

33/SKRIPSI/S.TR-TKG/2024

SKRIPSI

**PENGARUH PENGGUNAAN *GROUND GRANULATED BLAST FURNACE*
SLAG PADA *STEEL FIBER CONCRETE***



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh:

Vanya Rizkya Sari

NIM 2001421019

Pembimbing 1:

Amalia, S.Pd., S.S.T., M.T.

NIP 197401311998022001

Pembimbing 2:

Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si.

NIP 199111222019031010

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2024**

33/SKRIPSI/S.TR-TKG/2024

SKRIPSI

**PENGARUH PENGGUNAAN *GROUND GRANULATED BLAST FURNACE*
SLAG PADA *STEEL FIBER CONCRETE***



**Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV
Politeknik Negeri Jakarta**

Disusun Oleh:

Vanya Rizkya Sari

NIM 2001421019

Pembimbing 1:

Amalia, S.Pd., S.S.T., M.T.

NIP 197401311998022001

Pembimbing 2:

Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si.

NIP 199111222019031010

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2024**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul:

**PENGARUH PENGGUNAAN *GROUND GRANULATED BLAST FURNACE SLAG*
PADA *STEEL FIBER CONCRETE***

yang disusun oleh Vanya Rizkya Sari (2001421019)

telah disetujui dengan pembimbing untuk dipertahankan dalam

Sidang Skripsi Tahap 2

Pembimbing 1

Amalia, S.Pd., S.S.T., M.T.

NIP 1974013119980220

Pembimbing 2

Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si.

NIP 199111222019031010



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi Berjudul :

"PENGARUH PENGGUNAAN *GROUND GRANULATED BLAST FURNACE SLAG* PADA *STEEL FIBER CONCRETE*" yang disusun oleh Vanya Rizky Sari telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi Tahap 2 di depan Tim Penguji pada hari Rabu, 7 Agustus 2024

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Anis Rosyidah S.Pd., S.S.T., M.T., Dr. NIP. 197303181998022004	
Anggota	Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D NIP. 198012042020121001	
Anggota	Sukarman, S.Pd., M.Eng NIP. 199306052020121013	

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta



Dr. Dyah Nurwidvadinigrum, S.T., M.M., M.Ars.

NIP.197407061999032001



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Vanya Rizkya Sari
NIM : 2001421019
Program : D4 Teknik Konstruksi Gedung
Studi
Alamat Email : vanya.rizkyasari.ts20@mhs.w.pnj.ac.id
Judul Naskah : Pengaruh Penggunaan *Ground Granulated Blast Furnace Slag*

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2023/2024 adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutkan dalam segala bentuk kegiatan akademis.

Apabila dikemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, maka secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Jakarta, 26 Juli 2024

Yang menyatakan,

Vanya Rizkya Sari

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan laporan magang ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi di Program Studi D4 Teknik Konstruksi Gedung di Politeknik Negeri Jakarta.

Melalui kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dan membimbing penulis selama menjalani magang industri ini, khususnya kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang selalu menjadi semangat dan inspirasi bagi penulis. bentuk pengorbanan, dukungan, dan doanya menjadi motivasi terdepan penulis untuk menyelesaikan penyusunan laporan akhir ini.
2. Ibu Amalia, S.Pd., M.T. dan Bapak Jonathan Saputra, S.Pd., M.Si. selaku pembimbing yang selalu membantu membimbing, mengarahkan, dan memberi dukungan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi sebagai syarat kelulusan.
3. Seluruh karyawan dan staff PT. Nexco Indonesia, yang sudah memberi kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian dan membantu segala kebutuhan penelitian sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
4. Najiib Haddad, yang selalu mendukung dan membantu penulis dalam proses penulisan laporan akhir.
5. Teman-teman 4TKG2 yang telah membantu kehidupan perkuliahan penulis sampai saat ini dan selalu menyemangati penulis hingga akhir.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi penyempurnaan laporan ini di masa yang akan datang.

