekan 15,2 Mpa.

3.2. Pembahasan Hasil Analisis

3.2.1 Pembahasan Hasil Analisis Terhadap Kuat Tekan Mortar

Hasil pembahasan menurut penelitian adalah: Hasil penelitian kuat tekan mortar rata-rata yang yang dicapai dari pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan tidak setabil pada komposisi 15% 25% 35%.

3.2.2 Pembahasan Hasil Analisis Terhadap Persentase Optimal Kuat Tekan Mortar

Hasil Pembahasan menurut peneliti adalah: Hasil persentase optimal campuran semen GGBFS terhadap nilai kuat tekan didapatkan pada campuran variasi GGBFS 15% di umur 7 hari, variasi 25% di umur 14 hari dan variasi 25% di umur 28 hari.

3.2.3 Perbandingan dengan penelitian sejenis terdahulu

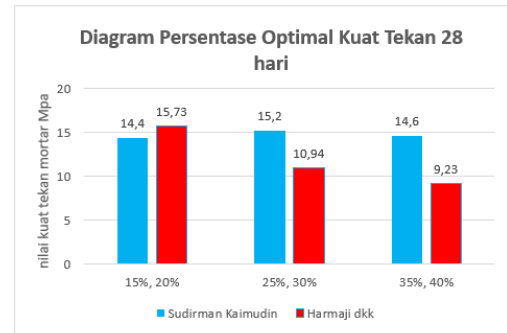
a. Terhadap Kuat Tekan

Hasil pembahasan menurut penelitian Harmaji dkk adalah: Semakin besar penambahan GGBFS pada aduk mortar, maka semakin menurun kekuatan tekan mortar yang dihasilkan terutama pada aduk mortar dengan umur antara 7 dan 28 hari.

b. Terhadap persentase optimal

Hasil Pembahasan menurut penelitian Harmaji dkk adalah: persentase optimal campuran semen GGBFS terhadap nilai kuat tekan didapatkan pada campuran variasi GGBFS 10% pada umur 3 hari.

Gambar 1 Diagram Persentase Optimal Kuat Tekan 28 Hari



Sumber: Olahan peneliti

4. KESIMPULAN

Setelah penulis melakukan penelitian terhadap penambahan GGBFS sebagai bahan tambah aduk mortar, maka penulis berkesimpulan sebagai berikut:

1. Bahwa Pengaruh substitusi GGBFS (Ground Granulated Blast Furnace Slag), sebagai substitusi semen terhadap nilai kuat tekan, diatas 25% akan mengalami penurunan nilai kuat tekan mortar. Kuat tekan tertinggi dihasilkan oleh mortar variasi GGBFS 25% dengan nilai kuat tekan 15,2 Mpa pada umur 28 hari dan mengalami penurunan nilai kuat tekan terhadap variasi GGBFS 35% pada umur 28 hari dengan nilai kuat tekan mortar 14,6 Mpa.
2. Kuat Tekan Optimal yang dihasilkan dengan menggunakan substitusi Semen GGBFS dengan variasi persentase 0%, 15%, 25% 35%. optimal didapatkan pada campuran beton dengan variasi 25% GGBFS. Dengan hasil nilai kuat tekan 13,3 Mpa di umur 7 hari, 14,9 Mpa di umur 14 hari dan 15,2 Mpa di umur 28 hari.

5. DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. 2002. "SNI 03-6882-2002 spesifikasi mortar untuk pekerjaan pasangan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Tjokrodimulyo. 1996. "Teknologi Bahan". Yogyakarta: Nafiri.

Segel, R and H.Kesuma, Gideon. 1994.
“*Pedoman Pengerjaan Beton. Cetakan Ketiga.*”
Jakarta: Erlangga.

Mulyono, T. 2004. “*Teknologi Beton*” Edisi
Pertama. Jogjakarta: Andi.

Justin, H. 2018. “*Studi Eksperimental Beton
Geopolimer slag dengan variasi kadar silica
fume*”. Bandung: Universitas Katolik
Parahyangan Bandung