

No. 53/SKRIPSI/S.TR-TKG/2026

SKRIPSI

**PENGARUH SUBSTITUSI PARSIAL *FLY ASH* UNTUK
SEMEN HIDRAULIS DAN PENAMBAHAN
SUPERPLASTICIZER 0,8% TERHADAP BETON MUTU
TINGGI**



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

Disusun Oleh :

Naufal Purnagalih W.I

NIM 2201421043

Pembimbing :

Hendrian Budi Bagus Kuncoro, S.T.,M.Eng.

NIP. 198905272022031004

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2026**



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 SUBSTITUSI PARSIAL *FLY ASH* UNTUK SEMEN
HIDRAULIS DAN PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER* 0,8%
TERHADAP BETON MUTU TINGGI**

yang disusun oleh **Naufal Purnagalih Widyatama Iman (NIM 2201421043)** telah
disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam
Sidang Tugas Akhir Tahap I

Pembimbing

Hendrian Budi Bagus Kuncoro, S.T., M.Eng.
NIP 196703081990032001



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 PARSIAL *FLY ASH* UNTUK SEMEN
HIDRAULIS DAN PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER* 0,8%
TERHADAP BETON MUTU TINGGI**

Yang disusun oleh **Naufal Purnagalih Widyatama Iman (2201421043)** telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi di depan Tim Penguji pada hari Senin, 29 Juni 2026.

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Nanung Martina, S.T., M.Si. NIP. 196703081990032001	
Anggota	Lilis Tiyani, S.T., M.Eng. NIP. 199504132020122025	

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 mengemukakan 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 : Naufal Purnagalih Widyatama Iman

NIM : 2201421043

Program Studi : D4 Teknik Konstruksi Gedung

Alamat Email : naufal.purnagalih.widyatama.iman.ts22@mhsw.pnj.ac.id

Judul Naskah : Pengaruh Substitusi Parsial *Fly Ash* untuk Semen Hidraulis dan penambahan *Superplasticizer* 0,8% terhadap Beton Mutu Tinggi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi Program Studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2025/2026 yang saya susun merupakan hasil pemikiran dan karya asli saya sendiri. Naskah ini tidak mengandung unsur plagiarisme serta belum pernah diajukan maupun digunakan dalam bentuk kegiatan akademik apa pun sebelumnya.

Apabila di kemudian hari ditemukan adanya ketidaksesuaian antara pernyataan ini dengan kondisi yang sebenarnya, maka saya bersedia menerima segala ketentuan dan sanksi yang berlaku sesuai peraturan akademik yang ditetapkan. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan dapat dipertanggungjawabkan sebagaimana mestinya.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Jakarta, 28 Juni 2026

Naufal Purnagalih Widyatama Iman



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 dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Substitusi Parsial *Fly Ash* untuk Semen Hidraulis dan penambahan *Superplasticizer* 0,8% terhadap Beton Mutu Tinggi” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi D-IV Teknik Konstruksi Gedung, Politeknik Negeri Jakarta. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, serta bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Hendrian Budi Bagus Kuncoro, S.T., M.Eng dan Ibu Nunung Martina. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang sangat berarti dalam penyusunan skripsi ini.
2. Seluruh dosen Program Studi D-IV Teknik Konstruksi Gedung Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, dan wawasan selama masa perkuliahan.
3. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan skripsi bahan ini Nila, Zahran, Bayu, Raka, Anderson, Adel, Sultan, Hussein, Rafly, dan Rayhan, yang telah memberikan bantuan, semangat, serta kerja sama selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis dengan terbuka menerima kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan penelitian di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Jakarta, 28 Mei 2026

Naufal Purnagalih Widyatama Iman



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Beton.....	6
2.2 Beton Mutu Tinggi	7
2.3 Beton Ramah Lingkungan.....	8
2.4 Bahan Penyusun Beton.....	9
2.4.1 Semen Hidraulis.....	10
2.4.2 Air	12
2.4.3 Agregat.....	13
2.4.3.1 Agregat Halus.....	13
2.4.3.2 Agregat Kasar.....	15
2.4.4 Bahan Tambah	16
2.5 Pengujian Sifat Fisis Beton	19
2.5.1 Uji Slump	20
2.5.2 Berat Isi Beton Segar	20
2.6 Pengujian Sifat Mekanis Beton	21
2.6.1 Kuat Tekan Beton	22

