

SKRIPSI
OPTIMASI KOMPOSISI GGBFS, SERBUK BESI, FLY ASH
SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN TERHADAP
KUAT TEKAN BETON



TRIO KESUMA WIJAYA
NPM 2022250072

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI
2026

SKRIPSI

**OPTIMASI KOMPOSISI GGBFS, SERBUK BESI, FLY ASH
SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN TERHADAP
KUAT TEKAN BETON**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
(S.T) Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indo Global
Mandiri



**TRIO KESUMA WIJAYA
NPM 2022250072**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS INDO GLOBAL MANDIRI
2026**

HALAMAN PENGESAHAN

Optimasi Komposisi GGBFS, Serbuk Besi, dan Fly Ash sebagai Substitusi Parsial Semen terhadap Kuat Tekan Beton

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
(S.T) Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indo Global
Mandiri**

Oleh:

Trio Kesuma Wijaya

NPM 2022250072

Palembang, 19 Agustus 2026

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dekan Fakultas Teknik

FAKULTAS TEKNIK


Dr. Ir. Endy Agustian, S.T., M.Eng.

NIDN: 0218389361


Ir. Debby Sinta Devi, S.T., M.T.
NIDN: 0213019801

HALAMAN PENGESAHAN

Optimasi Komposisi GGBFS, Serbuk Besi, dan Fly Ash sebagai Substitusi Parsial Semen terhadap Kuat Tekan Beton

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
(S.T) Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indo Global
Mandiri.

Oleh:

Trio Kesuma Wijaya
NPM 2022250072

Palembang, 19 Agustus 2026

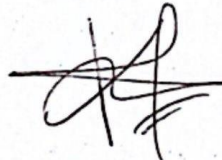
Dosen Pembimbing I



Ir. Sartika Nisumanti, S.T., M.T.

NIDN: 0203057101

Dosen Pembimbing II



Ir. Khodijah Al Qubro, S.T., M.T

NIDN: 0227049301

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. Debby Sinta Devi, S.T., M.T.

NIDN : 0213019801

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa laporan Skripsi ini berjudul “Optimasi Komposisi GGBFS, Serbuk Besi, dan Fly Ash Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton”. Telah dipertahankan dihadapan tim penguji Skripsi Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indo Global Mandiri (UIGM) pada tanggal

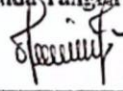
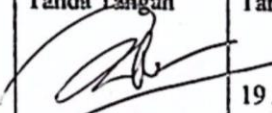
Palembang, 13 Agustus 2026

Tim Penguji Skripsi

Ketua:

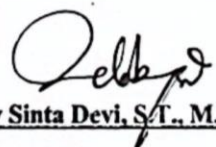
Ir. Sartika Nisumanti, S.T., M.T. NIDN. 0208057101	Tanda Tangan 	Tanggal 19 Agustus 2026
---	--	----------------------------

Anggota:

I.	Ir. Sartika Nisumanti, S.T., M.T. NIDN. 0208057101	Tanda Tangan 	Tanggal 19 Agustus 2026
II.	Dr. Ir. Mukhlis Nahriri Bastari, S.T., M.T., IPM., ASEAN., Eng NIDN. 0022108001	Tanda Tangan 	Tanggal 19 Agustus 2026
III.	Ir. Andre Wibowo, S.T.M.T. NUPTK. 36633764665131102	Tanda Tangan 	Tanggal 19 Agustus 2026

Palembang, 19 Agustus 2026

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Ir. Debby Sinta Devi, S.T., M.T.
NIDN. 0213019801

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama	: Trio Kesuma Wijaya
Tempat Tanggal Lahir	: Palembang, 9 juli 2002
Alamat	: Jl Mp Mangkunegara Lr Perdamaian
Nama Orang Tua	: Kgs Asnawi Dan Azizah

Riwayat Pendidikan :

Penulis Bernama Trio Kesuma Wijaya, dilahirkan di kota Palembang, pada tanggal 09 Juli 2002. Penulis merupakan putra Ketiga dari Bapak Kgs Asnawi dan Ibu Azizah. Penulis mengawali jenjang pendidikan formal sekolah dasar di SD Negeri 46 Palembang pada tahun (2008-2014), Kemudian penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 6 Palembang pada tahun (2014-2017), serta penulis meneruskan pendidikan sekolah menengah atas di SMK Negeri 2 Palembang pada tahun (2017-2020). Tahun 2022 penulis melanjutkan pendidikan sebagai mahasiswa program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Indo Global Mandiri.

