

No.29/SKRIPSI/TS-D4-TKG/2026

SKRIPSI

**PENGARUH SUBSTITUSI PARSIAL *FLY ASH* UNTUK SEMEN *PCC*
DENGAN PENAMBAHAN SERAT *POLYPROPYLENE* 0,5% DAN
PLASTICIZERS 0,8% TERHADAP KINERJA BETON**



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

Disusun Oleh :

Arvo Bayu Nugroho
NIM 2201421069

Pembimbing :

Lilis Tiyani, S.T., M.Eng.
NIP 196703081990032001

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK KONSTRUKSI GEDUNG
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

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi berjudul :

**PENGARUH SUBSTITUSI FLYASH UNTUK SEMEN PCC DAN
PENAMBAHAN POLYPROPYLENE DAN PLASTICIZERS SEBERAT 0.8%
TERHADAP KINERJA BETON**

yang disusun oleh **Aryo Bayu Nugroho (NIM 2201421069)** telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam **Sidang Skripsi 2**

Pembimbing

Lilis Tivani, 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 FLYASH UNTUK SEMEN PCC DENGAN
PENAMBAHAN SERAT POLYPROPYLENE SEBERAT 0.5% DAN
PLASTICIZERS SEBERAT 0.8% TERHADAP KINERJA BETON**

yang disusun oleh **Aryo Bayu Nugroho (NIM 2201421069)** telah dipertahankan
dalam Sidang Skripsi Tahap 2 di depan Tim Penguji pada
hari Selasa tanggal 23 Juni 2026

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Sukarman S.Pd., M.Eng NIP 199306052020121013	
Anggota	Hendrian Budi Bagus Kuncoro S.T., M.Eng. NIP 198905272022031004	
Anggota	Eka Sasmita Mulya S.T., M.Si. NIP 196610021990031001	

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta



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



© 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 : Aryo Bayu Nugroho
NIM : 2201421052
Program Studi : D4 Teknik Konstruksi Gedung
Alamat Email : aryo.bayu.nugroho.ts22@mhsw.pnj.ac.id
Judul Naskah : Pengaruh Substitusi Parsial Fly Ash Untuk Semen PCC dengan Penambahan Serat Polypropylene 0,5% Dan Plasticizers 0,8% Terhadap Kinerja Beton

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang diajukan pada Program Studi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2026/2027 merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil plagiasi dari karya pihak lain. Selain itu, karya ini juga belum pernah diajukan atau digunakan dalam bentuk kegiatan akademik apa pun sebelumnya.

Apabila di kemudian hari ditemukan bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia menerima segala konsekuensi dan sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan penuh tanggung jawab

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 1 Juli 2026

Yang Menyatakan,

(Aryo Bayu Nugroho)



KATA PENGANTAR

Dengan penuh rasa syukur ke hadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat dan petunjuk-Nya, penulis akhirnya berhasil menyelesaikan skripsi berjudul " **Pengaruh Substitusi *Flyash* untuk Semen *PCC* dan Penambahan *Polypropylene* Seberat 0.5% dan Plasticizers Seberat 0.8% Terhadap Kinerja Beton** " tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Terapan di Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta. Proses penyelesaian skripsi ini tidak mungkin terwujud tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada :

1. Teristimewah kepada orang tua penulis yang tidak pernah lelah untuk selalu memberikan doa, restu, dan motivasi kepada penulis.
2. Ibu Lilis Tiyani, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya sejak awal hingga akhir untuk memberikan bimbingan kepada penulis dengan penuh kesabaran dan ketelitian, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini.
3. Bapak Senditia Dilang Ramadhan, A.Md., S.T., selaku Pembimbing Industri, yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini.
4. Ibu Istiatun, S.T., M.T. selaku Kepala Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta yang telah mengizinkan penulis untuk melaksanakan magang industri
5. Bapak Mudiono Kasmuri, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Kepala Program Studi Teknik Konstruksi Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
6. Bapak I. Ketut Sucita, S.Pd, S.S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik yang sangat banyak berjasa dalam berkontribusi memberikan saran, bimbingan, dan motivasi selama menjalani perkuliahan kepada kelas 4 Teknik Konstruksi Gedung 3.
7. Para dosen yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuannya serta karyawan dan staf dari Administrasi Jurusan Teknik Sipil, 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