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

2.6.2	Kuat Tarik Belah Beton	23
2.6.3	Kuat Tarik Lentur Beton	24
2.7	State Of The Art	25
2.8	Keterbaruan Penelitian (<i>Novelty</i>)	32
2.9	Hipotesis Penelitian	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		35
3.1	Lokasi dan Objek Penelitian	35
3.2	Alat Penelitian	36
3.2.1	Alat Pengujian Material	36
3.2.2	Alat Pembuatan dan Pencetakan Beton	36
3.2.2	Alat Pengujian Beton Segar	37
3.2.3	Alat Pengujian Beton Keras	37
3.3	Bahan Penelitian	38
3.4	Rancangan Penelitian	38
3.5	Bagan Alir Penelitian	39
3.6	Teknik Pengumpulan Data	40
3.6.1	Data Primer	40
3.6.2	Data Sekunder	50
3.7	Metode Analisis Data	50
3.7.1	Analisis Kuantitatif	50
3.7.2	Analisis Deskriptif	54
3.8	Rancangan Benda Uji	56
3.9	Tahapan Penelitian	57
3.10	Luaran	59
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN		60
4.1	Analisis Data Pengujian Bahan Penyusun Beton	60
4.1.1	Pengujian Agregat Kasar	60
4.1.2	Data Semen Hidraulis	67
4.1.3	Pengujian Agregat Halus	67
4.2	Perancangan Campuran Beton (<i>Mix Design</i> ACI 211.4R)	74
4.2.1	Data Perencanaan	74
4.2.2	Pemilihan Nilai Slump	75
4.2.3	Pemilihan Ukuran Butir Agregat Maksimum	75
4.2.4	Perkiraan Volume Agregat Kasar per Satuan Volume Beton	76



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

4.2.5	Menghitung Massa Kering Agregat Kasar per Yard kubik (Wdry)	
	Nilai massa kering agregat kasar per yard kubik dihitung menggunakan rumus yang tertera dibawah ini. Berdasarkan rumus tersebut didapatkan nilai Wdry sebesar 1768, 89 lb.....	76
4.2.6	Menghitung Kandungan Rongga Agregat Halus (V)	76
4.2.7	Menghitung Penyesuaian Pencampuran Air.....	77
4.2.8	Perkiraan Air Pencampuran Dan Kandungan Udara Beton Segar	78
4.2.9	Pemilihan Rasio Air – Semen Maksimum Untuk Beton Mutu Tinggi	79
4.2.10	Menghitung Perkiraan Kadar Semen	80
4.2.11	Menghitung Perkiraan Kadar Agregat Halus.....	80
4.2.12	Penyesuaian Proporsi Campuran.....	83
4.3	Analisis Data Pengujian Beton Segar.....	85
4.3.1	Pengujian Slump.....	85
4.3.2	Pengujian Berat Isi.....	89
4.4	Analisis Data Pengujian Beton Keras.....	93
4.4.1	Pengujian Kuat Tekan.....	93
4.4.2	Pengujian Kuat Tarik Belah.....	100
4.4.3	Pengujian Kuat Lentur.....	104
BAB V.....		108
5.1	Kesimpulan.....	108
5.2	Saran.....	109
DAFTAR PUSTAKA.....		110
LAMPIRAN.....		113



Hak Cipta :

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Fly ash.....	26
Gambar 2. 2 Superplasticizer.....	27
Gambar 2. 3 Sketsa Pengujian Kuat Tekan Beton.....	30
Gambar 4. 1 Grafik Gradasi Agregat Kasar	62
Gambar 4. 2 Grafik Gradasi Agregat Halus	68
Gambar 4. 3 Hasil Grafik Slump Test Beton Segar	81
Gambar 4. 4 Coefficients Slump Test Beton Segar.....	81
Gambar 4. 5 Model Summary Hasil Uji <i>Slump</i> Beton Segar	82
Gambar 4. 6 Grafik Berat Isi Beton Segar.....	83
Gambar 4. 7 Coefficients Berat Isi Beton Segar	84
Gambar 4. 8 Model Summary Hasil Berat Isi Beton Segar.....	84
Gambar 4. 9 Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	86
Gambar 4. 10 Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	89

