

ANALISIS KINERJA BETON DENGAN BAHAN TAMBAH GROUND GRANULATED BLAST FURNACE (GGBF) SLAG

Mochamad Andi Anggara¹, Chandra Afriade Siregar²

^{1,2}Magister Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana

¹korespondensi : andi.sci2018@gmail.com

ABSTRAK

Permeabilitas adalah kemudahan fluida bergerak melalui bahan berpori. Itu penting karena kebanyakan kerusakan beton disebabkan oleh penetrasi air atau zat berbahaya lainnya ke dalam beton. "Penetrasi air secara langsung atau tidak langsung merupakan penyebab sebagian besar kehancuran dalam beton dan sejauh mana penetrasi air diizinkan oleh tekstur beton apa pun adalah ukuran langsung dari kekuatan dan daya tahannya". Studi sistematis yang telah dilakukan untuk mengembangkan beton berkinerja tinggi dengan mengganti semen portland dengan Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS)/slag volume tinggi dan kemudian mengevaluasi sifat teknik dan efek lingkungannya ketika persentase GGBF Slag terkandung dalam beton. Dari hasil penelitian maka GGBFS sebagai bahan substitusi semen memiliki sifat yang hampir sama dengan dengan semen, terutama untuk beton dengan substitusi semen yang besar dalam penggunaan GGBFS, pada masa awal akan mengalami setting lebih lambat jika dibandingkan dengan beton normal ini disebabkan sistem curing, rasio pasta semen. Prosentase GGBFS yang besar sebagai bahan substitusi pengganti semen tidak efektif dalam menahan geser ini disebabkan sifat semen sebagai pengikat agregat kasar dan halus masih sangat dominan dalam material beton walaupun GGBFS memiliki sifat-sifat dalam komposisi semen dengan kadar yang berbeda. Kuat geser dan kuat tekan terendah diperoleh dicapai oleh specimen GGBFS 70% kemudian diikuti oleh GGBF 60%, sehingga didapat adalah korelasi yang kuat antara kuat tekan beton terhadap kuat geser beton yang mengandung bahan substitusi GGBFS sebagai bahan pengganti semen.

Kata Kunci: beton berkinerja tinggi, GGBFS, kuat geser beton, kuat tekan beton

ABSTRACT

Permeability is the ease with which a fluid moves through a porous material. This is important because most concrete damage is caused by the penetration of water or other harmful substances into the concrete. "Water penetration is directly or indirectly the cause of most of the destruction in concrete and the extent to which water penetration is permitted by any concrete texture is a direct measure of its strength and durability". A systematic study has been carried out to develop high performance concrete by replacing portland cement with high volume Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS) slag and then evaluating its engineering properties and environmental effects when the percentage of GGBF Slag is contained in the concrete. From the results of the study, GGBFS as a cement substitution material has almost the same properties as cement, especially for concrete with a large cement substitution in the use of GGBFS, in the early days it will experience slower setting when compared to normal concrete due to the curing system, paste ratio cement. The large percentage of GGBFS as a substitute for cement is not effective in resisting shearing because the nature of cement as a binder for coarse and fine aggregates is still very dominant in concrete materials even though GGBFS has properties in cement composition with different levels. The lowest shear strength and compressive strength obtained were achieved by GGBFS 70% specimens followed by 60% GGBF, so that we got a strong correlation between the compressive strength of concrete and the shear strength of concrete containing GGBFS substitutes as cement substitutes.

Keywords: high performance concrete, GGBFS, concrete shear strength, concrete compressive strength

PENDAHULUAN

Sebagian besar, apa yang disebut tes "permeabilitas" beton mengukur sesuatu selain permeabilitas. Permeabilitas adalah

kemudahan fluida bergerak melalui bahan berpori. Itu penting karena kebanyakan kerusakan beton disebabkan oleh penetrasi air atau zat berbahaya lainnya ke dalam beton.

Sebagian besar kehancuran beton disebabkan oleh penetrasi air, baik secara langsung maupun tidak langsung. Kekuatan dan daya tahan beton bergantung pada tingkat penetrasi air yang mungkin.