Vanya Rizky Sari



DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Persamaan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>Self Compacting Concrete (SCC)</i>	5
2.1.1 Syarat-syarat <i>Self Compacting Concrete (SCC)</i>	5
2.1.2 Material Penyusun <i>Self Compacting Concrete</i>	8
2.2 Sifat – sifat Mekanis Beton.....	20
2.2.1 Kuat Tekan Beton (<i>Compressive Strength</i>).....	20
2.2.2 Kuat Tarik Beton.....	21
2.2.3 Modulus Elastisitas	23
2.2.4 Tegangan Regangan	24
2.3 Beton Serat.....	26
2.4 Beton Serat Baja	27
2.5 <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS)</i>	28

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.6	Penelitian Terdahulu	31
BAB III MOTODOLOGI.....		35
3.1	Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian	35
3.2	Rancangan Penelitian.....	35
3.3	Alat Penelitian	36
3.3.1	Peralatan K3	36
3.3.2	Alat Uji Beton yang Digunakan.....	37
3.3.3	Alat Pengujian Beton Segar dan Beton Keras.....	38
3.4	Bahan Penelitian	39
3.5	Tahapan Penelitian.....	40
3.6	Pengujian Material	41
3.6.1	Pengujian Agregat Kasar.....	41
3.6.2	Pengujian Agregat Halus.....	45
3.6.3	Bagan Pengujian Agregat.....	48
3.7	Perencanaan Mutu Beton (Rancang Campuran).....	48
3.8	Pengujian Beton Segar.....	57
3.8.1	Pengujian Slump-Flow	57
3.8.2	Pengujian T50 Slump-Flow	59
3.9	Pengujian Kuat Tekan.....	59
3.10	Pengujian Kuat Tarik Belah.....	60
3.11	Pengujian Kuat Tarik Lentur	61
3.12	Pengujian Modulus Elastisitas dan Tegangan Regangan	62
3.13	Metode Analisis Data	63
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....		64
4.1	Data dan Pembahasan Pengujian Bahan Penyusun Beton.....	64
4.1.1	Data dan Pembahasan Pengujian Agregat Kasar	64
4.1.2	Data dan Pembahasan Pengujian Agregat Halus	72
4.2	Rancangan Campuran (<i>Mix Design</i>).....	79
4.3	Pengujian Beton Segar.....	82
4.3.1	Slump-flow dan T50	82
4.3.2	Pengujian <i>Passing Ability</i>	83
4.4	Pengujian Sifat Mekanis Beton	85



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

4.4.1	Pengujian Kuat Tekan	85
4.4.2	Pengujian Modulus Elastisitas (Umur 28 Hari)	95
4.4.3	Pengujian Kuat Tarik Lentur (Umur 28 Hari).....	108

BAB V PENUTUP.....111

5.1	Kesimpulan	111
5.2	Saran	112

DAFTAR PUSTAKA.....113

LAMPIRAN.....118



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Syarat gradasi agregat kasar menurut ASTM	8
Tabel 2. 2 Berat benda uji minimum untuk tiap ukuran nominal maksimum agregat 8	
Tabel 2. 3 Syarat gradasi agregat halus atau pasir menurut SKSNI T-15-1990-03 .12	
Tabel 2. 4 Massa minimum benda uji berdasarkan SNI ASTM C117:2012.....	14
Tabel 2. 5 Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat	17
Tabel 2. 6 Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air.....	18
Tabel 2. 7 Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan Factor air semen, dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia	21
Tabel 2. 7 Faktor koreksi untuk daerah descending.....	25
Tabel 2. 8 Sifat-sifat kawat yang digunakan sebagai bahan serat lokal.....	28
Tabel 2. 9 Sifat Fisik <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i> (Vindula, 2019).....	28
Tabel 2. 10 Sifat fisik GGBFS berdasarkan penelitian terdahulu.....	29
Tabel 3.1 Kebutuhan benda uji	35
Tabel 3.2 Pengujian dan peraturan yang digunakan pada penelitian ini.....	48
Tabel 3.3 Faktor pengali untuk deviasi standar bila data hasil uji kurang dari 30.....	49
Tabel 3.4 Nilai Deviasi Standar	50
Tabel 4.1 Data Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	64
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat.....	66
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berat Isi Lepas Agregat Kasar.....	66
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar	67
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	69
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	69
Tabel 4.7 Hasil Analisa Ayak Agregat	70
Tabel 4.8 Data Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	72
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Berat Isi Lepas Agregat Halus.....	74
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus	75
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	76
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	77
Tabel 4.13 Data Pengujian Analisis Ayak Agregat Halus	78
Tabel 4.14 Mix Design Beton	79

