

39/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2025

**PENGARUH SUBSTITUSI SEMEN HIDROLIK VARIASI (40,45,50)%
TERHADAP KARAKTERISTIK BETON NORMAL DENGAN *MICROFIBER*
DAN *SUPERPLASTICIZER***



Disusun Oleh :

Farid Abdul Rachman

NIM. 2101421070

Dosen Pembimbing :

Nunung Martina, S.T., M.Si

NIP. 196703081990032001

PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG

JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



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

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi Berjudul

**PENGARUH SUBSTITUSI SEMEN HIDROLIK VARIASI (40, 45,
50%) TERHADAP KARAKTERISTIK BETON NORMAL FC' 35 MPA
DENGAN MICROFIBER DAN SUPERPLASTICIZER**

Yang disusun oleh **Farid Abdul Rachman (2101421070)** telah
disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang**
Skripsi 2

Pembimbing

Nunung Martina, S.T., M.Si

NIP. 197401 31 1998022001



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

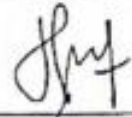
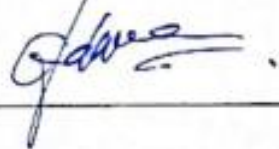
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi Berjudul :

PENGARUH SUBSTITUSI SEMEN HIDROLIK VARIAS (40,45,50)% TERHADAP KARAKTERISTIK BETON NORMAL DENGAN *MICROFIBER* DAN *SUPERPLASTICIZER*

Yang disusun oleh **Farid Abdul Rachman (NIM 2101421070)** telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi Tahap 2 di depan Tim Penguji pada hari Selasa, 24 Juni 2025.

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Anni Susilowati, S.T., M.Eng. NIP. 196506131990032002	
Anggota	Yanuar Setiawan, S.T., M.T. NIP. 199001012019031015	
Anggota	Mitsaq Addina Nisa, S.T., M.Eng. NIP. 199412262022032010	

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Jakarta


Istiatun, S.T., M.T.
NIP. 196605181990102001



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 PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Farid Abdul Rachman
NIM : 2101421070
Program Studi : D – IV Teknik Konstruksi Gedung
Email : farid.abdul.rachman.ts21@mhsw.pnj.ac.id
Judul Skripsi : Pengaruh Substitusi Semen Hidrolik Variasi (40, 45, 50)% Terhadap Karakteristik Beton Normal dengan *Microfiber* dan *Superplasticizer*

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam Skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2024/2025 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 sebenar – benarnya.

Depok, 23 Juni 2025

Farid Abdul Rachman

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

Dengan mengucapkan syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Pengaruh Substitusi Semen Hidrolik Variasi (40,45,50)% Terhadap Karakteristik Beton Normal Fc'35 Mpa Dengan *Microfiber* dan *Superplasticizer*"** ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Penyusunan naskah skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan jenjang Pendidikan Program Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta. Tersusunnya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Nunung Martina, S.T., M.Si selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dari awal hingga akhir untuk memberikan bimbingannya dengan sabar dan teliti hingga terselesaikannya skripsi ini.
2. Ibu Istiatun, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Kepala Program Studi Teknik Konstruksi Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Sony Pramusandi, S.T., M.Eng. selaku Pembimbing Akademik yang Sangat banyak berjasa dalam berkontribusi memberikan masukan dan motivasi selama menjalani perkuliahan kepada kelas 1, 2, 3, dan 4 TKG 2.
5. Mas Senditia Dilang R, A.Md, ST. selaku Pembimbing Industri yang telah dengan murah hati menyediakan material yang sangat dibutuhkan dalam penelitian ini. Dukungan dan arahan sangat membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Abdul Rachman dan Wawang Suwangsih selaku kedua orang tua yang selalu menjadi faktor kekuatan dan inspirasi. Segala pengorbanan dan dukungan serta doa yang telah diberikan menjadikan sebuah motivasi utama dalam menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
7. Teman-teman kelas 4 TKG 2 yang selalu memberikan semangat dan mewarnai hari-hari selama masa perkuliahan dan mendukung untuk menyelesaikan naskah skripsi ini.



