

No. 28/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2024

SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN *MACRO FIBER* PP54+ DAN
HYPERPLASTICIZER TERHADAP KARAKTERISTIK BETON FC' 35
DENGAN PEREKAT HIDROLIS PCC**



Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan program D-IV

Politeknik Negeri Jakarta

Disusun Oleh :

Rafli Yusuf Nugraha

NIM 2001421048

Pembimbing :

Nunung Martina, S.T., M.Si.

NIP. 196703081990032001

Yanuar Setiawan, S.T., M.T.

NIP. 199001012019031015

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG
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 PENAMBAHAN *MACRO FIBER* PP54+ DAN
HYPERPLASTICIZER TERHADAP KARAKTERISTIK BETON FC' 35
DENGAN PEREKAT HIDROLIS PCC**

yang disusun oleh **Rafli Yusuf Nugraha (2001421048)**

telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam

Sidang Skripsi Tahap 2

Pembimbing 1

Nunung Martina, S.T., M.Si.

NIP 196703081990032001

Pembimbing 2

Yanuar Setiawan, S.T., M.T.

NIP 199001012019031015



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

Skripsi berjudul :

**PENGARUH PENAMBAHAN *MACRO FIBER PP54+* DAN
HYPERPLASTICIZER TERHADAP KARAKTERISTIK BETON FC' 35
DENGAN PEREKAT HIDROLIS PCC**

yang disusun oleh **Raffi Yusuf Nugraha (2001421048)** telah dipertahankan dalam **Sidang Skripsi** di depan Tim Penguji pada hari Selasa tanggal 06 Agustus 2024

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Agus Murdiyoto R., Drs., S.T., M.Si. NIP 195908191986031002	
Anggota	Lilis Triyani, S.T., M.Eng. NIP 199504132020122015	
Anggota	Anni Susilowati, S.T., M.Eng. NIP 196506131990032002	

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta



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

NIP 197407061999032001



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Rafli Yusuf Nugraha

NIM : 20014121048

Program Studi : D4-Teknik Konstruksi Gedung

Alamat Email : rafli.yusufnugraha.ts20@mhs.w.pnj.ac.id

Judul Naskah : Pengaruh Penambahan *Macro Fiber Pp54+* dan *Hyperplasticizer* Terhadap Karakteristik Beton $F_c' 35$ Dengan Perikat Hidrolis PCC

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 dilakukan 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.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 26 Agustus 2024
Yang menyatakan,

Rafli Yusuf Nugraha

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



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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul "Pengaruh Penambahan *Macro Fiber PP54+* dan *Hyperplasticizer* Terhadap Karakteristik Beton Fc' 35 Dengan Perekat Hidrolis PCC." Penyusunan Tugas Akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan dari Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menghadapi berbagai tantangan. Namun, berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan tepat waktu. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan dan motivasi tiada henti. Pengorbanan, dukungan, dan doa mereka menjadi dorongan utama bagi penulis dalam menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
2. Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., MM., M.Ars., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil PNJ yang telah memberikan banyak kemudahan bagi penulis.
3. Ibu Nunung Martina, S.T., M.Si. selaku dosen pembimbing 1 yang selalu membantu dengan membimbing, mengarahkan, dan mendukung penulis hingga skripsi ini terselesaikan.
4. Bapak Yanuar Setiawan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang juga senantiasa memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan kepada penulis.
5. Bapak dan Ibu dosen Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta yang telah berbagi ilmu selama masa perkuliahan.
6. Teman-teman seperjuangan mahasiswa/i GEDUS angkatan 2020 yang membantu penulis dalam kehidupan perkuliahan.
7. Teman-teman yang telah membantu penulis di laboratorium selama penelitian skripsi ini berlangsung.