Misalnya, kerusakan freeze-thaw terjadi ketika air di dalam beton membeku. Saat air membeku, ia mengembang. Dengan memasukkan udara ke dalam beton, air dapat dialirkan ke suatu lokasi tanpa merusaknya. Ion klorida dari garam jalan atau air laut biasanya berkontribusi pada korosi tulangan. [1]. Reaksi korosi dipicu oleh klorida [2]. Namun, air diperlukan agar klorida dapat bermigrasi, dan agar reaksi berlangsung.

Merancang bangunan yang tahan lama adalah cara untuk mencegah air keluar dari beton [3]. Yang lainnya adalah mendesain beton agar tahan lama [4]. Itu berarti perlu menguji kemampuannya untuk menahan masuknya air dan zat berbahaya lainnya.

Dalam upaya membuat struktur lebih lestari dan tahan lama, bahan pelengkap semen sering digunakan untuk menggantikan semen. Misalnya, kerak tanur sembur butiran tanah adalah hasil dari proses pemurnian besi dan sering digunakan dalam desain campuran beton untuk menurunkan biaya dan meningkatkan daya tahan dan kekuatan beton. Namun, literatur yang diterbitkan menunjukkan bahwa terak dengan kandungan alumina tinggi mungkin memiliki efek yang merugikan saat beton terpapar lingkungan sulfat. Standar ASTM C989 tidak menyarankan informasi atau pedoman apa pun terkait penggunaan terak dengan

kandungan alumina antara 11-18%. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengisi gap dari standar tersebut dengan mempelajari slag variabel kandungan alumina sebesar 14.79 persen (GGBFS Krakatau Steel).

Bahan tambah pengganti prosentase semen seperti GGBFS telah banyak digunakan dalam pengembangan beton kinerja tinggi [5]. Selain perbaikan sifat beton dalam bentuk beton fresh dan hardened, penggunaan GGBFS juga telah mengurangi konsumsi semen dalam beton, sehingga mengurangi emisi CO₂ di atmosfer selama pembuatan semen. Emisi yang ekstensif seperti CO₂, SO_x dan NO_x telah menyebabkan banyak masalah lingkungan seperti pemanasan global, perubahan iklim [6]. dan pengurangan, dll. Ada tekanan yang meningkat atas industri konstruksi dan teknologi beton untuk mengurangi konsumsi semen dengan memasukkan GGBFS dan sejenisnya dan bahan kimia campuran dalam beton. Jenis beton seperti itu juga dianggap sebagai beton berkelanjutan.

Hasil dari pernyataan di atas menunjukkan bahwa banyak karya penelitian telah berfokus pada masalah lingkungan. elum ada penelitian sistematis yang dilakukan untuk menghasilkan beton berkinerja tinggi dengan menggantikan semen portland dengan slag Ground Granulated Blast Furnace (GGBFS) dalam jumlah besar, serta meneliti sifat teknik dan dampak lingkungannya ketika slag GGBF digunakan dalam jumlah signifikan.

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan beton modifikasi GGBFS sebagai bahan konstruksi berkelanjutan. Studi tersebut akan menguntungkan beton dan industri konstruksi dengan membantu mereka memilih bahan ramah lingkungan dan berkelanjutan. menguntungkan secara ekonomi sebagai produk bangunan dan infrastruktur.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut ?

1. Melakukan investigasi terhadap sifat teknis kuat Tarik beton mengandung 0%, 40%, 50%, 60%, dan 70% GGBFS sebagai pengganti semen pada umur 28 Hari umur beton.
2. Mengevaluasi seberapa pengaruh sifat mekanis beton poisson ration beton pada bahab tambah 0%, 40%, 50%, 60%, dan 70% GGBFS pada curing regime 27°C.
3. Mengetahui sifat kuat geser beton dengan bahan tambah 0%, 40%, 50%, 60%, dan 70% GGBFS pada umur beton 28 hari.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton

Sifat-sifat beton dipengaruhi oleh waktu dan kelembaban lingkungan. Oleh karena itu, pengujian beton harus dilakukan dalam kondisi yang ditetapkan atau dikenal [7].