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. Teman-teman prodi D4 Teknik Konstruksi Gedung angkatan 2022 yang telah kebersamai dan membantu selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Depok, Senin 22 Juni, 2026

Aryo Bayu Nugroho





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
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II	6
2.1 <i>State Of The Art</i> (Penelitian Terdahulu).....	6
2.2 <i>Novelty</i> (Keterbaruan).....	9
2.3 Material Penyusun Beton.....	9
2.3.1 Beton.....	9
2.3.2 Beton Normal.....	10
2.3.3 Beton Ramah Lingkungan	11
2.3.4 Agregat Kasar.....	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 mengemukakan 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

2.3.5 Agregat Halus	13
2.3.6 <i>Fly ash</i>	14
2.3.7 <i>Plasticizer</i>	16
2.3.8 Air	17
2.3.9 Serat <i>Polypropylene</i>	18
2.3.10 <i>Portland Composite Cement (PCC)</i>	19
2.4 <i>Mix Design</i>	20
2.5 Pengujian Sifat Fisis Beton	20
2.5.1 Berat Isi Beton	20
2.5.2 Uji <i>Slump</i>	21
2.6 Pengujian Sifat Mekanis Beton	24
2.6.1 Kuat Tekan	24
2.6.2 Kuat Tarik Belah	25
2.6.3 Kuat Lentur	25
2.7 Hipotesis	27
BAB III.....	28
3.1 Rancangan Penelitian.....	28
3.2 Lokasi dan Waktu	28
3.3 Bagan Alir Penelitian	30
3.4 Alat Penelitian.....	31
3.5 Bahan Penelitian.....	33
3.6 Pengujian Material.....	33
3.7 Metode Penelitian	46
BAB IV	48
4.1 Data Pengujian Bahan Penyusun Beton.....	48
4.1.1 Agregat Kasar.....	48
4.1.2 Agregat Halus	53



© 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

4.2 Pengujian Beton Segar	57
4.2.1 Pengujian <i>Slump</i>	58
4.2.2 Berat Isi Beton Segar	63
4.3 Pengujian Beton Keras.....	66
4.3.1 Kuat Tekan	66
4.3.2 Kuat Tarik Belah	78
4.3.3 Kuat Lentur	85
4.4 Analisa Perbandingan Sifat Mekanis Beton Serat <i>Polypropylene</i> dengan Penelitian Terdahulu	92
BAB V PENUTUP	94
5.1 Kesimpulan.....	94
5.2 Saran.....	95
DAFTAR PUSTAKA.....	97
LAMPIRAN.....	99

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	6
Tabel 3. 1 Variasi Benda Uji.....	28
Tabel 3. 2 Peralatan Pengujian.....	31
Tabel 3. 3 Peralatan Pengujian.....	32
Tabel 4. 1 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.....	48
Tabel 4. 2 Berat Isi dan Rongga Lepas Agregat Kasar	50
Tabel 4. 3 Berat Isi dan Rongga Padat Agregat Kasar	50
Tabel 4. 4 Analisis Ayak Agregat Kasar	50
Tabel 4. 5 Kadar Lumpur Agregat Kasar	52
Tabel 4. 6 Kadar Air Agregat Halus	53
Tabel 4. 7 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	54
Tabel 4. 8 Berat Isi dan Rongga lepas dan Padat Agregat Halus.....	55
Tabel 4. 9 Analisis Ayak Agregat Halus	56
Tabel 4. 9 Kadar Lumpur Agregat Halus.....	57
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian <i>Slump</i> `.....	58
Tabel 4. 12 Hasil Analisis SPSS (Coefficient) <i>Slump</i> test tanpa obat.....	61
Tabel 4. 13 Hasil Analisis SPSS (Model Summary) <i>Slump</i> test tanpa obat	61
Tabel 4. 14 Hasil Analisis SPSS (Coefficient) <i>Slump</i> test dengan obat.....	62
Tabel 4. 15 Hasil Analisis SPSS (Coefficient) <i>Slump</i> test dengan obat.....	63
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Berat Isi Beton.....	63
Tabel 4. 17 Hasil Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari	66
Tabel 4. 18 Hasil Analisis SPSS (<i>Coefficient</i>) Kuat Tekan 7 hari tanpa obat.	69
Tabel 4. 19 Hasil Analisis SPSS (model summary) Kuat Tekan 7 hari	70
Tabel 4. 20 Hasil Analisis SPSS (<i>Coefficient</i>) Kuat Tekan 7 hari dengan obat..	70
Tabel 4. 21 Hasil Analisis SPSS (model summary) Kuat Tekan 7 hari dengan obat	71
Tabel 4. 22 Hasil Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	72
Tabel 4. 23 Hasil Analisis SPSS (coefficients) Kuat Tekan 28 hari tanpa obat..	76
Tabel 4. 24 Hasil Analisis SPSS (coefficients) Kuat Tekan 28 hari tanpa obat..	77
Tabel 4. 25 Hasil Analisis SPSS (coefficients) Kuat Tekan 28 hari tanpa obat..	77
Tabel 4. 26 Hasil Analisis SPSS (model summary) Kuat Tekan 28 hari tanpa obat	78