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1Batas Gradasi Agregat Halus (<i>British Standard</i>)	25
Tabel 2. 2Syarat Agregat Kasar Menurut (<i>British Standard</i>).....	25
Tabel 3.1 Rancangan Benda Uji	55
Tabel 4. 1 Pengujian Berat Jenis Semen Hidraulis.....	...
Tabel 4. 2 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.....	58
Tabel 4. 3 Berat Isi dan Rongga Udara Agregat Kasar	60
Tabel 4. 4 Analisa Ayak Agregat Kasar	62
Tabel 4. 5 Kadar Air Agregat Kasar	63
Tabel 4. 6 Kadar Lumpur Agregat Kasar	64
Tabel 4. 7 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air pada Agregat Halus	65
Tabel 4. 8 Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara Agregat Halus	66
Tabel 4. 9 Data Hasil Pengujian Berat Isi Padat pada Agregat Halus.....	67
Tabel 4. 10 Data Hasil Pengujian Analisa Ayak Agregat Halus	69
Tabel 4. 11 Data Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	69
Tabel 4. 12 Mix Design	71
Tabel 4. 13 Data Pengujian Bahan	71
Tabel 4. 14 Data Pemilihan Nilai Slump	72
Tabel 4. 15 Data Pemilihan Butir Agrgagat Kasar	72
Tabel 4. 16 Perkiraan Volume Agregat Kasar Per Satuan Volume Beton	72
Tabel 4. 17 Data Perkiraan Air Campuran dan Kandungan Udara Pada Beton Segar	73
Tabel 4. 18 Hubungan Antara Rasio Air-Semen (W/C) Dan Kekuatan Beton 74	
Tabel 4. 19 Data Perkiraan Kadar Agregat Halus Tanpa HRWRA	75
Tabel 4. 20 Data Perkiraan Kadar Agregat Halus Menggunakan HRWRA	75
Tabel 4. 21 Data Proporsi Campuran Dasar Tanpa HRWRA	76
Tabel 4. 22 Data Total Proporsi Campuran Dasar Tanpa HRWRA.....	76
Tabel 4. 23 Data Proporsi 1 m ³ Tanpa HRWRA Setelah Dikoreksi.....	76
Tabel 4. 24 Data Proporsi Campuran Dasar Menggunakan HRWRA	77
Tabel 4. 25 Data Total Proporsi Campuran Dasar Menggunakan HRWRA	77
Tabel 4. 26 Data Proporsi 1 m ³ Menggunakan HRWRA Setelah Dikoreksi...	78
Tabel 4. 27 Data Volume Benda Uji	78
Tabel 4. 28 Proporsi Campuran per Variasi	79
Tabel 4. 29 Proporsi Campuran Beton Mutu Tinggi per 1 m ³ (Setelah Koreksi)	80
Tabel 4. 30 Hasil Pengujian Nilai Slump	82
Tabel 4. 31 Hasil Pengujian Berat Isi Beton Segar	82
Tabel 4. 32Hasil Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	83
Tabel 4. 33 Hasil Kuat Tarik Belah Umur 28 Hari	84
Tabel 4. 34 Hasil Kuat Tarik Belah Umur 28 Hari	85

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

Pembangunan infrastruktur yang masif sejalan dengan peningkatan kebutuhan beton sebagai material struktural utama. Di sisi lain, produksi semen portland yang menjadi bahan pengikat utama beton diketahui menyumbang emisi karbon dioksida (CO₂) yang sangat signifikan terhadap lingkungan (Adiputra, 2022). Untuk menekan dampak ekologis tersebut, konsep konstruksi berkelanjutan kini mengarah pada pengembangan beton ramah lingkungan (*green concrete*). Salah satu pendekatan yang efektif adalah memanfaatkan limbah industri, seperti limbah pembakaran batu bara, yaitu *fly ash* (abu terbang), sebagai bahan substitusi parsial semen hidraulis. Pemanfaatan *fly ash* tidak hanya meminimalisir penumpukan limbah padat dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), tetapi juga secara terukur mampu menekan jejak karbon dari industri konstruksi.