Workability

Workability menentukan kemudahan penempatan dan ketahanan terhadap segregasi

adalah deskripsi yang terlalu longgar tentang sifat penting beton ini. Selain itu, workability yang diinginkan dalam situasi tertentu bergantung pada jenis pemadatan yang tersedia; demikian pula, beton masif tidak selalu memiliki workability yang cukup untuk area yang tipis, tidak dapat diakses, atau diperkuat dengan berat. Untuk alasan ini, workability harus didefinisikan sebagai sifat fisik beton saja tanpa mengacu pada keadaan jenis konstruksi tertentu [8].

Pemisahan (*Segregation*)

Segregasi dapat diartikan sebagai pemisahan konstituen suatu campuran yang heterogen sehingga distribusinya tidak lagi seragam. Dalam kasus beton, perbedaan dalam ukuran partikel dan berat jenis konstituen campuranlah yang menjadi penyebab utama penggabungan, tetapi luasnya dapat dikontrol dengan pemilihan gradasi yang sesuai dan dengan hati-hati.

Bleeding

Bleeding juga dikenal sebagai perolehan air, adalah suatu bentuk pemisahan dimana sebagian air dalam campuran cenderung naik ke permukaan konkret yang baru ditempatkan. Hal ini disebabkan oleh ketidakmampuan padatan tersebut konstituen campuran untuk menampung semua air pencampur ketika mereka mengendap ke bawah, air memiliki berat jenis terendah dari semua penyusun campuran.

Absorpsi

Penyerapan (Absorpsi) merupakan hasil pergerakan kapiler pada pori-pori beton yang

terbuka ke medium ambien. Oleh karena itu, hisap kapiler hanya dapat dilakukan pada beton yang kering sebagian; tidak ada serapan air pada beton yang benar-benar kering atau pada beton jenuh. Karena daya tembus beton dijelaskan dalam literatur dalam berbagai istilah, penting untuk menyajikan secara singkat ekspresi matematika yang relevan dan menyatakan dengan jelas unit pengukuran.

Keuntungan Menggunakan GGBFS

Beton yang menggunakan semen GGBFS menunjukkan kekuatan tekan dan lentur yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton berbasis semen portland (PC) dalam berbagai kondisi perawatan, proporsi campuran, serta usia pengujian. Ketika PC bereaksi dengan air, ia menghasilkan kalsium silikat hidrat (CSH) dan kalsium hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Sementara $\text{Ca}(\text{OH})_2$ adalah hasil samping dan tidak memberikan kontribusi terhadap kekuatan beton, CSH memberikan kekuatan dan menahannya. Ketika GGBFS digunakan sebagai komponen beton yang mengandung semen, ia bereaksi dengan air dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ untuk menghasilkan lebih banyak gel CSH dan meningkatkan kekuatan beton.

Seiring dengan peningkatan kadar GGBFS, kuat tekan beton yang mengandung GGBFS juga meningkat. Namun, ketika kandungan GGBFS mencapai puncaknya, yaitu 55% dari total bahan pengikat, penambahan GGBFS lebih lanjut tidak lagi meningkatkan kuat tekan beton [9]. Akibat reaksi pozzolan yang berlangsung lambat dan tergantung pada ketersediaan kalsium hidroksida, beton

dengan kandungan GGBFS menunjukkan peningkatan kekuatan yang lebih lambat.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan pengujian di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Sipil. Universitas Sangga Buana YPKP Bandung Jl. PHH Mustofa No. 68 Bandung. Tata cara perencanaan beton dengan Metode ACI (*American Concrete Institute*), yang di tambahkan admixture GGBFS (*Steel Slag*) dan superplasticizer ini dapat digunakan untuk menentukan proporsi campuran semen beton normal dan untuk mengoptimasi campuran tersebut berdasarkan campuran coba.