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

Tabel 4. 27 Hasil Kuat Tarik Belah.....	79
Tabel 4. 28 Hasil Analisis SPSS (coefficients) Kuat Tarik Belah 28 hari tanpa obat	83
Tabel 4. 29 Hasil Analisis SPSS (coefficients) Kuat Tarik Belah 28 hari tanpa obat	83
Tabel 4. 30 Hasil Analisis SPSS (coefficients) Kuat Tarik Belah 28 hari dengan obat	84
Tabel 4. 31 Hasil Analisis SPSS (coefficients) Kuat Tarik Belah 28 hari dengan obat	85
Tabel 4. 32 Hasil Uji Kuat Lentur	86
Tabel 4. 33 Hasil Analisis SPSS (coefficients) Kuat Lentur 28 hari tanpa obat	89
Tabel 4. 34 Hasil Analisis SPSS (model summary) Kuat Lentur 28 hari tanpa obat	90
Tabel 4. 35 Hasil Analisis SPSS (<i>coefficients</i>) Kuat Lentur 28 hari dengan obat	91
Tabel 4. 36 Hasil Analisis SPSS (model summary) Kuat Lentur 28 hari dengan obat	92
Tabel 4. 37 Referensi Jurnal yang Digunakan	92

**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 Kerucut Abrams.	21
Gambar 2. 2 Macam Bentuk Runtuhan Uji <i>Slump</i> (<i>Slump Test</i>)	22
Gambar 2. 3 Pengujian Kuat Tekan.	24
Gambar 2. 4 Pengujian Kuat Tarik.	25
Gambar 2. 5 Benda uji, Perletakan dan Pembebanan.	26
Gambar 2. 6 Garis-Garis Perletakan Dan Pembebanan.....	26
Gambar 3. 1 Lokasi Pengadukan dan Pengujian Beton Segar.....	29
Gambar 3. 2 Lokasi Pengadukan dan Pengujian Beton Keras	29
Gambar 3. 3 Bagan Alir Penelitian	30
Gambar 4. 1 Gradasi Pengujian Agregat Kasar	51
Gambar 4. 2 Gradasi Pengujian Agregat Halus	56
Gambar 4. 3 Grafik Nilai Slump	58
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Nilai Slump	60
Gambar 4. 5 Grafik Berat Isi Beton	64
Gambar 4. 6 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari.....	67
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Umur 7 Hari	68
Gambar 4. 8 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	73
Gambar 4. 9 Grafik Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari.....	75
Gambar 4. 10 grafik uji tarik belah beton umur 28 hari	79
Gambar 4. 11 grafik uji tarik belah beton umur 28 hari	82
Gambar 4. 12 Gambar grafik kuat tarik belah.....	86
Gambar 4. 13 Gambar grafik kuat tarik belah.....	88



© 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

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN MIX DESIGN	100
LAMPIRAN DOKUMENTASI	106
LAMPIRAN 1	109
LAMPIRAN 2.....	111





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

Perkembangan infrastruktur yang pesat meningkatkan kebutuhan beton sebagai material utama konstruksi. Beton dipilih karena memiliki kuat tekan tinggi, kemudahan dalam pengerjaan, serta durabilitas yang baik terhadap berbagai kondisi lingkungan. Namun demikian, produksi semen *Portland* sebagai bahan pengikat utama dalam beton memberikan kontribusi signifikan terhadap emisi karbon dioksida (CO₂). Industri semen diketahui menyumbang sekitar 8–10% dari total emisi CO₂ global, sehingga diperlukan inovasi material untuk mengurangi konsumsi semen tanpa menurunkan mutu beton (Olii et al., 2023).