© 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

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan penelitian ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Depok, Agustus 2024

Rafli Yusuf Nugraha





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 ISI

COVER.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Beton Normal	5
2.2 Beton Serat.....	5
2.3 Emisi CO ₂ dari Produksi Beton.....	5
2.4 Bahan Penyusu Beton.....	5
2.4.1 Semen Portland	5
2.4.2 <i>Ordinary Portland Cement (OPC)</i>	6
2.4.3 <i>Portland Composite Cement (PCC)</i>	6
2.4.4 Agregat.....	7
2.4.5 Air	7
2.5 <i>Macro Synthetic Fiber</i>	8
2.6 <i>Hyperplasticizer</i>	9
2.7 Penelitian Terdahulu.....	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	12
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	12



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 kritis 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

3.2	Peralatan dan Bahan Penelitian	12
3.2.1	Peralatan Penelitian.....	12
3.2.2	Bahan Penelitian.....	15
3.3	Rancangan Penelitian	15
3.4	Tahapan Penelitian	16
3.4.1	Tahap Persiapan Penelitian	17
3.4.2	Tahapan Pangujian Bahan.....	17
3.4.3	Perencanaan Campuran (Mix Desing)	27
3.4.4	Pengujian Beton Segar	27
3.4.5	Tahap Pembuatan Benda Uji.....	29
3.4.6	Tahap Pengujian Benda Uji	30
3.5	Metode Analisis Data	34
3.6	Diagram Alir.....	35
3.7	Luaran.....	36
BAB IV DATA DAN ANALISIS		37
4.1.	Data dan Analisis Pengujian Bahan Penyusun Beton	37
4.1.1	Data dan Analisis Pengujian Berat Jenis Semen Portland	37
4.1.2	Data dan Analisis Pengujian Agregat Halus	37
4.1.2	Data dan Analisis Pengujian Agregat Kasar	42
4.2.	Rancangan Campuran (<i>Mix Design</i>)	47
4.2.1	Pemilihan Nilai <i>Slump</i>	48
4.2.2	Memilih Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum	48
4.2.3	Meperkirakan Air Pencampur Dan Kandungan Udara	48
4.2.4	Memilih Rasio Air-Semen Atau Rasio Air-Bahan Bersifat Semen.....	49
4.2.5	Menghitung Perkiraan Kadar Semen	50
4.2.6	Menghitungan Perkiraan Kadar Agregat Kasar	50
4.2.7	Memperkirakan Kadar Agregat Halus	51
4.2.8	Koreksi Terhadap Kandungan Air	51
4.2.9	Jumlah Campuran Untuk Benda Uji	52
4.3.	Pengujian Beton Segar	53
4.3.1	Pengujian Slump	53
4.3.2	Pengujian Berat Isi	55
4.3.3	Pengujian Waktu Ikat.....	56
4.4.	Pengujian Beton Keras	59
4.4.1	Pengujian Kuat Tekan 1 Hari.....	59



© 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 mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.4.2	Pengujian Kuat Tekan 7 Hari.....	61
4.4.3	Pengujian Kuat Tekan 14 Hari.....	63
4.4.4	Pengujian Kuat Tekan 28 Hari.....	66
4.4.5	Pengujian Kuat Tarik Belah.....	68
4.4.6	Pengujian Kuat Lentur.....	70
4.4.7	Pengujian Modulus Elastisitas.....	72
4.5.	Analisis Data Perbandingan.....	74
4.5.1.	Perbandingan Nilai Kuat Tekan.....	74
4.5.2.	Perbandingan Nilai Kuat Tarik Belah.....	77
4.5.3.	Perbandingan Nilai Kuat Lentur.....	77
4.5.4.	Perbandingan Modulus Elastisitas.....	78
BAB V	PENUTUP.....	79
5.1.	Kesimpulan.....	79
5.2.	Saran.....	80
DAFTAR	PUSTAKA.....	81