Kebutuhan konstruksi modern saat ini tidak hanya menuntut material yang ramah lingkungan, namun juga mewajibkan menggunakan penggunaan beton berkualitas dan bermutu tinggi yang menurut SNI 03-6468-3000 didefinisikan memiliki batasan kuat tekan minimal 41,1 MPa untuk bentang panjang maupun gedung bertingkat. Pembuatan beton mutu tinggi memerlukan kepadatan matriks yang optimal yang umumnya dicapai dengan menggunakan faktor air semen (FAS) yang rendah. Dimana FAS yang rendah seringkali menyebabkan beton kehilangan kelecakan (*workability*), sehingga sulit dituang dan dipadatkan (Andika et al., 2023). Selain itu, meskipun *fly ash* memiliki sifat pozzolanik yang mampu meningkatkan durabilitas beton jangka panjang, substitusi *fly ash* dengan volume tertentu dapat memperlambat *initial setting time* dan menurunkan kuat tekan awal beton.

Oleh karena itu, diperlukan penggunaan bahan kimia tambahan berupa *superplasticizer* untuk mereduksi kebutuhan air tanpa mengorbankan kelecakan campuran, sekaligus mengimbangi efek penurunan *workability* akibat pemakaian material halus yang tinggi. Berdasarkan kompleksitas interaksi material tersebut kajian lebih lanjut melalui penelitian ini sangat diperlukan. Urgensi utama dari penelitian ini terletak pada pencarian formulasi atau proporsi

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

optimum dari kombinasi substitusi parsial *fly ash* dan penambahan dosis *superplasticizer* yang paling tepat pada beton mutu tinggi. Meskipun beberapa studi terdahulu telah mengkaji penggunaan *fly ash*, integrasi antara substitusi *fly ash* dengan *superplasticizer* untuk mencapai spesifikasi beton mutu tinggi yang ramah lingkungan namun tetap memenuhi syarat kekuatan mekanis struktural masih perlu dikaji lebih mendalam melalui uji laboratorium. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan standarisasi baru dalam mendesain *mix design* beton mutu tinggi yang memaksimalkan pemanfaatan limbah industri, sekaligus menekan konsumsi semen secara signifikan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini mengidentifikasi beberapa permasalahan utama yang menjadi fokus kajian. Permasalahan tersebut dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi persentase *fly ash* (5%, 10%, dan 15%) dan penambahan *superplasticizer* terhadap tingkat kelecakan (*workability* atau nilai *slump*) pada campuran beton segar?
2. Bagaimana pengaruh interaksi antara substitusi *fly ash* dan *superplasticizer* tersebut terhadap perkembangan kuat tekan beton pada umur rencana 7 dan 28 hari guna mencapai standar beton mutu tinggi (55 MPa)?
3. Berapa proporsi optimum dari kombinasi substitusi *fly ash* dan dosis *superplasticizer* yang mampu menghasilkan kinerja beton mutu tinggi ramah lingkungan secara maksimal, baik dari segi pengerjaan (*workability*) maupun kekuatan mekanis struktural

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini bertujuan untuk memberikan arahan dan upaya agar ruang lingkup penelitian tetap terfokus dan tidak meluas. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Semen yang digunakan *Hidraulic Cement* (HC).