Salah satu alternatif yang banyak dikembangkan adalah pemanfaatan *Fly ash* sebagai substitusi parsial semen. *Fly ash* merupakan limbah hasil pembakaran batu bara yang bersifat *pozzolanik* dan mampu bereaksi dengan kalsium hidroksida membentuk senyawa C-S-H tambahan yang meningkatkan performa beton. Selain memberikan manfaat teknis, penggunaan *Fly ash* juga mendukung pengurangan limbah industri dan menekan dampak lingkungan.

Penelitian mengenai penggunaan *Fly ash* pada *Self-Compacting Concrete* (SCC) menunjukkan bahwa variasi substitusi *Fly ash* mempengaruhi *workability* dan kuat tekan beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *Fly ash* sebesar 15% menghasilkan kuat tekan optimum pada umur 28 hari, serta mempengaruhi nilai *slump-flow* dan kuat tarik belah (Agnes Devina, Amalia, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan *Fly ash* dalam proporsi yang tepat mampu meningkatkan kualitas beton tanpa menurunkan kekuatan secara signifikan.

Penelitian lain mengenai pemanfaatan *Fly ash* dan *plasticizer* tipe F menunjukkan bahwa kombinasi *Fly ash* sebesar 20% dengan *plasticizer* 0,45% menghasilkan kuat tekan yang mendekati bahkan sedikit melampaui beton normal. Penggunaan *Fly ash* hingga 20% terbukti mampu mengurangi kebutuhan semen *Portland* tanpa mengorbankan kekuatan beton. Namun, pada kadar 25% terjadi penurunan kuat tekan akibat lambatnya reaksi *pozzolanik* pada tahap awal *hidrasi*. (Ayuddin, 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

Konsep beton ramah lingkungan (*green concrete*) juga menekankan pentingnya penggunaan material substitusi semen untuk menekan dampak lingkungan. Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kadar *Fly ash* sebagai substitusi parsial semen dapat menurunkan kuat tekan apabila digunakan secara berlebihan, sehingga diperlukan komposisi optimum yang disesuaikan dengan kebutuhan desain struktur (Olii et al., 2023).

Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan *Fly ash* sebagai bahan substitusi parsial semen memiliki potensi besar dalam menghasilkan beton yang lebih berkelanjutan. Namun, diperlukan penelitian lanjutan untuk menentukan variasi campuran yang optimal agar diperoleh keseimbangan antara pengurangan semen, peningkatan *workability*, dan pencapaian kuat tekan yang memenuhi standar mutu beton yang disyaratkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik beton normal dengan semen *PCC*?
2. Bagaimana karakteristik beton normal semen *PCC* dengan substitusi *Fly ash* dengan variasi 5%, 10%, 15%?
3. Bagaimana karakteristik beton normal semen *PCC* dengan substitusi *Fly ash* dengan variasi 5%, 10%, 15% dan bahan tambah *plasticizer* seberat 0.8% dari berat semen serta bahan tambah serat *Polypropylene* seberat 0.5% dari berat semen?
4. Bagaimana terkait komposisi optimum substitusi *Fly ash* variasi 5%, 10%, dan 15% dan penambahan *plasticizer* 0,8% dan serat *Polypropylene* yang akan menghasilkan kinerja beton mutu tinggi terbaik?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi:

1. Benda uji silinder berukuran 15x30 cm digunakan untuk menguji kuat tekan dan tarik belah sedangkan benda uji balok berukuran 15x15x60 cm digunakan untuk menguji kuat lentur.
2. *Additive* yang digunakan *Plasticizer* merek Devcon 870N.