© 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

8. Nabila Yasifa Febriyan yang selalu setia memberikan dukungan moral, semangat, dan doa di setiap langkah perjuangan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Kehadiran dan pengertiannya menjadi sumber ketenangan dan motivasi yang tak ternilai.
9. Semua pihak yang telah membantu hingga tersusunnya naskah skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik serta saran yang membangun dari semua pihak senantiasa penulis harapkan untuk bisa memperbaiki skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi masyarakat pada umumnya.

Farid Abdul Rachman

**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 ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Beton	5
2.1.1 Beton Serat.....	5
2.1.2 Beton Pascabakar	6
2.2 Material Penyusun Beton	6
2.2.1 Semen.....	6
2.2.2 Agregat.....	8
2.2.3 Air.....	9
2.3 Bahan Tambah	9
2.3.1 <i>Microfiber</i> (Kratos Micro PS).....	9
2.3.2 Superplasticizer (Devcon A875)	11
2.4 Pengujian Beton Segar	12
2.4.1 Uji Slump.....	12
2.4.2 Berat Isi Beton Segar	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 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

2.4.3 Waktu Ikut Beton Segar	13
2.5 Karakteristik Beton	13
2.5.1. Kuat Tekan	13
2.5.2. Kuat Tarik Belah	13
2.5.3. Kuat Lentur	13
2.5.4. Kuat Tekan Pascabakar.....	14
2.6 <i>State of The Art</i> (Penelitian terdahulu).....	14
2.7 Hipotesis.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	18
3.2 Objek Penelitian	18
3.3 Alat Penelitian.....	19
3.3.1 Alat Pemeriksaan Bahan.....	20
3.4 Bahan Penelitian.....	22
3.5 Pengumpulan Data	22
3.6 Rancangan Penelitian	23
3.6.1 Persiapan Penelitian	23
3.6.2 Pengujian Agregat Kasar.....	23
3.6.3 Pengujian Agregat Halus.....	29
3.6.4 Pengujian Berat Jenis Semen.....	36
3.6.5 Perancangan <i>Mix Design</i>	36
3.6.6 Pengujian Beton Segar.....	37
3.6.7 Pembuatan Benda Uji Beton.....	40
3.6.8 Perawatan Beton (<i>Curing</i>).....	40
3.6.9 Pengujian Beton Keras.....	40
3.7 Metode Analisis Data.....	44
3.8 Uji Regresi	45
3.9 Diagram Alir	46
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Analisa Data Pengujian Agregat Kasar.....	47
4.1.1 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.....	47



© 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

4.1.2	Berat Isi dan Voids Agregat Kasar.....	48
4.1.3	Analisa Ayak.....	51
4.1.4	Kadar Air	52
4.1.5	Kadar Lumpur	53
4.2	Analisa Data Pengujian Agregat Halus.....	54
4.2.1	Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.....	54
4.2.2	Berat Isi dan Voids Agregat Halus.....	56
4.2.3	Analisa Ayak.....	58
4.2.4	Kadar Air	60
4.2.5	Kadar Lumpur	61
4.3	Pengujian Semen.....	62
4.3.1.	Pengujian Berat Jenis Semen OPC.....	62
4.3.2.	Pengujian Berat Jenis Semen Hidrolik	63
4.4	Data Rancangan Campuran (Mix Design)	63
4.4.1	Rancangan Campuran 1 m ³ Beton Normal	63
4.4.2	Kebutuhan Untuk Benda Uji.....	68
4.5	Data Pengujian Beton Segar	69
4.5.1.	Data <i>Slump</i>	69
4.5.2.	Berat Isi Beton Segar	71
4.5.3.	Pengujian Waktu Ikat.....	73
4.6	Pengujian Beton Keras	80
4.6.1	Pengujian Kuat Tekan	80
4.6.2	Pengujian Kuat Tarik Belah	93
4.6.3	Pengujian Kuat Lentur	97
4.6.4	Pengujian Kuat Tekan Beton Pascabakar.....	101
BAB V PENUTUP.....		104
5.1	Kesimpulan	104
5.2	Saran.....	105
DAFTAR PUSTAKA		106
LAMPIRAN.....		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 TABEL