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.15 Kebutuhan Bahan	81
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Slump-Flow dan T50	82
Tabel 4. 17 Koefisien nilai slump-flow beton segar	83
Tabel 4. 18 Model Summary	83
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Passing Ability	83
Tabel 4. 20 Koefisien nilai passing ability pada steel fiber concrete	84
Tabel 4. 21 Model Summary passing ability beton	85
Tabel 4.22 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	85
Tabel 4.23 Hasil Analisis Regresi Linear Sederhana Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	86
Tabel 4.24 Hasil Analisis Regresi Linear Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	87
Tabel 4.25 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari	87
Tabel 4.26 Hasil Analisis Regresi Linear Sederhana Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari	88
Tabel 4.27 Hasil Analisis Regresi Linear Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari	89
Tabel 4.28 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	89
Tabel 4.29 Hasil Analisis Regresi Linear Sederhana Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	91
Tabel 4.30 Hasil Analisis Regresi Linear Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari	91
Tabel 4.31 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Variasi 0%	92
Tabel 4.32 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Variasi 10%	93
Tabel 4.33 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Variasi 20%	93
Tabel 4.34 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Variasi 30%	93
Tabel 4.35 Hasil Analisis Regresi Linear Sederhana Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari	94
Tabel 4.36 Hasil Analisis Regresi Linear Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari	94
Tabel 4. 37 Analisis perhitungan modulus elastisitas variasi 0% GGBFS Sampel I	95
Tabel 4. 38 Analisis perhitungan modulus elastisitas variasi GGBFS sampel II	95
Tabel 4. 39 Analisis perhitungan modulus elastisitas beton 0% GGBFS sampel III	96
Tabel 4. 40 Analisis perhitungan modulus elastisitas beton 10% GGBFS sampel I	97
Tabel 4. 41 Analisis perhitunga modulus elastisitas beton 10% GGBFS sampel II	98
Tabel 4. 42 Analisis perhitungan modulus elastisitas beton 10% GGBFS sampel III	99
Tabel 4. 43 Analisis perhitungan modulus elastisitas beton 20% GGBFS sampel I	100



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 44 Analisis perhitungan modulus elastisitas beton 20% GGBFS sampel II	101
Tabel 4. 45 Analisis perhitungan Modulus Elastisitas beton 20% GGBFS Sampel III	102
Tabel 4. 46 Analisis perhitungan modulus elastisitas beton 30% GGBFS Sampel I	103
Tabel 4. 47 Analisis perhitungan modulus elastisitas 30% GGBFS sampel II.....	104
Tabel 4. 48 Analisis perhitungan modulus elastisitas 30% GGBFS sampel III	105
Tabel 4. 49 Perhitungan Modulus Elastisitas Steel Fiber Concrete dengan variasi GGBFS	107
Tabel 4. 50 Perhitungan Kuat Tarik lentur pada Steel Fiber Concrete	108
Tabel 4.51 Koefisien regresi linear kuat tarik lentur.....	109



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Slump-Flow Test	6
Gambar 2.2 Pengujian passing ability menggunakan L-box shape	6
Gambar 2.3 Alat untuk Pengujian V-funnel.....	7
Gambar 2.4 Sketsa pembebanan pengujian kuat tekan beton	21
Gambar 2.5 Sketsa Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	22
Gambar 2.6 Skema Pengujian Kust Tarik Lentur Beton.....	22
Gambar 2.7 Grafik Tegangan Regangan Beton	26
Gambar 3.1 Flowchart metode penelitian	40
Gambar 3.2 Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm).....	52
Gambar 3.3 Hubungan antara kuat tekan dan factor air semen (benda uji berbentuk kubus 150 x 150 x 150 mm).....	53
Gambar 3.4 Grafik persen pasir terhadap kadar total Agregat yang dianjurkan untuk ukuran maks. 20 mm.....	54
Gambar 3.5 Grafik Perkiraan Berat Beton Basah yang Telah Selesai Dipadatkan... 56	
Gambar 4.1 Grafik Gradasi Agregat Kasar.....	71
Gambar 4.2 Grafik Gradasi Agregat Halus.....	79
Gambar 4.3 Grafik Hasil Pengujian T50.....	82
Gambar 4.4 Grafik Hasil Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	86
Gambar 4.5 Grafik Hasil Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari	88
Gambar 4.6 Grafik Hasil Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	90
Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari	93
Gambar 4.8 Diagram Tegangan Regangan Beton 0% GGBFS Sampel I.....	95
Gambar 4.9 Diagram tegangan regangan beton 0% GGBFS Sampel II.....	96
Gambar 4.10 Diagram tegangan regangan beton 0% GGBFS sampel III	97
Gambar 4.11 Diagram tegangan regangan beton 10% GGBFS Sampel I	98
Gambar 4.12 Diagram tegangan regangan beton 10% GGBFS sampel II.....	99
Gambar 4.13 Diagram tegangan regangan beton 10% GGBFS sampel III	100
Gambar 4.14 Diagram tegangan regangan beton 20% GGBFS sampel I.....	101
Gambar 4.15 Diagram tegangan regangan beton 20% GGBFS Sampel II.....	102
Gambar 4.16 Diagram tegangan regangan beton 20% GGBFS Sampel III.....	103