© 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

3. Serat *Polypropylene* yang digunakan adalah 0.5% dari berat semen.
4. Semen yang digunakan adalah *Portland Composite Cement (PCC)*.
5. Jumlah *plasticizer* yang digunakan sebanyak 0.8 % dari berat semen.
6. Presentase *Fly ash* yang digunakan adalah 5%, 10%, 15%.
7. Agregat kasar menggunakan batu pecah dengan ukuran 20 mm.
8. Agregat halus yang digunakan adalah pasir.
9. Nilai *slump* rencana 75-100 mm.
10. Pengujian dilakukan pada umur beton ke-7 dan 28 hari.
11. Serat *Polypropylene* yang dipakai berukuran 12 mm.
12. Merek semen *Portland Composite Cement (PCC)* yang digunakan adalah SIG.
13. Tidak melaksanakan pengujian semen.
14. Penelitian dilakukan untuk kebutuhan Industri.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dirumuskan berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi sebelumnya, yaitu sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik beton normal dengan semen *PCC*.
2. Menganalisis karakteristik beton normal semen *PCC* dan *Fly ash* variasi 5%, 10%, 15%.
3. Menganalisis karakteristik beton normal semen *PCC* dan *Fly ash* variasi 5%, 10%, 15% dengan bahan tambah *plasticizer* seberat 0,8% dari berat semen serta bahan tambah serat *Polypropylene* seberat 0.5% dari berat semen.
4. Menganalisis komposisi optimum substitusi *Fly ash* variasi 5%, 10%, dan 15% dan penambahan *plasticizer* 0,8% dan serat *Polypropylene* 0,5% dari berat semen yang akan menghasilkan kinerja beton mutu tinggi terbaik.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penulisan penelitian ini diharapkan adanya manfaat yang diberikan, seperti:

- a. Di bidang industri/konstruksi, penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi dan bahan pertimbangan dalam perencanaan serta pengendalian mutu campuran beton normal ramah lingkungan, khususnya terkait

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

perubahan *workability (slump)* dan kuat tekan beton akibat substitusi parsial *Portland Composite Cement (PCC)* menggunakan *Fly ash* serta penambahan *plasticizer*.

- b. Di bidang akademis, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan teknologi beton, terutama mengenai penggunaan *PCC*, *Fly ash*, dan *plasticizer* dalam campuran beton normal ramah lingkungan, serta dapat dijadikan rujukan bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan inovasi material dan peningkatan efisiensi penggunaan semen.
- c. Bagi penulis, penelitian ini diharapkan menjadi sarana untuk menerapkan dan memperdalam pemahaman terkait teori-teori beton dan material penyusunnya, serta meningkatkan kemampuan dalam melakukan pengujian laboratorium, pengolahan data, dan analisis hasil penelitian sesuai kaidah ilmiah.

1.6 Sistematika Penulisan

Secara keseluruhan, skripsi ini terbagi menjadi beberapa BAB yang disusun secara teratur dan sistematis, sehingga perlu dibuat sistematika penulisan skripsi sebagai berikut :

a. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang, latar belakang masalah dan permasalahan yang diajukan dan merupakan gambaran umum dari isi tugas akhir. Menguraikan rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

b. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menguraikan dasar-dasar teori yang menjadi acuan serta dirangkum yang berhubungan dengan permasalahan yang diajukan dan dilengkapi dengan sumber yang dipakai sebagai batasan masalah.

c. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang alur penelitian, metode-metode yang digunakan dalam pengumpulan data, seperti data primer yang didapatkan dari proyek, data sekunder, dan data tersier untuk mendukung penyelesaian Proyek Akhir.



© 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

d. **BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisi tentang analisis yang dilakukan serta pembahasannya berdasarkan pada dasar teori dan data-data yang didapatkan dalam menyelesaikan permasalahan yang dikemukakan.

e. **BAB V PENUTUP**

Pada bab ini merupakan hasil akhir dari keseluruhan laporan Proyek Akhir yang memuat kesimpulan berdasarkan pembahasan yang dilakukan dan saran-saran yang perlu diberikan.