Tabel 2. 1 Properti Fisik Kratos Micro PS	10
Tabel 2. 2 Properti Fisik Devcon A 875	12
Tabel 2. 3 Meta Analisis	14
Tabel 4. 1 Data Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	47
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	48
Tabel 4. 3 Data Pengujian Berat Isi Lepas Agregat Kasar	49
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian Berat Isi Lepas Agregat Kasar	49
Tabel 4. 5 Data Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar	50
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar	50
Tabel 4. 7 Data Hasil Pengujian Analisa Ayak Agregat Kasar	51
Tabel 4. 8 Data Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	52
Tabel 4. 9 Data Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	53
Tabel 4. 10 Data Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	53
Tabel 4. 11 Data Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	54
Tabel 4. 12 Data Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	54
Tabel 4. 13 Data Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	55
Tabel 4. 14 Data Pengujian Berat Isi Lepas Agregat Halus	56
Tabel 4. 15 Data Hasil Pengujian Berat Isi Lepas Agregat Halus	57
Tabel 4. 16 Data Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus	57
Tabel 4. 17 Data Hasil Pengujian Berat Isi Padat Agregat Halus	58
Tabel 4. 18 Data Hasil Pengujian Analisa Ayak Agregat Halus	58
Tabel 4. 19 Data Pengujian Kadar Air Agregat Halus	60
Tabel 4. 20 Data Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus	61
Tabel 4. 21 Data Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	61
Tabel 4. 22 Data Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	62
Tabel 4. 23 Pengujian Berat Jenis Semen OPC	62
Tabel 4. 24 Pengujian Berat Jenis Semen Hidrolik	63
Tabel 4. 25 Perkiraan Air Pencampuran dan Kandungan Udara	64
Tabel 4. 26 Hubungan antara rasio air semen (w/c) atau rasio air bahan bersifat semen (w/(c + p)) dan kekuatan beton.	65
Tabel 4. 27 Volume Agregat Kasar Per Satuan Volume Beton	65
Tabel 4. 28 Perkiraan Awal Berat Beton	66
Tabel 4. 29 Jumlah Benda Uji Tiap Variasi	68
Tabel 4. 30 Hasil Pengujian Slump	69
Tabel 4. 31 Coefficients Slump	70
Tabel 4. 32 Model Summary Slump	71
Tabel 4. 33 Data Pengujian Berat Isi Beton Segar	71
Tabel 4. 34 Coefficients Berat Isi Beton Segar	72



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

Tabel 4. 35 Model Summary Berat Isi Beton Segar.....	73
Tabel 4. 36 Data Hasil Pengujian Waktu Ikat Beton Segar	74
Tabel 4. 37 Coefficients Waktu Ikat Awal Beton Segar	79
Tabel 4. 38 Model Summary Waktu Ikat Awal Beton Segar.....	79
Tabel 4. 39 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari.....	80
Tabel 4. 40 Coefficients Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari.....	81
Tabel 4. 41 Model Summary Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	82
Tabel 4. 42 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari.....	83
Tabel 4. 43 Coefficients Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari.....	84
Tabel 4. 44 Model Summary Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari	85
Tabel 4. 45 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 21 Hari.....	85
Tabel 4. 46 Coefficients Kuat Tekan Beton Umur 21 Hari.....	87
Tabel 4. 47 Model Summary Kuat Tekan Beton Umur 21 Hari	87
Tabel 4. 48 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	88
Tabel 4. 49 Coefficients Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	90
Tabel 4. 50 Model Summary Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	91
Tabel 4. 51 Hasil Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Beton	92
Tabel 4. 52 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton Umur 28 Hari	93
Tabel 4. 53 Coefficients Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari.....	96
Tabel 4. 54 Model Summary Kuat Tarik Belah Beton Umur 28 Hari	96
Tabel 4. 55 Hasil Pengujian Kuat Lentur	97
Tabel 4. 56 Coefficients Kuat Tarik Lentur Beton Umur 28 Hari	100
Tabel 4. 57 Model Summary Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari.....	101
Tabel 4. 58 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Pasca Bakar.....	101
Tabel 4. 59 Group Statistics Kuat Tekan Beton Pascabakar 28 Hari.....	103
Tabel 4. 60 Independent Sample Test Kuat Tekan Beton Pascabakar 28 Hari.....	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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1	Grafik Gradasi Agregat Halus	59
Gambar 4. 2	Grafik Pengujian Slump	69
Gambar 4. 3	Grafik Hasil Pengujian Berat Isi Beton Segar	72
Gambar 4. 4	Grafik Waktu Ikat Beton Segar 100%	75
Gambar 4. 5	Grafik Waktu Ikat Beton Segar OPC 60% + HC 40%	76
Gambar 4. 6	Grafik Waktu Ikat Beton Segar OPC 55% + HC 45%	76
Gambar 4. 7	Grafik Waktu Ikat Beton Segar OPC 50% + HC 50%	77
Gambar 4. 8	Grafik Waktu Ikat Beton Segar OPC 60% + HC 40% + MF + SP	77
Gambar 4. 9	Grafik Waktu Ikat Beton Segar OPC 55% + HC 45% + MF + SP	78
Gambar 4. 10	Grafik Waktu Ikat Beton Segar OPC 50% + HC 50% + MF + SP	78
Gambar 4. 11	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari.....	81
Gambar 4. 12	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari.....	83
Gambar 4. 13	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 21 Hari.....	86
Gambar 4. 14	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	89
Gambar 4. 15	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Umur 28 Hari	95
Gambar 4. 16	Grafik Hasil Uji Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari.....	99
Gambar 4. 17	Grafik Kuat Tekan Benda Uji Umur 28 Hari Tanpa Bakar dan Pascabakar	102