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.17 Diagram tegangan regangan beton 30% GGBFS sampel I.....	104
Gambar 4. 18 Diagram tegangan regangan beton 30% GGBFS sampel II.....	105
Gambar 4. 19 Diagram tegangan regangan beton 30% GGBFS sampel II.....	106
Gambar 4.20 Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur	109



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pernyataan Calon Pembimbing.....	118
Lampiran 2 Lembar Pengesahan	121
Lampiran 3 Lembar Asistensi.....	123
Lampiran 4 Lembar Persetujuan Pembimbing.....	127
Lampiran 5 Lembar Kartu Kompensasi	130
Lampiran 6 Lembar Bebas Pinjaman Dan Urusan Administrasi	132
Lampiran 7 Proses Pengujian Agregat	134
Lampiran 8 Proses Mix Beton Dan Pengujian.....	136
Lampiran 9 Spesifikasi Produk	141



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia konstruksi, beton merupakan bahan yang umum digunakan karena kekuatannya yang tinggi dan kemampuannya untuk membentuk struktur yang kokoh. Namun, beton juga memiliki kelemahan yang perlu dipertimbangkan. Salah satu kelemahan utama beton adalah sifatnya yang getas, yang membuatnya rentan terhadap retakan dan penyusutan (Bahar et al., 2024). Sifat getas ini dapat menyebabkan kerusakan struktural pada bangunan dan infrastruktur, serta mempengaruhi keandalan dan keberlangsungan proyek konstruksi secara keseluruhan. Salah satu cara yang umum digunakan untuk mengatasi kelemahan tersebut adalah dengan menambahkan serat ke dalam campuran beton. Penambahan serat ke dalam beton dapat meningkatkan kekuatan tarik dan tahan terhadap retakan, serta mengurangi susut yang terjadi.

Salah satu serat yang biasa ditambahkan yaitu serat baja. Beton serat baja telah menjadi subjek penelitian dalam industri konstruksi karena kemampuannya untuk meningkatkan kekuatan, ketahanan terhadap retakan, dan daya tahan terhadap beban dinamis. Berdasarkan penelitian Pratama et al., (2021), pengaruh penambahan kawat bendrat meningkatkan kuat tekan pada variasi 0,5% sebesar 14,24 MPa dan menurut Miswar et al. (2023) penambahan kawat juga mempengaruhi peningkatan kuat tarik pada beton.

Pada masa ini, dibutuhkan beton yang mudah dalam pengerjaannya, memiliki kuat tekan yang tinggi, dan kemampuan ikatan yang baik. Sehingga beton SCC dapat masuk ke dalam indikator beton kinerja tinggi tersebut. Pada beton SCC, ukuran agregat yang digunakan lebih kecil dibandingkan dengan beton konvensional sehingga diperlukan penggunaan semen yang lebih banyak (Yanto Hermansah & Sihotang, 2019). Sedangkan, Semen Portland memiliki jejak karbon yang tinggi dalam proses produksinya (Karisma et al., 2023). Maka dari itu, diperlukan material pengganti sebagian dari bahan semen untuk menciptakan beton yang lebih ramah lingkungan. *Ground Granulated Blast Furnace Slag* (GGBFS) adalah limbah industri

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dari proses peleburan baja yang memiliki potensi untuk meningkatkan sifat-sifat beton. Dengan menggunakan GGBFS dalam beton, jumlah limbah industri yang berpotensi mencemari lingkungan dapat dikurangi. Penggunaan GGBFS dalam beton dapat mengurangi emisi karbon karena mengurangi kebutuhan akan semen Portland sebagai bahan utama dalam pembuatan beton. Hasil penelitian Arini et al. (2019), penggunaan GGBFS pada beton juga dapat meningkatkan kuat tekan beton.

Dari latar belakang diatas, perlu dilakukan penelitian tentang penggunaan GGBFS sebagai substitusi semen yang digunakan bersama-sama dengan serat kawat bendrat pada beton. Selain itu, perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan GGBFS terhadap kinerja mekanis beton dengan serat kawat.