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

2. Menggunakan beton mutu tinggi dengan rencana $f'c = 55 \text{ Mpa}$
3. Benda Uji beton berupa beton silinder tidak bertulang (Ukuran : $\varnothing 15 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$)
4. Benda Uji berupa Balok Ukuran $15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$.
5. *Fly Ash* digunakan sebagai substitusi parsial semen hidraulis dengan variasi presentase 5%, 10%, dan 15%.
6. Bahan Tambah *Superplasticizer* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,8%.
7. Bahan Tambah pada penelitian ini menggunakan *Superplasticizer* jenis Devcon 1170.
8. Perhitungan *mix design* menggunakan metode ACI 211.4R (*High-Strength Concrete*).
9. Pengujian Berat Jenis Semen dan *Fly Ash* Tidak dilakukan
10. Faktor air semen tanpa *superplasticizer* yang direncanakan sebesar 0,276
11. Faktor air semen menggunakan *superplasticizer* yang direncanakan sebesar 0,341
12. Berat Jenis Agregat Kasar $2,6 \text{ kg/m}^3$.
13. Ukuran agregat kasar maksimum sebesar 12,5 mm.
14. Agregat halus lolos saringan ukuran 4,75 mm.
15. Nilai *Slump* menggunakan tanpa *superplasticizer* yang direncanakan 50-100 mm
16. Nilai *Slump flow* yang direncanakan 760 – 850 mm
17. Penelitian ini melakukan pengujian beton pada umur 7 dan 28 hari.
18. Karakteristik beton yang akan diuji meliputi Pengujian slump, Kuat Tekan, Kuat Lentur, Tarik Belah.

1.4 Tujuan

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

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

1. Menganalisis pengaruh substitusi parsial *fly ash* dan penambahan *superplasticizer* sebesar 0,8% terhadap karakteristik beton segar yang meliputi *slump*, *slump flow*, dan berat isi beton. .
2. Menganalisis pengaruh substitusi parsial *fly ash* dan penambahan *superplasticizer* sebesar 0,8% terhadap sifat mekanis beton mutu tinggi yang meliputi kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur.
3. Menentukan komposisi optimum substitusi parsial *fly ash* dan penambahan *superplasticizer* sebesar 0,8% pada beton mutu tinggi berdasarkan karakteristik beton segar dan sifat mekanis beton.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam pengembangan teknologi beton mutu tinggi yang lebih efisien dan berkelanjutan. Secara lebih rinci, manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah kajian ilmiah mengenai pemanfaatan *fly ash* sebagai substitusi parsial semen hidraulis dalam beton mutu tinggi serta peran *superplasticizer* dalam menjaga kinerja campuran dengan faktor air semen rendah. Hasil penelitian ini dapat memperkuat pemahaman mengenai hubungan antara reaksi pozzolanik, kepadatan mikrostruktur, dan peningkatan kuat tekan beton. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi referensi akademik bagi penelitian selanjutnya yang membahas pengembangan beton ramah lingkungan dengan meminimalisir penggunaan semen.

b) Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai komposisi campuran beton mutu tinggi yang optimal melalui kombinasi *fly ash* dan *superplasticizer*. Hasil penelitian dapat menjadi acuan bagi praktisi konstruksi dalam merancang beton dengan kuat tekan tinggi namun tetap efisien dalam penggunaan semen. Dengan berkurangnya penggunaan semen melalui substitusi *fly ash*, penelitian ini juga berpotensi mendukung penerapan teknologi beton yang lebih ekonomis dan berkelanjutan dalam praktik konstruksi.



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

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan proposal ini dibagi menjadi beberapa bab yang disusun secara teratur dan sistematis. Berikut adalah sistematika penulisannya:

1. BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, serta sistematika penulisan.

2. BAB II: TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tinjauan pustaka atau teori pendukung yang digunakan dalam penelitian, termasuk dasar teori yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti. Bab ini juga menguraikan hipotesis awal yang dikembangkan dalam penelitian.

3. BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian, termasuk lokasi dan waktu penelitian, objek penelitian, alat dan bahan penelitian, serta metode pengumpulan data.

4. 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.