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Trio Kesuma Wijaya

NPM : 2022250072

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada dosen pembimbing dan Universitas Indo Global Mandiri (UIGM) hak bebas royalti non-eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

"Optimasi Komposisi GGBFS, Serbuk Besi, Fly Ash Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton"

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini UIGM berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Palembang, 19 Agustus 2026

Yang Menyatakan,



Trio Kesuma Wijaya

NPM. 2022250072

**SURAT PERNYATAAN INTEGRITAS****FM-PM-09.3/14-02/R0**

Dengan ini saya menyatakan dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya / pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Acuan / Daftar Pustaka.

Apabila ditemukan suatu jiplakan / plagiat, maka saya bersedia menerima akibat berupa sanksi akademis dan sanksi lain yang diberikan oleh yang berwenang sesuai ketentuan, peraturan dan perundang-undangan yang berlaku

Palembang, 19 Agustus 2026

Yang membuat pernyataan



Trio Kesuma Wijaya

NPM: 2022250072

HALAMAN PERSEMBAHAN

Moto:

Di setiap langkahku ada doa Ayah dan Ibu, dan di setiap keberhasilanku ada harapan untuk membalas segala pengorbanan mereka.

Persembahan:

1. Kedua orang tua saya bapak Kgs Asnawi dan Ibu Nyayu Azizah yang selalu senantiasa memberikan semangat, dukungan, motivasi, dan selalu memberikan doa kepada saya.
2. Keluarga besar yang amat saya cintai dan sayangi, serta para teman seperjuangan Teknik Sipil angkatan tahun 2022 yang selalu memberikan semangat dan dukungannya.

Ibu Sartika Nisumanti.,S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing I dan Ibu Khodijah Al Qubro.S.T.,M.T. selaku pembimbing II yang telah memberikan waktu,tenaga dan pikirannya untuk memberikan petunjuk, pengetahuan,bimbingan dan pengarahan, selama pengusunan skripsi ini.

ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan beton mendorong pemanfaatan material yang lebih ramah lingkungan untuk mengurangi penggunaan semen. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS), fly ash, dan serbuk besi sebagai substitusi parsial semen terhadap kuat tekan beton serta menentukan komposisi yang memberikan hasil terbaik. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan mutu beton rencana $f'c$ 30 MPa. Benda uji terdiri atas beton normal dan tiga variasi campuran, kemudian diuji kuat tekannya pada umur 7, 14, dan 28 hari menggunakan Compression Testing Machine (CTM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan GGBFS, fly ash, dan serbuk besi memengaruhi perkembangan kuat tekan beton melalui reaksi pozzolanik dan efek pengisian (filler effect) yang meningkatkan kepadatan mikrostruktur beton. Selain berpotensi meningkatkan kualitas beton, pemanfaatan limbah industri sebagai bahan substitusi semen juga mendukung penerapan konstruksi berkelanjutan yang sejalan dengan Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya SDG 9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur) serta SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab). Penelitian ini diharapkan menjadi referensi dalam pengembangan beton yang berkinerja tinggi dan lebih ramah lingkungan.

Kata kunci: GGBFS, Fly ash, Serbuk besi, Kuat tekan.

ABSTRACT

The increasing demand for concrete in the construction sector has encouraged the use of more environmentally friendly materials to reduce cement consumption. This study aims to analyze the effect of using Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS), fly ash, and iron powder as partial cement replacements on the compressive strength of concrete and to determine the optimum mixture composition. An experimental method was employed using concrete with a target compressive strength of 30 MPa. The test specimens consisted of normal concrete and three concrete mixtures with partial cement replacement. Compressive strength tests were conducted at the ages of 7, 14, and 28 days using a Compression Testing Machine (CTM). The results indicate that the incorporation of GGBFS, fly ash, and iron powder influences the development of concrete compressive strength through pozzolanic reactions and the filler effect, which improve the density of the concrete microstructure. In addition to enhancing concrete performance, the utilization of industrial by-products as partial cement substitutes supports sustainable construction practices by reducing cement usage and promoting waste utilization. This study is aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDG 9 (Industry, Innovation and Infrastructure) and SDG 12 (Responsible Consumption and Production). The findings are expected to serve as a reference for the development of high-performance and environmentally friendly concrete materials.