1.2 Persamaan Masalah

1. Bagaimana sifat-sifat beton segar SCC serat kawat bendrat yang menggunakan GGBFS sebagai pengganti sebagian semen?
2. Bagaimana sifat-sifat mekanis beton SCC serat kawat bendrat yang menggunakan GGBFS sebagai pengganti semen?
3. Berapa komposisi GGBFS yang menghasilkan kinerja paling baik?
4. Bagaimana pengaruh GGBFS terhadap sifat beton segar dan sifat mekanis?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis sifat-sifat beton segar SCC serat kawat bendrat yang menggunakan GGBFS sebagai pengganti sebagian semen.
2. Menganalisis sifat-sifat mekanis beton SCC serat kawat bendrat yang menggunakan GGBFS sebagai pengganti semen.
3. Menganalisis komposisi GGBFS yang digunakan untuk menghasilkan kinerja beton yang paling baik.
4. Menganalisis pengaruh GGBFS terhadap sifat beton segar dan sifat mekanis.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi ilmu pengetahuan khususnya berupa rekomendasi perhitungan dan pengujian untuk penggunaan material GGBFS dalam pembuatan beton segar SCC *steel fiber concrete*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan praktis bagi industri konstruksi dalam memilih bahan tambah yang tepat untuk meningkatkan kualitas dan kinerja beton serat baja dalam aplikasi dunia nyata.

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian ini dilakukan pada Laboratorium Uji Bahan Teknik Sipil PNJ dan Laboratorium Teknologi Bahan PT. Nexco Indonesia.
2. Penelitian ini menggunakan variasi 0%, 10%, 20%, dan 30% GGBFS sebagai bahan pengganti sebagian semen pada beton SCC.
3. Pengujian semen tidak dilakukan karena semen yang digunakan dalam pengujian sudah sesuai dengan SNI.
4. Benda uji dari penelitian ini merupakan beton silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan diameter serat 1 mm, panjang 4 cm, dan rasio serat 40. Benda uji untuk kuat lentur menggunakan balok dengan ukuran 15 x 15 x 60 cm. Penambahan *superplasticizer* sebanyak 1% dari berat semen.
5. Pengujian dilakukan pada umur beton 7, 14, dan 28 hari untuk menguji kuat tekan.
6. Sifat-sifat mekanis beton yang diteliti terdiri dari kuat tekan, kuat tarik belah, kuat tarik lentur, modulus elastisitas, dan diagram tegangan regangan.
7. Sifat-sifat beton segar SCC yang diteliti terdiri dari *slump flow*, *slump flow* T50 dan *passing ability*.
8. Analisis pada penelitian ini menggunakan metode regresi linear sederhana dengan bantuan IBM SPSS.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini secara keseluruhan dibagi dalam beberapa BAB. Penulisan yang teratur dan sistematis, sehingga perlu dibuat sistematika penulisan skripsi sebagai berikut:

1. **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini membahas tentang gambaran umum mengenai latar belakang penelitian, persamaan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, serta sistematika penulisan laporan.

2. **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas tentang literatur mengenai, *Ground Granulated Blast Furnace Slag. Steel Fiber Concrete*, serta penelitian terdahulu yang sudah membahas topik yang akan penulis teliti.

3. **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas tentang alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian serta tahapan-tahapan dalam melakukan penelitian.

4. **BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas tentang data, mix design, dan hasil pengujian.

5. **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini membahas tentang kesimpulan yang diambil dari penelitian dan saran dari penulis.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian penggunaan *Ground Granulated Blast Furnace Slag* pada *steel fiber concrete*, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian beton segar untuk mendapatkan nilai *slumpflow* dan T50, didapatkan dari analisis hasil pengujian bahwa semakin tinggi kadar GGBFS yang diberikan maka semakin tinggi nilai *slumpflow* dan waktu untuk mencapai T50 semakin cepat. Hal ini juga berlaku untuk pengujian *passing ability*. Semakin variasi 30% GGBFS memiliki *passing ability* beton yang paling tinggi.
2. Hasil dari pengujian untuk sifat mekanis beton adalah sebagai berikut:
 - a. Kuat tekan beton yang paling tinggi pada umur 7 hari sebesar 48,56 MPa. dari benda uji yang tidak diberi bahan pengganti GGBFS. Sedangkan benda uji dengan penambahan variasi GGBFS yang menghasilkan kuat tekan yang paling tinggi sebesar 44,17 MPa pada variasi 20% GGBFS.
 - b. Kuat tekan beton yang paling tinggi pada umur 14 hari terdapat pada variasi 20% GGBFS. Sedangkan nilai kuat tekan yang paling rendah terdapat di variasi 10% GGBFS sebesar 48,94 MPa.
 - c. Kuat tekan beton yang paling tinggi pada umur 28 hari sebesar 60,65 MPa pada variasi 20% GGBFS. Sedangkan nilai kuat tekan terendah terdapat pada variasi 10% GGBFS yaitu senilai 54,63 MPa.
 - d. Kuat tarik belah beton pada umur 28 hari menghasilkan kekuatan tertinggi sebesar 3,47 MPa pada variasi 30% GGBFS.
 - e. Nilai modulus elastisitas yang paling tinggi terdapat pada variasi 0% dan untuk beton dengan tambahan variasi GGBFS menurun, dengan modulus elastisitas tertinggi pada beton dengan variasi 20%. Sehingga