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 pengujian laboratorium dan analisis data mengenai pengaruh substitusi parsial *Fly ash* untuk semen PCC serta penambahan serat *Polypropylene* 0,5% dan *plasticizer* 0,8% terhadap kinerja beton mutu rencana $f'c$ 35 MPa, dapat disimpulkan beberapa hal berikut untuk menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian:

1) Karakteristik Beton Normal Semen PCC 100%

Beton normal yang menggunakan 100% semen PCC menghasilkan kinerja mekanis dengan kuat tekan sebesar 26,55 MPa, kuat tarik belah 1,09 MPa, dan kuat lentur 2,81 MPa. Secara fisik dan mekanis, beton ini menyisakan rongga kapiler serta residu Kalsium Hidroksida yang menyebabkan sifat beton menjadi sangat getas (*brittle*). Saat menerima beban aksial maupun lentur hingga mencapai batas maksimumnya, beton ini rentan mengalami keruntuhan secara tiba-tiba dan hancur terburai (*spalling*) karena tidak adanya elemen pengekang di dalam matriksnya.

2) Karakteristik Beton Semen PCC dengan Substitusi *Fly ash*

Substitusi semen PCC dengan *Fly ash* secara kimiawi dan fisik mampu memadatkan struktur mikro beton melalui reaksi pozzolanik. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan kuat tekan beton pada variasi substitusi *Fly ash* 5% (menjadi 30,95 MPa) dan 10% (menjadi 32,18 MPa). Namun, apabila kadar *Fly ash* terlalu tinggi (*overdosis*) seperti pada variasi 15%, kuat tekan justru menurun menjadi 31,78 MPa karena material ini menyerap air berlebih yang menyebabkan adukan menjadi sangat kaku (*slump loss*), menurunkan tingkat kelecakan (*workability*), serta menyisakan partikel abu yang tidak ikut bereaksi.

3) Karakteristik Beton Semen PCC dengan Substitusi *Fly ash*, *Polypropylene* 0,5%, dan *Plasticizer* 0,8%.

Penggabungan ketiga material ini menciptakan sinergi positif yang menutupi kelemahan masing-masing bahan secara sempurna. Penambahan

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

plasticizer 0,8% bekerja mendispersikan partikel semen sehingga air dan udara yang terjebak dapat keluar, menghasilkan beton segar yang sangat padat dan lecah (workable) tanpa perlu memperbesar rasio air-semen. Kepadatan matriks inilah yang kemudian memberikan cengkeraman sangat kuat bagi jaring serat Polypropylene 0,5%, sehingga serat dapat menjalankan fungsi mekanisnya secara optimal untuk memberikan pengekanan internal (mekanisme crack-bridging) dalam menahan rambatan retak mikro dan secara konsisten mendorong kekuatan beton.

4) Karakteristik pada Komposisi Optimum Campuran

Komposisi campuran optimum tercapai pada kombinasi substitusi Fly Ash 10% dengan penambahan serat Polypropylene 0,5% dan Plasticizer 0,8%. Pada titik proporsi ini, terjadi transformasi karakteristik material yang sangat krusial; sifat dasar beton yang secara alamiah sangat getas (brittle) berhasil diubah secara drastis menjadi material yang jauh lebih daktail (liat) dan tangguh. Keseimbangan mekanis pada komposisi ini mencapai performa puncaknya, tidak hanya sukses melampaui standar mutu rencana (f_c 35 MPa) dengan mencetak kuat tekan 35,22 MPa, tetapi juga membuktikan keunggulan strukturalnya melalui capaian kuat tarik belah sebesar 3,75 MPa dan kuat lentur sebesar 4,93 MPa. Peningkatan karakteristik ini menegaskan bahwa kehadiran material tambahan dalam matriks beton bekerja sangat efektif dalam mengubah mekanisme kegagalannya. Beton menunjukkan perilaku pasca-retak (post-cracking behavior) yang sangat unggul, di mana matriks beton mampu mentransfer dan menahan tegangan tarik serta lentur secara persisten. Hal ini membuat beton mampu mempertahankan keutuhan bentuknya saat menerima beban berlebih, serta berdeformasi secara perlahan tanpa mengalami perpecahan atau kehancuran struktural secara tiba-tiba (catastrophic/sudden failure).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, berikut beberapa saran untuk penelitian selanjutnya terkait substitusi parsial semen hidraulik menggunakan *Fly ash* dengan penambahan *plasticizer* pada beton normal.