Metode ACI (American Concrete Institute) 211.1-91 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal Heavy weight and Mass Concrete (Reapproved 2002) suatu campuran beton harus dirancang dengan mempertimbangkan biaya, kemudahan penggunaan, dan keawetan kekuatan dan pekerjaan beton [10]. Menurut ACI, jumlah air perkubik yang diperlukan untuk ukuran agregat tertentu menentukan tingkat konsistensi campuran beton, yang pada akhirnya mempengaruhi kinerja pekerjaan (*workability*) [11].

Sampel yang dibuat adalah beton keras dengan perbandingan komposisi campuran yang didapat sebelumnya dari hasil mix design beton normal mutu tinggi yaitu dengan besar kuat tekan $f_c' 40$ MPa dengan metode perancangan *American Concrete Institute (ACI)* yang kemudian ditambah dengan bahan

Silica Fume dan Additive Concrete (Sika Viscocrete - 8088). Tata cara ini berlaku untuk beton mutu normal yang diproduksi dengan menggunakan bahan dan metode produksi konvensional.

Jumlah benda ukuran balok 100 mm x 100 mm x 600 mm total benda uji adalah 15 buah, di maksudkan agar dalam pengujian ini kita dapat melakukan penghematan dari segi volume beton atau benda uji yang otomatis berujung pada penghematan bahan baku, waktu dan biaya. Oleh karena itu, pembuatan campuran beton harus didasarkan pada perbandingan berat, yang dihitung menggunakan metode perhitungan standar dengan mempertimbangkan karakteristik masing-masing bahan penyusun, sebagaimana diatur dalam SNI 03-2834-1993. Tujuannya adalah untuk menghasilkan beton yang:

- a. Memenuhi persyaratan kuat tekan minimum,
- b. Memiliki kekentalan yang sesuai sehingga mudah diaduk, dituangkan, dipadatkan, dan diratakan,
- c. Tahan lama,
- d. Tahan aus,
- e. Ekonomis.

Variabel & Parameter

Sifat fisik material perlu ditentukan terlebih dahulu melalui pengujian laboratorium, meliputi:

- a. Gradasi agregat kasar dan halus melalui analisis saringan

- b. Berat Jenis Curah (*Bulk Specific Gravity*) dalam kondisi SSD (*Saturated Surface Dry*).
- c. Penyerapan Air (*Absorpsi*) agregat kasar dan halus kondisi SSD.
- d. Berat Isi Kering (*Dry Rodded Unit Weight*) agregat kasar.
- e. Berat Jenis Semua (*Apparent Specific Gravity*) semen portland.

Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk sampel beton pada penelitian ini adalah

1. Semen *Portland* (PC)
Semen *Portland* harus memenuhi SNI 15-2049-1994 tentang Mutu dan Cara Uji Semen Portland. Semen yang dipakai adalah Tipe I semen (PC) Gresik. Kemasan 50 kg.
2. Agregat Kasar (Kerikil)
Agregat kasar dengan ukuran kurang lebih 1-2,5 cm
3. Agregat Halus (Pasir)
Agregat pasir yang digunakan adalah pasir beton galunggung dan sebelum melakukan pembuatan beton dilakukan penyaringan untuk menentukan zona pasir dan kandungan lumpurnya.
4. Air
Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Bahan dan Konstruksi Program Studi Teknik Sipil Universitas Sangga Buana YPKP Bandung. Secara visual air tampak jernih, tidak berwarna dan tidak berbau.
5. *Concrete Additive (Sika Viscocrete)*

Additive yang digunakan berupa bahan kimia cair (*Sikacim*) yang dibeli dari Depo Bangunan Soekarno Hatta.

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan beton adalah

1. Timbangan Saringan / Ayakan
2. Wadah pencampur beton (ember)
3. Cetakan Silinder Ukuran 150 x 300 mm
4. Kerucut Abrams, Plat Baja & Tongkat Pematik
5. Meteran
6. Sendok Semen
7. Oven dengan Pengatur Suhu
8. Palu Karet.