dapat disimpulkan bahwa penambahan GGBFS pada *steel fiber concrete* menurunkan nilai modulus..

- f. Nilai kuat tarik lentur yang paling baik dari balok beton yang telah diuji sebesar 4,81 MPa dari benda uji dengan variasi 20% GGBFS.
3. Berdasarkan hasil dari pengujian kuat tekan di umur 7, 14 dan 28 hari dan kuat tarik lentur, maka komposisi GGBFS yang paling optimal untuk sifat mekanis beton berada pada GGBFS dengan variasi 20%.
4. Pengaruh penggunaan GGBFS pada *steel fiber concrete* didapat dari hasil uji regresi. Berdasarkan analisis dari SPSS, bahwa penggunaan GGBFS memengaruhi nilai *slumpflow*, *t50*, dan *passing ability* secara signifikan. Penggunaan GGBFS untuk *flowability* berpengaruh sebesar 99,5% dan berpengaruh sebesar 99,7% untuk *passing ability*-nya. Sedangkan GGBFS tidak berpengaruh signifikan untuk nilai kuat tekan beton, kuat tarik belah, modulus elastisitas, dan kuat tarik lentur.

5.2 Saran

Karena ditemukan masih ada beberapa kekurangan pada penelitian, maka disarankan untuk melakukan pengujian lebih lanjut, diantaranya:

1. Melakukan pengujian menggunakan *v-funnel* untuk beton segar untuk menganalisis *workability* untuk mengetahui seberapa baik campuran dari variasi GGBFS terhadap *steel fiber concrete*.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap modulus elastisitas dari variasi beton yang telah diuji dan variasi tambahan, untuk mengetahui seberapa besar variasi GGBFS yang digunakan untuk mencapai nilai modulus elastisitas yang sesuai dengan SNI.
3. Perlu dilakukan penelitian selanjutnya dengan variasi GGBFS yang lebih besar untuk mengetahui pada variasi berapa GGBFS pada *steel fiber concrete* yang memiliki pengaruh signifikan pada sifat mekanis beton.
4. Beton ini dapat diaplikasikan pada struktur yang tidak terlalu rentan terhadap deformasi seperti perkerasan jalan yang selaras dengan penelitian (Amalia & Riyadi, 2019).



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR PUSTAKA

- 22/SE/M/2015. (2021). *Pedoman Penggunaan Bahan Tambah Kimia (Chemical Admixture) dalam Beton*.
- Affandi, S., & Mahardana, B. (2023). Meningkatkan Kualitas Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Modifikasi Serat Baja. *JURNAL ILMIAH TEKNO GLOBAL*, 12(02), 95–100.
- Ahmad, J., Kontoleon, K. J., Majdi, A., Naqash, M. T., Deifalla, A. F., Ben Kahla, N., Isleem, H. F., & Qaidi, S. M. A. (2022). A Comprehensive Review on the Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBS) in Concrete Production. *Sustainability (Switzerland)*, 14(14). <https://doi.org/10.3390/su14148783>
- Al-Baijat, H., & Sarireh, M. (2019). The Use of Fine Blast Furnace Slag in Improvement of Properties of Concrete. *Open Journal of Civil Engineering*, 09(02), 95–105. <https://doi.org/10.4236/ojce.2019.92007>
- Amalia, A., & Riyadi, M. (2019). Kualitas Beton SCC dengan Substitusi Agregat Halus Tailing Tambang Emas Daerah Pongkor. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 25(1), 59. <https://doi.org/10.14710/mkts.v25i1.18500>
- Amalia, Setiawan, Y., Tiyani, L., & Murdiyoto, A. (2023). Effect of Rice Husk Ash and Steel Fibers on Self-Compacting Concrete Properties. *International Journal of GEOMATE*, 25(108), 130–137. <https://doi.org/10.21660/2023.108.3677>
- Antonius, A. (2016). *PERKEMBANGAN BETON MUTU TINGGI DAN IMPLIKASINYA DALAM DESAIN ELEMEN STRUKTUR (Pidato Ilmiah Guru Besar Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung)*.
- Apriliani, S. (2018). Pengaruh Pengujian Kuat Tekan Beton Memadat Mandiri Terhadap Superplasticizer. *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, 6, 5–17.
- Arini, R. N., Warastuti, N., & Darmawan, M. W. K. (2019). Analisis Kuat Tekan dengan Aplikasi Ground Granulated Blast Furnace Slag Sebagai Pengganti Sebagian Semen pada Campuran Beton. *Jurnal Konstruksia*, 10(2), 89–94.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). SNI 1969:2016 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 20. <https://pu.go.id/pustaka/biblio/sni-1969-2016-metode-uji-berat-jenis-dan->