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

BAB V

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh substitusi parsial semen hidraulis dengan *fly ash* dan penambahan *superplasticizer* 0,8% terhadap beton mutu tinggi, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Penggunaan *fly ash* sebagai substitusi parsial semen hidraulis sebesar 5%, 10%, dan 15% memengaruhi karakteristik beton segar. Pada campuran tanpa *superplasticizer*, nilai *slump* dan berat isi beton cenderung menurun seiring bertambahnya kadar *fly ash*. Sebaliknya, penambahan *superplasticizer* sebesar 0,8% dari berat semen meningkatkan nilai *slump flow* hingga memenuhi persyaratan BS EN 12350-8:2010, serta meningkatkan *workability* tanpa memberikan perubahan yang signifikan terhadap berat isi beton segar.
- 2) Variasi campuran optimum pada penelitian ini diperoleh pada komposisi HC 90% + *fly ash* 10% + *superplasticizer* 0,8% dari berat semen. Variasi tersebut menghasilkan nilai *slump flow* sebesar 805 mm, berat isi beton segar sebesar 2395 kg/m³, kuat tekan umur 28 hari sebesar 61,870 MPa, kuat tarik belah sebesar 6,267 MPa, dan kuat lentur sebesar 8,089 MPa. Nilai kuat tekan tersebut telah melampaui mutu rencana sebesar 55 MPa, sehingga kombinasi *fly ash* 10% dan *superplasticizer* 0,8% dapat direkomendasikan sebagai komposisi optimum dalam pembuatan beton mutu tinggi yang memiliki kinerja mekanis tinggi, *workability* yang baik, serta penggunaan semen yang lebih efisien.
- 3) Variasi kadar *fly ash* dan penambahan *superplasticizer* berpengaruh terhadap sifat mekanis beton. Penambahan *fly ash* dengan presentase 5%, 10%, dan 15% dari berat semen hidraulis mampu meningkatkan kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur optimum pada presentase 10%, sedangkan penggunaan *superplasticizer* sebesar 0,8% memberikan pada perbaikan kemudahan pengerjaan dan kepadatan beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh variasi dengan *superplasticizer* menghasilkan sifat mekanis yang lebih baik dibandingkan campuran tanpa *superplasticizer*.

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

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

- 1) Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan variasi kadar *fly ash* yang lebih luas, seperti 20%, 25%, dan 30%, sehingga dapat diperoleh kadar substitusi optimum yang menghasilkan kinerja beton mutu tinggi yang lebih baik.
- 2) Pengujian beton mutu tinggi sebaiknya dilakukan pada umur yang lebih panjang, seperti 56 hari, 90 hari, dan 180 hari, untuk mengetahui perkembangan kekuatan beton secara lebih menyeluruh karena reaksi pozzolanik *fly ash* berlangsung lebih lambat dibandingkan hidrasi semen
- 3) Penelitian berikutnya dapat menggunakan variasi dosis *superplasticizer* yang berbeda untuk memperoleh kombinasi *fly ash* dan *superplasticizer* yang paling efektif dalam meningkatkan *workability* dan sifat mekanis beton.
- 4) Optimalisasi ukuran agregat kasar maksimum 12,5 mm sesuai rekomendasi ACI 211.4R, disertai penyesuaian faktor air-semen dan proporsi material penyusun beton, berpotensi menghasilkan kuat tekan yang lebih mendekati atau melampaui mutu rencana sebesar 55 MPa.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