Standar Pengujian

Penelitian Laboratorium yang dilakukan adalah :

1. Pemeriksaan terhadap sifat-sifat dasar material pembentuk beton, yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus.
2. Pemeriksaan terhadap sifat-sifat beton pada fase plastis, yaitu perubahan nilai slump.
3. Pemeriksaan terhadap sifat-sifat beton pada fase kersa atau padat, yaitu kekuatan tekan beban benda uji beton silinder dengan dimensi 15 x 30 mm cm pada umur 28 hari.

Tahapan Pengujian Material Agregat Kasar

Pengujian material dilakukan untuk memperoleh desain campuran beton (mix design). Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui sifat atau karakteristik

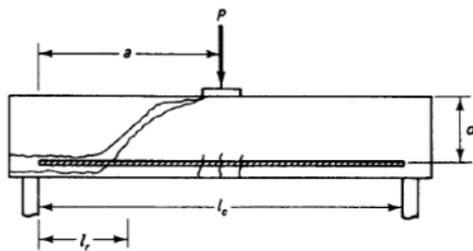
material sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Diantaranya:

- a. Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Kasar
 1. Analisis Specific-Gravity (Berat Jenis) dan Penyerapan Air
 2. Analisa Berat Isi Volume Agregat Kasar
 3. Pengujian Berat Isi Agregat Kasar
 4. Pengujian Kadar Lumpur
- b. Tahapan Pengujian Material Agregat Halus
 1. Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus
 2. Analisis Specific-Gravity (Berat Jenis) dan Penyerapan Air
 3. Pengujian Berat Isi Agregat Halus

HASIL DAN PEMBAHASAN

Balok beton saat ini diperkuat baik dengan maupun tanpa tulangan geser. Jika balok beton dilengkapi dengan tulangan geser (atau disebut sengkang), balok dapat menahan gaya geser yang jauh lebih tinggi daripada tanpa sengkang. Dalam kebanyakan kasus, kerangka balok memiliki tulangan lentur yang ditempatkan di zona tarik balok untuk menahan momen lentur. Kegagalan geser pada struktur beton sangat berbahaya karena jarang dapat diprediksi dan sering terjadi secara eksplosif. Pengujian telah dilakukan selama beberapa dekade untuk mempelajari fenomena ini dan studi ini telah mengarah pada aturan yang digunakan saat ini untuk memperkirakan ketahanan geser balok beton. Perilaku struktur beton bertulang masih

sebagian masih belum terpecahkan dengan perhitungan yang dibuat untuk memperkirakan kekuatan geser terutama didasarkan pada persamaan empiris. Bentuk keruntuhan geser berbeda antar komponen struktur tergantung pada beberapa faktor seperti jumlah tulangan longitudinal, geometri dan konfigurasi beban. Rentang geser/rasio kedalaman efektif (rasio a/d) yang ditentukan merupakan salah satu faktor yang paling signifikan yang mempengaruhi perilaku keruntuhan geser karena mengontrol kelangsingan komponen struktur.



Gambar 1: Kegagalan tarik diagonal balok beton, perkembangan retak.

Pada dasarnya, tiga mode keruntuhan atau kombinasinya terjadi: keruntuhan lentur, keruntuhan tarik diagonal, dan keruntuhan tekan geser (web shear). Penelitian ini memberikan kontribusi pengetahuan tentang keruntuhan tarik diagonal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Jenis keruntuhan ini terjadi ketika kuat tarik diagonal lebih rendah dari kuat lentur balok. Pertama, retak lentur vertikal mulai berkembang di tengah bentang yang diikuti dengan kegagalan ikatan antara baja tulangan dan beton di sekitarnya pada tumpuan. Sebagai kelanjutan dari itu, retak diagonal mulai berkembang antara titik pembebanan dan dukungan. Saat retakan

menjadi stabil, retakan tersebut melebar menjadi retakan tarik diagonal utama yang memanjang ke bagian atas balok. Jenis keruntuhan ini biasanya hanya menyebabkan defleksi yang relatif kecil pada saat keruntuhan dan rasio bentang geser/kedalaman efektif bervariasi dari 2,5 hingga 5,5 untuk balok yang mengalami pembebanan terpusat. Tujuan percobaan ini adalah untuk membandingkan hasil dengan empat kode bangunan; Persyaratan Kode Bangunan Lembaga Beton Amerika untuk Beton Struktural (ACI 318-08, 2007), Standar Eropa Eurocode 2 (EN 1992-1-1, 2004), Eurocode 2 pra-Standar Eropa (ENV 1992-1-1, 1991) dan Kode Model Fib baru 2010 (Fib, 2012) untuk melihat kode mana yang memberikan prediksi terbaik untuk uji ketahanan geser yang dilakukan.