Keywords: GGBFS, Fly ash, Serbuk besi, Compressive strength.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr,Wb

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT. Yang telah memberikan Rahmat dan karunia-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi dengan lancar. Laporan Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil maka penulis menyusun laporan Skripsi ini dan sebagai pertanggung jawaban atas apa yang telah penulis dapatkan selama praktik penelitian. Judul laporan Skripsi ini adalah “Optimasi Komposisi GGBFS, Serbuk Besi, Fly Ash Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton”. Rasa syukur dan terima kasih yang setulusnya saya ucapkan untuk pihak yang telah membantu baik moril maupun materil serta bimbingan dan kerja sama pada proses pelaksanaan praktik Skripsi maupun penyusunan laporan ini, pada kesempatan ini saya ucapkan kepada:

1. Bapak Dr. H. Marzuki Alie, S.E., M.M., selaku Rektor Universitas Indo Global Mandiri Palembang.
2. Ibu Dr. Ir. Sumi Amariena Hamim, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng. selaku Wakil Rektor Bidang Akademik dan Kemahasiswaan dan Dekan Fakultas Teknik Universitas Indo Global Mandiri Palembang.
3. Bapak Dr. Herri Setiawan, S.Kom., M.Kom. selaku Wakil Rektor Bidang Administrasi dan Keuangan.
4. Ibu Dr. Tien Yustini, S.E., M.Si. selaku Wakil Rektor Bidang Perencanaan dan Kerjasama
5. Ibu Dr. Ir. Endy Agustian, S.T, M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Indo Global Mandiri Palembang.
6. Ibu Ir. Debby Sinta Devi, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Indo Global Mandiri Palembang.
7. Ibu Ir. Sartika Nisumanti, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing I.
8. Ibu Ir. Khodijah Al Qubro, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II.

8. Ayah dan Ibu serta Kakak-kakak yang telah memberikan dukungan baik materil maupun semangat serta doa-doa yang tak pernah putus.
9. Semua teman-teman Prodi Teknik Sipil angkatan 2022.
10. Terima Kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun diharapkan untuk penyempurnaan laporan Skripsi Ini. Semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis dan semua pihak yang membaca.

Wassalamu'alaikum Wr,Wb

Palembang, 19 Agustus 2026

Penulis,

Trio Kesuma Wijaya

NPM: 2022250072

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
RIWAYAT HIDUP PENULIS	
SURAT PERNYATAAN INTEGRITAS	
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Beton.....	5
2.1.1 Jenis-jenis Beton	5
2.1.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton	6
2.1.3 Sifat Mekanik Beton	7
2.2 Semen Portland.....	8
2.3 <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i> (GGBFS).....	10
2.4 <i>Fly Ash</i>	11

2.5	Serbuk Besi.....	12
2.6	Faktor Air Semen (FAS).....	13
2.7	Material Penyusun Beton.....	15
2.7.1	Agregat Kasar.....	15
2.7.2	Agregat Halus.....	18
2.7.3	Air	21
2.8	Reaksi Pozzolanik.....	22
2.9	Kuat Tekan Beton.....	23
2.10	Slump Test.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		29
3.1	Metode Penelitian	29
3.2	Pengujian Properties Material	31
3.2.1	Analisa Saringan Agregat Kasar (SNI ASTM C136-2012).....	31
3.2.2	Analisa Saringan Agregat Halus (SNI ASTM C136-2012).....	31
3.2.3	Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	32
3.2.4	Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar	32
3.2.5	Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	33
3.2.6	Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar	33
3.2.7	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	34
3.2.8	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	34
3.3	Persiapan Material dan Alat Penelitian	35
3.3.1	Material	35
3.3.2	Alat.....	39
3.4	Perencanaan Campuran Beton (<i>Desain Mix Formula</i>).....	45
3.5	Pembuatan Benda Uji	49
3.6	Perawatan Benda Uji	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Hasil Pengujian Material	51
4.1.1	Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus	51
4.1.2	Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar	52
4.1.3	Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	54
4.1.4	Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar	54