**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 LAMPIRAN

Lampiran 1 : Formulir SI-1	110
Lampiran 2 : Formulir SI-2	111
Lampiran 3 : Formulir SI-3	112
Lampiran 4 : Formulir SI-4	117
Lampiran 5 : Formulir SI-5	118
Lampiran 6 : Formulir SI-7	121
Lampiran 7 : Dokumentasi Pengujian Bahan di Lab Teknik Sipil PNJ.....	122
Lampiran 8 : Dokumentasi Pembuatan Benda Uji di PT Devian Chemical Construction	123
Lampiran 9 : Dokumentasi Pengujian Beton Keras di Lab Teknik Sipil PNJ	124





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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan material konstruksi yang paling banyak digunakan di seluruh dunia, termasuk di Indonesia. Hal ini disebabkan oleh sejumlah keunggulan yang dimilikinya, seperti kemampuan menahan beban tekan, ketahanan terhadap perubahan cuaca dan suhu tinggi, kemudahan dalam pembentukan, serta proses perawatan yang relatif sederhana (Hamdi et al., 2022). Komposisi dasar beton terdiri dari agregat halus, agregat kasar, air, dan semen sebagai bahan pengikat yang berperan penting dalam proses hidrasi.

Dalam pengembangan mutu beton, berbagai bahan tambah digunakan untuk meningkatkan performa mekanis maupun ketahanan terhadap pengaruh lingkungan. Salah satu bahan tambah yang digunakan adalah *microfiber*. Menurut (Darmawan et al., 2024), *microfiber* merupakan produk dari Kratos yang berbahan dasar Polyamide 6.6 dan berfungsi sebagai serat sintetik untuk meningkatkan kekuatan tekan serta ketahanan terhadap retak. Selain itu, penggunaan *superplasticizer* juga umum diterapkan untuk meningkatkan *workability* tanpa menambah jumlah air, sehingga kekuatan beton tetap terjaga.

Ketahanan beton terhadap suhu tinggi menjadi perhatian penting, mengingat sifat beton yang mulai mengalami degradasi pada suhu di atas 250°C. Berdasarkan (SNI 03-1735, 2000), pengujian beton terhadap ketahanan suhu tinggi dilakukan dengan pemanasan hingga suhu 400°C, 600°C, dan 800°C, untuk mensimulasikan kondisi kebakaran. Beton yang menggunakan semen OPC diketahui dapat kehilangan hingga 50% dari kekuatan awalnya ketika terpapar suhu di atas 600°C (Ahmad et al., 2021). Oleh karena itu, peningkatan ketahanan termal beton menjadi tantangan dalam konstruksi modern.