Persiapan dan Curing Spesimen

Proporsi campuran yang terdiri dari semen, GGBF Slag, agregat kasar, agregat halus dan air untuk setiap pengecoran ditunjukkan pada BAB III. Tabel menunjukkan berat total proporsi campuran untuk 1 m³ beton. Perhitungan detail untuk beton GGBFS 0, 50%, dan 70% diatur sesuai dengan volume benda uji yang dibutuhkan per campuran. Gambar 1 menunjukkan concrete mixer yang digunakan dalam penelitian ini.

Spesimen disiapkan untuk pengujian dan dapat dibagi menjadi tiga ukuran cetakan:

- 1) Spesimen kubus 150 mm dicor dalam cetakan baja. Penempatan dilakukan dua lapis, masing-masing lapis dipadatkan

dengan tangan sebanyak 25 ketukan. Segera setelah pemadatan, kelebihan beton dibuang dan permukaan atas diratakan diratakan dan dihaluskan dengan menggunakan trowel. Untuk mengurangi penguapan, bagian atas kubus yang terbuka ditutup dengan karung goni basah. Spesimen dibuka setelah 24 jam dan ditandai untuk identifikasi selanjutnya diikuti dengan perendaman langsung dalam air pada suhu 27°C. Spesimen ini diuji selama 3, 7, 14, 28, dan 60, hari. spesimen dicor untuk uji permeabilitas, absorpsi dan porositas Gambar 4.2-4.5 menunjukkan spesimen dicor dalam kubus dan silinder dan tangki pengawetan spesimen.

- 2) Spesimen Silinder $\Phi 150 - 300$ mm dicor dalam cetakan baja. Penempatan dilakukan dua lapis, masing-masing lapis dipadatkan dengan tangan sebanyak 25 ketukan. Segera setelah pemadatan, kelebihan beton dibuang dan permukaan atas diratakan diratakan dan dihaluskan dengan menggunakan trowel. Untuk mengurangi penguapan, bagian atas kubus yang terbuka ditutup dengan karung goni basah. Spesimen dibuka setelah 24 jam dan ditandai untuk identifikasi selanjutnya diikuti dengan perendaman langsung dalam air pada suhu 27°C. Spesimen ini diuji selama 3, 7, 14, 28, dan 60, hari. spesimen dicor untuk uji permeabilitas, absorpsi dan porositas Gambar 4.2 – 4.5 menunjukkan spesimen dicor dalam kubus

dan silinder dan tangki pengawetan (curing) specimen pada suhu 27°C.

Uji kuat tekan dilakukan dengan menggunakan mesin uji TONIPACT 3000 yang beroperasi pada laju pembebanan konstan 2 - 4 kN/s (BS 1881. SNI 1974:2011. Susunan pengujian seperti ditunjukkan pada Gambar 4.7. Spesimen yang diawetkan dalam air dikeluarkan dari wadah dan ditutup dengan penutup tisu basah untuk mempertahankan kelembaban sebelum pengujian. Ujung-ujungnya dikeringkan dan ditempatkan di mesin uji pada suhu kamar dalam keadaan jenuh.