**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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Garis - garis Perletakkan dan Pembebanan	33
Gambar 3. 2 <i>Diagram Alir</i>	35
Gambar 4. 1 Grafik Batas Gradasi Pasir	41
Gambar 4. 2 Grafik Batas Gradasi Kerikil.....	46
Gambar 4. 3 Grafik Nilai Slump	53
Gambar 4. 4 Grafik Nilai Pengujian Bobot Isi.....	55
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Pengujian Waktu Ikat Beton Segar	58
Gambar 4. 6 Grafik Nilai Kuat Tekan Umur 1 Hari	60
Gambar 4. 7 Grafik Nilai Kuat Tekan Umur 7 Hari	62
Gambar 4. 8 Grafik Nilai Kuat Tekan Umur 14 Hari	64
Gambar 4. 9 Grafik Nilai Kuat Tekan Umur 28 Hari	67
Gambar 4. 10 Grafik Nilai Kuat Tarik Belah Umur 28 Hari	69
Gambar 4. 11 Grafik Nilai Kuat Lentur Umur 28 Hari.....	71
Gambar 4. 12 Grafik Nilai Modulus Elastisitas	73
Gambar 4. 13 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Antara Beton OPC dengan Beton PCC Normal.....	75
Gambar 4. 14 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Antara Beton PCC Normal dengan Beton PCC Variasi	75
Gambar 4. 15 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Antara Beton OPC dengan Beton PCC Variasi.....	76
Gambar 4. 16 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tarik Belah.....	77
Gambar 4. 17 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Lentur	77
Gambar 4. 18 Grafik Perbandingan Nilai Modulus Elastisitas	78

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Kratos Macro PP 54+	8
Tabel 3. 1 Jumlah benda uji silinder	15
Tabel 3. 2 Jumlah benda uji balok	16
Tabel 4. 1 Data Pengujian Berat Jenis Semen OPC	37
Tabel 4. 2 Data Pengujian Berat Jenis Semen PCC	37
Tabel 4. 3 Data Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	37
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	38
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Bobot Isi Lepas Agregat Halus	39
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian Bobot Isi Padat Agregat Halus	39
Tabel 4. 7 Data Hasil Pengujian Analisa Ayak	40
Tabel 4. 8 Data Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	41
Tabel 4. 9 Data Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus	42
Tabel 4. 10 Data Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	42
Tabel 4. 11 Hasil Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar	44
Tabel 4. 12 Data Hasil Pengujian Bobot Isi Lepas Agregat Kasar	44
Tabel 4. 13 Data Hasil Pengujian Bobot Isi Padat Agregat Kasar	45
Tabel 4. 14 Data Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar	45
Tabel 4. 15 Data Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	46
Tabel 4. 16 Data Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	47
Tabel 4. 17 Data Hasil Pengujian Bahan	47
Tabel 4. 18 Nilai Slump Yang Dianjurkan Untuk Berbagai Pekerjaan Konstruksi	48
Tabel 4. 19 Perkiraan kebutuhan air pencampur dan kadar udara untuk berbagai slump	48
Tabel 4. 20 Hubungan Antara Rasio Air-Semen (W/C) Dan Kekuatan Beton	49
Tabel 4. 21 Volume Agregat Kasar Per Satuan Volume Beton	50
Tabel 4. 22 Perkiraan Awal Berat Beton Segar	51
Tabel 4. 23 Berat Campuran 1 m ³ Beton Atas Dasar Massa (berat)	51
Tabel 4. 24 Berat Campuran Beton 1 m ³ Setelah Koreksi	52
Tabel 4. 25 Rekapitulasi Kebutuhan Bahan Untuk Setiap Variasi	53
Tabel 4. 26 Data Hasil Pungujian Slump	53
Tabel 4. 27 Coefficients Uji <i>Slump</i>	54
Tabel 4. 28 Model Summary Uji <i>Slump</i>	54
Tabel 4. 29 Data Hasil Pengujian Bobot Isi	55
Tabel 4. 30 Coefficients Berat Isi Beton Segar	55
Tabel 4. 31 Model Summary Berat Isi Beton Segar	56
Tabel 4. 32 Data Hasil Pengujian Waktu Ikat Beton Segar	56
Tabel 4. 33 Coefficients Waktu Ikat Awal Beton	58
Tabel 4. 34 Model Summary Waktu Ikat Awal Beton	59
Tabel 4. 35 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 1 Hari	59
Tabel 4. 36 Coefficients Pengujian Kuat Tekan Umur 1 hari	60
Tabel 4. 37 Model Summary Pengujian Kuat Tekan Umur 1 hari	61
Tabel 4. 38 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari	61
Tabel 4. 39 Coefficients Pengujian Kuat Tekan Umur 7 hari	62
Tabel 4. 40 Model Summary Pengujian Kuat Tekan Umur 7 hari	63
Tabel 4. 41 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 14 Hari	63