- 1) Optimasi Pengujian Durabilitas (Ketahanan) Beton

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

Penelitian ini berfokus pada sifat mekanis jangka pendek (28 hari). Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai durabilitas beton jangka panjang (*long-term durability*), seperti ketahanan terhadap permeabilitas air, serangan sulfat, klorid, serta siklus cuaca ekstrim (*freeze-thaw*), mengingat sifat *Fly ash* yang terus bermigrasi mengisi rongga seiring bertambahnya umur beton.

2) Variasi Kadar Serat *Polypropylene*

Mengingat penambahan serat *Polypropylene* sebesar 0,5% terbukti efektif memberikan efek kekangan (*bridging effect*) dan mendongkrak kuat tarik/lentur, penelitian selanjutnya dapat menguji variasi kadar serat yang lebih spesifik (misalnya 0,25%, 0,75%, atau 1%) untuk menemukan titik jenuh optimum serat sebelum terjadi penggumpalan (*balling effect*).

3) Kontrol *Workability* dan Metode Pencampuran Serat

Pada pencampuran skala besar di lapangan (*ready mix*), distribusi serat *Polypropylene* harus diperhatikan secara ketat agar menyebar merata. Penggunaan *plasticizer* harus disesuaikan secara dinamis di lapangan untuk menjaga nilai *slump* tetap memenuhi standar kemudahan pengerjaan tanpa mengurangi kuat tekan rencana.



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

- 4431:2012, S. (2011). *Cara uji kadar air total agregat dengan pengeringan*.
- Agnes Devina, Amalia, E. W. (2024). *Pengaruh Substitusi Fly Ash Pada Kualitas Self- Compacting*.
- Ayuddin. (2025). Pengaruh Pemanfaatan Bahan Tambah Fly Ash dan Admixture Tipe F Terhadap Pengurangan Penggunaan Semen Portland dari Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sains*, 10(02).
- Faritzie, H. Al, Fuad, I. S., & Akbar, I. (2023). *Pengaruh Penambahan Serat Polypropylene Serta Super Plasticizer Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Belah Beton*. 8, 38–44.
- Hasanr, H., Tatong, B., & Tole, J. (2013). *Pengaruh Penambahan Polypropylene Fiber Mesh Terhadap*.
- Indonesia, S. N. (2011). *Cara uji kuat lentur beton normal Cara dengan dua titik pembebanan*.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2008a). *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus*.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2008b). *Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2008c). *Cara uji slump beton*.
- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2011). *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*.
- Isi, D. (1990). *Metode pengujian analisis saringan gregat halus dan kasar*.
- Kushartomo, W., Wildan, V. A., Prabowo, A., Teknik, F., & Tarumanagara, U. (2025). *Dampak Penambahan Fly Ash Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan dan Durabilitas Beton Akibat Serangan Sulfat*. 31(1), 106–113. <https://doi.org/10.14710/mkts.v31i1.71566>
- Lingkup, R. (1990a). *Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus*. 1–5.
- Lingkup, R. (1990b). *Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*. 2–5.
- Lolos, Y., & No, S. (1996). *Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat*.



© 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

200(200), 1–6.

Nasional/SNI, B. S. (2012). Sni 7656:2012-Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa. *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa*.

Nasional, S., Ics, I., & Nasional, B. S. (2008). *Cara uji berat isi , volume produksi campuran dan kadar udara beton*.

Nasional, S., Ics, I., & Nasional, B. S. (2015). *Metode uji densitas semen hidraulic (ASTM C 188-95 (2003), MOD). 95(2003)*.

Nasional, S. K. (n.d.). *Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga udara dalam agregat*.

Olii, M. R., Wahab, A. A., Ichsan, I., Djau, R. A., & Nento, S. (2023). *Beton Hijau Menggunakan Fly ash sebagai Substitusi Parsial Semen Muhammad*. 9(1), 11–20.

Sylviana, R. (2015). *Pengaruh Bahan Tambahan Plasticizer Terhadap Slump Dan Kuat Tekan Beton*. 3(2), 15–24.

Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. (n.d.).

Tcf, I. A. B., & Tcf, I. A. B. (2014). *Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder*.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA