

44/SKRIPSI/S.Tr-TKG/2025

SKRIPSI

**PENGARUH SUBSTITUSI SEMEN HIDROLIK VARIASI (25,30,35)%
TERHADAP KARAKTERISTIK BETON NORMAL DENGAN *MACRO*
FIBER DAN *SUPERPLASTICIZER***



Disusun Oleh :

Ayu Wandira

NIM 2101421062

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 (25, 30, 35%) TERHADAP KARAKTERISTIK BETON NORMAL DENGAN
MACROFIBER DAN SUPERPLASTICIZER

Yang disusun oleh **Ayu Wandira (2001421062)** telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi 2**

Pembimbing

Nunung Martina, S.T., M.Si

NIP. 197401 311998022001



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

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul :
**PENGARUH SUBSTITUSI SEMEN HIDROLIK VARIASI (25,30,35)% TERHADAP
KARAKTERISTIK BETON NORMAL DENGAN *MACRO FIBER* DAN *SUPERPLASTICIZER***
yang disusun oleh Ayu Wandira (2101421062)

telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi 2 di depan Tim Penguji pada hari
Selasa tanggal 24 Juni 2025

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

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Jakarta



NIP. 196605181990102



© 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 PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Ayu Wandira

NIM : 2101421062

Program Studi : Teknik Konstruksi gedung

Alamat Email : ayu.wandira.ts21@mhsw.pnj.ac.id

Judul Naskah : Pengaruh Substitusi Semen Hidrolik Variasi (25,30,35)% Terhadap Karakteristik Beton Normal dengan *Macro fiber* 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 sebenarnya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 13 Maret 2025

Ayu Wandira



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul "Pengaruh Semen Hidrolik Variasi (25,30,35)% Terhadap Karakteristik Beton Normal dengan *Macro fiber* dan *Superplasticizer*". Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Konstruksi Gedung, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta.

Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala hormat dan rasa terima kasih yang mendalam, penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Ibu Nunung Martina, S.T., M.Si selaku Dosen Pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Ibu Istiatun, S.T., M.T., selaku Kepala Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, yang telah memberikan izin dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.
3. Bapak Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D., selaku Kepala Program Studi Teknik Konstruksi Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, yang telah memberikan arahan dan dukungan akademik kepada penulis.
4. Bapak Dr.sc., Zainal Nur Arifin, Dipl. Ing. HTL., M.T. selaku pembimbing akademik penulis yang telah memberikan dukungan.
5. Seluruh dosen di Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang sangat berharga selama masa studi.
6. Mas Senditia Dilang selaku pemilik PT Devian Chemical yang memberikan dukungan dan bersedia memberikan tempat pembuatan benda uji.
7. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan doa, dukungan, dan motivasi tanpa henti.
8. Almarhum papa tercinta, Bambang Irawan yang semasa hidup sampai sekarang selalu menjadi motivasi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini penulis persembahkan untuk papa di surga.

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

9. Mama tercinta, Tin Isnani yang selalu menjadi tempat pulang, pendengar setia segala keluh kesah, dan penyemangat yang tak pernah lelah dalam mendoakan, Terimakasih sudah mengusahakan segalanya untuk penulis.
10. Adik – Adik penulis, Zaafira Irawan dan Jasmine Nayla Irawan yang selalu menjadi penyemangat penulis dalam setiap langkah
11. Eyang Kakung, Eyang Putri, dan Nenek, atas doa-doa dan cinta yang tak pernah putus untuk Penulis.
12. Sahabat – Sahabat Penulis, Regina Salzabila, Ratu Siti Rinjani, Kartika Aprilia, Andher Brana Meliala, Syafa Arisanty, dan Faris Fathin yang selalu menemani dan mendengarkan keluh kesah penulis selama proses pembuatan skripsi
13. Kelompok skripsi penulis, Zela, Shanggita, Bimo, Farid, Bagus, Regga, dan Kurniawan yang sudah kebersamaan dalam proses penelitian.
14. Sahabat Nurullymous, hintya, Ratu, Annisa, Firda, Julia, Shafa, Cherry, Elisa, dan Nindya yang sudah memberikan semangat dan menemani penulis selama 4 tahun di perkuliahan.
15. Teman teman 4 TKG 3 dan MPM Adhyaksa Acalapati yang telah menjadi bagian perjalanan penulis.
16. Terakhir, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih untuk diri sendiri, Ayu Wandira. Terima kasih sudah tetap berjalan, meski pelan, meski lelah. Skripsi ini bukan hanya tentang menyelesaikan studi, tapi juga tentang pembuktian bahwa versi terbaik dari diri sendiri adalah yang terus mencoba, bahkan saat rasanya sulit.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi referensi yang bermanfaat dalam bidang teknik sipil.