Salah satu pendekatan yang berkembang adalah penggunaan semen hidrolik sebagai substitusi terhadap semen OPC. Menurut (Mohamed, Osama; and Zuaiteer, 2024), semen hidrolik memiliki sifat yang lebih stabil terhadap suhu tinggi, serta mampu meningkatkan daya tahan beton dalam kondisi ekstrem. Di samping itu, substitusi ini juga dinilai lebih ramah lingkungan karena berpotensi menurunkan emisi karbon. Produksi

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

semen secara global dilaporkan menyumbang sekitar 5–8% dari total emisi karbon dioksida akibat aktivitas manusia, di mana setiap ton semen yang diproduksi dapat melepaskan hingga 0,9 ton CO₂ (Hamdi et al., 2022). Di Indonesia, Asosiasi Semen Indonesia (ASI) memproyeksikan bahwa penjualan semen domestik akan tumbuh sebesar 1–2% pada tahun 2025, dengan total produksi mencapai 77 juta ton dan tingkat pemanfaatan kapasitas sebesar 65%. Oleh karena itu, pengembangan material beton yang efisien secara struktural dan ramah lingkungan menjadi urgensi dalam mendukung target pembangunan berkelanjutan.

Penelitian ini menggunakan bahan tambah berupa *microfiber* dan *superplasticizer*, dengan menggunakan semen hidrolik sebagai substitusi semen OPC. Tujuan utama penelitian ini adalah menganalisis dampak variasi semen hidrolik sebagai substitusi semen OPC terhadap sifat mekanis beton, yang meliputi kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur dan kuat tekan pascabakar. Variasi *microfiber* yang digunakan adalah 300 gr/m³, sedangkan untuk *Superplasticizer* sebesar 0,8% dari berat semen untuk setiap variasi. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini bersifat eksperimental. Diharapkan hasil yang diperoleh dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan material konstruksi yang lebih berkelanjutan dan dengan menggunakan semen hidrolik dapat berkontribusi sebagai pengurangan karbon emisi untuk mendukung *Zero Carbon Emission*.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana karakteristik beton normal dengan semen OPC.
2. Bagaimana karakteristik beton normal dengan *substitusi* semen hidrolik variasi (40,45,50)%.
3. Bagaimana pengaruh *substitusi* semen hidrolik variasi (40,45,50)%, dengan bahan tambah *superplasticizer* dan *microfiber* terhadap karakteristik beton normal.
4. Bagaimana pengaruh temperatur tinggi terhadap beton normal dengan substitusi semen hidrolik variasi (40,45,50)% dengan bahan tambah *superplasticizer* dan *microfiber*.

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

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini bertujuan untuk memberikan arahan dan upaya agar masalah tidak menjadi meluas. Adapun batasan masalahnya adalah :

1. Penelitian ini menggunakan variasi semen hidrolik yaitu 40, 45 dan 50%.
2. Pengujian mutu beton dilakukan dengan indikator nilai faktor air semen (FAS)
3. Tidak menguji kadar emisi karbon
4. Penelitian menggunakan benda uji dengan bentuk silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dan balok ukuran tinggi 15 cm, panjang 60 cm, dan lebar 15 cm.
5. Bahan tambah yang digunakan pada penelitian ini adalah *Microfiber* (Kratos Micro PS) sebanyak 0,3 kg/m³ dan *Superplasticizer* (*Devcon A875*) sebanyak 0,8% dari berat semen.
6. Perhitungan *Mix Design* menggunakan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor : 07/SE/m/2016 tentang Pedoman Tata Cara Penentuan Campuran Beton Normal dengan Semen OPC, PPC, dan PCC;
7. Pengujian pada benda uji dilakukan pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari;
8. Nilai *slump* rencana adalah 75 – 100 mm;
9. Ukuran Agregat kasar yang digunakan maksimum 20 mm;
10. Sifat mekanis beton yang di uji temperatur tinggi diuji pada suhu 250-300°C.
11. Karakteristik beton yang akan diuji adalah Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Kuat Lentur, dan Kuat Tekan Pascabakar.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan karakteristik beton normal dengan semen OPC.
2. Mendapatkan karakteristik beton normal dengan *substitusi* semen hidrolik variasi (40,45,50)%.
3. Menganalisis pengaruh *substitusi* semen hidrolik variasi (40,45,50)%, dengan bahan tambah *superplasticizer* dan *microfiber* terhadap karakteristik beton normal.

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

4. Menganalisis pengaruh temperatur tinggi pada sifat mekanis beton normal terhadap *substitusi* semen hidrolik variasi (40,45,50)%, dengan bahan tambah *superplasticizer* dan *microfiber*.

1.5 Sistematika Penulisan

Penyusunan skripsi ini disusun secara sistematis dan terbagi ke dalam beberapa bab. Oleh karena itu, diperlukan sistematika penulisan yang jelas agar penyajian materi lebih terstruktur. Berikut adalah sistematika penulisan skripsi ini:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab I Pendahuluan berisi gambaran umum mengenai permasalahan yang akan dibahas. Terdiri atas lima sub-bab, berupa latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab II Tinjauan Pustaka merupakan landasan teori berupa penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti, serta menguraikan hipotesis awal peneliti.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab III Metodologi Penelitian berisi uraian mengenai proses atau teknik yang digunakan dalam penelitian, mencakup lokasi, waktu, objek, alat, serta bahan yang digunakan untuk keperluan pengumpulan data, yang selanjutnya digunakan dalam tahap analisis data.

BAB IV: DATA DAN PEMBAHASAN

Bab IV Data dan Pembahasan berisi tahapan persiapan, pelaksanaan, serta hasil dari pengujian yang telah dilakukan, disertai dengan penyajian, analisis, dan pembahasan data.

BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN

Bab V Penutup berisikan kesimpulan dan saran yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian, serta memberikan masukan bagi penelitian selanjutnya yang memiliki keterkaitan dengan skripsi.

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

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur dan kuat tekan pascabakar menggunakan substitusi semen hidrolik dengan bahan tambah *microfiber* dan *superplasticizer*, maka dapat disimpulkan sesuai dengan tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton dengan 100% OPC memiliki kuat tekan 20,4 MPa, kuat tarik belah 2,12 MPa, dan kuat lentur 4,62 MPa. Nilai ini memenuhi standar kekuatan minimum beton struktural, sehingga beton OPC murni layak digunakan untuk aplikasi struktural ringan hingga menengah.
2. Substitusi sebagian OPC dengan semen hidrolik pada variasi 40%,45%,50% meningkatkan performa mekanis beton, dengan komposisi 40% menunjukkan hasil paling optimal. Hal ini mengindikasikan bahwa proporsi campuran yang tepat mampu menghasilkan beton berkinerja baik dan lebih tahan terhadap suhu tinggi.
3. Substitusi semen hidrolik variasi (40,45,50)% dengan bahan tambah *superplasticizer* dan *microfiber* berpengaruh untuk meningkatkan beton normal secara signifikan.
 - a. Variasi OPC 60% + HC 40% + MF+ SP, memiliki hasil kuat tekan rata-rata 28,26 MPa, untuk kuat tarik belah memiliki rata-rata 2,89 MPa dan kuat lentur memiliki nilai rata-rata 4,62 MPa.
 - b. Variasi OPC 55% + HC 45% + MF+ SP, memiliki hasil kuat tekan rata-rata 27,83 MPa, untuk kuat tarik belah memiliki rata-rata 2,71 MPa dan kuat lentur memiliki nilai rata-rata 4,74 MPa.
 - c. Variasi OPC 50% + HC 50% + MF+ SP, memiliki hasil kuat tekan rata-rata 25,03 MPa, untuk kuat tarik belah memiliki rata-rata 2,60 MPa dan kuat lentur memiliki nilai rata-rata 5,51 MPa.
4. Hasil pengujian beton pascabakar menunjukkan adanya penurunan kuat tekan yang disebabkan oleh temperatur tinggi.
 - a. Penurunan terbesar terjadi pada variasi OPC 50% + HC 50% + MF + SP sebesar 25,92% yaitu dari kuat tekan sebesar 32,84 MPa menjadi 24,33 MPa.