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 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 mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 42 Coefficients Pengujian Kuat Tekan Umur 14 hari.....	65
Tabel 4. 43 Model Summary Pengujian Kuat Tekan Umur 14 hari	65
Tabel 4. 44 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 28 Hari	66
Tabel 4. 45 Coefficients Pengujian Kuat Tekan Umur 28 hari.....	67
Tabel 4. 46 Model Summary Pengujian Kuat Tekan Umur 28 hari	68
Tabel 4. 47 Data Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Umur 28 Hari	68
Tabel 4. 48 Coefficients Pengujian Kuat Tarik Belah Umur 28 hari.....	69
Tabel 4. 49 Model Summary Pengujian Kuat Tekan Umur 28 hari	70
Tabel 4. 50 Data Hasil Pengujian Kuat Lentur Umur 28 Hari.....	70
Tabel 4. 51 Coefficients Pengujian Kuat Lentur Umur 28 hari	71
Tabel 4. 52 Model Summary Pengujian Kuat Lentur Umur 28 hari.....	72
Tabel 4. 53 Data Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas.....	72
Tabel 4. 54 Coefficients Pengujian Modulus Elastisitas Umur 28 hari	73
Tabel 4. 55 Model Summary Pengujian Kuat Lentur Umur 28 hari.....	74





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 mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 DOKUMENTASI	84
LAMPIRAN 2 DATA HASIL PENGUJIAN.....	88
LAMPIRAN 3 PERNYATAAN CALON PEMBIMBING	93
LAMPIRAN 4 LEMBAR PENGESAHAN	96
LAMPIRAN 5 LEMBAR ASISTENSI	98
LAMPIRAN 6 LEMBAR ASISTENSI PENGUJI.....	103
LAMPIRAN 7 LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	110
LAMPIRAN 8 LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI	113
LAMPIRAN 9 KARTU KOMPENSASI	117
LAMPIRAN 10 LEMBAR BEBAS PINJAMAN DAN URUSAN ADMINISTRASI.....	119





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 kritis 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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton adalah bahan utama dalam struktur di Indonesia. Karena tingginya kebutuhan konsumen, beton sangat penting untuk konstruksi, baik struktur maupun infastruktur. Beton memiliki banyak kelebihan, termasuk kuat tekannya yang tinggi, mudah dirawat, dan tahan terhadap cuaca.(Wardhana et al., 2023) Dalam pembuatan beton, material yang digunakan meliputi agregat halus, agregat kasar, serta pengikat berupa air dan semen. Namun, dalam proses produksinya, semen mengeluarkan gas CO₂ yang berkontribusi terhadap efek rumah kaca.(Indrayani et al., 2022)

Seiring dengan pesatnya pembangunan yang menggunakan semen, penggunaan semen portland semakin meningkat dan banyak. Produksi beton di seluruh dunia diproyeksikan meningkat hingga 23% pada tahun 2050 karena peran pentingnya dalam emisi gas rumah kaca. Produksi satu ton semen Portland melepaskan 0,86 ton CO₂ ke atmosfer, dengan 40% dari emisi ini disebabkan oleh pembakaran bahan bakar fosil dan 60% disebabkan oleh kalsinasi batu kapur untuk menghasilkan kalsium oksalat.(Putra et al., 2023)

Menurut (Yanita, 2020), Semen Portland Komposit (PCC) dikembangkan sebagai solusi ramah lingkungan dan hemat biaya untuk konstruksi, khususnya di lingkungan dengan tingkat sulfat tinggi. Selain itu semen PCC mengurangi penggunaan bahan bakar hingga 20% melalui substitusi klinker dengan material komposit yang dapat mengurangi emisi gas CO₂.