Depok, 14 Maret 2025

Ayu Wandira



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRACT	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Beton	6
2.2 Beton Normal	6
2.3 Beton Serat	7
2.4 Pengaruh Temperatur Tinggi pada Kuat Tekan Beton	7
2.5 Bahan Penyusun beton	8
2.2.1 Semen	9
2.2.2 Agregat Kasar	10

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

2.2.3	Agregat Halus.....	10
2.2.4	Air	11
2.2.5	Macro Fiber	11
2.2.6	Superplasticizer.....	12
2.6	Aspek Rasio Serat	13
2.7	Perencanaan <i>Mix design</i> Beton	14
2.8	Karakteristik Beton	14
2.4.1	Sifat Mekanis Beton.....	14
2.4.2	Sifat Fisis Beton	15
2.9	State Of The Art	16
2.10	Keterbaruan Penelitian (Novelty)	18
2.11	Hipotesis.....	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		19
3.1	Lokasi dan Waktu.....	19
3.2	Bagan Alir Penelitian	20
3.3	Alat Penelitian.....	21
3.4	Bahan Penelitian.....	23
3.5	Pengujian Material	24
3.6	Rancangan Penelitian	39
3.7	Metode Analisis Data	39
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....		40
4.1	Data Pengujian Bahan Penyusun Beton	40
4.1.1	Data Agregat Halus	40
4.1.2	Data Agregat Kasar	45
4.1.3	Data Semen	49
4.2	Perencanaan Campuran Beton	50



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

4.2.1	Data – data.....	50
4.2.2	Langkah Perhitungan	50
4.3	Pengujian Beton Segar	53
4.3.1	<i>Slump</i> Beton	54
4.3.2	Berat Isi Beton.....	56
4.3.3	Pengujian Waktu Ikut Beton.....	58
4.4	Pengujian Beton Keras	61
4.4.1	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	61
4.4.2	Pengujian Tarik Belah Beton.....	74
4.4.3	Pengujian Tarik Lentur Beton	76
4.4.4	Pengujian Kuat Tekan Beton pada Temperatur Tinggi	79
BAB V PENUTUP		83
5.1	Kesimpulan	83
5.2	Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA.....		85
LAMPIRAN.....		87



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Properti Fisik <i>Kratos Macro</i> PP 54+ Sumber : Product Data Sheet <i>Macro fiber</i> PP54+ PT. Devian Jaya Sentosa	12
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu	16
Tabel 3. 1 Alat Pengujian Material	21
Tabel 3. 2 Peralatan Pembuatan dan Pengujian Benda Uji	22
Tabel 3. 3 Variasi Benda Uji Sumber : Olahan Pribadi	39
Tabel 4. 1 Hasil Penimbangan Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat	40
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus Sumber : Olahan Pribadi	41
Tabel 4. 3 Hasil Penimbangan Uji Berat Isi dan Rongga Udara Sumber : Olahan Pribadi	41
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Uji Berat Isi dan Rongga Udara Sumber : Olahan Pribadi	42
Tabel 4. 5 Analisa Ayak Agregat Halus Sumber : Olahan Pribadi	42
Tabel 4. 6 Hasil Penimbangan Uji Kadar Lumpur	43
Tabel 4. 7 Perhitungan Uji Kadar Lumpur Agregat Halus	44
Tabel 4. 8 Pengujian Kadar Air Agregat Halus	44
Tabel 4. 9 Hasil Timbangan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar Sumber : Olahan Pribadi	45
Tabel 4. 10 Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar Sumber : Olahan Pribadi	45
Tabel 4. 11 Perhitungan Berat Isi dan Rongga Agregat Kasar Sumber : Olahan Pribadi	46
Tabel 4. 12 Analisa Ayak Agregat Kasar Sumber : Olahan Pribadi	47
Tabel 4. 13 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar Sumber : Olahan Pribadi	48
Tabel 4. 14 Pengujian Kadar Air Agregat Kasar Sumber : Olahan Pribadi	48
Tabel 4. 15 Berat Jenis Semen <i>Portland</i>	49
Tabel 4. 16 Berat Jenis Semen Hidrolik	49
Tabel 4. 17 Perkiraan Kebutuhan Air Pencampur Sumber : SNI-7656-2012	50
Tabel 4. 18 Hubungan antara rasio air-semen (w/c) Sumber : SNI-7656-2012	51

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



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

Tabel 4. 19 Volume Agregat Kasar per Satuan Volume Beton Sumber : SNI-7656-2012.....	51
Tabel 4. 20 Perkiraan Awal Berat Beton Segar Sumber : SNI-7656-2012.....	52
Tabel 4. 21 Hasil Pengujian <i>Slump</i> Beton Segar Sumber : Olahan Pribadi	54
Tabel 4. 22 <i>Coefficient</i> Uji <i>Slump</i> Sumber : Olahan Pribadi.....	55
Tabel 4. 23 <i>Model Summary</i> Nilai <i>Slump</i>	56
Tabel 4. 24 Hasil Pengujian Berat Isi Beton Segar Sumber : Olahan Pribadi	57
Tabel 4. 25 <i>Coefficient</i> Berat Isi Beton	58
Tabel 4. 26 <i>Model Summary</i> Berat Isi Beton	58
Tabel 4. 27 Hasil Waktu Ikat Beton	59
Tabel 4. 28 <i>Coefficient</i> Waktu Ikat Beton	61
Tabel 4. 29 <i>Model Summary</i> Waktu Ikat Beton	61
Tabel 4. 30 Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari Sumber : Olahan Pribadi	62
Tabel 4. 31 <i>Coefficient</i> Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari.....	63
Tabel 4. 32 <i>Model Summary</i> Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	64
Tabel 4. 33 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari	64
Tabel 4. 34 <i>Coefficient</i> Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari.....	65
Tabel 4. 35 <i>Model Summary</i> Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari	66
Tabel 4. 36 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 21 Hari	66
Tabel 4. 37 <i>Coefficient</i> Nilai Kuat Tekan Beton Umur 21 Hari	68
Tabel 4. 38 <i>Model Summary</i> Uji Kuat Tekan Beton Umur 21 Hari	68
Tabel 4. 39 Hasil Uji Tekan Beton Umur 28 Hari.....	69
Tabel 4. 40 Koefisien Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	70
Tabel 4. 41 <i>Model Summary</i> Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	71
Tabel 4. 42 Hasil Pengujian Tarik Belah Beton	74
Tabel 4. 43 Koefisien Nilai Tarik Belah Beton	76
Tabel 4. 44 <i>Model Summary</i> Tarik Belah Beton	76
Tabel 4. 45 Hasil Pengujian Tarik Lentur Beton	77
Tabel 4. 46 Koefisien Tarik Belah Beton	78
Tabel 4. 47 <i>Model Summary</i> Tarik Lentur Beton	79
Tabel 4. 48 Hasil Pengujian Temperatur Tinggi.....	79
Tabel 4. 49 Koefisien Kuat Tekan Beton Pada Temperatur Tinggi.....	81



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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Kratos Macro</i> PP 54+ Sumber : Product Data Sheet <i>Macro fiber</i> PP54+ PT. Devian Jaya Sentosa	11
Gambar 2. 2 Devcon A875 Sumber : Data Pribadi	13
Gambar 3. 1 Workshop Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Sumber : Google Maps.....	19
Gambar 3. 2 Bagan Alir Penelitian	20
Gambar 4. 1 Gradasi Agregat Halus	43
Gambar 4. 2 Gradasi Analisa Ayak Agregat Kasar	47
Gambar 4. 3 Grafik Nilai <i>Slump</i> Tanpa Bahan Tambah Sumber : Data Pribadi ...	54
Gambar 4. 4 Perubahan Nilai <i>Slump</i> setelah Penambahan MF + SP Sumber : Data Pribadi	55
Gambar 4. 5 Grafik Berat Isi Beton	57
Gambar 4. 6 Waktu Ikut Beton.....	60
Gambar 4. 7 Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	62
Gambar 4. 8 Grafik Pegujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari.....	65
Gambar 4. 9 Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 21 Hari	67
Gambar 4. 10 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	70
Gambar 4. 11 Grafik Tarik Belah Beton	75
Gambar 4. 12 Grafik Kuat Lentur Beton	77
Gambar 4. 13 Grafik Kuat Tekan Beton Pada Temperatur tinggi	80



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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Pernyataan Calon Pembimbing	91
Lampiran 1. 2 Persetujuan Pembimbing	92
Lampiran 1. 3 Lembar Pengesahan	93
Lampiran 1. 4 Lembar Asistensi Pembimbing	94
Lampiran 1. 5 Lembar Persetujuan Pembimbing	96
Lampiran 1. 6 Lembar Asistensi Penguji 1	97
Lampiran 1. 7 Lembar Asistensi Penguji 2	98
Lampiran 1. 8 Persetujuan Penguji 1	99
Lampiran 1. 9 Persetujuan Penguji 2	100



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 I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan material konstruksi yang banyak digunakan karena memiliki karakteristik unggul seperti kuat tekan tinggi, ketahanan terhadap cuaca, kemudahan dalam pembentukan (Neville, 2011). Beton tidak hanya dituntut memiliki kekuatan struktural, tetapi juga mampu beradaptasi terhadap berbagai kondisi lingkungan ekstrem seperti suhu tinggi, kelembapan, serta beban siklik. Karakteristik penting seperti kuat tekan, tarik belah, tarik lentur, dan kelecakan menjadi indikator utama dalam menentukan kualitas beton (Mehta & Monteiro, 2014). Seiring meningkatnya tuntutan terhadap kualitas dan ketahanan beton, pengembangan variasi komposisi campuran menjadi fokus dalam penelitian material teknik sipil.

Salah satu pendekatan untuk meningkatkan performa beton dengan memanfaatkan bahan alternatif sebagai pengganti sebagian semen, seperti penggunaan semen hidrolik. Semen ini tidak hanya memiliki kuat tekan yang kompetitif—mencapai 40–45 MPa pada umur 28 hari (PT Indocement, 2023)—tetapi juga menawarkan keunggulan dari sisi keberlanjutan. Kandungan klinker yang lebih rendah dibandingkan OPC menjadikan semen hidrolik menghasilkan emisi karbon yang lebih kecil, yakni sekitar 684 kg CO₂/ton, dibandingkan OPC yang mencapai 745 kg CO₂/ton (Watari et al., 2022). Meskipun demikian, keunggulan utama dari penggunaan semen hidrolik tetap terletak pada kemampuannya menjaga kekuatan mekanik beton, bukan sekadar karena emisi yang lebih rendah.

Kuat tekan beton yang tinggi tidak menjamin beton tidak akan mengalami penyusutan plastis (*plastic shrinkage*) yang menyebabkan retakan halus. Solusi yang dapat digunakan yaitu melakukan penambahan *macro fiber*, seperti serat *polypropylene*. Penambahan *macro fiber* dapat meningkatkan sifat fisis beton seperti kuat tekan dan pengendalian retak (Sabara et al., 2023).

Selain penambahan *macro fiber*, Penambahan *superplasticizer* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kelacakan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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

(*workability*) tanpa perlu mengurangi rasio air semen yang berperan dalam menentukan tingkat kelacakan beton segar yang dihasilkan (Farhan Kurniawan et al., 2020)

Selain menguji karakteristik mekanik beton pada kondisi normal, penting juga untuk mengevaluasi performa beton terhadap suhu tinggi, terutama pada struktur yang berpotensi terpapar panas ekstrem, seperti gedung industri atau area rawan kebakaran. Paparan suhu tinggi dapat menyebabkan kerusakan mikrostruktur beton, peningkatan tekanan uap air dalam pori, serta retak termal dan *spalling*. Salah satu solusi untuk meminimalkan kerusakan ini adalah dengan menambahkan serat *polypropylene* (PPF), yang akan meleleh pada suhu sekitar 160–180°C dan membentuk kanal mikro untuk pelepasan tekanan uap. Beton dengan PPF mampu mempertahankan kuat tekan lebih baik hingga suhu 300°C dibandingkan beton tanpa serat (Hassan, 2022). Beton dengan penambahan 0,2% serat *polypropylene* hanya mengalami penurunan kuat tekan sebesar 10,4% setelah pembakaran pada suhu 400°C, jauh lebih kecil dibanding penurunan 23,4% pada beton tanpa serat (Aulia et al., 2020).

Dengan latar belakang diatas perlu dilakukan penelitian pengaruh variasi semen hidrolik dengan *macro fiber* dan *superplasticizer* pada sifat mekanik beton termasuk pengaruhnya terhadap Temperatur tinggi. Sehingga dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan material konstruksi yang lebih berkelanjutan dan dengan menggunakan semen hidrolik dapat berkontribusi mengurangi karbon emisi untuk mendukung *Net Zero Emission*.

1.2 Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana karakteristik beton normal dengan semen OPC;
2. Bagaimana karakteristik beton normal dengan substitusi semen hidrolik variasi 25%, 30%, 35%,
3. Bagaimana pengaruh substitusi semen hidrolik variasi 25%, 30%, 35%, dengan bahan tambah *superplasticizer* dan *macro fiber* 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. Bagaimana pengaruh Temperatur tinggi terhadap kuat tekan beton normal dengan substitusi semen hidrolik variasi 25%, 30%, 35%, dan bahan tambah *superplasticizer* dan *macro fiber* pada kekuatan tekan beton yang optimum

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan permasalahan yang telah disampaikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan karakteristik beton normal dengan semen OPC;
2. Mendapatkan karakteristik beton normal dengan substitusi semen hidrolik variasi 25%, 30%, 35%;
3. Menganalisis pengaruh substitusi semen hidrolik variasi 25%, 30%, 35%, dengan bahan tambah *superplasticizer* dan *macro fiber* terhadap karakteristik beton normal;
4. Menganalisis pengaruh Temperatur tinggi pada kuat tekan beton normal terhadap substitusi semen hidrolik variasi 25%, 30%, 35%, dengan bahan tambah *superplasticizer* dan *macro fiber*

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini dimaksudkan untuk memberikan arah yang jelas serta mencegah perluasan ruang lingkup pembahasan. Adapun batasan masalah yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan semen OPC
2. Pengujian mutu beton $f_c' 35$ Mpa dilakukan dengan indikator nilai faktor air semen (FAS)
3. Bahan tambah penelitian ini menggunakan *Macro fiber* jenis *Kratos Macro PP 54+*;
4. Bahan tambah *macro fiber* yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 3000 gr.
5. Bahan tambah penelitian ini menggunakan *Superplasticizer* jenis Devcon A875;
6. Bahan tambah *superplasticizer* yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 0,8%



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

7. 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;
8. Pengujian benda uji beton dilakukan pada saat beton berumur 7, 14, 21, dan 28 hari;
9. Nilai *slump* direncanakan sebesar 75 – 100 mm;
10. Ukuran agregat kasar yang digunakan maksimum 19mm;
11. Karakteristik beton yang akan diuji meliputi Pengujian *slump*, Berat Isi Beton, Waktu Ikut, Kuat tekan, Kuat Tarik Belah, Kuat Lentur, dan Kuat tekan beton pada temperatur tinggi.
12. Kuat tekan beton pada Temperatur tinggi diuji pada suhu 260°C
13. Pada penelitian ini tidak melakukan penelitian emisi karbon.

1.5 Sistematika Penulisan

Skripsi ini disusun secara sistematis dan terbagi ke dalam beberapa bab guna menjamin keteraturan dan kesinambungan dalam penulisan. Adapun sistematika penulisan skripsi ini disajikan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan kajian pustaka serta teori-teori yang mendasari penelitian, termasuk dasar-dasar teoritis yang relevan dengan permasalahan yang diangkat. Selain itu, pada bab ini juga dijelaskan hipotesis awal yang dirumuskan oleh peneliti sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memaparkan metode penelitian yang meliputi lokasi dan waktu pelaksanaan, objek yang diteliti, peralatan serta bahan yang digunakan, dan juga teknik pengumpulan data yang diterapkan dalam studi ini.



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 IV : DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan analisis data dan pembahasan yang mencakup proses penyajian data serta interpretasinya. Selain itu, dijelaskan pula hasil analisis yang diperoleh beserta uraian pembahasannya secara sistematis.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan yang merangkum jawaban atas rumusan masalah serta pencapaian tujuan penelitian. Selain itu, disampaikan pula saran-saran yang berkaitan dengan hasil penelitian sebagai masukan untuk penelitian selanjutnya maupun penerapan praktis.



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 mengenai “Pengaruh Substitusi Semen Hidrolik Variasi (25%, 30%, 35%) terhadap Karakteristik Beton Normal f_c 35 MPa dengan *Macro fiber* dan *Superplasticizer*”, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Beton dengan 100% semen OPC menunjukkan performa standar, dengan kuat tekan 28 hari sebesar 24,67 MPa, kuat tarik belah 2,12 MPa, dan kuat lentur 4,80 MPa. Slump tercatat 100 mm.
2. Substitusi sebagian semen OPC dengan semen hidrolik berdampak pada beton. Substitusi sebesar 25% menghasilkan peningkatan kuat tekan hingga 32,67 MPa, namun pada proporsi 30% dan 35%, kuat tekan menurun menjadi 26,80 MPa dan 25,06 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa 25% merupakan batas optimal untuk peningkatan performa. Penurunan slump dari 100 mm menjadi 90 mm mencerminkan berkurangnya kelecakan.
3. Penggunaan superplasticizer (Devcon A875) sebesar 0,8% dan macro fiber (Kratos Macro PP 54+) sebanyak 3000 gr/m³ mampu meningkatkan kinerja beton secara signifikan. Pada campuran OPC 75%, HC 25%, SP 0,8%, dan MF 3000 gr/m³, kuat tekan mencapai 32,67 MPa (naik 32,4%), kuat tarik belah menjadi 2,45 MPa (naik 15,6%), dan kuat lentur mencapai 5,69 MPa (naik 18,5%). Slump tetap terjaga di kisaran 90–100 mm, menandakan bahwa workability beton masih dalam batas standar.
4. Paparan suhu sekitar 260°C menyebabkan penurunan kekuatan pada semua jenis beton. Kuat tekan beton OPC turun dari 24,67 MPa menjadi 19,99 MPa (turun 18,97%). Campuran optimal dengan bahan tambah juga mengalami penurunan dari 32,67 MPa menjadi 25,70 MPa (turun 21,3%). Sedangkan campuran dengan substitusi 30% dan 35% menunjukkan penurunan masing-masing sebesar 13,11% dan 19,03%. Meskipun menurun, beton dengan bahan tambah tetap menunjukkan performa yang lebih baik dibanding beton tanpa bahan tambah.