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

- b. Penurunan terendah terjadi pada variasi OPC 60% + HC 40% + MF + SP sebesar 18,29% yaitu dari kuat tekan sebesar 33,69 MPa menjadi 27,53 MPa.
- c. Hal ini membuktikan bahwa variasi OPC 60% + HC 40% + MF + SP mampu mempertahankan kinerja termal dengan lebih baik pada kondisi suhu ekstrem.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh substitusi semen hidrolik variasi (40, 45, 50)% terhadap karakteristik beton normal f_c' 35 MPa dengan penambahan *microfiber* dan *superplasticizer*, maka disampaikan beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

1. Melakukan pertimbangan untuk memperluas variasi suhu bakar di atas 300°C guna mengetahui ketahanan beton terhadap suhu tinggi, terutama keadaan actual kebutuhan di lapangan
2. Penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk mengevaluasi pengaruh variasi persentase penggunaan *superplasticizer* terhadap karakteristik beton, mengingat keterbatasan pada penelitian ini yang hanya menggunakan satu jenis dan satu dosis *superplasticizer* secara konstan.
3. Variasi jumlah *microfiber* perlu ditentukan secara optimal, karena dosis berlebih menurunkan *workability*, sedangkan dosis terlalu rendah kurang efektif dalam meningkatkan kuat tarik dan ketahanan retak. Pemilihan dosis yang tepat penting untuk menjaga keseimbangan antara kinerja mekanis dan kemudahan pengerjaan beton.
4. Disarankan untuk melakukan pengujian kadar emisi karbon yang dihasilkan dari masing-masing variasi campuran beton, guna memperoleh data kuantitatif terkait kontribusi lingkungan dari penggunaan semen hidrolik sebagai bahan substitusi.

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 PUSTAKA

- Abyan, M. I., Nuryaman, A., Jihad, B. H., Junjuna, S. F., & Asmiati. (2022). Design Optimization of Propellant Grain and Nozzle Contour to Improve Performance of Solid Rocket Propulsion. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 54(5). <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2022.54.5.8>
- Ahmad, J., Martínez-García, R., Szelag, M., De-Prado-gil, J., Marzouki, R., Alqurashi, M., & Hussein, E. E. (2021). Effects of steel fibers (Sf) and ground granulated blast furnace slag (ggbfs) on recycled aggregate concrete. *Materials*, 14(24).
- Al-Luhybi, A. S., Al-Jubory, N. H., & Ahmed, A. S. (2022). Influence of Superplasticizer Dosage on Workability and Mechanical properties of Concrete made with Recycled Aggregate. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 54(5), 873–890.
- 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>
- ASTM-C117-95. (2000). *ASTM-C117-95. 08(Reapproved 1989)*, 3–4.
- ASTM C29/C29M-97. (n.d.). Standard Test Method for Bulk Density (“ Unit Weight ”) and Voids in Aggregate. *ASTM International*, i(c), 1–5.
- ASTM C33/C33M. (2013). *Concrete Aggregates 1. i(C)*, 1–11. <https://doi.org/10.1520/C0033>
- ASTM C403/403M-99. (1995). Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance. *Synthesis*, 545-545–3.
- Aulia, T. B., Afifuddin, M., & Amalia, Z. (2020). Analisis Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Pasca Bakar Menggunakan Serat Polypropylene. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 26(1), 118–127.
- Bhandari, I., Kumar, R., Sofi, A., & Sanjay, N. (2023). Heliyon Review article A systematic study on sustainable low carbon cement – Superplasticizer interaction : Fresh , mechanical , microstructural and durability characteristics. *Heliyon*, 9(9), e19176.
- Bhirawa, W. T. (2020). Proses Pengolahan Data Dari Model Persamaan Regresi Dengan Menggunakan Statistical Product and Service Solution (SPSS). *Statistika*, 71–83.
- D Osborne. (2013). *The Coal Handbook: Towards Cleaner Production*. 2, 387–426.
- Darmawan, A., Halim, A., & Irawan, D. (2024). Pengaruh Penambahan Serat Fabrikasi (Micro Fibers) Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton. *Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 4 No. 1(1).
- Faldo, F., & Hudori, M. (2021). Pengaruh Efektifitas Penggunaan Serat Polypropylene Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Journal of Civil Engineering and Planning*, 2(1), 77–83. <https://doi.org/10.37253/jcep.v2i1.745>
- 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>