Salah satu inovasi untuk meningkatkan kekuatan beton adalah dengan menambahkan serat sintetis ke dalam campuran beton. Penambahan serat ini secara efektif meningkatkan kuat tarik beton karena serat membantu mencegah terjadinya keretakan. *Macro synthetic fiber* adalah jenis serat sintetis yang dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan beton.

Menambahkan serat pada beton dapat meningkatkan kemudahan pengerjaan dan mempersulit terjadinya segregasi. Hal ini dikarenakan air yang tertahan di sekitar permukaan serat sehingga mengurangi kemampuan kerja beton dan mengurangi nilai *slump*.(Insani, 2023) Untuk menghindari permasalahan tersebut, maka digunakan bahan tambah berupa *hyperplasticizer*.



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

Dalam penelitian ini, bahan tambahan yang digunakan adalah *macro fiber* dan *hyperplasticizer* dengan perekat hidrolis PCC sebagai pengganti OPC. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penambahan *macro fiber* dan *hyperplasticizer* terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur, dan modulus elastisitas beton. Variasi penambahan *macro fiber* yang digunakan adalah 3 kg/m³, 5 kg/m³, dan 7 kg/m³, dengan *hyperplasticizer* sebesar 1% dari berat semen untuk semua variasi. Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan dan referensi untuk mengembangkan karakteristik beton yang lebih efektif, terutama dari segi sifat mekaniknya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik beton $fc' 35$ dengan menggunakan OPC.
2. Bagaimana karakteristik beton $fc' 35$ dengan menggunakan PCC.
3. Bagaimana pengaruh penggunaan bahan tambah *macro fiber* dan *hyperplasticizer* dengan perekat hidrolis PCC terhadap karakteristik beton $fc' 35$.
4. Bagaimana perbandingan karakteristik beton $fc' 35$ menggunakan PCC dan penambahan bahan tambah *macro fiber* dan *hyperplasticizer* dengan beton menggunakan OPC.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan karakteristik beton $fc' 35$ dengan menggunakan semen OPC.
2. Mendapatkan karakteristik beton $fc' 35$ dengan menggunakan semen PCC.
3. Analisis pengaruh penggunaan bahan tambah *macro fiber* dan *hyperplasticizer* dengan perekat hidrolis PCC terhadap karakteristik beton $fc' 35$.
4. Mendapatkan perbandingan karakteristik beton $fc' 35$ menggunakan PCC dan penambahan bahan tambah *macro fiber* dan *hyperplasticizer* dengan beton menggunakan OPC.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini perlu didefinisikan permasalahan secara jelas agar penelitian dapat lebih terarah. Batasan masalahnya adalah:



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

1. Pada penelitian ini digunakan mutu beton $f_c' 35$ MPa.
2. Pembuatan benda uji beton silinder berukuran tinggi 30 cm dengan diameter 15 cm.
3. Pembuatan benda uji beton silinder berukuran tinggi 20 cm dengan diameter 10 cm.
4. Pembuatan benda uji beton balok berukuran 10 x 10 x 50 cm.
5. Standar perhitungan yang digunakan dalam mix design adalah SNI – 7656 – 2012 tentang “Tata cara pemilihan campuran beton normal, beton berat, dan beton massal”.
6. Nilai slump yang direncanakan pada penelitian ini bernilai 75 – 100 mm.
7. Agregat kasar yang digunakan maksimum 19 mm.
8. Pengujian dilakukan pada saat benda uji berumur 1, 7, 14, dan 28 hari.
9. Bahan *macro fiber* yang digunakan pada penelitian ini merupakan produk dari Kordsa dengan merek Kratos. Tipe produk yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Kratos Macro PP 54+*.
10. Bahan *hyperplasticizer* yang digunakan pada penelitian ini merupakan produk dari PT. Devian Jaya Sentosa (Devchem). Tipe produk yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Devcon P780*.
11. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Ordinary Portland Cement (OPC)* dan *Portland Composite Cement (PCC)*.
12. Pengujian beton yang dilakukan meliputi :
 - Uji kuat tekan
 - Uji kuat tarik belah
 - Uji kuat lentur
 - Modulus Elastisitas