4.1.5 Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	55
4.1.6 Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar.....	56
4.1.7 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	56
4.1.8 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	58
4.2 Pengujian Slump.....	59
4.3 Pengujian Berat Jenis Beton	60
4.4 Pengujian <i>Setting Time</i>	62
4.5 Pengujian Kuat Tekan Beton	63
BAB V PENUTUP	66
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan dan Faktor Air Semen (FAS)	14
Gambar 2.2 Grafik Gradasi Ukuran Maksimum 10 mm	16
Gambar 2.3 Grafik Gradasi Ukuran Maksimum 20 mm	17
Gambar 2.4 Grafik Gradasi Ukuran Maksimum 40 mm	17
Gambar 2.5 Perkiraan Berat Isi Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan ...	18
Gambar 2.6 Grafik Gradasi No.1	19
Gambar 2.7 Grafik Gradasi No.2	20
Gambar 2.8 Grafik Gradasi No.3	20
Gambar 2.9 Grafik Gradasi No.4	21
Gambar 2.10 Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat yang Dianjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 mm	21
Gambar 3.1 Bagan Alir	30
Gambar 3.2 Semen Baturaja	36
Gambar 3.3 Agregat Kasar	36
Gambar 3.4 Agregat Halus	37
Gambar 3.5 Air	37
Gambar 3.6 GGBFS	38
Gambar 3.7 Fly Ash	38
Gambar 3.8 Serbuk Besi	39
Gambar 3.9 Saringan / Ayakan	39
Gambar 3.10 Cetakan Silinder	40
Gambar 3.11 Oven	40
Gambar 3.12 Timbangan Digital	41
Gambar 3.13 Gelas Ukur	41
Gambar 3.14 Piknometer	42
Gambar 3.15 Pan	42
Gambar 3.16 Meteran	42
Gambar 3.17 Sendok Beton / Cetok	43

Gambar 3.18 Mixer Beton / Molen	43
Gambar 3.19 Kerucut Abrams.....	44
Gambar 3.20 Besi Penumbuk	44
Gambar 3.21 Compression Testing Machine (CTM).....	45
Gambar 3.22 Sieve Shaker	45
Gambar 4.1 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus	52
Gambar 4.2 Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar	53
Gambar 4.3 Grafik Pengujian Slump	60
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Berat Jenis Beton.....	61
Gambar 4.5 Grafik Pengujian Setting Time	63
Gambar 4.6 Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Deviasi Standar untuk Berbagai Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	8
Tabel 2.2 Fungsi Produk Hidrasi Semen	9
Tabel 2.3 Komposisi Kimia Semen Portland (ASTM C150).....	9
Tabel 2.4 Perkiraan Kekuatan Tekan (N/mm ²) Beton dengan Faktor Air Semen 0,5.....	10
Tabel 2.5 Kandungan Kimia Tipikal GGBFS (BS EN 15167-1:2006).....	11
Tabel 2.6 Klasifikasi Fly Ash berdasarkan ASTM C618.....	12
Tabel 2.7 Sifat Fisik dan Kimia Serbuk Besi	12
Tabel 2.8 Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum	14
Tabel 2.9 Gradasi Agregat Kasar	16
Tabel 2.10 Gradasi Agregat Halus	18
Tabel 2.11 Perkiraan Kebutuhan Air per Meter Kubik Beton.....	22
Tabel 2.12 Faktor Konversi Kuat Tekan Beton Berdasarkan Umur (SNI 2847:2019)	23
Tabel 2.13 Penelitian Terdahulu.....	25
Tabel 3.1 Komposisi Campuran Beton dan Admixture	48
Tabel 3.2 Jumlah Benda Uji per Variasi dan Umur Pengujian	49
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus	51
Tabel 4.2 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar	53
Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	54
Tabel 4.4 Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar	54
Tabel 4.5 Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus.....	55
Tabel 4.6 Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar.....	56
Tabel 4.7 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	57
Tabel 4.8 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	58
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Slump	59
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Berat Jenis Beton	61

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Setting Time.....	62
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	64

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Dokumentasi Laboratorium	70
LAMPIRAN 2 Hasil Pengujian Laboratorium	72
LAMPIRAN 3 Kartu Asistensi	75
LAMPIRAN 4 SK Pembimbing	80