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

penyerapan-air-agregat-kasar/KB19B

- Bahar, S. B., Sayfullah, M., Kundrad, H., & Rika. (2024). Eksperimental Uji Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Agregat Kasar Pecahan Bata Merah dan Batako Sebagai Bahan Pengganti. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8 (1), 5439–5453.
- Condruz, M. R., Voicu, L. R., Puscasu, C., Vintila, I. S., Sima, M., Deaconu, M., & Dragasanu, L. (2018). *Composite material designs for lightweight space packaging structures*. 10(1), 13–25. <https://doi.org/10.13111/2066-8201.2018.10.1.3>
- Hadi, S. (2022). PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KAWAT TERHADAP KUAT TEKAN BETON. *Open Journal Systems*, 17, 1–6. ilide.info-sni-9024-2021-cara-uji-slump-flow-pada-beton-memadat-semdiri-pr_f16051b3a4f2fdd26d4add2778b3c612.pdf. (n.d.).
- Kamal, M., Wibowo, W., & Safitri, E. (2022). Kajian Kuat Kejut dan Keuletan Pada Beton Mutu Tinggi Memadat Mandiri Menggunakan Bahan Tambah Metakaolin dengan Variasi Perbandingan Alkali Aktivator. *Matriks Teknik Sipil*, 10(1), 69. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v10i1.55561>
- Karisma, D. A., Nursandah, F., & Rahmawaty, F. (2023). Life Cycle Assessment (LCA) Paving Block Tanpa Semen Menggunakan Limbah Botol Plastik. *Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan Dan Industri, Warlani 2019*, 185–189.
- McCormac. (2018). Modulus Elastisitas Beton Geopolymer Berbasis Fly Ash Dari Pltu Amurang. *Jurnal Sipil Statik*, 6(7), 3–10.
- Miswar, K., Iman, R. D., & Yusmananda, R. (2023). *Jurnal Rekayasa Teknik dan Teknologi Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Pada Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Belah Effect of Addition of Bendrat Wire Fibers in Concrete on Compressive Strength and Splitting Strength*. 7(1), 12–17.
- Naibaho, P. R. T. (2018). *Panjang Penyaluran*.
- Nana Patria, A. S., Putra Pranida, P. S., & Prasetya, G. E. (2023). Analisa Perbandingan Penggunaan Beton Self Compacting Concrete (SCC) Dengan Beton Konvensional Pada Struktur Beton Bertulang. *Jurnal Teknik Sipil*, 16(1), 55–63. <https://doi.org/10.56444/jts.v16i1.831>
- Nehemia Situmorang, R., & Saelan, P. (2021). Aplikasi Modified Method SNI 03-2834-2000 pada Campuran Self Compacting Concrete. *Jurnal Teknik Sipil*,