1.5 Sistematika Penulisan

Penelitian ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

1. BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

2. BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memberikan gambaran mengenai teori-teori yang relevan dengan penelitian yang dilakukan. Penelitian terdahulu mengenai pengaruh penggunaan



macro fiber dan *hyperplasticizer* terhadap karakteristik beton $f_c'35$, serta emisi CO₂ dari pembuatan beton dan upaya pengurangannya.

3. BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang jenis dan sumber penelitian, bahan dan material yang digunakan, metode perancangan campuran beton, proses pembuatan dan pengujian beton, serta metode analisis data.

4. BAB IV. HASIL DAN ANALISIS

Bab ini menyajikan hasil pengujian beton seperti kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur, dan modulus elastisitas. Hasil tersebut kemudian dianalisis untuk mengetahui pengaruh penggunaan *macro fiber* dan *hyperplasticizer* terhadap karakteristik beton $f_c'35$, serta untuk menentukan proporsi yang optimal.

5. BAB V. PENUTUP

Bab ini menyajikan kesimpulan penelitian berdasarkan temuan dan analisis hasil penelitian. Selain itu, bab ini juga memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

- 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 mengummikan 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

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Hasil kuat tekan beton OPC didapatkan sebesar 35,07 MPa. Hasil kuat tarik belah OPC didapatkan sebesar 3,699 MPa. Hasil kuat lentur didapatkan sebesar 5,407 MPa. Beton OPC memiliki hasil modulus elastisitas sebesar 22.097,46 MPa.
2. Hasil kuat tekan beton PCC tanpa bahan tambah sebesar 33,53 MPa. Hasil kuat tarik belah beton PCC tanpa bahan tambah sebesar 3,59 MPa. Hasil kuat lentur beton PCC tanpa bahan tambah sebesar 4,45 MPa. Beton PCC tanpa bahan tambah memiliki Hasil modulus elastisitas sebesar 18.454,68 MPa.
3. Hasil analisis regresi linier menunjukkan bahwa penambahan *macro fiber* dan *hyperplasticizer* pada beton PCC memiliki pengaruh yang tidak signifikan terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur, dan modulus elastisitas dikarenakan, nilai signifikansi yang didapat lebih dari ($>$) 0,05. Namun, pada umur beton 28 hari penambahan *macro fiber* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan beton karena, nilai signifikansi yang didapat kurang dari ($<$) 0,05. Tetapi, pengaruh *hyperplasticizer* terhadap kuat tekan beton pada umur 28 hari tidak signifikan dikarenakan, nilai signifikansi yang didapat lebih dari ($>$) 0,05.
4. Beton OPC memiliki hasil kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur yang lebih tinggi dibandingkan beton PCC tanpa bahan tambahan pada semua umur uji. Pada umur beton 28 hari, kuat tekan beton OPC mencapai 35,07 Mpa sementara beton PCC tanpa bahan tambahan hanya mencapai 33,53 MPa. Namun, penambahan 7 kg/m³ *macro fiber* dan 1% *hyperplasticizer* pada beton PCC meningkatkan kuat tekan menjadi 35,13 MPa, yang mana hasil tersebut melebihi hasil kuat tekan beton OPC. Penambahan *macro fiber* dan *hyperplasticizer* juga meningkatkan kuat tarik belah dan kuat lentur beton PCC, dengan variasi 7 kg/m³ memberikan hasil yang paling optimal. Secara keseluruhan, penambahan *macro fiber* dan *hyperplasticizer* meningkatkan modulus elastisitas dan performa beton PCC, menjadikannya lebih unggul daripada beton PCC tanpa bahan tambahan dan bahkan melebihi beberapa sifat beton OPC.