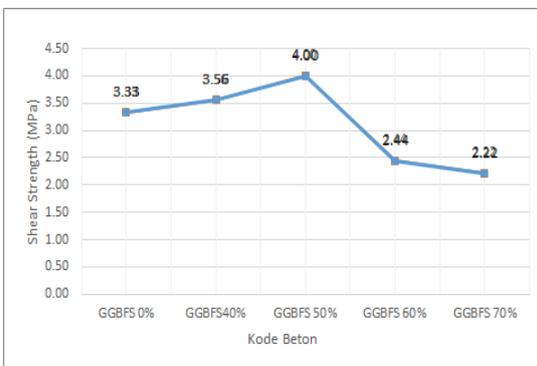
Hasil Pengujian Spesimen

Pada tabel 1 dan Gambar 2 hubungan terhadap kuat geser Spesimen dengan bahan substitusi GGBFS sebagai pengganti semen memperlihatkan bahwa specimen dengan GGBFS 40% menghasilkan kuat geser sebesar 3.56 MPa sedangkan kuat yang paling tinggi dihasilkan oleh GGBFS 50% lebih tinggi dari specimen tanpa GGBF (sampel control) sebaliknya untuk specimen dengan GGBFS 70% dan menghasilkan kuat geser paling rendah sebesar 2.22 MPA kemudian diikuti oleh specimen dengan GGBFS 60% sebesar 2.44 MPa. Pada gambar dibawah ini juga menunjukkan bahwa sampel GGBFS 60% dan GGBFS 70% kuat geser yang dihasilkan lebih rendah dari sampel tanpa GGBFS. Dari hasil penelitian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa prosentase GGBFS yang besar sebagian bahan substitusi pengganti semen tidak efektif dalam menahan geser ini disebabkan sifat semen sebagai pengikat agregat kasar dan

halus masih sangat dominan dalam material beton walaupun GGBFS memiliki sifat-sifat dalam komposisi semen dengan kadar yang berbeda.

Tabel 1 : Hubungan Kuat Geser dan Kuat Tekan terhadap Leber Bahan Substitusi Pengganti Semen

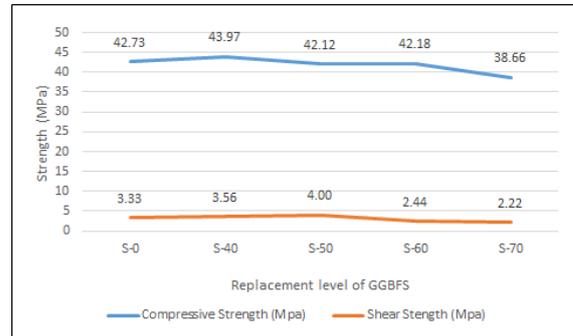
Strength	S-0	S-40	S-50	S-60	S-70
Compressive Strength (Mpa)	42.73	43.97	42.12	42.18	38.66
Shear Stength (Mpa)	3.33	3.56	4.00	2.44	2.22



Gambar 2: Hubungan antara Kuat Geser dan Level GGBFS Sebagai Pengganti Semen

Pada Gambar 3 hubungan kuat geser dan kuat tekan terhadap leber GGBFS sebagai bahan substitusi pengganti semen memperlihatkan bahwa kuat tekan memiliki hubungan yang erat terhadap kuat geser beton. Spesimen dengan kandungan GGBFS antar 40% - 50% memiliki kuat geser dan kuat tekan yang jika dibandingkan dengan sampel tanpa kandungan GGBFS. Kuat geser dan kuat tekan terendah diperoleh dicapai oleh specimen GGBFS 70% kemudian diikuti oleh GGBF 60%. Kesimpulan yang didapat pada gambar 4.7 adalah korelasi yang kuat antara kuat tekan beton terhadap kuat geser beton

yang mengandung bahasa substitusi GGBFS sebagai bahan pengganti semen.