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

- Frida Mustika Dewi, Mirza Ghulam Rifqi, M. H. (2022). Variasi, Dengan Air, Pengurangan Nilai, Terhadap. *Variasi, Dengan Air, Pengurangan Nilai, Terhadap*, 1(1), 20–27.
- Hamdi, F., Lopian, F. E., Tumpu, M., Mansyur, Irianto, Mabui, D. D. S., Raidyarto, A., Sila, A. A., Pérez, C., Aranceta, J., Serra, L., Carbajal, Á., Rangan, P. R., & Hamkah. (2022). 2021, Teknologi Beton. In *Tohar Media* (Vol. 1, Issue 1).
- Kurniawan, D. (2021). *Vol. 3 No.2 Edisi 1 Januari 2021* <http://jurnal.ensiklopediaku.org> *Ensiklopedia of Journal*. 3(2), 1–9.
- Mandela, W., & Fonataba, D. A. A. (2023). Analisis Campuran Bahan Alam Kulit Pohon Beringin Terhadap Kuat Tekan Beton. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 18(2), 138–145. <https://doi.org/10.21009/jmenara.v18i2.35249>
- Mohamed, Osama; and Zuaiter, H. (2024). Geopolymer and Conventional Concrete : A Review. *MDPI - Polymers*, 16(141), 1–50. <https://www.mdpi.com/journal/polymers>
- Prastiyo, F. D., & Hidayat, R. (n.d.). *Pemanfaatan Limbah Pecahan Beton Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Mutu F ' C 18 , 68 MPa*. 21–28.
- Rao, U. V. N., Kumar, N. V. S., Kavitha, C., Madhavi, Y., & Chowdary, P. S. (2024). Polycarboxylate Superplasticizers Used in Concrete: A review. *International Journal of Experimental Research and Review*, 38(April), 69–88. <https://doi.org/10.52756/ijerr.2024.v38.007>
- Riana Herlina Lumingkewas. (2023). *BETON SERAT: Inovasi Dalam Konstruksi Modern*.
- Ribowo, A. B., Niken, C., & Widyawati, R. (2020). *REKAYASA*. 24(3), 58–61.
- Salsabilla, N. S., Hermawan, O. H., Utami, M. Y., & Tegal, U. P. (2025). *Kata kunci* : 20(1), 48–56.
- SNI-1969. (2008). *SNI 1969:2008 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*.
- 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. (2016). *SNI-1970-2016-Metode Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*.
- SNI-1972. (2008). *Cara Uji Slump Beton*.
- SNI-1974. (2011). *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder. SNI 1974*.
- SNI-2491. (2014). *Metode uji k ke ekuatan tarik b be elah spesim spesimen en beton be ton ical Concrete Specimens*.
- SNI-7656. (2012). *SNI-7656. SNI-7656*.
- SNI-8912. (2020). *Kajian Kualitas Pencahayaan Buatan Terhadap Kenyamanan Visual Ruang Laboratorium Farmasetika Universitas Wahid Hasyim. Siar-Iv*, 56–63.
- SNI 03-1735. (2000). *Tata cara perencanaan dan pemasangan sistem springkler otomatis untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung. Badan Standarisasi Nasional*, 1–83.
- SNI 03-2834-2002*. (2022).



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

- SNI 03-2834. (2000). Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. *Sni*, 3, 2834.
- SNI 15-2531. (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.” *SNI 1971*, 1–11.
- SNI 1973. (2008). SNI 1973:2008 Cara uji berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–13.
- SNI 2847. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. *Sni 2847-2019*, 8, 720.
- SNI 4431, B. S. N. (2011). SNI 4431-2011 Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan. *SNI 4431*, 1–16.
- SNI ASTM C136. (2012). Metode uji untuk analisis saringan agregat halus dan agregat kasar. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–24.
- Srihayati, B. V., Murtiadi, S., & Kencanawati, N. N. (2021). Pengaruh Temperatur Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Penambahan Silica Fume Sebagai Pengganti Sebagian Semen. *SIGMA: Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 37–45.
- Zulkarnain, S. F. (2022). *Teknologi Beton*.
- Zuriatni, Y., Sofyan, M., Putri, P. S., & Kustanrika, I. W. (2023). *Analisis SEM-EDS Beton Normal yang Menggunakan Superplasticizer*. 7(3), 290–298.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**