© 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

5.2.Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan melakukan penelitian kembali dengan dosis dan jenis *macro fiber* sebagai bahan tambah beton yang berbeda untuk mendapatkan nilai yang lebih optimal.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan melakukan penelitian kembali dengan dosis dan jenis *hyperplasticizer* sebagai bahan tambah beton yang berbeda untuk mendapatkan nilai yang lebih optimal.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan jumlah variasi yang diuji, agar mendapatkan nilai pembanding untuk mendapatkan nilai yang lebih optimal.





DAFTAR PUSTAKA

- ACI-544. (1986). *27-ACI-5441r-82*.
- Adam, T. V. (2023). *T e k n o. Pengaruh Pemanfaatan Hyperplasticizer LSC310 Terhadap Kuat Tekan Beton*, 21(86).
- Al Faritzie, H., Fuad, I. S., & Akbar, I. (2023). Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Serta Super Plasticizer Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton. *Jurnal Deformasi*, 8(1), 38–44. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v8i1.11576>
- Amalia, Martina, N., & Riyadi, M. (2021). *Material Bangunan*.
- Arman, A., Sanjaya, F., & Wardi, S. (2023). Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton Normal. *Jurnal Teknologi Dan Vokasi*, 1(1), 21–30. <https://doi.org/10.21063/jtv.2023.1.1.4>
- Dzikri, M., & Firmansyah, M. (2018). Pengaruh Penambahan Superplasticizer Pada Beton Dengan Limbah Tembaga (Copper Slag) Terhadap Kuat Tekan Beton Sesuai Umurnya. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 1–9.
- Fadhlorrohman, I. (2022). Tugas Akhir Tugas Akhir. *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201*, 2(1), 41–49.
- Faqihuddin, A., Hermansyah, H., & Kurniati, E. (2021). Tinjauan Campuran Beton Normal dengan Penggunaan Superplasticizer Sebagai Bahan Pengganti Air Sebesar 0%; 0,3%; 0,5% Dan 0,7% Berdasarkan Berat Semen. *Journal of Civil Engineering and Planning*, 2(1), 34–45. <https://doi.org/10.37253/jcep.v2i1.4389>
- Indrayani, I., Tilik, L. F., Suhirkam, D., Suhadi, S., Wardana, M. P., & Milawati, I. (2022). Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Terhadap Kuat Lentur Beton Geopolimer. *Bentang : Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 10(1), 69–76. <https://doi.org/10.33558/bentang.v10i1.2941>
- Insani, F. I. (2023). *PENGARUH PENAMBAHAN SIKAFIBER PPM-12 KEKUATAN BETON (THE IMPACT OF ADDING SIKAFIBER PPM-12 AND VISCOCRETE 3115 N ON THE CONCRETE STRENGTH)* Fahrur Ihza Insani *TUGAS AKHIR PENGARUH PENAMBAHAN SIKAFIBER PPM-12 DAN VISCOCRETE 3115 N TERHADAP KEKUATAN BETON*.
- KratosPP-54+. (2021). *Kratos Macro PP 54 + Kratos Macro PP 54 +*.
- KURNIAWAN, D. (2021). Analisis Beton Serat Dengan Kawat Bendrat Dan Substitusi Agregat Kasar Dengan Limbah Plastik. *Ensiklopedia of Journal*, 3(2), 1–9. <http://jurnal.ensiklopediaaku.org>
- Layang, S., & Perkasa, P. (2021). *Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Normal yang Menggunakan Agregat Kasar Gabungan*. 7(1), 23–29.
- PBI. (1971). *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*. Jakarta: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, 7, 130.
- Pujianto, A., Faizah, R., Wijaya, D. A., Abdurazak, J., Prayuda, H., & Wijaya, H. (2021). Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton Serat Menggunakan Agregat Ringan. *Semesta Teknika*, 24(1), 1–9. <https://doi.org/10.18196/st.v24i1.12084>