Gambar 3: Hubungan antara Kuat Geser dan kuat tekan terhadap Level GGBFS Sebagai Pengganti Semen

KESIMPULAN

1. Secara umum level GGBFS sebagai bahan substitusi semen memiliki sifat yang hampir sama dengan dengan semen, terutama untuk beton dengan substitusi semen yang besar dalam penggunaan GGBFS, pada masa awal akan mengalami setting lebih lambat jika dibandingkan dengan beton normal ini disebabkan system curing, rasio pasta semen
2. Dari hasil penelitian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa prosentase GGBFS yang besar sebagai bahan substitusi pengganti semen tidak efektif dalam menahan geser ini disebabkan sifat semen sebagai pengikat agregat kasar dan halus masih sangat dominan dalam material beton walaupun GGBFS memiliki sifat-sifat dalam komposisi semen dengan kadar yang berbeda.
3. Kuat geser dan kuat tekan terendah diperoleh dicapai oleh specimen GGBFS

70% kemudian diikuti oleh GGBF 60%. Kesimpulan yang didapat adalah korelasi yang kuat antara kuat tekan beton terhadap kuat geser beton yang mengandung bahasan substitusi GGBFS sebagai bahan pengganti semen.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Zulkarnain And B. Kamil, "Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai Sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sica Fume Pada Perendaman Air Laut," In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian Lppm Umj*, 2021.
- [2] Y. Stiadi, S. Arief, H. Aziz, M. Efdi, And E. Emriadi, "Inhibisi Korosi Baja Ringan Menggunakan Bahan Alami Dalam Medium Asam Klorida," *J. Ris. Kim.*, Vol. 10, No. 1, Pp. 51–65, 2019.
- [3] Y. A. Priastiwati, M. Muhrozi, S. P. R. Wardani, W. Partono, And U. C. Sari, "Pembuatan Jalan Setapak Beton Penghubung Desa Di Desa Jembrak Kecamatan Pabelan Kabupaten Semarang," *J. Pasopati*, Vol. 4, No. 3, 2022.
- [4] L. Wilaha, "Model Perhitungan Struktur Talang Beton Rumah Tinggal," *J. Arsit. Grid*, Vol. 5, No. 1, Pp. 51–57, 2023.
- [5] T. Widayat, N. Restina, Y. S. Mulyo, And K. Maria, "Kajian Campuran Beton Mutu Tinggi Dengan Tambahan Serbuk Slag Terhadap Metode Curing," *Sentri J. Ris. Ilm.*, Vol. 1, No. 4, Pp. 1158–1165, 2022.
- [6] Y. Antonio, T. G. B. Kusuma, And B. Pamungkas, "Evaluasi Sustainability Report Pada Perusahaan Minyak Kelapa Sawit Dalam Mempromosikan Sustainable Palm Oil Untuk Mencapai Sustainable Development Goals 2030," *J. Ilm. Akunt. Kesatuan*, Vol. 8, No. 1, Pp. 107–116, 2020.
- [7] A. I. Karim, "Pengaruh Penggunaan Semen Pozzolan Tipe-B Terhadap Kuat Tekan Beton," *J. Tek. Sipil Bandar Lampung*, Vol. 6, No. 2, P. 211775.
- [8] C. Oktavia, F. Putra, And Y. Amran, "Analisis Peningkatan Sifat Mekanis Beton Menggunakan Sp Jenis Harvest (Studi Kasus Beton Mutu K. 300)," *Tapak (Teknologi Apl. Konstr. J. Progr. Stud. Tek. Sipil*, Vol. 11, No. 2, Pp. 147–156, 2022.
- [9] N. R. Setiati And H. A. Halim, "Pemanfaatan Semen Portland Slag Untuk Meningkatkan Sifat Mekanik Dan Durabilitas Beton," *J. Permukiman*, Vol. 13, No. 2, Pp. 77–89, 2018.
- [10] T. Octaviani And M. Ryanto, "Perencanaan Campuran Beton Menggunakan Substitusi Semen Dengan Abu Terbang Dan Zat Additive Superplactizer," *Techno-Socio Ekon.*, Vol. 12, No. 2, Pp. 124–130, 2019.
- [11] Y. Amran And Y. Daud, "Analisa Penggunaan Silicafume, Superplastizicer Serta Penambahan Serbuk Kaca Terhadap Peningkatan Mutu Beton Pada Perencanaan Beton Mutu Tinggi (K-600) Menggunakan Metode Standar Nasional Indonesia (Sni)," *Tapak (Teknologi Apl. Konstr. J. Progr. Stud. Tek. Sipil*, Vol. 7, No. 2, Pp. 150–162, 2018.