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- 7(Hal), 142–153. <https://doi.org/10.26760/rekaracana>
- Niken, C. (2022). *Mechanical Properties of Plastic , Steel , Organic Fibre Concrete : 14(4)*. <https://doi.org/10.7176/CER/14-4-04>
- Passa, R. M. J., & Safitri, D. (2021). Waktu Pengikat Semen Portland (Konsistensi Normal) dengan Alat Vicat. *Ilmu Teknik, 1(3)*, 1–13.
- Pratama, L. A., Rifqi, A. H., & Riyadi, M. (2021). Kinerja Serat Kawat Bendrat Sebagai Bahan Tambah Beton Fas 0.4. *Construction and Material Journal, 3(1)*, 33–40. <https://doi.org/10.32722/cmj.v3i1.3744>
- Putra Miranda, A., Noorhidana Agustriana, V., & Isneini, M. (2020). Pengaruh Penambahan Serat Baja Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang pada Beton Mutu Normal. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain, 8(3)*, 1–14.
- Rahamudin, R. H., Manalip, H., & Mondoringin, M. (2016). Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar (Batu Apung) Dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Sipil Statik, 4(3)*, 225–231.
- Regar, Renaldo Glantino Sumajouw, M. D. J., & Dapas, S. O. (2014). Nilai Kuat Tarik Belah Beton Dengan Variasi Ukuran Dimensi Benda Uji. *Jurnal Sipil Statik, 2(5)*, 269–276.
- Sai Kumar Vindula. (2019). Ground granulated blast furnace slag to control alkali induced swell in kaolinitic soils. *International Journal of Geotechnical Engineering, 13*, 2019.
- Salassa, V. V., Handono, B. D., & Windah, R. S. (2019). Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Tras Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus. *Jurnal Sipil Statik, 7(12)*, 1711–1718.
- Sitanggang, R., Hutabarat, N. S., & Ginting, R. (2022). PENGGUNAAN SUPERPLASTICIZER PADA BETON MUTU F'c 25 MPa. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 11(2)*, 202. <https://doi.org/10.46930/tekniksipil.v11i2.2707>
- Sitohang, O. Z., Suryana, S., Listianingrum, E., & Marbelia, L. (2023). Efisiensi air di gas conditioning tower untuk mengurangi kadar SO2 pada emisi industri semen. *Jurnal Rekayasa Proses, 17*, 92–98. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.78193>
- SNI 03-4804-1998. (1998). SNI 03-4804-1998 Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–6.
- Subarkah, M. G., Sjah, J., & Maknun, I. J. (2020). Effects of Ground Granulated Blast Furnace Slag and Recycled Coarse Aggregates in Compressive Strength of



Concrete. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 498(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/498/1/012045>

Susilowati, A., Pratikto, P., Praditya, D. Y., & Wijayanto, K. (2020). Kuat Tekan Self Compacting Concrete Menggunakan Ground Granulated Blast Furnace Slag. *PROKONS Jurusan Teknik Sipil*, 13(2), 111.
<https://doi.org/10.33795/prokons.v13i2.195>

Syahrul, S.-. (2023). Efektifitas Penambahan Semen Pada Stabilitas Tanah Lokal Samarinda. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 71–80.
<https://doi.org/10.35334/be.v1i1.2659>

VG Bunyamin. (2022). *Metode Pelaksanaan pada Proyek Bangunan Gedung (Studi Kasus : Gedung BRI Rasuna Said)*.

Wulandari, A. I., Alamsyah, & Agusty, C. L. (2021). Analisis Tegangan Regangan Pada Pelat Deck Dan Bottom Kapal Ferry Ro-Ro Menggunakan Finite Element Method. *Wave: Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim*, 15(1), 45–52.
<https://doi.org/10.29122/jurnalwave.v15i1.4782>

Yadav, T. (2019). Analysis of Effect of Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS) on the Mechanical Properties of Concrete using Destructive and Non-destructive Tests. *Journal of Mechanics of Continua and Mathematical Sciences*, 14(1), 78–90. <https://doi.org/10.26782/jmcmcs.2019.02.00006>

Yanto Hermansah, F., & Sihotang, A. (2019). RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil ©Jurusan Teknik Sipil Itenas | No Studi Mengenai Pengaruh Ukuran Maksimum Agregat Kasar pada Campuran Beton Memadat Mandiri (SCC). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 5(1), 62–73. <https://www.concretedecor.net>

Yogaswara, D., & Muhamad, V. (2023). Analisis Uji Lentur Beton SCC Dengan Menggunakan Pasir Cilopang. *Ocean Engineering: Jurnal ...*, 2(3).
<https://journal.unimar-amni.ac.id/index.php/ocean/article/view/1156%0Ahttps://journal.unimar-amni.ac.id/index.php/ocean/article/download/1156/911>

Zuraidah, S., Antow, A., Sujatmiko, B., & Hastono, B. (2023). Pengaruh Penambahan Fiber Paku Terhadap Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 5, 119–126.
<https://doi.org/10.26740/proteksi.v5n2.p119-126>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