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



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

- Putra, A. Y., Rochman, T., & Arystianto, D. P. (2023). *Beton Ringan Sembuh Mandiri , Sebuah Material Baru Ramah Lingkungan*. 4(September), 258–260.
- Salam, D. (2023). *VARIASI UMUR BETON DENGAN METODE PENGUJIAN DESTRUCTIVE DAN NON-DESTRUCTIVE* Daru Salam Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik , Jurusan Teknik Sipil , Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan , Universitas Islam Indonesia Email : 971002105@uii.ac.id 18 | *Prosid.* 18–31.
- SIRAIT, B. Z. P. (2022). *Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Terhadap Kuat Tarik Belah Beton*.
- SNI-03-1971. (1990). *Sni-03-1971-1990 Pengujian Kadar Air*. 3–6.
- SNI-03-4142. (1996). *METODE PENGUJIAN JUMLAH BAHAN DALAM AGREGAT YANG LOLOS SARINGAN NOMOR 200*. september 2016, 1–6.
- SNI-03-4804. (1998). *Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga udara dalam agregat ICS 91.100.20*. *Badan Standar Nasional*, 1–6.
- SNI-15-2049. (2002). *A coMparison of pain measures used with patients with fibromyalgia*. *Journal of Nursing Measurement*, 10(1), 5–14. <https://doi.org/10.1891/jnum.10.1.5.52550>
- SNI-1969. (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-penyerapan-air-agregat-kasar/KB19B>
- SNI-1970. (2008). *SNI 1970-2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. *Badan Standardisasi Nasional*, 7–18. <http://sni.litbang.pu.go.id/index.php?r=/sni/new/sni/detail/id/195>
- SNI-1972. (2008). *“Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di website dan tidak untuk dikomersialkan.”* www.bsn.go.id
- SNI-2847. (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. *Sni 2847-2019*, 8, 720.
- SNI-7656. (2012). *Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa*. *Badan Standardisasi Nasional*, 52.
- SNI 03-1968. (1990). *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. *Sni 03-1968-1990*, 1–5.
- SNI 15-2530-1991. (1991). *Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland*. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 1, 1–2.
- SNI 1971. (2011). *“Cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan.”* *Badan Standardisasi Nasional*, 1–11.
- SNI 1973:2008. (2008). *Cara uji berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton*. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–13.
- SNI 2493:2011. (2011). *SNI 2493:2011 Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 23. www.bsn.go.id



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

- SNI 7064:2014. (2014). Semen Portland Komposit. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–128.
- Sudarsana, I. K., Widiarsa, I. B. R., & Ngganggus, M. A. (2020). Perilaku Geser Balok Tinggi Beton Serat Bagu Tanpa Tulangan Transversal. *Jurnal Spektran*, 8(1), 84–94. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/jsn/>
- Suhardiman, M. (2011). Kajian pengaruh penambahan serat bambu ori. *Jurnal Teknik*, 1(2), 8. <https://docplayer.info/35009798-Kajian-pengaruh-penambahan-serat-bambu-ori-terhadap-kuat-tekan-dan-kuat-tarik-beton.html>
- Umiaati, S., Thamrin, R., & Harti, N. (2019). Pengaruh Penambahan Abu AMPas Tebu Dan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton. *Pena Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 33(1), 29. <https://doi.org/10.31941/jurnalpena.v33i1.821>
- Wardhana, H., Wibowo, P. H., & Saputra, A. J. (2023). Analisis Pengaruh Batu Sedimen Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Aspirasi Teknik Sipil*, 1(1), 8–14. <https://doi.org/10.35438/aspal.v1i1.8>
- Yanita, R. (2020). Semen PCC Sebagai Material GREEN CONSTRUCTION dan Kinerja Beton yang Dihasilkan. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 19(1), 13–18.
- Zakirullah, M., Anggraini, R., & Fajriansyah, D. (2021). Civil Engineering Collaboration Civil Engineering Collaboration. *Civil Engineering Collaboration*, 6(2), 53–63. <https://doi.org/10.35134/jcivil.v9i1.68>