5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang substitusi semen hidrolik dan variasi persentase yang lebih luas untuk mendapatkan pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai batas optimal penggunaannya.
2. Uji kuat tekan beton terhadap *temperature* tinggi perlu dilakukan di variasi suhu lebih tinggi lagi guna mengetahui ketahanan beton terhadap suhu tinggi, terutama keadaan aktual kebutuhan di lapangan.
3. Disarankan untuk melakukan pengujian lebih lanjut untuk menganalisa emisi karbon pada semen
4. Untuk aplikasi proyek nyata, disarankan pengujian skala lapangan guna memastikan kesesuaian karakteristik beton yang dihasilkan dengan kondisi aktual.

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

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 PUSTAKA

- ACI/TMS Committee 216. (2017). *Determining Fire Resistance of Concrete and Masonry Construction Assemblies (ACI 216.1-14)*.
- 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>
- 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.
- Bahar, F. F., Wiranto, S., Jambi, U., & Jambi, U. (2024). *Inovasi Material dalam Beton Berkelanjutan : Studi Literatur tentang Pemanfaatan Fly Ash dengan Peningkatan Kekuatan Beton*. 6.
- Farhan Kurniawan, M., Mulyono, T., Daryati, D., & Bangunan, P. T. (2020). *Menggunakan Agregat Kasar Yang Di Pecah (Split)*. 15(2), 4–4.
- Hassan, A. (2022). The Performance of Polypropylene Fibre in Reinforced Concrete under Elevated Temperatures. *Journal of Engineering Science and Sustainable Industrial Technology*, 1(1), 14–21. <https://doi.org/10.21608/jessit.2023.304320>
- Hegel, G. W. F. (2021). [Concrete Mind]. In *The Phenomenology of Mind* (pp. 266–473). <https://doi.org/10.4324/9781315830308-10>
- Madhavi, T. C., & Ram Kumar, P. K. (2016). Effects of Temperature on concrete. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11(9), 5990–5992.
- Maulani, E. (2016). Pemakaian Tanah Diatomae Sebagai Substitusi Semen Fas 0.30 Dengan Perlakuan Kalsinasi Untuk Produksi Beton Normal. *Teras Jurnal*, 6(1), 49–56.
- Muttaqien, A., Martono, D. N., & Gusdini, N. (2023). Analisis Daur Hidup Produksi Beton Fly Ash sebagai Upaya Mengurangi Dampak Emisi CO2. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(1), 68–75. <https://doi.org/10.14710/jil.21.1.68-75>
- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & Windah, R. S. (2015). Pengujian Kuat Tarik Lentur



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

- Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 313–321.
- Penagruh, A., Kulit, P., Sebagai, K., Pada, F., Untuk, C. A., & Runway, P. (2024). *Jurnal Sipil KOKOH*. 22(1), 49–62.
- Sabara, A. I. R., Rifqi, M. R., Vanessa, V., Febriant, M., & Fadiah, D. (2023). Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Panjang Polypropylene Fibre terhadap Performa Beton. *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*, 9(2), 38. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v9i2.38>
- Shafei, B., Kazemian, M., Dopko, M., & Najimi, M. (2021). State-of-the-art review of capabilities and limitations of polymer and glass fibers used for fiber-reinforced concrete. *Materials*, 14(2), 1–45. <https://doi.org/10.3390/ma14020409>
- Slat, V. B., Supit, S. W. M., & Kondojo, N. (2021). Pengaruh Superplasticizer Polymer Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 26(2), 115. <https://doi.org/10.32497/wahanats.v26i2.3126>
- 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.
- Subagyo, S. (2021). Perilaku Beton Paska Kebakaran Dan Berbagai Alternatif Solusinya. *CivETech*, 16(1), 53–68. <https://doi.org/10.47200/civetech.v16i1.727>
- Watari, T., Cao, Z., Hata, S., & Nansai, K. (2022). Efficient use of cement and concrete to reduce reliance on supply-side technologies for net-zero emissions. *Nature Communications*, 13(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31806-2>