DAFTAR PUSTAKA

- Adiputra, I. N. (2022). *Pengaruh Fly Ash sebagai Pengganti Sebagian Semen terhadap Kuat Tarik Belah Beton yang Menggunakan Agregat Halus Daur Ulang*. <https://repository.ub.ac.id/id/eprint/190657/>
- Andika, R., Kumaat, E. J., & Windah, R. S. (2023). *Analisis Kuat Tekan Terhadap Penggunaan Filler Fly Ash Pada High Strength Self Compacting Concrete*. 21(85).
- Andriansyah, D., & Walujodjati, E. (2023). Pengaruh Bahan Tambah Superplasticizer pada Beton Porous Terhadap Kuat Tekan, Tarik Belah dan Permeabilitas. *Jurnal Konstruksi*, 21(2), 207–216. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.21-2.1386>
- Awal, P., Fly, P., Dan, A. S. H., & Ash, B. (n.d.). *Suralaya Dalam Pembuatan Beton Di Lingkungan Pantai Kata Kunci : fly ash , bottom ash , workability , break water , durability , sulfate attack tipe C dan tipe F . Fly ash tipe F memiliki sifat pozzolan , sedangkan fly ash tipe C , selain memiliki tersebut terdapat pada banyaknya kadar oksida kalsium , silika , aluminium dan besi . Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain ayakan , timbangan , oven , mixer , bekisting , vibrator , Universal Testing Machine , pH meter , dan flow table , dan alat slump . 177–184.*
- Ayuddin. (2025). *Pengaruh Pemanfaatan Bahan Tambah Fly Ash dan Admixture Tipe F Terhadap Pengurangan Penggunaan Semen Portland dari Kuat Tekan Beton The Influence of Utilizing Fly Ash and Type F Admixture on the Reduction of Portland Cement Usage Based on Concrete Compres*. 10.
- 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.
- Nasional, S., Ics, I., & Nasional, B. S. (2008). SNI 1970:2008.
- Patria, S. N. A., & Haikal, F. (2022). *Jurnal Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Semarang Pengaruh Kadar Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu*. 15(2), 12–22.
- Prata Ranti; Sofyan Muhammad. (2022). Pengaruh Variasi Faktor Air Semen pada Pemanfaatan Slag Mutu Beton Tingkat Tinggi. *Jurnal Forum Mekanika*, 11(1), 38–46.
- Rahman, A. (2022). Pengaruh Kombinasi Gypsum Dan Fly Ash Tipe C Pada Kuat Tekan Mortar. *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, 27(1), 22–27. <https://doi.org/10.36728/jtsa.v27i1.1545>
- Ranastra, R. (2020). *Assement Of Chemical, Physical, And Mechanical Properties Of Indonesian Portland Cements*.

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 :

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

- Setiati, N. R., & Cahyadi, D. (2017). (*Concrete Characteristics Using Various Types Of Cement*) yang baik tetapi tetap mudah dikerjakan dan pelaksana di lapangan . Hal ini menjadi Portland Pozzoland Cement (PPC) dan Portland Composite Cement (PCC) tersebut belum sepenuhnya dapat diterapk. 34(1), 49–63.
- Slat, V. B., Supit, S. W. M., Kondojo, N., Teknik, J., Politeknik, S., & Manado, N. (2021). Pengaruh Superplasticizer Polymer Terhadap. *Jurnal Pengembangan Teknik Sipil*, 26(2), 115–123. <https://doi.org/10.32497/wahanats.v26i2.3126>
- SNI 2491. (2014). Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens (ASTM C496/C496M-04, IDT). *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 1–17.
- Sukarman, Erlina Yanuarini, Lilis Tiyani, Shofie Rania Salsabila, & Viona Seren. (2022). Pengaruh Substitusi Slag Nikel Dan Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Beton Sebagai Pemecah Gelombang. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.33197/jitter.vol9.iss1.2022.952>
- Wilson, J., Rafael, M., Lukas, A. Y., Mata, A. E., Adisucipto, J., Box, P. O., & Kupang, P. (2022). *1K1K1K*. 7(2), 69–73.
- SNI 1970. (2008). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus (Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate). *Badan Standardisasi Nasional*, 1–18.
- SNI 1971. (2011). Cara Uji Kadar Air Total Agregat dengan Pengeringan (Standard Test Method for Total Moisture Content of Aggregate by Drying). *Badan Standardisasi Nasional*, 1–9.
- SNI 1972. (2008). Cara Uji Slump Beton (Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete). *Badan Standardisasi Nasional*, 1–8.
- SNI 1973. (2008). Cara Uji Berat Isi Beton Segar (Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete). *Badan Standardisasi Nasional*, 1–11.
- SNI 1974. (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder (Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens). *Badan Standardisasi Nasional*, 1–16.
- SNI 2491. (2014). Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder (Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens) (ASTM C496/C496M-04, IDT). *Badan Standardisasi Nasional*, 1–17.
- SNI 2493. (2011). Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium (Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory). *Badan Standardisasi Nasional*, 1–20.
- SNI 8912. (2020). Spesifikasi Semen Hidraulis (Hydraulic Cement Specification). *Badan Standardisasi Nasional*, 1–43.



© 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

SNI 1970. (2008). Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus (Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate). *Badan Standardisasi Nasional*, 1–18.

ACI Committee 237. (2007). Self-Consolidating Concrete (ACI 237R-07). Farmington Hills, MI: *American Concrete Institute*, 1–30.

